

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 709**

51 Int. Cl.:

**C08F 265/06** (2006.01)

**C08F 2/00** (2006.01)

**C08F 2/22** (2006.01)

**C08F 265/04** (2006.01)

**C08L 51/00** (2006.01)

**F17D 1/17** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2008 E 08872453 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **01.12.2010 EP 2254963**

54 Título: **Mejorador del flujo por recubrimiento del núcleo**

30 Prioridad:

**14.02.2008 US 31290**

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

**05.02.2013**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DREHER, WAYNE, R.;  
SMITH, KENNETH, W.;  
MILLIGAN, STUART, N.;  
BURDEN, TIMOTHY, L.;  
HARRIS, WILLIAM, F.;  
JOHNSTON, RAY, L.;  
KLESSE, WOLFGANG;  
SCHMITT, GEROLD y  
WEY, JOHN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 394 709 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**

Mejorador del flujo por recubrimiento del núcleo

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

## 1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a composiciones mejoradoras de flujo. En otro aspecto, la presente invención se refiere a mejoradores de flujo que comprenden una pluralidad de partículas poliméricas de recubrimiento de núcleo.

## 2. Descripción de la técnica anterior

10 El documento EP 0 398 576 describe partículas poliméricas en etapas múltiples para uso como fluidos de perforación de pozos petroleros. En el documento US 6.841.593, se preparan agentes reductores de arrastre de alta concentración microencapsulando un agente reductor de arrastre polimérico. La polimerización se lleva a cabo completamente dentro de la microcápsula bajo condiciones de polimerización en bloque. El documento WO 2008/014190 describe un reductor de arrastre de látex que comprende una fase continua acuosa y una pluralidad de partículas poliméricas dispersadas allí. Las partículas no exhiben configuración de recubrimiento/envuelta.

15 En general, los fluidos transportados mediante ductos experimentan una reducción en la presión del fluido a lo largo del ducto debido a pérdidas de energía por fricción. Este problema es particularmente obvio en ductos que abarcan largas distancias, como aquellos que transportan petróleo bruto y otros productos hidrocarbonados líquidos. En parte, estas pérdidas por fricción son causadas por la formación de remolinos turbulentos dentro del fluido. Para superar estas pérdidas, los ductos emplean una o más bombas para aumentar la presión del fluido y lograr un caudal de fluido deseado a través del tubo. A medida que aumenta la demanda de fluidos transportados vía el ducto (p. ej., petróleo bruto y productos refinados tales como gasolina y diesel), el caudal y, correspondientemente, el ducto que bombea presión, deben aumentar. No obstante, las limitaciones en el diseño (p. ej., el tamaño y el timbraje) a menudo limitan el rendimiento de los ductos existentes, y construir o mejorar los ductos existentes por lo general es un trabajo muy intensivo y costoso.

25 Una solución común para aumentar el rendimiento del fluido de un ducto sin alterar su presión consiste en emplear una composición mejoradora de flujo (es decir un mejorador de flujo). Típicamente, los mejoradores de flujo comprenden uno o más agentes reductores de arrastre (es decir reductores de arrastre) capaces de reducir las pérdidas por fricción suprimiendo la formación de remolinos. En consecuencia, se logran índices de fluido más altos a una presión de bombeo constante. Típicamente, los reductores de arrastre empleados en las composiciones mejoradoras de flujo comprenden polímeros de peso molecular ultra. Los agentes reductores de arrastre poliméricos pueden ser particularmente ventajosos para uso en fluidos que contienen hidrocarburos.

30 En general, los reductores de arrastre poliméricos se pueden producir de acuerdo con diversas técnicas de polimerización, tales como polimerización en bloque, polimerización en emulsión, polimerización interfacial, polimerización en suspensión y/o procesos de disco rotatorio o coacervación. En consecuencia, el mejorador de flujo resultante puede tomar una variedad de formas físicas, incluyendo por ejemplo, suspensiones, geles, emulsiones, coloides y disoluciones.

