

Señor Director
DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.



No. 09-009366- -00005-0000

Fecha: 2012-12-19 16:32:28 Dep: 2020 DIR.NUEVASCR
Tra: 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act: 523 RESPUESTA Folios: 54

Trámite : 011
Evento : 378
Actuación : 519

Referencia : Expediente No. 09.009.366
Asunto : Solicitud de patente para: **REDUCCIÓN DE ARRASTRE DE PETRÓLEOS
CRUDOS ASFALTÉNICOS**
Solicitante : **CONOCOPHILLYPS COMPANY**
Fecha de Solicitud : 2 de febrero de 2009

1. Yo, Luz Clemencia DE PÁEZ, en mi condición de apoderada de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, me refiero al oficio No. 16669 notificado por fijación en lista del 25 de septiembre de 2012.

2. Mediante oficio No. **16669** se puso en conocimiento del solicitante el informe que contiene las observaciones hechas por su Despacho sobre la presente solicitud de patente. Las observaciones realizadas en el oficio son las siguientes:

2.1 Reivindicaciones

“A lo largo de la evaluación de las reivindicaciones, se encontró falta de claridad por el uso de términos como “*al menos*” y “*aproximadamente*”, no permitiendo definir con exactitud las características esenciales del hidrocarburo líquido y el polímero de reducción de arrastre.

“Se detectó igualmente, el reclamo de resultados a obtener en las reivindicaciones 1. 25, 43 y 51, en relación a la caída de presión asociada con el flujo turbulento del crudo pesado a través de u oleoducto.

“Se sugiere incorporar en el pliego reivindicatorio, la temperatura a la cual se realiza el tratamiento del hidrocarburo líquido con el polímero de reducción de arrastre, así como lo enseña el capítulo descriptivo

“EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS”

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Tel: (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 43 A No. 1 - 50 - Torre Protección, Oficina 652 - Tel: (57-4) 604 4794 Ext. 6729 / 6731 - Fax: (57-4) 604 4731- COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

“El capítulo reivindicatorio no es conciso debido a que contiene cinco reivindicaciones independientes que hacen referencia a diferentes tipos de polímeros e hidrocarburos, con características diferentes y 70 reivindicaciones dependientes que repiten una y otra vez las mismas características, hecho que hace difícil definir el objeto de la invención.

“Se recomienda el cambio de unidades al Sistema Internacional (SI).

2.2 Descripción

“Se encontraron varias incongruencias y contradicciones entre el capítulo reivindicatorio y el capítulo descriptivo. Se hace referencia a la reivindicación 54 en comparación con las líneas 18-22 del Fl. 90 de la descripción, en relación al parámetro de solubilidad del polímero de reducción de arrastre.

“Se presenta cierta inconsistencia en las líneas 8 y 9 del folio 71, de la descripción, en relación a las unidades de repetición, su pluralidad y los heteroátomos.

“Se aconseja cambiar las unidades al sistema internacional (SI).

2.3 Unidad de Invención

“Principalmente, el elemento técnico particular: el polímero de reducción de arrastre, no es inventivo con respecto a D1 y D2.

“Se encuentran 5 grupos inventivos en la presente solicitud, definidos por las reivindicaciones: 1-24, 25-42, 43-50, 51-62 y 63-75, respectivamente para cada uno de los grupos. Con base a lo anterior se le aconseja al solicitante restringir la materia a patentar, para que así exista un solo concepto común inventivo. Otra alternativa es optar por la solicitud divisional con respecto a los grupos inventivos mencionados, en la que no se amplíe el objeto de la invención.

2.4 Nivel Inventivo

Características Esenciales	D1: US20060035793	D2: US2006148928
Un método que comprende: introducir un polímero de	Mezclar el petróleo con el diluyente y con una composición química que comprende los	Un método para reducir las fuerzas de arrastre asociadas con el flujo turbulento de un

reducción de arrastre dentro de un hidrocarburo líquido	siguientes componentes: un agente plastificante (fosfato de tributoxietilo, una mezcla de ácidos grasos y una mezcla de tensoactivos (pág. 3, párr. 71). Una composición química de una materia derivada de la mezcla de un plastificante como tritbuoxietilfosfato, en presencia de tensoactivos. Un reductor de fricción y agentes solubilizantes (pág. 2, párr. 32)	fluido a través de un conducto. El método comprende introducir un reductor de fricción en el fluido (pág. 2, párr. 17)
El hidrocarburo líquido tiene una cantidad de asfalteno de 3% porcentaje peso (p/p) y una gravedad API de menos de 26 °	El petróleo original tenía 10% de asfaltenos (párr. 2, tabla 2). La viscosidad de un crudo pesado es de 6.5-12 ° API (pág. 5, párr. 71)	No menciona
En donde el polímero reductor de arrastre comprende por lo menos comprende por lo menos aproximadamente 10,000 unidades de repetición y en donde una pluralidad de dichas unidades de repetición comprenden un heteroátomo	No menciona	El reductor de fricción es una dispersión coloidal que comprende partículas de un polímero de alto peso molecular, dispersada en una fase continua (pág. 2, párr. 17). El polímero tiene una peso molecular promedio de al menos 5x10 ⁶ g/mol (pág. 2, párr. 16). Ver párrafo 29 de heteroátomos

“Los documentos D1 y D2, se consideran el estado de la técnica más cercano a la invención, definida por la reivindicación 1, porque divulga reductores de arrastre poliméricos que se añaden al petróleo.

“La diferencia entre la invención y el método de D1, consiste en que éste último no menciona que el polímero comprenda 10,000 unidades de repetición y un heteroátomo.

“La diferencia entre la invención y D2, es que éste último no menciona que el hidrocarburo líquido tenga un contenido de asfalteno de 3% y una gravedad API de menos de 26°.

“Por lo tanto el problema técnico objetivo que pretende resolver la presente invención, se formularía de la siguiente forma: *“¿cómo modificar el método para disminuir el la caída de presión durante el transporte de petróleos crudos, empelando reductores de arrastre poliméricos diferentes a los divulgados en D1?”*”

“Sin embargo, la utilización de polímeros como los divulgados en la invención, ya había sido divulgado por el documento D2, refiriéndose a *“reductores de arrastre de látex que comprenden polímeros de alto peso molecular”*. Aunque el documento D2 no menciona que los polímeros tengan por lo menos 10,000 unidades de repetición, divulga los mismos monómeros reivindicados en la presente solicitud y menciona que el peso molecular promedio del polímero es de al menos 5×10^6 g/mol, valor que coincide con la afirmación divulgada por el solicitante, en la que indica: *“el polímero de reducción de arrastre de la dispersa de látex, puede tener un peso molecular de por lo menos 1×10^6 g/mol, por lo menos aproximadamente 2×10^6 g/mol, o por lo menos 5×10^6 g/mol (pág 89, líneas 9-12)”*. Por lo anterior, un técnico en el área puede concluir que los polímeros reductores de arrastre divulgados en D2, tiene por lo menos 10,000 unidades de repetición.

“En consecuencia, una persona normalmente versada en la materia, incluiría los polímeros reductores de D2 en el método de D1, para llegar así al objeto de la reivindicación 1, razón por la cual se considera obvia y no presenta el requisito de nivel inventivo.

“Las reivindicaciones dependientes: 9, 14, 15, 20, 32, 34, 35, 36, 40, 60, 61 y 74, no mencionan nuevas características que hagan inventiva la invención y además se ven afectadas por D1 y D2.

3. Respuesta a las objeciones

De este modo y con el objeto de atender las objeciones arriba mencionadas, se desea presentar las siguientes modificaciones, aclaraciones y argumentos.

3.1 Modificación de una solicitud en trámite

De acuerdo con el artículo 34 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, donde se establece que la modificación de una solicitud es posible en cualquier momento del trámite mientras no implique una ampliación de la solicitud inicial, me permito presentar un nuevo pliego reivindicatorio conformado por 11 reivindicaciones, de acuerdo a la patente No. US8022118B2, concedida por los Estados Unidos de América.

El pliego reivindicatorio fue modificado de la siguiente manera:

- El nuevo pliego reivindicatorio es una réplica de las reivindicaciones de la patente US8022118B2, de la presente invención, concedida en septiembre 20 de 2011, el cual se solicita validar en el presente trámite toda vez que no contiene materia que no constituya invención o que se encuentre exceptuada de patentabilidad.
- Fueron eliminadas las reivindicaciones 12-75.
- Como sugerencia del Examinador, fue incorporado en la reivindicación 1, la temperatura a la cual se encuentra el hidrocarburo líquido en el momento de ser tratado con el polímero de reducción de arrastre.
- Se eliminaron términos ambiguos como “al menos” y “aproximadamente”, que no permitían definir con claridad las características esenciales del producto.
- Fueron convertidas todas las unidades al sistema internacional (SI), tanto en el pliego reivindicatorio como en el descriptivo.

Con este nuevo pliego descriptivo y reivindicatorio, se espera superar las objeciones con respecto a reclamar resultados o efectos a obtener, incongruencias entre el pliego reivindicatorio y por último la de unidad de invención, ya que en el nuevo capítulo reivindicatorio solo se dejó un único grupo inventivo.

3.2 Observaciones con respecto a la falta de nivel inventivo

En lo que concierne a las objeciones hechas con respecto a la falta de nivel inventivo de la presente solicitud, soportadas en los documentos D1 y D2, como el estado del arte más cercano a la invención, el solicitante manifiesta su desacuerdo y argumenta con las siguientes afirmaciones:

En primera instancia, se resalta que ni D1 ni D2 discuten la posibilidad de presentar que el polímero de reducción de arrastre presente un parámetro de solubilidad dentro de 4MPa^{1/2} del parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido, como característica estructural esencial de la invención y previamente establecida en las reivindicaciones independientes del nuevo capítulo reivindicatorio. Dicha característica que no es mencionada en el estado del arte previo a la presente solicitud, implica de por sí un efecto sinérgico en su resultado y por ende

CAVELIER

ABOGADOS

trae un aporte técnico científico al campo de la invención y por ende se le reconoce la presencia de nivel inventivo. Así lo establece la regulación colombiana de la siguiente forma:

“Si la invención posee un efecto o resultados inesperados o sinérgicos, la invención se considera inventiva, debido a que significa una contribución en cuanto a avances y mejoras del campo técnico de la invención en cuestión”

Adicionalmente, por medio del nuevo capítulo descriptivo, se define nuevamente un concepto más claro de la invención, el cual se enfoca en el empleo de un polímero de reducción de arrastre que es introducido a un hidrocarburo líquido que presenta ciertos parámetros específicos y dicho polímero DEBE contar con un parámetro de solubilidad que se encuentre dentro de cierto rango específico, del parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido.