35 Los mejoradores de flujo coloidales (es decir, látex) son un ejemplo de mejoradores de flujo que comprenden partículas de reducción de arrastre poliméricas. Típicamente, los mejoradores de flujo de látex se introducen en los ductos que se utilizan para transportar líquidos que contienen hidrocarburos a través de una bomba a inyección de alta presión. A medida que el mejorador de flujo de látex pasa por la parte interna de la bomba de inyección, por lo menos una porción de las moléculas de tensioactivo asociadas con las partículas de látex poliméricas pueden ser cizalladas, exponiendo la superficie del polímero y causando que las partículas de látex se aglomeren. Como resultado, se forma una película polimérica en la parte interna de la bomba y en el equipamiento del procedimiento aguas abajo (p. ej., válvulas, ducto, etc.), causando así una reducción en la eficiencia del sistema de ducto. A medida que disminuye la eficiencia del ducto, aumentan los costos de operar y mantener el sistema, y se reduce el rendimiento del ducto.

**SUMARIO DE LA INVENCION**

40 En una realización de la presente invención, se provee un mejorador de flujo que comprende partículas sólidas que tienen un núcleo polimérico y un recubrimiento polimérico que rodea por lo menos parcialmente al núcleo. El núcleo comprende un polímero reductor de arrastre, mientras que el recubrimiento comprende un copolímero de recubrimiento que tiene unidades de repetición de un compuesto hidrófobo y unidades de repetición de un compuesto anfífilo.

45 En otra realización de la presente invención, se provee un mejorador de látex que comprende una fase continua acuosa y una pluralidad de partículas poliméricas dispersadas en la fase continua. Las partículas poliméricas

comprenden un núcleo y un recubrimiento que rodea por lo menos parcialmente al núcleo. El núcleo comprende un polímero reductor de arrastre formado por polimerización en emulsión. El recubrimiento está formado alrededor del núcleo por la emulsión que polimeriza por lo menos un monómero hidrófobo y por lo menos un tensioactivo polimerizable en presencia del núcleo.

5 Incluso en otra realización de la presente invención, se provee un procedimiento para elaborar un mejorador de flujo que comprende: (a) formar una pluralidad de partículas del núcleo de un polímero reductor de arrastre por polimerización en emulsión; y (b) formar recubrimientos alrededor de una porción de las partículas del núcleo por polimerización en emulsión para producir una pluralidad de partículas de recubrimiento del núcleo.

10 Incluso en otra realización de la presente invención, se provee un procedimiento para reducir la pérdida de presión asociada con el flujo turbulento de un fluido a través de un conducto. El procedimiento comprende usar una bomba para inyectar un mejorador de flujo en el fluido que fluye por el conducto, donde el mejorador de flujo comprende partículas sólidas que tienen un núcleo polimérico y un recubrimiento polimérico por lo menos parcialmente alrededor del núcleo. El núcleo de las partículas sólidas comprende un polímero reductor de arrastre, mientras que el recubrimiento comprende un copolímero de recubrimiento que tiene unidades de repetición de un compuesto hidrófobo y unidades de repetición de un compuesto anfífilo.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un aparato de prueba para determinar la estabilidad de bombeo de diversos mejoradores de flujo;

20 La FIG. 2 es un gráfico del caudal másico frente al tiempo que resulta de una prueba de estabilidad de bombeo realizada con el aparato representado en la FIG. 1 usando un mejorador de flujo de látex comparativo; y

La FIG. 3 es un gráfico del caudal másico frente al tiempo que resulta de una prueba de estabilidad de bombeo realizada con el aparato representado en la FIG. 1 usando un mejorador de flujo de látex de la invención.

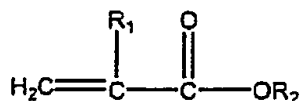
#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 De acuerdo con una realización de la presente invención, se provee una composición capaz de reducir la caída de presión asociada con el flujo fluido turbulento en un conducto (es decir, una composición mejoradora de flujo o un mejorador de flujo). El mejorador de flujo comprende una composición de látex que incluye una pluralidad de partículas sólidas dispersadas en una fase continua líquida (es decir, un mejorador de flujo de látex). En una realización, los sólidos dispersados pueden comprender partículas con recubrimiento del núcleo formadas mediante un procedimiento de polimerización en emulsión de dos etapas que se describe en detalle a continuación. El mejorador de flujo de látex de recubrimiento del núcleo resultante puede tener una mayor estabilidad de bombeo que los mejoradores de flujo de látex convencionales.