Con lo anterior, es falso afirmar que una persona normalmente versada en la materia, con conocimiento de las enseñanzas de los documentos D1 y D2, teniendo en cuenta que no se menciona en ningún momento la presencia del parámetro de solubilidad ni del polímero reductor de arrastre ni del hidrocarburo a tratar, pudiera deducir fácilmente el objeto de la presente invención, teniendo claro hasta el momento, que dicho parámetro es esencial en la selección del polímero para que así cumpla con las condiciones de operación del método a reclamar aquí.

En consecuencia, cabe resaltar muy respetuosamente, en la presente defensa de la solicitud, que con base en los anteriores argumentos del señor solicitante, no se realizó un análisis completo y detallado de la invención y por ende se llegaron a objeciones no sustentadas.

Por último, se espera haber esclarecido el objeto de la invención y con ello, cómo ésta no se ve afectada por falta de nivel inventivo con respecto al estado del arte.

3.3 Concesión de solicitudes equivalentes

Se desea recalcar que esta misma solicitud de patente fue concedida en la oficina de patentes de los Estados Unidos, en septiembre 20 de 2011, con el número de patente: US8022118B2.

3.4 Conclusiones

Se modificó el pliego reivindicatorio, de acuerdo con las reivindicaciones ya concedidas por la oficina de patentes de los Estados Unidos, lo cual permitió redefinir con mayor claridad el objeto de la invención, establecer un claro soporte de las mismas en el capítulo descriptivo y finalmente establecer un único concepto común inventivo.

Con respecto a la objeción de nivel inventivo, ésta debe ser superada al resaltar una característica esencial de la invención, la cual la delimita y la hace exclusiva, que no fue tomada en cuenta en el momento del análisis de la solitud y por ende dichas objeciones no representan mayor significado.

De esta forma se espera satisfacer todos los requerimientos para que se otorgue la patentabilidad de ésta invención.

4. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por el Examinador, se solicita atentamente proceder al otorgamiento de la solicitud de patente. En este sentido, respetuosamente recordamos al Examinador que la patente no podrá ser negada con base en las objeciones diferentes a las expuestas en la acción oficial No. 16669, toda vez que al no haber sido trasladadas a mi representada, dicha decisión violaría tanto el tenor literal del artículo 45 de la Decisión 486 como el derecho constitucional al debido proceso. En este evento, y con base en el inciso 2 del artículo 45, respetuosamente solicitamos al Examinador expedir una nueva acción oficial que permita a mi representada contra argumentar las mismas o modificar la solicitud con el fin de cumplir los requisitos de patentabilidad.

ANEXOS

- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 11 reivindicaciones.
- Formulario de modificaciones en solicitud pendiente.
- Nuevo pliego descriptivo.

Señor Director,

Luiz Clemencia de Páez
LUZ CLEMENCIA DE PÁEZ
C.C. 35.456.344 de Usaquén
T.P.A. No. 23.555

COLO-13953-0841-006-5
AHA\AH\ID-232749\WPC13953
No. M-2012-232749\AHA

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	Espacio reservado para el adhesivo de radicación
---	--

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
MODIFICACIONES Y/O CORRECCIONES

1. Identificación del Trámite

☐ Error material

☒ Modificación a una Solicitud en trámite

☒ Patente de Invención

☐ Patente de Modelo de Utilidad

☐ Registro de Diseño Industrial

☐ Esquema de Trazado de Circuitos Integrados

2. Datos del solicitante

Persona Natural

☐

Persona Jurídica

☒

CONOCOPHILLIPS COMPANY

Nombre o denominación / Nombre o razón social completa

Nombre representante legal

Tipo de empresa Micro ☐ Pequeña ☐ Mediana ☐ Otra ☐

Documento de identificación: ☐ C.C. ☐ C.E. ☐ NIT ☐ Otro Número _____

Nacionalidad/País de constitución	Dirección y domicilio del titular	Ciudad
Estados Unidos de América	600 North Dairy Ashford, Texas 77079	Houston
Dirección electrónica	No. Fax	Número telefónico
clientes@cavelier.com	2 11 86 50	3 47 36 11

☐ Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico

3. Datos del apoderado:

Apellidos y Nombre
De Páez Luz Clemencia

Documento de identificación
C.C. 35.456.344

Tarjeta profesional
T.P.A. 23.555

Dirección y domicilio	Ciudad	
Carrera 4ª No. 72 –35	Bogotá	
Dirección electrónica	No. Fax	Número telefónico
cavelier@cavelier.com	2 11 86 50	3 47 36 11

En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de Propiedad Industrial, sirvase indicar el número de su radicación o protocolo de poder general

4. Datos del trámite**Corrección:****Expediente No 09.009.366****Aparece****Debe ser****Modificación:****Modificación al capítulo reivindicatorio.**

Presento nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 11 reivindicaciones y pido respetuosamente que el examen de patentabilidad sea realizado sobre estas nuevas reivindicaciones presentadas.

Respetuosamente manifiesto que a pesar de eliminar materia del pliego reivindicatorio originalmente presentado, mi representada no renuncia a la protección que pueda obtener sobre dicha materia y se reserva el derecho de presentar una solicitud divisional que la contenga durante el trámite de la presente solicitud, beneficiándose de la fecha de prioridad inicialmente reivindicada.

**Modificación al capítulo descriptivo.**

Presento nuevo capítulo descriptivo, el cual solicito que sea tenido en cuenta al realizar del examen de patentabilidad

**Modificación al resumen.****Modificación a los dibujos.****Modificación al solicitante.****5. Anexos**

Poder, si fuere el caso.



Documento que contiene las modificaciones o correcciones.



Copia de la solicitud y sus anexos en formato magnético.

6. Firma	
Nombre y apellidos	Firma
LUZ CLEMENCIA DE PAEZ	<i>Luz Clemencia Soárez</i>
C.C. 35.456.344 DE Usaquén	Tarjeta Profesional 23.555

AHA\NCA\WPC13953\ID-232807

REDUCCIÓN DE ARRASTRE DE PETRÓLEOS CRUDOS ASFALTÉNICOS

ANTECEDENTE DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

La presente invención se relaciona generalmente con reductores de arrastre de alto peso molecular para uso en petróleos crudos. En otro aspecto, la presente invención se relaciona con polímeros de reducción de arrastre de alto peso molecular para uso en petróleos crudos que tienen un contenido de asfalteno de por lo menos 3% en peso y una gravedad API de menos de 26°.

2. Descripción de la técnica anterior

Cuando los fluidos se transportan por un oleoducto, típicamente hay una caída en la presión del fluido debido a fricción entre la pared del oleoducto y el fluido. Debido a esta caída en la presión, para un oleoducto dado, el fluido se puede transportar con suficiente presión para alcanzar el rendimiento deseado. Cuando proporciones de flujo más altas se desean a través del oleoducto, se debe aplicar más presión debido al hecho que, como las proporciones de flujo se incrementan, la diferencia en la presión origina que la caída de presión también se incremente. Sin embargo, limitaciones en el diseño en los oleoductos limitan la cantidad de presión que se puede emplear. Los problemas asociados con la caída de presión son más agudos cuando los fluidos se transportan durante largas distancias. Tales caídas de presión pueden resultar en ineficiencias que incrementan los costos de equipo y operación.

Para aliviar los problemas asociados con la caída de presión, muchos en la industria utilizan aditivos de reducción de arrastre en el fluido. Cuando el flujo de fluido en un oleoducto es turbulento, se pueden emplear reductores de arrastre poliméricos de alto peso molecular para mejorar el flujo. Un reductor de arrastre es una composición capaz de reducir sustancialmente la pérdida de fricción asociada con el flujo turbulento de un fluido a través de un oleoducto. El papel de estos aditivos es suprimir el crecimiento de remolinos turbulentos, que resulta en una mayor velocidad de flujo a una presión de bombeo constante. Los polímeros de ultra alto peso molecular se conocen por su buena función como reductores de arrastre, particularmente en líquidos de hidrocarburo. En general, la reducción de arrastre depende en parte del peso molecular del aditivo de polímero y su capacidad para disolverse en el hidrocarburo bajo flujo turbulento. Los polímeros de reducción de arrastre efectivos típicamente tienen pesos moleculares en exceso de cinco millones.

Los reductores de arrastre poliméricos convencionales, sin embargo, típicamente no se desarrollan bien en petróleos crudos que tienen una gravedad API baja y/o un alto contenido de asfalteno. De acuerdo con lo anterior, existe una necesidad para mejorar agentes de reducción de arrastre capaces de reducir la caída de presión asociada con el flujo turbulento de gravedad API baja y/o petróleos crudos de asfalteno altos a través de los oleoductos.

RESUMEN DE LA INVENCION

En una modalidad de la presente invención, se proporciona un método que comprende: introducir un polímero de reducción de arrastre dentro de un hidrocarburo líquido que tiene un contenido de asfalteno de por lo menos 3% en

peso y una gravedad API de menos de 26° para producir de este modo un hidrocarburo líquido tratado. El polímero de reducción de arrastre comprende por lo menos 10,000 unidades de repetición, y una pluralidad de las unidades de repetición comprende un heteroátomo.

En otra modalidad de la presente invención, se proporciona un método que comprende: introducir un polímero de reducción de arrastre dentro de un hidrocarburo líquido que tiene un contenido de asfalteno de por lo menos 3% en peso y una gravedad API de menos de 26° para producir de este modo un hidrocarburo líquido tratado. El polímero de reducción de arrastre incluye por lo menos una unidad de repetición que tiene por lo menos un heteroátomo, y la viscosidad del hidrocarburo líquido tratado no es menor de la viscosidad del hidrocarburo líquido antes del tratamiento con el polímero de reducción de arrastre.

En todavía otra modalidad de la presente invención, se proporciona un método para reducir la caída de presión asociada con el flujo turbulento del petróleo crudo pesado a través de un oleoducto, en donde el petróleo crudo pesado tiene una gravedad API de menos de 26° y un contenido de asfalteno de por lo menos 5% en peso. El método de esta modalidad comprende: (a) introducir un polímero de reducción de arrastre en el petróleo crudo pesado, en donde el polímero de reducción de arrastre comprende por lo menos 25,000 unidades de repetición; y (b) hacer fluir el petróleo crudo tratado resultante a través del oleoducto, en donde la viscosidad del petróleo crudo tratado no es menor de la viscosidad del petróleo crudo pesado antes del tratamiento con el polímero de reducción de arrastre.

En todavía otra modalidad de la presente invención, se proporciona un método que comprende: introducir un polímero de reducción de arrastre dentro de un

hidrocarburo líquido que tiene un contenido de asfalteno de por lo menos 3% en peso y una gravedad API de menos de 26° para producir de este modo un hidrocarburo líquido tratado. El polímero de reducción de arrastre comprende por lo menos 10,000 unidades de repetición y tiene un parámetro de solubilidad de por lo menos 17.

En todavía otra modalidad de la presente invención, se proporciona un método que comprende: introducir un polímero de reducción de arrastre dentro de un hidrocarburo líquido que tiene un contenido de asfalteno de por lo menos 3% en peso y una gravedad API de menos de 26° para producir de este modo un hidrocarburo líquido tratado. El polímero de reducción de arrastre comprende por lo menos 10,000 unidades de repetición y tiene un parámetro de solubilidad dentro por lo menos 20% del parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS DE LOS DIBUJOS

Se describe una modalidad preferida de la presente invención en detalle adelante con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, en donde:

FIG. 1 es una gráfica de diámetro de filamento normalizado vs. tiempo que describe el tiempo de ruptura capilar normalizado para el petróleo crudo pesado del Valle de San Joaquín no tratado determinado de acuerdo con el procedimiento descrito en el Ejemplo 4;

FIG. 2 es una gráfica de diámetro de filamento normalizado vs. tiempo que describe el tiempo de ruptura capilar normalizado para el petróleo crudo pesado del Valle de San Joaquín que tiene 500 partes por millón en peso (ppm) de poli(metacrilato 2-etilhexilo) disuelto aquí determinado de acuerdo con el

procedimiento descrito en el Ejemplo 4; y

FIG. 3 es una gráfica de diámetro de filamento normalizado vs. tiempo que describe el tiempo de ruptura capilar normalizado para el petróleo crudo pesado del Valle de San Joaquín que tiene 500 ppm de un poli(1-deceno) disuelto aquí determinado de acuerdo con el procedimiento descrito en el Ejemplo 4.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la caída de presión asociada con hacer fluir un hidrocarburo líquido a través de un conducto, tal como un oleoducto, se puede reducir al tratar el hidrocarburo líquido con un polímero de reducción de arrastre que tiene por lo menos un heteroátomo. En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede ser un petróleo crudo pesado.

En una modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede comprender compuestos asfalteno. Como se utiliza aquí, "asfaltenos" se definen como la fracción separada del aceite crudo o productos de petróleo luego de la adición de pentano, como se describe adelante en el ejemplo 3. Aunque es difícil describir, se considera generalmente que los asfaltenos son compuestos polares, no cristalinos de alto peso molecular que existen en el petróleo crudo. En una modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede comprender compuestos asfalteno en una cantidad de por lo menos 3% en peso, en el rango de 4 a 35% en peso, o en el rango de 5 a 25% en peso.

En otra modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede comprender heteroátomos. Como se utiliza aquí, el término "heteroátomo" se define como cualquier átomo que no es un átomo de carbón o hidrógeno.

Típicamente, los heteroátomos incluyen, pero no se limitan a, átomos de azufre, nitrógeno, oxígeno, fósforo, y cloro. En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede comprender azufre en una cantidad de por lo menos 1% en peso, en el rango de 1 a 10% en peso, en el rango de 1.2 a 9% en peso, o en el rango de 1.5 a 8% en peso. Adicionalmente, el hidrocarburo líquido puede comprender nitrógeno en una cantidad de por lo menos 1,300 partes por millón en peso (ppm), por lo menos 1,400 ppm, o por lo menos 1,500 ppm.

En otra modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede comprender uno o más componentes de metal. En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede comprender metales en una cantidad de por lo menos 1 ppm, en el rango de 1 a 2,000 ppm, en el rango de 50 a 1,500 ppm, o en el rango de 100 a 1,000 ppm. Metales típicos incluyen, pero no se limitan a, níquel, vanadio, y hierro. En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede comprender níquel en una cantidad de por lo menos 1 ppm, en el rango de 5 a 500 ppm, o en el rango de 10 a 250 ppm. Adicionalmente, el hidrocarburo líquido puede comprender vanadio en una cantidad de por lo menos 1 ppm, en el rango de 5 a 500 ppm, o en el rango de 10 a 250 ppm. Adicionalmente, el hidrocarburo líquido puede comprender hierro en una cantidad de por lo menos 1 ppm, en el rango de 2 a 250 ppm, o en el rango de 5 a 100 ppm.

En otra modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede comprender un residuo. Como se utiliza aquí, el término "residuo" se define como el material residual restante en el fondo de una torre fraccionadora después de la destilación del petróleo crudo como se determina por el método de prueba ASTM D2892-05. En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede comprender por lo menos 10% en peso, por lo menos 15% en peso, o en el rango de 20 a 60% en

peso de un residuo que tiene un punto de ebullición inicial de por lo menos 1,050° F. En otra modalidad, el hidrocarburo líquido puede comprender carbón conradson.

Como se utiliza aquí, el término "carbón conradson" se define como la cantidad medida de residuo de carbón después de evaporación y pirólisis del petróleo crudo como se determina por el método de prueba ASTM D1 89-05. En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede comprender carbón conradson en una cantidad de por lo menos 1% en peso, en el rango de 2 a 50% en peso, en el rango de 3.5 a 45% en peso, o en el rango de 5 a 40% en peso.

En otra modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede tener una gravedad API intermedia a baja. Como se utiliza aquí, el término "gravedad API" se define como la escala de gravedad específica desarrollada por el Instituto de Petróleo Americano para medir la densidad relativa de varios líquidos de petróleo. La gravedad API de un hidrocarburo líquido se determina de acuerdo con la siguiente Fórmula:

$$\text{Gravedad API} = (141.5/\text{SG a } 60^{\circ} \text{ F}) - 131.5$$

en donde SG es la gravedad específica del hidrocarburo líquido a 60° F. Adicionalmente, la gravedad API se puede determinar de acuerdo con el método de prueba ASTM D 1298. En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede tener una gravedad API de menos de 26°, en el rango de 5° a 25°, o en el rango de 5° a 23°

En otra modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede ser un componente de una mezcla de fluido que comprende adicionalmente un fluido sin

hidrocarburo y/o una fase no líquida. En una modalidad, el fluido sin hidrocarburo puede comprender agua, y la fase no líquida puede comprender gas natural. Adicionalmente, cuando el hidrocarburo líquido es un componente de una mezcla de fluido, el hidrocarburo líquido puede contar con por lo menos 50% en peso, por lo menos 60% en peso, o por lo menos 70% en peso de la mezcla de fluido.

En otra modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede tener un parámetro de solubilidad suficiente para permitir por lo menos la disolución parcial del polímero de reducción de arrastre mencionado anteriormente en el hidrocarburo líquido. El parámetro de solubilidad (δ_2) del hidrocarburo líquido se puede determinar de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\delta_2 = [(\Delta H_v - RT)/V]^{1/2}$$

en donde ΔH_v es la energía de vaporización, R es la constante de gas universal, T es la temperatura en Kelvin, y V es el volumen molar. δ_2 se da en unidades de $\text{MPa}^{1/2}$. El parámetro de solubilidad para el hidrocarburo líquido se determina de acuerdo con la ecuación anterior y la descripción se encuentra en las páginas 465-467 de Strausz, O. & Lown, M., The Chemistry of Alberta Oil Sands, Bitumens and Heavy Oils (Alberta Energy Research Institute, 2003). En una modalidad, el hidrocarburo líquido puede tener un parámetro de solubilidad de por lo menos 17 $\text{MPa}^{1/2}$, o en el rango de 17.1 a 24 $\text{MPa}^{1/2}$, o en el rango de 17.5 a 23 $\text{MPa}^{1/2}$.

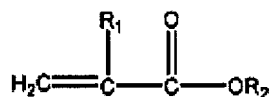
Como se mencionó anteriormente, el hidrocarburo líquido puede ser un petróleo crudo pesado. Ejemplos adecuados de petróleos crudo pesados incluyen, pero no se limitan a, petróleo crudo pesado Merey, petróleo crudo pesado Petrozuata, petróleo crudo pesado Corocoro, petróleo crudo pesado Albion, petróleo crudo

pesado del río Bow, petróleo crudo pesado Maya, y petróleo crudo pesado del Valle de San Joaquin. Adicionalmente, el hidrocarburo líquido puede ser una mezcla de petróleo crudo pesado con diluyentes o hidrocarburos más livianos. Ejemplos adecuados de petróleos crudos mezclados incluyen, pero no se limitan a, mezclas de Western Canadiense Selecto y Marlim.

Como se mencionó anteriormente, el hidrocarburo líquido se puede tratar con un polímero de reducción de arrastre. En una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre puede estar en la forma de un reductor de arrastre de látex que comprende un polímero de alto peso molecular disperso en una fase continua acuosa. El reductor de arrastre de látex se puede preparar vía polimerización de emulsión de una mezcla de reacción que comprende uno o más monómeros, una fase continua, por lo menos un tensoactivo, y un sistema de inicio. La fase continua generalmente comprende por lo menos un componente seleccionado del grupo que consiste de agua, líquidos orgánicos polares, y sus mezclas. Cuando el agua es el constituyente seleccionado de la fase continua, la mezcla de reacción también puede comprender un amortiguador. Adicionalmente, como se describe en más detalle adelante, la fase continua opcionalmente puede comprender un inhibidor hidrato. En otra modalidad, el polímero de reducción de arrastre puede estar en la forma de una suspensión o solución de acuerdo con cualquier método conocido en la técnica.