30 La primera etapa en la producción de mejoradores de flujo de látex de recubrimiento del núcleo de acuerdo con una realización de la presente invención consiste en sintetizar los núcleos de las partículas poliméricas (es decir, las partículas del núcleo) a través de una primera etapa de polimerización en emulsión. En general, la primera etapa de polimerización en emulsión implica polimerizar uno o más monómeros en una primera mezcla de reacción que comprende una fase continua líquida, por lo menos un estabilizador en emulsión, un sistema de iniciación y opcionalmente un tampón y/o un inhibidor de hidratos.

35 El monómero(s) empleado en la primera etapa de polimerización en emulsión forma partículas del núcleo que comprenden unidades de repetición de los residuos del monómero(s). En una realización, el monómero(s) empleado en una primera etapa de polimerización en emulsión incluye uno o más monómeros seleccionados del grupo que consiste en:

(A)



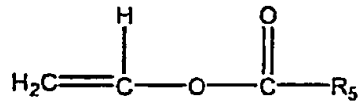
45 donde R<sub>1</sub> es H o un radical alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>, y R<sub>2</sub> es H, un radical alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>, un radical cicloalquilo C<sub>5</sub>-C<sub>30</sub> sustituido o no sustituido, un radical arilo C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub> sustituido o no sustituido, un radical alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> sustituido con arilo, un radical  $-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_x-\text{R}_A$  o  $-(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O})_x-\text{R}_A$  donde x oscila entre 1 y 50 y R<sub>A</sub> es H, un radical alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub> o un radical alquilarilo C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>;

(B)



5 donde areno es un fenilo, naftilo, atracenilo o fenantrenilo.  $R_3$  es  $\text{CH}=\text{CH}_2$  o  $\text{CH}_3\text{-C}=\text{CH}_2$ , y  $R_4$  es H, un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{30}$ , un radical cicloalquilo  $\text{C}_5\text{-C}_{30}$  sustituido o no sustituido, Cl,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{OR}_B$ , o  $\text{COOR}_C$ , donde  $R_B$  es H, un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{30}$ , un radical cicloalquilo  $\text{C}_5\text{-C}_{30}$  sustituido o no sustituido, un radical arilo  $\text{C}_6\text{-C}_{20}$  sustituido o no sustituido, o un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$  sustituido con arilo, y donde  $R_C$  es H, un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{30}$ , un radical cicloalquilo  $\text{C}_5\text{-C}_{30}$  sustituido o no sustituido, un radical arilo  $\text{C}_6\text{-C}_{20}$  sustituido o no sustituido, o un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{10}$  sustituido con arilo;

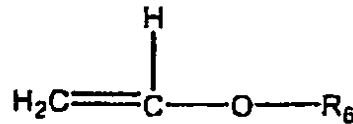
(C)



10

donde  $R_5$  es H, un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{30}$  o un radical arilo  $\text{C}_6\text{-C}_{20}$  sustituido o no sustituido;

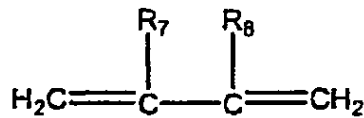
(D)



donde  $R_6$  es H, un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{30}$  o un radical arilo  $\text{C}_6\text{-C}_{20}$  sustituido o no sustituido;

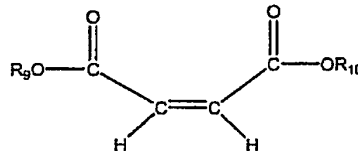
15

(E)