En una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre puede comprender una pluralidad de unidades de repetición de los residuos de uno o más de los monómeros seleccionados del grupo que consiste de:

(A)



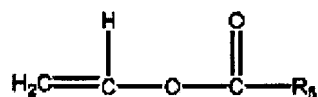
en donde R₁ es H o un radical alquilo C1-C10, y R₂ es H, un radical alquilo C1-C30, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, un radical alquilarilo sustituido C1-C10, un radical $-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_x\text{-R}_A$ o $-(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O})_x\text{-R}_A$ en donde x está en el rango de 1 a 50 y R_A es H, un radical alquilo C1-C30, o un radical alquilarilo C6-C30;

(B)



en donde areno es un fenilo, naftilo, antraceno, o fenantreno, R₃ es CH=CH₂ o CH₃-C=CH₂, y R₄ es H, un radical alquilo C1-C30, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, Cl, SO₃, OR_B, o COOR_C, en donde R_B es H, un radical alquilo C1-C30, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, o un radical alquilarilo sustituido C1-C10, y en donde R_C es H, un radical alquilo C1-C30, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, o un radical alquilarilo sustituido C1-C10;

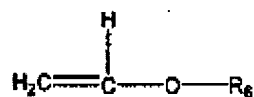
(C)



en donde R₅ es H, un radical alquilo C1-C30, o un radical arilo sustituido o no

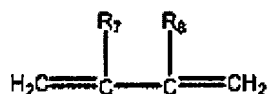
sustituido C6-C20;

(D)



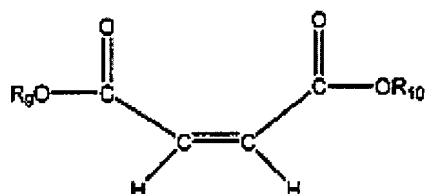
en donde R_6 es H, un radical alquilo C1-C30, o un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20;

(E)



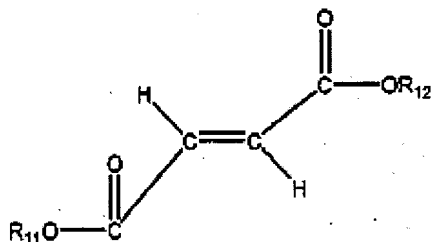
en donde R_7 es H o un radical alquilo C1-C8, y R_8 es H, un radical alquilo C1-C8, o Cl;

(F)



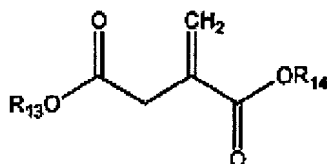
en donde R_9 y R_{10} son independientemente H, un radical alquilo C1-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, o radicales heterocíclicos;

(G)



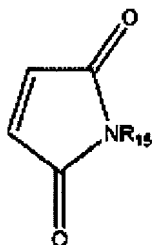
en donde R_{11} y R_{12} son independientemente H, un radical alquilo C1-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, o radicales heterocíclicos;

(H)



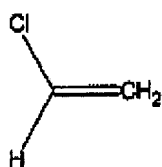
en donde R_{13} y R_{14} son independientemente H, un radical alquilo C1-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, o radicales heterocíclicos;

(I)

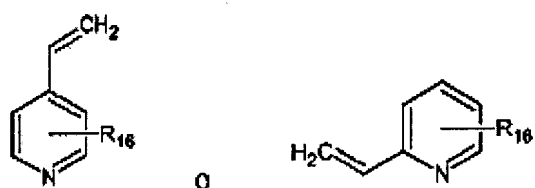


en donde R_{15} es H, un radical alquilo C1-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, o radicales heterocíclicos;

(J)

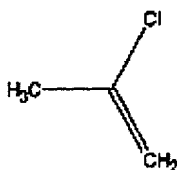


(K)

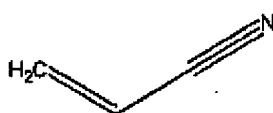


en donde R_{16} es H, un radical alquilo C1-C30, o un radical arilo C6-C20;

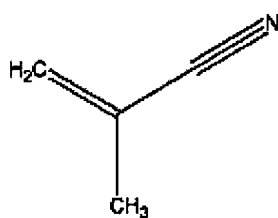
(L)



(M)

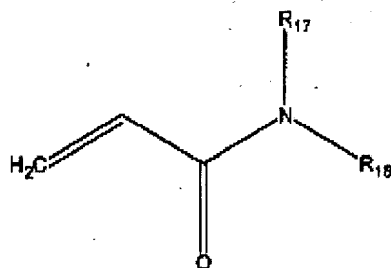


(N)



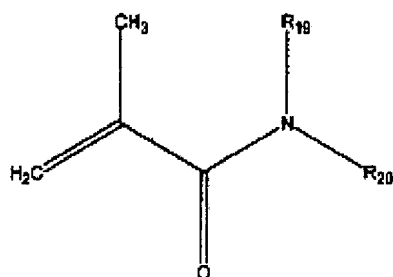
;

(O)



en donde R_{17} y R_{18} son independientemente H, un radical alquilo C1-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, o radicales heterocíclicos;

(P)



en donde R_{19} y R_{20} son independientemente H, un radical alquilo C1-C30, un radical arilo sustituido o no sustituido C6-C20, un radical cicloalquilo sustituido o no sustituido C5-C30, o radicales heterocíclicos.

En una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre puede comprender unidades de repetición de los residuos de Alquilo C4-C20, Arilo sustituido o no sustituido C6-C20, o derivados de alquil éster de arilo sustituido C1-C10 de ácido metacrílico o ácido acrílico. En otra modalidad, el polímero de reducción de arrastre puede ser un copolímero que comprende unidades de repetición de los residuos de metacrilato 2-etilhexilo y los residuos de por lo menos

uno de otro monómero. En todavía otra modalidad, el polímero de reducción de arrastre puede ser un copolímero que comprende unidades de repetición de los residuos de monómeros de metacrilato 2-etilhexilo y monómeros de butil acrilato. En todavía otra modalidad, el polímero de reducción de arrastre puede ser un homopolímero que comprende unidades de repetición de los residuos de metacrilato 2-etilhexilo.

En una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre puede comprender los residuos de por lo menos un monómero que tiene un heteroátomo. Como se estableció anteriormente, el término "heteroátomo" incluye cualquier átomo que no es un átomo de carbón o hidrógeno. Ejemplos específicos de heteroátomos incluyen, pero no se limitan a, átomos de oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, y/o cloro. En una modalidad, el polímero de reducción de arrastre puede comprender por lo menos 10 %, por lo menos 25 %, o por lo menos 50% de los residuos de monómeros que tienen por lo menos un heteroátomo. Adicionalmente, el heteroátomo puede tener una carga parcial. Como se utiliza aquí, el término "carga parcial" se define como una carga eléctrica, positiva o negativa, que tienen un valor de menos de 1.

El tensoactivo utilizado en la mezcla de reacción mencionada anteriormente puede incluir por lo menos un tensoactivo HLB altamente aniónico o no iónico. El término "Número HLB" se refiere al balance hidrófilo-lipófilo de un tensoactivo en una emulsión. El Número HLB se determina por el métodos descritos por W.C. Griffin in J. Soc. Cosmet. Chem., 1, 311 (1949) y J. Soc. Cosmet. Chem., 5, 249 (1954), que se incorporan aquí como referencia. Como se utiliza aquí, el término "HLB alto" debe denotar un Número HLB de 7 o más. El Número HLB de los tensoactivos para uso con la mezcla de reacción formada puede ser por lo menos

8, por lo menos 10, o por lo menos 12.

Tensoactivos aniónicos de alto HLB de ejemplo incluyen, pero no se limitan a, sulfatos alquilo HLB altos, sulfatos de éter alquilo, sulfosuccinatos dialquilo, fosfatos de alquilo, sulfonatos de aril alquilo, y sarcosinatos. Ejemplos adecuados de tensoactivos HLB aniónicos altos comercialmente disponibles incluyen, pero no se limitan a, lauril sulfato de sodio (disponible como RHODAPON LSB de Rhodia Incorporated, Cranbury, NJ), sulfosuccinato dioctil de sodio (disponible como AEROSOL OT de Cytec Industries, Inc., West Paterson, NJ), sal de sodio polifosfato 2-etilhexilo (disponible de Jarchem Industries Inc., Newark, NJ), dodecilbenceno sulfonato de sodio (disponible como NORFOX 40 de Norman, Fox & Co., Vernon, CA), y lauroilsarcosínico de sodio (disponible como HAMPOSYL L-30 de Hampshire Chemical Corp., Lexington, MA).

Tensoactivos no iónicos de alto HLB de ejemplo incluyen, pero no se limitan a, ésteres de sorbitán HLB altos, ésteres de ácidos grasos PEG, ésteres de glicerina etoxilatada, aminas de grasas etoxilatada, ésteres de sorbitán etoxilatados, tensoactivos de óxido de etileno en bloque/óxido de propileno, ésteres de alcohol/ácido graso, alcoholes etoxilatados, ácidos grasos etoxilatados, aceites de ricino alcoxilados, ésteres de glicerina, alcohol lineal etoxilado, y alquil fenol etoxilado. Ejemplos adecuados de tensoactivos no iónicos de alto HLB disponibles comercialmente incluyen, pero no se limitan a, etanoles poli(etileneoxi)nonilfenoxi y octilfenoxi (disponible como las series IGEPAL CA y CO, respectivamente de Rhodia, Cranbury, NJ), alcoholes primarios etoxilados C8 a C18 (tal como RHODASURF LA-9 de Rhodia Inc., Cranbury, NJ), alcohol secundario etoxilado C11 a C15 (disponible como las series TERGITOL 15-S, que incluye 15-S-7, 15-S-9, 15-S-12, de Dow Chemical Company, Midland, MI),

ésteres de ácido graso polioxietileno sorbitán (disponible como las series TWEEN de los tensoactivos de Uniquema, Wilmington, DE), óxido de polietileno (25) éter oleilo (disponible como SIPONIC Y-500-70 de Americal Alcolac Chemical Co., Baltimore, MD), alcoholes poliéter de alquilarilo (disponible como las series TRITON X, que incluye X-100, X-165, X-305, y X-405, de Dow Chemical Company, Midland, MI).

En una modalidad, el sistema de inicio para uso en la mezcla de reacción mencionada anteriormente puede ser cualquier sistema adecuado para generar radicales libres necesarios para facilitar la polimerización de emulsión. Iniciadores posibles incluyen, pero no se limitan a, persulfatos (por ejemplo, persulfato de amonio, persulfato de sodio, persulfato de potasio), peroxi persulfatos, y peróxidos (por ejemplo, terc-butil hidroperóxido) utilizado solo o en combinación con uno o más componentes y/o aceleradores de reducción. Los componentes de reducción posibles incluyen, pero no se limitan a, bisulfitos, metabisulfitos, ácido ascórbico, ácido eritórbico, y sulfoxilato formaldehído de sodio. Aceleradores posibles incluyen, pero no se limitan a, cualquier composición que contiene un metal de transición que tiene dos estados de oxidación tal como, por ejemplo, sulfato ferroso y sulfato de amonio ferroso. Alternativamente, técnicas de iniciación térmica y de radiación se puede emplear para generar los radicales libres. En otra modalidad, cualquier polimerización e iniciación correspondiente o métodos catalíticos conocidos por aquellos expertos en la técnica se pueden utilizar en la presente invención. Por ejemplo, cuando la polimerización se desarrolla por métodos tales como polimerización de adición o condensación, la polimerización se puede iniciar o catalizar por métodos tal como métodos catiónicos, aniónicos, o de coordinación.

Cuando se utiliza agua para formar la mezcla de reacción mencionada anteriormente, el agua puede ser agua purificada tal como agua destilada o desionizada. Sin embargo, la fase continua de la emulsión también puede comprender líquidos orgánicos polares o soluciones acuosas de líquidos orgánicos polares, tal como aquellos listados adelante.

Como se anotó anteriormente, la mezcla de reacción opcionalmente puede incluir un amortiguador. El amortiguador puede comprender cualquier amortiguador conocido que es compatible con el sistema de inicio tal como, por ejemplo, amortiguadores carbonato, fosfato, y/o borato.

Como se anotó anteriormente, la mezcla de reacción opcionalmente puede incluir por lo menos un inhibidor hidrato. El inhibidor hidrato puede ser un inhibidor hidrato termodinámico tal como, por ejemplo, un alcohol y/o un poliol. En una modalidad, el inhibidor hidrato puede comprender uno o más alcoholes polihídricos y/o uno o más éteres de alcoholes polihídricos. Alcoholes polihídricos adecuados incluyen, pero no se limitan a, monoetilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, monopropilenglicol, y/o dipropilenglicol. Éteres de alcoholes polihídricos adecuados incluyen, pero no se limitan a, éter monometil etilenglicol, éter monometil dietilenglicol, éter monometil propilenglicol, y éter monometil dipropilenglicol. Generalmente, el inhibidor hidrato puede ser cualquier composición que cuando se mezcla con agua destilada en una proporción en peso de 1:1 produce un hidrato que inhibe una mezcla líquida que tiene una formación de gas de hidrato de temperatura a 137,9 MPa que es menor que la formación de gas hidrato de temperatura de agua destilada a 137,9 MPa mediante una cantidad en el rango de 260 a 338,7 K, en el rango de 266 a 299,8 K, o en el rango de 272 a 288 K. Por ejemplo, el monoetilenglicol califica como un inhibidor hidrato

debido a que la temperatura de formación de gas hidrato de agua destilada a 137,9 MPa es 294,26 K. Mientras que la temperatura de formación de gas hidrato de una mezcla 1:1 de agua destilada y monoetilenglicol a 137,9 MPa es 271 K. Así, el monoetilenglicol reduce la temperatura de formación de gas hidrato de agua destilada a 137,9 MPa para 278,7 K cuando se agrega al agua destilada a una proporción en peso de 1:1. Se debe anotar que la temperatura de formación de gas hidrato de un líquido particular puede variar dependiendo del gas natural elaborado de la composición utilizado para determinar la temperatura de formación de gas hidrato. Por lo tanto, cuando la temperatura de formación de gas hidrato se utiliza aquí para definir que constituye un "inhibidor hidrato," tal temperatura de gas hidrato se presume que se determina utilizando una composición de gas natural que contiene 92 mol% metano, 5 mol% etano, y 3 mol% propano.

Al formar la mezcla de reacción, el monómero, agua, el por lo menos un tensoactivo, y opcionalmente el inhibidor hidrato, se puede combinar bajo una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno que se mantiene a menos de 1,000 ppm de oxígeno o menos de 100 ppm de oxígeno. La atmósfera libre de oxígeno se puede mantener mediante al purgar continuamente el vaso de reacción con un gas inerte tal como nitrógeno y/o argón. La temperatura del sistema se puede mantener en un nivel del punto de congelamiento de la fase continua hasta 333,15 K, en el rango de 273,15 a 318,15 K, o en el rango de 273,15 a 303,05 K. La presión del sistema se puede mantener en el rango de 0,24 a 4,79 kPa, en el rango de 0,48 a 1,2 kPa, o presión atmosférica. Sin embargo, presiones mayores de hasta 14,36 kPa pueden ser necesarias para polimerizar ciertos monómeros, tal como diolefinas.

Luego, se puede agregar un amortiguador, si se requiere, seguido por la adición

del sistema de inicio, todos de una vez o durante el tiempo. La reacción de polimerización se lleva a cabo durante una cantidad suficiente de tiempo para alcanzar por lo menos 90% conversión en peso de los monómeros. Típicamente, este periodo de tiempo está en el rango de entre 1 a 10 horas, o en el rango de 3 a 5 horas. Durante la polimerización, la mezcla de reacción se puede agitar continuamente.

La siguiente tabla establece rangos amplios y angostos aproximados para las cantidades de los ingredientes presentes en la mezcla de reacción.

Ingrediente	Rango amplio	Rango angosto
Monómero (% en peso de la mezcla de reacción)	10-60%	30-50%
Agua (% en peso de la mezcla de reacción)	20-80%	50-70%
Tensoactivo (% en peso de la mezcla de reacción)	0.1-10%	0.25-6%
Sistema de iniciación		
Monómero: iniciador (proporción molar)	$1 \times 10^3:1-5 \times 10^6:1$	$5 \times 10^3:1-2 \times 10^6:1$
Monómero: reductor (proporción molar)	$1 \times 10^3:1-5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1-2 \times 10^6:1$
Acelerador: iniciador (proporción molar)	0.001:1-10;1	0.005:1-:1
Amortiguador	0 para la cantidad necesaria para alcanzar el pH de iniciación (depende del iniciador, típicamente entre 6.5-10)	
Inhibidor de hidrato opcional	Si está presente, el inhibidor de hidrato puede tener un inhibidor hidrato en proporción en peso en agua de 1:10 a 10:1, 1:5 a 5:1 o 2:3 a 3:2.	

La reacción de polimerización de emulsión produce una composición de látex que comprende una fase dispersa de partículas sólidas y una fase líquida continua. El látex puede ser una dispersión coloidal estable que comprende una fase dispersa de partículas de polímero de alto peso molecular y una fase continua que comprende agua. Las partículas coloidales se pueden comprender en el rango de 10 a 60% en peso del látex, o en el rango de 40 a 50% en peso del látex. La fase continua puede comprender agua, el tensoactivo de alto HLB, el inhibidor hidrato (si está presente), y amortiguador como sea necesario. Puede ser presente el agua en el rango de 20 a 80% en peso del látex, o en el rango de 40 a 60% en peso del látex. El tensoactivo de alto HLB puede comprender en el rango de 0.1 a 10% en peso del látex, o en el rango de 0.25 a 6% en peso del látex. Como se nota en la tabla anterior, el amortiguador puede estar presente en una cantidad necesaria para alcanzar el pH requerido para la iniciación de la reacción de polimerización y es dependiente el iniciador. Típicamente, el pH requerido para iniciar una reacción está en el rango de 6.5 a 10.

Cuando un inhibidor hidrato se emplea en la mezcla de reacción, este puede estar presente en el látex resultante en una cantidad que produce una proporción en peso de agua a inhibidor hidrato en el rango de 1:10 a 10:1, en el rango de 1:5 a 5:1, o en el rango de 2:3 a 3:2. Alternativamente, todo o parte del inhibidor hidrato se puede agregar al látex después de la polimerización para proporcionar la cantidad deseada del inhibidor hidrato en la fase continua del látex.

En una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre de la dispersa del látex puede tener un peso promedio del peso molecular (M_w) de por lo menos 1×10^6 kg/kmol, por lo menos 2×10^6 kg/kmol, o por lo menos 5×10^6 kg/kmol. Las partículas coloidales del polímero de reducción de arrastre puede

tener un tamaño de partícula medio de menos de 10 micrones, menos de 1,000 nm (1 micrón), en el rango de 10 a 500 nm, o en el rango de 50 a 250 nm. Por lo menos 95% en peso de las partículas coloidales pueden ser más grandes de 10 nm y más pequeñas de 500 nm. Por lo menos 95% en peso de las partículas pueden ser más grandes que 25 nm y más pequeñas que 250 nm. La fase continua puede tener un pH en el rango de 4 a 10, o en el rango de 6 a 8, y contiene poco de cualesquier cationes multivalentes.

En una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre puede comprender por lo menos 10,000, por lo menos 25,000, o por lo menos 50,000 unidades de repetición seleccionadas de los residuos de los monómeros mencionados anteriormente. En una modalidad, el polímero de reducción de arrastre puede comprender menos de 1 unidad ramificada por cada residuo de monómero de unidad de repetición. Adicionalmente, el polímero de reducción de arrastre puede comprender menos de 1 grupo de ligado por cada unidad de repetición del residuo de monómero. Adicionalmente, el polímero de reducción de arrastre puede exhibir poca o ninguna ramificación o reticulación. También, el polímero de reducción de arrastre puede comprender grupos perfluoroalquilo en una cantidad en el rango de 0 a 1% con base en el número total de unidades de repetición de residuo de monómero en el polímero de reducción de arrastre.

Como se mencionó anteriormente, un hidrocarburo líquido se puede tratar con el polímero de reducción de arrastre con el fin de reducir el arrastre asociado con hacer fluir el hidrocarburo líquido a través de un conducto. Con el fin de que el polímero de reducción de arrastre funcione como un reductor de arrastre, el polímero debe disolver o ser solvatado sustancialmente en el hidrocarburo líquido.