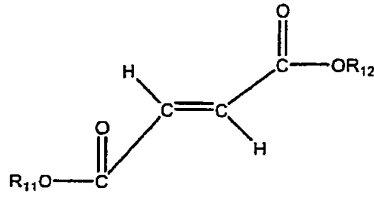
donde  $R_7$  es H o un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{18}$ , y  $R_8$  es H, un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{18}$  o Cl;

(F)



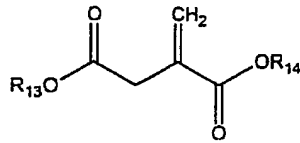
20 donde  $R_9$  y  $R_{10}$  son independientemente H, un radical alquilo  $\text{C}_1\text{-C}_{30}$ , un radical arilo  $\text{C}_6\text{-C}_{20}$  sustituido o no sustituido, un radical cicloalquilo  $\text{C}_5\text{-C}_{30}$  sustituido o no sustituido, o radicales heterocíclicos;

(G)



donde  $R_{11}$  y  $R_{12}$  son independientemente H, un radical alquilo  $C_1-C_{30}$ , un radical arilo  $C_6-C_{20}$  sustituido o no sustituido, un radical cicloalquilo  $C_5-C_{30}$  sustituido o no sustituido, o radicales heterocíclicos;

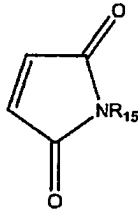
(H)



5

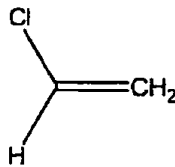
donde  $R_{13}$  y  $R_{14}$  son independientemente H, un radical alquilo  $C_1-C_{30}$ , un radical arilo  $C_6-C_{20}$  sustituido o no sustituido, un radical cicloalquilo  $C_5-C_{30}$  sustituido o no sustituido, o radicales heterocíclicos;

(I)



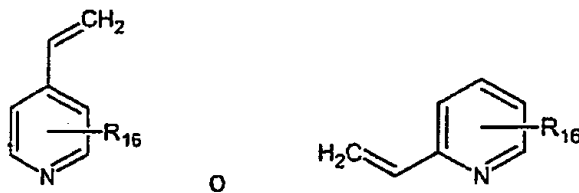
10 donde  $R_{15}$  es H, un radical alquilo  $C_1-C_{30}$ , un radical arilo  $C_6-C_{20}$  sustituido o no sustituido, un radical cicloalquilo  $C_5-C_{30}$  sustituido o no sustituido, o radicales heterocíclicos;

(J)



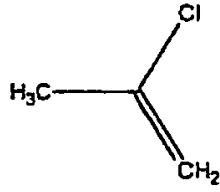
;

15 (K)



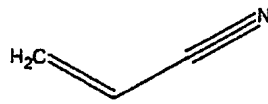
donde  $R_{16}$  es H, un radical alquilo  $C_1-C_{30}$  o un radical arilo  $C_6-C_{20}$ ;

(L)



;

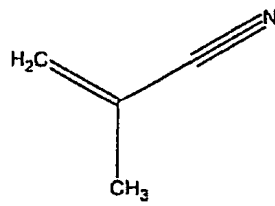
(M)



5

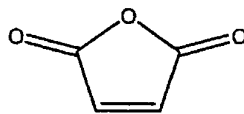
;

(N)



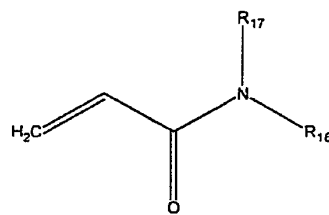
;

10 (O)



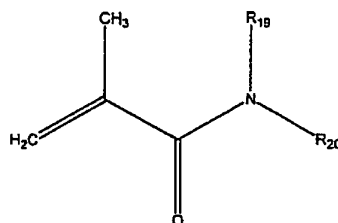
;

(P)



donde  $R_{17}$  y  $R_{18}$  son independientemente H, un radical alquilo  $C_1-C_{30}$ , un radical arilo  $C_6-C_{20}$  sustituido o no sustituido, un radical cicloalquilo  $C_5-C_{30}$  sustituido o no sustituido, o radicales heterocíclicos; y

(Q)



5 donde  $R_{19}$  y  $R_{20}$  son independientemente H, un radical alquilo  $C_1-C_{30}$ , un radical arilo  $C_6-C_{20}$  sustituido o no sustituido, un radical cicloalquilo  $C_5-C_{30}$  sustituido o no sustituido, o radicales heterocíclicos.

En una realización, se puede emplear un monómero de acrilato o metacrilato (p. ej., 2-etilhexil metacrilato) como el monómero(s) de la primera etapa de polimerización en emulsión. Además, el monómero(s) empleado puede excluir alfa olefinas (es decir, el monómero(s) puede consistir todo en olefina(s) no alfa"). En general, la primera mezcla de  
10 reacción de la primera etapa de polimerización puede comprender el monómero(s) en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 60, aproximadamente 20 a aproximadamente 55, o 30 a 50 por ciento en peso.

La fase continua líquida de la primera mezcla de reacción puede comprender un líquido polar. Los ejemplos de líquidos polares pueden incluir, aunque sin limitarse a ello, agua, líquidos orgánicos tales como alcoholes y dioles, y sus mezclas. De acuerdo con una realización, la primera mezcla de reacción puede comprender la fase continua líquida en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 20 a aproximadamente 80, aproximadamente 35 a aproximadamente 75, o 50 a 70 por ciento en peso.

El compuesto(s) estabilizador en emulsión (es decir, el estabilizador en emulsión) puede añadirse a la primera mezcla de reacción de modo que la primera mezcla de reacción comprenda de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10, aproximadamente 0,25 a aproximadamente 6, o 0,5 a 4 por ciento en peso de un estabilizador en emulsión. En una realización, el estabilizador en emulsión puede comprender un tensioactivo. En general, los tensioactivos adecuados para uso en la mezcla de reacción de la primera etapa de polimerización en emulsión pueden incluir por lo menos un tensioactivo aniónico o no iónico de alto HLB. La expresión "número HLB" se refiere al equilibrio hidrófilo-lipófilo de un tensioactivo en una emulsión. El número HLB se determina mediante los métodos descritos por W.C. Griffin en *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 1, 311 (1949) y *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 5, 249 (1954). En una  
20 realización, el número HLB de tensioactivos para uso en la formación de la mezcla de reacción para la primera etapa de polimerización puede ser por lo menos aproximadamente 8, por lo menos aproximadamente 10 o por lo menos 12.

Los tensioactivos aniónicos de alto HLB ilustrativos incluyen, aunque sin limitarse a ello, alquil sulfatos, alquil éter sulfatos, dialquil sulfosuccinatos, alquil fosfatos, alquil aril fosfatos, alquil aril sulfonatos y sarcosinatos de alto HLB. Los ejemplos adecuados de tensioactivos aniónicos de alto HLB comercialmente disponibles incluyen, aunque sin limitarse a ello, lauril sulfato sódico (disponible como RHODAPON LSB de Rhodia Incorporated, Cranbury, NJ), dioctilo sulfosuccinato sódico (disponible como AEROSOL® OT de Cytec Industries, Inc., West Paterson, NJ), sal de 2-etilhexil polifosfato de sodio (disponible de Jarchem Industries Inc. Newark, NJ), dodecilbenzeno sulfonato de sodio (disponible como NORFOX® 40 de Norman, Fox & Co., Vernon, CA) y lauroilsarcosínico sódico (disponible como HAMPOSYL L-30 de Hampshire Chemical Corp., Lexington, MA).