De acuerdo con lo anterior, en una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre puede tener un parámetro de solubilidad que está dentro 20%, 18 %, 15 %, o 10% del parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido, como se discutió anteriormente. El parámetro de solubilidad del polímero de reducción de arrastre se determina de acuerdo con el método Van Krevelen de los parámetros de solubilidad Hansen. Este método para determinar los parámetros de solubilidad se puede encontrar en las páginas 677 y 683-686 de Brandrup et al., Polimer Handbook (4ⁿ ed., vol. 2, Wiley-Interscience, 1999), que se incorpora aquí como referencia. De acuerdo con Brandrup et al., la siguiente ecuación general se desarrolla por Hansen y Skaarup para conteo de fuerzas dispersas, interacciones polares, interacciones dipolo-dipolo permanentes, y fuerzas de unión de hidrógeno en la determinación de los parámetros de solubilidad:

$$\bar{\delta} = (\bar{\delta}_d^2 + \bar{\delta}_p^2 + \bar{\delta}_h^2)^{1/2}$$

en donde $\bar{\delta}$ es el parámetro de solubilidad, $\bar{\delta}_d$ es el término de ajustar para las fuerzas dispersas, $\bar{\delta}_p$ es el término de ajustar para interacciones polares, y $\bar{\delta}_h$ es el término de ajustar para la unión de hidrógeno y dipolo inducido por dipolo permanente. Los sistemas que se han desarrollado para estimado los términos anteriores utilizando un grupo de método de contribución, que mide la contribución al parámetro de solubilidad general mediante los varios grupos que comprende el polímero. Las siguientes ecuaciones se utilizan en determinar el parámetro de solubilidad de un polímero de acuerdo con el método Van Krevelen:

$$\delta_p = (\sum F_{pi}^2)^{1/2} / V$$

$$\delta_h = (\sum E_{hi} / V)^{1/2}$$

$$\delta_d = \sum F_{di} / V$$

Las anteriores ecuaciones y una explicación de cómo se utilizan se pueden encontrar en las páginas 677 y 683-686 de Brandrup et al. Los valores para las variables F y E en las ecuaciones anteriores se dan en la tabla 4, página 686 de Brandrup et al., con base en los diferentes residuos que comprenden un polímero. Por ejemplo, un grupo metilo (-CH₃) se da de los siguientes valores: F_{di} = 420 (J^{1/2}cm^{3/2}/mol), F_{pi} = 0 (J^{1/2}cm^{3/2}/mol), E_{hi} = 0 J/mol. Adicionalmente, los valores para la variable V en las ecuaciones anteriores se dan en la Tabla 3 en la página 685 en donde, por ejemplo, un grupo metilo (-CH₃) se da un valor de V = 33.5 (cm³/mol). Utilizando estos valores, se puede calcular el parámetro de solubilidad de un polímero.

En una modalidad de la presente invención, el polímero de reducción de arrastre puede tener un parámetro de solubilidad, como se determina de acuerdo con las ecuaciones anteriores, de por lo menos 17 MPa^{1/2}, en el rango de 17.1 a 24 MPa^{1/2}, o en el rango de 17.5 a 23 MPa^{1/2}. Adicionalmente, el polímero de reducción de arrastre puede tener un parámetro de solubilidad que está dentro 4 MPa^{1/2}, dentro 3 MPa^{1/2}, o dentro 2.5 MPa^{1/2} del parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido.

El polímero de reducción de arrastre se puede agregar al hidrocarburo líquido en una cantidad suficiente para producir una concentración polímero de reducción de

arrastre en el rango de 0.1 a 500 ppm, en el rango de 0.5 a 200 ppm, en el rango de 1 a 100 ppm, o en el rango de 2 a 50 ppm. En una modalidad, por lo menos 50% en peso, por lo menos 75% en peso, o por lo menos 95% en peso de las partículas de polímero de reducción de arrastre sólidas pueden disolver el hidrocarburo líquido. En otra modalidad, la viscosidad del hidrocarburo líquido tratado con el polímero de reducción de arrastre no es menor de la viscosidad del hidrocarburo líquido antes del tratamiento con el polímero de reducción de arrastre.

La eficacia de las partículas de polímero de alto peso molecular como reductores de arrastre cuando se agregan directamente a un hidrocarburo líquido depende mayormente de la temperatura del hidrocarburo líquido. Por ejemplo, a temperaturas inferiores, el polímero se disuelve en una proporción más baja en el hidrocarburo líquido, por lo tanto, se puede alcanzar menos reducción de arrastre. Así, en una modalidad de la presente invención, el hidrocarburo líquido puede tener una temperatura en el momento tratamiento con el polímero de reducción de arrastre de por lo menos 30° C, o por lo menos 40° C.

Los reductores de arrastre empleados en la presente invención pueden proporcionar % significativo de reducción de arrastre. Por ejemplo, los reductores de arrastre pueden proporcionar por lo menos 5% de reducción de arrastre, por lo menos 15% de reducción de arrastre, o por lo menos 20% de reducción de arrastre % de reducción de arrastre y la forma en la que se calcula se describen más completamente en el ejemplo 5, adelante.

EJEMPLOS

Los siguientes ejemplos pretenden ser ilustrativos de la presente invención con el fin de enseñar a un experto en la técnica a elaborar y utilizar la invención y no pretenden limitar el alcance de la invención en ninguna forma.

Ejemplo 1: Preparación de Polímero A y Polímero B

En este ejemplo, se detallan dos formulaciones para los materiales utilizados en los ejemplos. El material resultante en cada procedimiento es una dispersión del polímero de reducción de arrastre en un portador acuoso.

Preparación del Polímero A

La polimerización se desarrolla en un reactor enchaquetado de acero inoxidable de 185 galones con un agitador mecánico, termocupla, puertos de alimentación, y entradas/salidas de nitrógeno. El reactor se carga con 199,58 kg de monómero (metacrilato 2-etilhexilo), 253,15 kg de agua desionizada, 18,78 kg de Polistep B-5 (tensoactivo, disponible de Stepan Company de Northfield, Illinois), 20 kg de Tergitol 15-S-7 (tensoactivo, disponible de Dow Chemical Company de Midland, Michigan), 0,84 kg de fosfato de potasio monobásico (amortiguador pH), 0,66 kg de fosfato de potasio dibásico (amortiguador pH), y 0,0332 kg de persulfato de amonio, ($\text{NHO}_2\text{S}_2\text{O}_8$) (oxidizador).

La mezcla se agita a 110 rpm para emulsificar el monómero en el agua y portador tensoactivo. La mezcla luego se purga con nitrógeno para remover cualquier traza de oxígeno en el reactor y se enfría a 278,15 K. La agitación se reduce a 80 rpm y

la reacción de polimerización se inicia al agregar en el reactor 0,0042 kg de sulfato ferroso de amonio (II), $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en una solución de solución de ácido sulfúrico 0.010 M en agua DI en una concentración de 558.3 ppm a una proporción de 10 g/min. La solución se inyecta durante 10 horas para completar la polimerización. El látex resultante se presiona del reactor a través de un filtro de bolsa de 5-micrones y se almacena. El parámetro de solubilidad del Polímero A se calcula que es $18.04 \text{ MPa}^{1/2}$.

Preparación del polímero B

La preparación del polímero B se desarrolla en la misma forma como la preparación del polímero A anterior, con la siguiente excepción: el reactor se carga con el monómero es una mezcla 80/20% en peso de metacrilato 2-etilhexilo y n-butil acrilato. El parámetro de solubilidad del polímero B se calcula que es $20.55 \text{ MPa}^{1/2}$.

Ejemplo 2: LP 100 y LP 300

LP 100 FLOW IMPROVER (LP 100) y LP 300 FLOW IMPROVER (LP 300) experimentan varias pruebas descritas adelante y se comparan con los reductores de arrastre experimentales de la presente invención, Polímero A y Polímero B, como se describe en el ejemplo 1. LP 100 y LP 300 son agentes de reducción de arrastre que comprenden polialfaolefinas. Específicamente, LP 100 comprende poli(1-deceno) y LP 300 comprende un copolímero de poli(1-deceno) y poli(1-tetradeceno). LP 100 y LP 300 son comercialmente disponibles de ConocoPhillips Specialty Products Inc. El parámetro de solubilidad del polímero en LP 100 se calcula que es $16.49 \text{ MPa}^{1/2}$, y el parámetro de solubilidad del polímero en LP 300

se calcula que es $16.54 \text{ MPa}^{1/2}$.

Ejemplo 3: Contenido de Asfalteno y Respuesta de Elasticidad (Afinidad)

Los petróleos crudos varían en la clasificación de crudos livianos a crudos pesados primero se prueban para determinar sus concentraciones respectivas de asfalteno y sus gravedades API. Estas mismas muestras de petróleo crudo también se prueban para determinar su afinidad para agentes de reducción de arrastre como se prepara en los ejemplos 1 y 2. Los resultados se listan en la Tabla 1 adelante. La concentración asfalteno se determina utilizando precipitación y filtración de pentano. Para cada medición listada en la Tabla 1, un volumen de 40 veces de pentano se agrega a 0.016 kg de la muestra de petróleo crudo. Las mezclas se agitan por vía de cilindrado durante un periodo durante la noche, y se le permite reposar durante 24 horas. Las mezclas luego se filtran a través de un filtro de 0.8 micrómetros para retener el asfalteno. Los asfaltenos retenidos luego se pesan, y el % en peso se calcula con base luego del peso de la muestra de petróleo crudo original. La gravedad API se determina de acuerdo con el método de prueba ASTM D1298.

La afinidad del petróleo crudo para los agentes de reducción de arrastre se determina al evaluar cada elasticidad de petróleo crudo después de ser tratado con un agente de reducción de arrastre. Cuatro muestras de cada variedad del petróleo crudo se dosifican a temperatura ambiente con 5% en peso del polímero A, Polímero B, LP 100, y LP 300 respectivamente. Las muestras se les permiten cilindrar durante la noche para asegurar la disolución completa del agente de reducción de arrastre dentro de las muestras. Después de cilindrar, las muestras se inspeccionan visualmente para su respuesta elástica al insertar una espátula de

extremo de gancho en la muestra y halar la espátula lejos de la masa de la muestra. Algunas muestras proporcionan una respuesta alta, que significa que una “tira” altamente elástica o sogá del petróleo crudo se pueda hallar desde la muestra. Por el contrario, algunas muestras no proporcionan ninguna respuesta, lo que significa que únicamente cae petróleo crudo de la espátula.