Los tensioactivos no iónicos de alto HLB ilustrativos incluyen, aunque sin limitarse a ello, ésteres de sorbitán de alto HLB, ésteres de ácido graso de PEG, ésteres de glicerina etoxilada, aminas grasas etoxiladas, ésteres de sorbitán etoxilado, tensioactivos de óxido de etileno/óxido de propileno en bloque, ésteres de alcohol/ácido graso, alcoholes etoxilados, ácidos grasos etoxilados, aceites de ricino alcoxlados, ésteres de glicerina, etoxilados de alcohol lineales y etoxilados de alquil fenol. Los ejemplos adecuados de tensioactivos no iónicos de alto HLB comercialmente disponibles incluyen, aunque sin limitarse a ello, nonilfenoxi y octilfenoxi poli(etileno) etanoles (disponibles como las series IGEPAL® CA y CO, respectivamente de Rhodia, Cranbury, NJ), alcoholes primarios etoxilados  $C_8$  a  $C_{18}$  (tales como RHODASURF® LA-9 de Rhodia Inc., Cranbury, NJ), etoxilados alcoholes secundarios etoxilados  $C_{11}$  a  $C_{15}$  (disponibles como la serie TERGITOL™ 15-S, incluyendo 15-S-7, 15-S-9, 15-S-12, de Dow Chemical Company, Midland, MI), ésteres de ácido graso de polioxietileno sorbitán (disponibles como la serie TWEEN® de tensioactivos de Uniquema, Wilmington, DE), éter oleilo de óxido de polietileno (25) (disponible como SIPONIC™ Y-500-70 de  
45

American Alcolac Chemical Co., Baltimore, MD), alcoholes alquilaril polietéreos (disponibles como la serie TRITON™ X, incluyendo X-100, X-165, X-305 y X-405, de Dow Chemical Company, Midland, MI).

El sistema de iniciación utilizado en la primera mezcla de reacción puede ser cualquier sistema adecuado para generar radicales libres necesarios para facilitar la polimerización en emulsión. El iniciador puede añadirse en una cantidad tal que la relación molar de monómero(s) al iniciador en la primera mezcla de reacción esté en el intervalo de aproximadamente 1.000:1 a aproximadamente 5.000.000:1, aproximadamente 2.500:1 a aproximadamente 2.500.000:1, o 5.000:1 a 2.000.000:1. Los ejemplos de posibles iniciadores incluyen, aunque sin limitarse a ello, persulfatos (p. ej., persulfato de amonio, persulfato de sodio, persulfato de potasio), peroxi persulfatos y peróxidos (p. ej., terc-butil hidroperóxido).

Opcionalmente, el sistema de iniciación puede comprender uno o más componentes de reducción y/o uno o más aceleradores. En una realización, la primera mezcla de reacción puede tener una relación molar de monómero(s) a componente de reducción en el intervalo de aproximadamente 1.000:1 a aproximadamente 5.000.000:1, aproximadamente 2.500:1 a aproximadamente 2.500.000:1, o 5.000:1 a 2.000.000:1. Los ejemplos de componentes de reducción pueden incluir, aunque sin limitarse a ello, bisulfitos, metabisulfitos, ácido ascórbico, ácido eritórbito y formaldehído sulfoxilato sódico. En otra realización, se puede añadir un acelerador para lograr una relación molar del acelerador al iniciador en el intervalo de aproximadamente 0,001:1 a aproximadamente 10:1, aproximadamente 0,0025:1 a aproximadamente 5:1, o 0,005:1 a 1:1. Los ejemplos de aceleradores pueden incluir, aunque sin limitarse a ello, composiciones que contienen un metal de transición que tiene dos estados de oxidación, como por ejemplo sulfato ferroso y sulfato de amonio ferroso. Alternativamente, se pueden emplear técnicas de iniciación térmicas y de radiación para generar los radicales libres. Si se utiliza una técnica de polimerización que no sea la polimerización en emulsión, también pueden emplearse los métodos de iniciación y/o catalíticos correspondientes a la técnica de polimerización seleccionada. Por ejemplo, si se utiliza la técnica de polimerización por adición o condensación, la polimerización puede iniciarse o catalizarse por métodos del tipo catiónico, aniónico o de coordinación.

Opcionalmente, la primera mezcla de reacción puede incluir por lo menos un inhibidor de hidratos. El inhibidor de hidratos puede comprender un inhibidor de hidratos termodinámico. Los alcoholes y polioles son dos ejemplos de inhibidores de hidratos. En una realización, el inhibidor de hidratos puede comprender uno o más alcoholes polihídricos y/o uno o más éteres de alcoholes polihídricos. Los ejemplos de inhibidores de hidratos adecuados pueden incluir, aunque sin limitarse a ello, monoetilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, monopropilenglicol, dipropilenglicol, etilenglicol monometiléter, dietilenglicol monometiléter, propilenglicol monometiléter, dipropilenglicol monometiléter y sus mezclas. Si se emplea un inhibidor de hidratos, la primera mezcla de reacción puede tener una relación en peso de inhibidor de hidratos a agua en el intervalo de aproximadamente 1:10 a aproximadamente 10:1, aproximadamente 1:5 a aproximadamente 5:1, o 2:3 a 3:2.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el monómero(s), la fase continua líquida, el estabilizador(es) en emulsión y el inhibidor de hidratos (si está presente) pueden combinarse bajo una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno que comprenda menos de aproximadamente 1.000 partes por millón en peso (ppmw), menos de aproximadamente 500 ppmw o menos de 100 ppmw de oxígeno antes de iniciar la polimerización. La atmósfera libre de oxígeno puede mantenerse purgando continuamente el recipiente de reacción con un gas inerte tal como nitrógeno y/o argón. En general, el sistema reactor puede operarse a una temperatura en el intervalo de aproximadamente el punto de congelamiento de la mezcla de reacción a aproximadamente 60°C, aproximadamente 0 a aproximadamente 45°C, o 1 a 30°C, y a una presión en el intervalo de aproximadamente 5 a aproximadamente 100 libras por pulgada cuadrada, absolutas (psia), aproximadamente 10 a aproximadamente 25 psia, o a presión aproximadamente atmosférica. No obstante, pueden ser necesarias presiones iguales o superiores a aproximadamente 300 psia para polimerizar ciertos monómeros, como por ejemplo diolefinas.

Con el fin de iniciar la polimerización, el pH de la primera mezcla de reacción puede oscilar entre aproximadamente 5 y aproximadamente 11, aproximadamente 6 y aproximadamente 10,5, o 6,5 a 10. Si es necesario, se puede añadir una disolución tampón a la primera mezcla de reacción antes de la introducción del sistema de iniciación para lograr y/o mantener el pH de reacción deseado. Típicamente, el tipo de tampón añadido a la primera mezcla de reacción puede seleccionarse de acuerdo con su compatibilidad con el sistema de iniciación elegido. Los ejemplos de tampones pueden incluir, aunque sin limitarse a ello, tampones de carbonato, fosfato y/o borato.

Para iniciar la polimerización, el sistema de iniciación descrito anteriormente puede añadirse al reactor mediante una única inyección o durante un periodo de tiempo de por lo menos aproximadamente 15 minutos, o en el intervalo de aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 5 horas o 30 minutos a 2,5 horas. A medida que se lleva a cabo la reacción, los contenidos del reactor pueden agitarse continuamente y la polimerización puede continuar por un periodo de tiempo suficiente para convertir por lo menos aproximadamente 90 por ciento en peso de los monómeros en la mezcla de reacción. Típicamente, la primera etapa de polimerización puede llevarse a cabo durante un periodo de tiempo en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 horas, aproximadamente 2 a aproximadamente 8 horas, o 3 a 5 horas.

La primera etapa de polimerización en emulsión produce una composición de látex que comprende una pluralidad de partículas sólidas dispersadas en una fase continua líquida. En general, el látex puede comprender las partículas



sólidas en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 por ciento en peso, aproximadamente 15 a aproximadamente 55, o 20 a 50 por ciento en peso. La fase continua líquida de la composición de látex puede comprender agua, estabilizadores en emulsión, inhibidor de hidratos (si está presente) y/o tampón (si está presente). Típicamente, el látex puede comprender agua en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 80, aproximadamente 35 a aproximadamente 75, o 40 a 60 por ciento en peso, y el estabilizador en emulsión en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10, aproximadamente 0,25 a aproximadamente 8, o 0,5 a 6 por ciento en peso.