Tabla 1-Contenido de asfalteno, gravedad API, y respuesta de elasticidad

		CONTENIDO DE ASFALTENO			RESPUESTA DE ELASTICIDAD (AFINIDAD)			
Muestra de petróleo crudo	Tipo	Prue ba 1	Prueba 2	Grave dad API	LP 100	LP 300	Políme ro A	Polím ero B
Merey	Pesado	16.8	15.5	16.0°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Petrozouata	Pesado	18.8	18.1	9.1°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Corocoro	Pesado	6.0	6.7	25.1°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Albian	Pesado	11.0	10.6	22.4°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Río bow	Pesado	11.4	10.3	21.8°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Maya	Pesado	14.6	15.4	21.9°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Western canadiense selecto	Pesado	11.5	11.9	20.9°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Valle de San Joaquín	Pesado	8.9	8.9	13.0°	Ninguno	Ninguno	Alto	Alto
Mezcla	Pesado	6.7	6.6	22.2°	Alto	Alto	Alto	Alto

Marlim								
West del sur de Texas	interme dio	2.8	2.8	31.6°	Alto	Alto	Moder ado	Moder ado
West del intermedio de Texas	Liviano	0.5	-	41.6°	Alto	Alto	Moder ado	Moder ado
Basrah	Liviano	4.8	-	31.0°	Alto	Alto	Moder ado	Moder ado

Los resultados en la Tabla 1 tienden a mostrar que los petróleos crudos que tienen un contenido alto de asfalteno y/o la gravedad API baja tienen una gran afinidad para los Polímeros A y B que para LP 100 y 300. La evidencia de afinidad más fuerte (es decir, elasticidad incrementada) es generalmente una indicación de un mayor potencial para el desempeño como un agente de reducción de arrastre.

Ejemplo 4: Reometría Extensional

La viscosidad extensional (o comportamiento extensional) de un fluido tratado con un polímero de reducción de arrastre se relaciona directamente con el potencial del polímero para reducir el arrastre turbulento en el fluido. Si se observa incremento en el comportamiento extensional en el fluido luego de la adición del polímero de reducción de arrastre, esto es indicador del potencial incrementado para el desarrollo de reducción de arrastre. Por el contrario, si no se observa comportamiento extensional, el potencial para el desempeño de la reducción de arrastre en este fluido es diferente. El comportamiento extensional de un fluido tratado se puede determinar mediante prueba de geometría extensional de ruptura

capilar, desarrollada en un HAAKE CaBER 1, disponible de Thermo Electron Corp., Newington, N. H., U.S.A.

El HAAKE CaBER 1 se opera al colocar una pequeña cantidad de la muestra (menos de 0.1 ml) entre las placas circulares superior e inferior utilizando una aguja de jeringa de una pulgada de largo, de calibre 16. La placa superior se separa rápidamente hacia arriba desde la placa de fondo a una proporción de deformación seleccionada por el usuario, por lo cual forma un filamento de fluido inestable al imponer un nivel instantáneo de la deformación extensional en la muestra de fluido. Después de la cesación de estiramiento, el fluido en el punto medio del filamento experimenta una proporción de deformación extensional definida por las propiedades extensionales del fluido. Un micrómetro de láser monitorea el diámetro de punto medio del filamento de fluido gradualmente adelgazado como una función de tiempo. Los efectos competentes de la tensión de superficie, viscosidad, transferencia de masa y elasticidad se pueden cuantificar utilizando el software de análisis de ajuste modelo.

En este ejemplo, se preparan tres muestras y se prueban para reometría extensional utilizando un HAAKE CaBER 1. La primera muestra no se trata (pura) del petróleo crudo del Valle de San Joaquín (SVJH). La segunda muestra es SVJH crudo que contiene 500 ppm del polímero activo encontrado en el Polímero A (poli(metacrilato 2-etilhexilo)) como se prepara en el ejemplo 1, y la tercera muestra es SVJH crudo que contiene 500 ppm del polímero activo encontrado en LP 100 (poli(1-deceno)) como se describe en el ejemplo 2.

De acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente, menos de 0.1 ml de cada una de estas tres muestras se colocan entre las dos placas del CaBER 1, y las

placas se separan rápidamente mientras se mide el diámetro del filamento resultante. Para cada prueba, se emplean configuraciones de para instrumento por defecto, y se utiliza una cepa Hencky de $\varepsilon = 0.70$. La cepa Hencky se define como:

$$\varepsilon = \ln\left(\frac{L}{L_0}\right)$$

en donde $\frac{L}{L_0}$ es la extensión relativa del fluido. El diámetro del filamento resultante se mide contra el tiempo. Cada muestra en el procedimiento descrito anteriormente se prueba 10 veces para obtener la confianza estadística en los datos. Los resultados de estas pruebas se muestran en las Figuras 1 a 3. Adicionalmente, cada prueba se desarrolla a temperatura ambiente de 298,15 K. En cada una de las Figuras 1, 2, y 3, el diámetro de filamento se normaliza, tal que se muestra un diámetro de filamento de d/d_0 , en donde d_0 es el diámetro de filamento en el tiempo cero (0 segundos) y d es el diámetro de filamento en cualquier tiempo dado. Los resultados de estas pruebas muestran que el comportamiento extensional del petróleo crudo no tratado SJVH y el producto crudo SJVH que contiene 500 ppm el polímero activo encontrado en LP 100 (poli(1-deceno)) son muy similares (mostrado en las Figuras 1 y 3, respectivamente), que indican que el LP 100 no tiene ningún potencial apreciable para la reducción de arrastre de petróleo crudo pesado en un oleoducto. Sin embargo, SJVH que tienen 500 ppm del polímero activo encontrado en el Polímero A (poli(2- etilhexil metacrilato)) muestra un incremento significativo en la geometría extensional, como se muestra en la Figura 2. Este incremento en la reometría extensional indica un incremento potencial para el Polímero A para la reducción de arrastre de petróleo crudo pesado en un oleoducto.

Ejemplo 5: Prueba de oleoducto

Se desarrolla prueba de campo de oleoducto con varios diámetros de oleoductos, y varios petróleos crudos, comparando el desarrollo de los Polímeros A y B, como se prepara en el ejemplo 1, con LP 100 y LP 300, como se describe en el ejemplo 2. Se desarrollan las siguientes tres pruebas, seguido por sus resultados respectivos en las tablas 2, 3, y 4. Para cada una de las tres pruebas descritas adelante, el % de reducción de arrastre (% DR) se determina al medir la caída de presión en el segmento de tubería que se prueba antes de la adición del agente de reducción de arrastre (ΔP_{base}) y medir la caída de presión en el segmento de tubería que se prueba después de la adición del agente de reducción de arrastre ($\Delta P_{tratado}$). El % de reducción de arrastre luego se determina de acuerdo con la siguiente Fórmula:

$$\% DR = ((\Delta P_{base} - \Delta P_{tratado}) / \Delta P_{base}) \times 100\%$$

Prueba 1

La prueba 1 se conduce en un oleoducto de petróleo crudo de diámetro de 12 pulgadas que lleva petróleo crudo West Texas Intermediate (WTI). Este petróleo crudo es un crudo liviano, generalmente que tienen una gravedad API de 40°. El WTI generalmente tiene una viscosidad de $4.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ en temperaturas de oleoducto de 291 a 293 K. Las pruebas de oleoducto en la prueba 1 se conducen en un segmento de 99,78 km del oleoducto que corre de Wichita Falls, Texas, a Bray, Oklahoma. La proporción de flujo nominal del oleoducto durante la prueba de campo es 384,58 m^3/hr , y la velocidad de flujo nominal en el oleoducto es $1.37 \times 10^{-3} \text{ km/s}$. Se alcanza el siguiente desempeño de reducción de arrastre:

Tabla 2 - LP 100 v. Polímero A & Polímero B en petróleo crudo ligero (WTI)

PRODUCTO	CONCENTRACIÓN (ppm)	REDUCCIÓN DE ARRASTRE (%)
LP 100	4.7	33.8
LP 100	23.5	67.2
Polímero A	40.4	24.4
Polímero A	80.1	36.3
Polímero B	40.2	31.3
Polímero B	81.0	40.4
Polímero B	150.4	45.7

Prueba 2

La prueba 2 se conduce en un oleoducto de petróleo crudo de diámetro de 18 pulgadas llevado a cabo de la mezcla de petróleo crudo Albion Heavy Sour (AHS). Esta mezcla de petróleo crudo es un petróleo crudo pesado, generalmente que tiene una gravedad API de 22°. El AHS generalmente tiene una viscosidad de 84 centistokes en una temperatura de oleoducto de 294,82 K. Las pruebas de oleoducto en la prueba 2 se conduce en un segmento de 86.9 km del oleoducto que corre de Cushing, Oklahoma, a Marland, Oklahoma. La velocidad de flujo nominal en el oleoducto es 1.46 m/s. El número Reynolds calculado nominal para el oleoducto es 7,500. Se alcanza el siguiente desempeño de reducción de arrastre:

Tabla 3 - LP 100 v. Polímero B en petróleo pesado (AHS)

PRODUCTO	CONCENTRACIÓN (ppm)	REDUCCIÓN DE ARRASTRE
LP 100	41.6	0
Polímero B	25.2	23.1
Polímero B	100.0	42.5

Prueba 3

La prueba 3 se conduce en un oleoducto de petróleo crudo de 0.2 metros de diámetro que lleva mezcla de petróleo crudo pesado del Valle de San Joaquín (SVJH). Esta mezcla de petróleo crudo es un petróleo crudo pesado, generalmente que tiene una gravedad API de 13°. El SVJFI generalmente tiene una viscosidad de $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ en una temperatura de oleoducto de 347 K. Las pruebas del oleoducto en la prueba 3 se conducen en un segmento de 22.53 km del oleoducto que ocurre de la estación de bomba Middlewater a la estación de bombeo Junction, en California. La velocidad de flujo nominal del oleoducto durante la prueba 0.35 a $150.32 \text{ m}^3/\text{hr}$, y la velocidad de flujo nominal en el oleoducto es 1.71 m/s. El número Reynolds calculado nominal para el oleoducto es 4,000. Se alcanza el siguiente desempeño de reducción de arrastre:

Tabla 4 - LP 300 v. Polímero A & Polímero B en petróleo crudo pesado (SVH)

PRODUCTO	CONCENTRACIÓN (ppm)	REDUCCIÓN DE ARRASTRE (%)
LP 300	187.0	0
Polímero A	50.0	28.5
Polímero A	100.0	39.5
Polímero B	50.0	28.8
Polímero B	100	36.7

Comparando las tres pruebas anteriores, los resultados listados en la Tabla 2 tienden a mostrar que la reducción de arrastre alcanzada por la adición del producto LP 100 en el petróleo crudo ligero produce resultados ligeramente más favorables que los productos EXP. Sin embargo, cuando se utilizan los petróleos crudo pesados, como se muestra en las Tablas 3 y 4, el uso de los Polímeros A o B resulta en mayores porcentajes de reducción de arrastre diferentes a los productos LP.

RANGOS NUMÉRICOS

La presente descripción utiliza rangos numéricos para cuantificar ciertos parámetros que se relacionan con la invención. Se debe entender que cuando se proporcionan los rangos numéricos, tales rangos se constituyen para proporcionar soporte literal para las limitaciones de las reivindicaciones que solo mencionan el valor inferior del rango así como también la limitación de las reivindicaciones que solo mencionan el valor superior del rango. Por ejemplo, un rango numérico

descrito de 10 a 100 proporciona soporte literal para una reivindicación que menciona "mayor de 10" (sin límites superiores) y una reivindicación que dice "menos de 100" (sin límites inferiores).

La presente descripción utiliza los valores numéricos específicos para cuantificar ciertos parámetros que se relacionan con la invención, cuando los valores numéricos específicos que no expresan parte de un rango numérico. Se debe entender que cada valor numérico específico proporcionado aquí se constituye para proporcionar soporte literal para un rango amplio intermedio y angosto. El rango amplio asociado con cada valor numérico específico es el valor numérico más o menos 60% del valor numérico, redondeado a dos dígitos significativos. El rango de intermedio asociado con cada valor numérico específico es el valor numérico más y menos 30% del valor numérico, redondeado a dos dígitos significativos. El rango angosto asociado con cada valor numérico específico que es el valor numérico más y menos 15% del valor numérico, redondeado a dos dígitos significativos. Por ejemplo, si la especificación describe una temperatura específica de 289,8 K, tal una descripción proporciona un soporte literal para un rango numérico amplio de 269,26 K a 310,37 K ($289,8 \text{ K} \pm 275,93 \text{ K}$), un rango numérico intermedio de 279,26 K a 300,37 K ($289,8 \text{ K} \pm 265,93 \text{ K}$), y un rango numérico angosto de 284,82 K a 294,82 K ($289,8 \text{ K} \pm 260,37 \text{ K}$). Estos rangos numéricos angostos, intermedios y amplios se deben aplicar no solo a los valores específicos, sino también se debe aplicar a las diferencias entre estos valores específicos. Así, si la especificación describe una primera presión de 758,4 kPa y una segunda presión de 330,95 kPa (una diferencia de 427,48 kPa), los rangos angostos, intermedios, amplios para la diferencia de presión entre estas dos corrientes sería 172,37 kPa a 682,58 kPa a 296,47 a 558,48 kPa, y 365,42 a 489,53 kPa, respectivamente.

DEFINICIONES

Como se utiliza aquí, los términos "que comprende," "comprende," y "comprenden" son términos de transición ampliable utilizados para la transición de un sujeto mencionado antes del término para uno o más elementos mencionados después de término, en donde el elemento o elementos listados después del término de transición no son necesariamente los elementos solos que hacen el sujeto.

Como se utiliza aquí, los términos "que incluye," "incluye," e "incluyen" tienen el mismo significado ampliable como "que comprende," "comprende," y "comprenden."

Como se utiliza aquí, los términos "que tiene," "tiene," y "tienen" tienen el mismo significado ampliable como "que comprende," "comprende," y "comprenden."

Como se utiliza aquí, los términos "que contiene," "contiene," y "contienen" tienen el mismo significado ampliable como "que comprende," "comprende," y "comprenden."

Como se utiliza aquí, los términos "un", "uno", "el", y "dicho" significa uno o más.

Como se utiliza aquí, el término "y/o," cuando se utiliza en una lista de dos o más ítems, significa que uno cualquiera de los ítems listados se puede emplear por sí mismo o se puede emplear cualquier combinación de dos o más de los ítems listados. Por ejemplo, si una composición se describe como que contiene 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.

Las formas preferidas de la invención descritas anteriormente son para ser utilizadas solo como ilustración, y no se deben utilizar en un sentido limitante para interpretar el alcance de la presente invención. Modificaciones obvias para las modalidades de ejemplo, establecidas anteriormente, se pueden fácilmente hacer por aquellos expertos en la técnica sin apartarse del espíritu de la presente invención.

Por la presente los inventores indican su intención de basarse en la Doctrina de Equivalentes para determinar y evaluar el alcance razonablemente amplio de la presente invención ya que pertenece a cualquier aparato sin apartarse materialmente de pero fuera del alcance literal de la invención como se establece en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

Lo que se reivindica es:

1. Un método que comprende:

introducir un polímero de reducción de arrastre dentro de una oleoducto, tal que la pérdida de fricción está asociada con el flujo turbulento a lo largo del oleoducto, es reducida suprimiendo el crecimiento de vórtices en un hidrocarburo líquido que tiene una cantidad de asfalteno de 3% porcentaje peso (p/p) y una gravedad API de menos de 26 °, para producir un hidrocarburo líquido, en donde la viscosidad del hidrocarburo líquido tratado no es menor a la viscosidad del hidrocarburo líquido antes de ser tratado con el polímero de reducción de arrastre:

En donde el polímero de reducción de arrastre presenta un parámetro de solubilidad dentro de $4 \text{ MPa}^{1/2}$ del parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido y,

El polímero de reducción de arrastre es añadido al hidrocarburo líquido en el rango de 0.1 a 500 ppm.

El hidrocarburo líquido puede tener una temperatura, en el momento del tratamiento con el polímero de reducción de arrastre, de 303 a 313 K..

2. El método de la reivindicación 1, en donde el parámetro de solubilidad del polímero de reducción de arrastre, es de $17 \text{ MPa}^{1/2}$.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el polímero de reducción de arrastre comprende 25,000 unidades de repetición.

4. El método de la reivindicación 1, en donde el polímero de reducción de arrastre tiene un peso molecular promedio de 1×10^6 kg/kmol.
5. El método de la reivindicación 1, en donde el polímero de reducción de arrastre tiene un parámetro de solubilidad dentro de $2.5 \text{ MPa}^{1/2}$ del hidrocarburo líquido

6. El método de la reivindicación 1, en donde el parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$\delta^2 = [(\Delta H_v - RT) / V]^{1/2}$$

En donde, ΔH , es la energía de vaporización, R es la constante universal de los gases, T es la temperatura en grados kelvin (K), V es el volumen molar y δ^2 , es el parámetro de solubilidad

7. El método de la reivindicación 1, en donde el parámetro de solubilidad del polímero de reducción de arrastre, se determina a través de la siguiente ecuación:

$$\delta = (\delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2)^{1/2}$$

Donde δ , es el parámetro de solubilidad, $\delta_d = \sum F_{di} / V$, $\delta_h = (\sum F_{hi} / V)^{1/2}$,

$$\delta_p = (\sum F_{pi}^2)^{1/2} / V$$

8. El método de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de unidades de repetición, comprende un heteroátomo
9. El método de la reivindicación 8, en donde el heteroátomo está seleccionado de un grupo que consiste de un átomo de oxígeno, un átomo

de nitrógeno, un átomo de azufre y un átomo de fósforo.

10. El método que comprende:

Introducir un polímero de reducción de arrastre que presenta un parámetro de solubilidad de $17 \text{ MPa}^{1/2}$, dentro del oleoducto, tal que la pérdida de fricción está asociada con el flujo turbulento a lo largo del oleoducto, es reducida mediante la supresión del crecimiento de vórtices, en el hidrocarburo líquido, que tiene asfalteno en una cantidad de 3% porcentaje peso (p/p) y una gravedad API de menos de 26° , para producir un hidrocarburo líquido tratado, en donde la viscosidad del hidrocarburo líquido tratado no es menor a la viscosidad del hidrocarburo líquido antes de ser tratado con el polímero de reducción de arrastre;

En donde, el polímero de reducción de arrastre tiene un parámetro de solubilidad dentro de $4 \text{ MPa}^{1/2}$ del parámetro de solubilidad del hidrocarburo líquido y el polímero de reducción de arrastre comprende 25,000 unidades de repetición, en donde la pluralidad de estas unidades de repetición comprende un heteroátomo, en donde el heteroátomo es seleccionado de un grupo que consiste de un átomo de oxígeno, un átomo de nitrógeno, un átomo de azufre y/o un átomo de fósforo y en donde, el polímero de reducción de arrastre tiene un peso molecular promedio de $1 \times 10^6 \text{ kg/kmol}$. y

El polímero de reducción de arrastre es añadido al hidrocarburo líquido en el rango de 0.1 a 500 ppm

11. El método que comprende:

Introducir un polímero de reducción de arrastre, dentro de un oleoducto, tal que la pérdida de fricción está asociada con el flujo turbulento a lo largo del

oleoducto, es reducida mediante la supresión del crecimiento de vórtices, en el hidrocarburo líquido, que tiene asfalteno en una cantidad de 3% porcentaje peso (p/p) y una gravedad API de menos de 26 °, para producir un hidrocarburo líquido tratado, en donde la viscosidad del hidrocarburo líquido tratado no es menor a la viscosidad del hidrocarburo líquido antes de ser tratado con el polímero de reducción de arrastre;

En donde, el parámetro de solubilidad del polímero de reducción de arrastre, se determina a través de la siguiente ecuación:

$$\delta = \left(\delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2 \right)^{1/2}$$

Donde δ , es el parámetro de solubilidad, $\delta_d = \sum F_{di} / V$, $\delta_h = \left(\sum F_{hi} / V \right)^{1/2}$,

$$\delta_p = \left(\sum F_{pi}^2 \right)^{1/2} / V \quad y,$$

El polímero de reducción de arrastre es añadido al hidrocarburo líquido en el rango de 0.1 a 500 ppm.