Las partículas de látex de la composición de látex que resultan de la primera etapa de polimerización en emulsión se utilizan posteriormente como partículas del núcleo de una segunda composición de látex aún no descrita que comprende partículas de recubrimiento del núcleo (es decir, una composición de látex de recubrimiento del núcleo). Las partículas del núcleo comprenden un polímero reductor de arrastre. Las partículas del núcleo pueden comprender un polímero reductor de arrastre de no polialfaolefínico. Adicionalmente, las partículas del núcleo pueden comprender unidades de repetición de los residuos de alquilo C<sub>4</sub>-C<sub>20</sub>, arilo C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub> sustituido o no sustituido, o derivados de éster alquílico C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> sustituido con arilo de ácido metacrílico o acrílico. En otra realización, las partículas del núcleo pueden comprender un copolímero que tiene unidades de repetición de los residuos de 2-etilhexil metacrilato y los residuos de por lo menos otro monómero. Incluso en otra realización, las partículas del núcleo pueden comprender un copolímero que tiene unidades de repetición de los residuos de monómeros de 2-etilhexil metacrilato y monómeros de butil acrilato. Incluso en otra realización, las partículas del núcleo pueden comprender un homopolímero que tiene unidades de repetición de los residuos de 2-etilhexil metacrilato (EHMA).

En una realización de la presente invención, las partículas del núcleo pueden estar formadas de un polímero reductor de arrastre que tenga un peso molecular promedio en peso ( $M_w$ ) de por lo menos aproximadamente  $5 \times 10^6$  g/mol, por lo menos aproximadamente  $1 \times 10^7$  g/mol o por lo menos  $2 \times 10^7$  g/mol. Las partículas del núcleo pueden tener un tamaño de partícula medio de menos de aproximadamente 10 micrómetros, menos de aproximadamente 1.000 nm (1 micrómetro), en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 500 nm, o en el intervalo de 50 a 250 nm. En una realización, por lo menos aproximadamente 95 por ciento en peso de las partículas del núcleo pueden tener un tamaño de partícula en el intervalo de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 500 nm y por lo menos aproximadamente 95 por ciento en peso de las partículas pueden tener un tamaño de partícula en el intervalo de aproximadamente 25 nm a aproximadamente 250 nm.

De acuerdo con la presente invención, por lo menos una porción o sustancialmente toda la primera composición de látex está expuesta a una segunda etapa de polimerización para producir así una composición de látex de recubrimiento del núcleo. La segunda etapa de polimerización comprende polimerización en emulsión y no incluye polimerización interfacial, polimerización en suspensión y/o polimerización en disco giratorio o procedimientos de coacervación complejos. Típicamente, la segunda etapa de polimerización en emulsión puede llevarse a cabo copolimerizando uno o más monómeros hidrófobos y uno o más compuestos anfífilos en presencia de un sistema de iniciación para formar así un copolímero de recubrimiento. El copolímero de recubrimiento forma recubrimientos que rodean al menos parcialmente, o rodean totalmente, por lo menos una porción de las partículas de látex del núcleo individuales formadas en la primera etapa de polimerización para producir de esta manera una pluralidad de partículas de látex de recubrimiento del núcleo.

En general, el monómero(s) hidrófobo utilizado en la segunda etapa de polimerización en emulsión puede incluir monómeros hidrófobos que tienen un peso molecular promedio en peso en el intervalo de aproximadamente 50 a aproximadamente 400, aproximadamente 100 a aproximadamente 350, o 150 a 310 gramos por mol (g/mol). Uno o más de los monómeros (A) - (Q) previamente analizados con referencia a la primera etapa de polimerización en emulsión pueden emplearse como el monómero hidrófobo para formar el copolímero de recubrimiento en la segunda etapa de polimerización en emulsión. En una realización, el monómero hidrófobo es un monómero de acrilato y/o metacrilato, tal como por ejemplo 2-etilhexil metacrilato.

En general, el compuesto(s) anfífilo utilizado en la segunda etapa de polimerización en emulsión puede tener un peso molecular promedio en peso de por lo menos aproximadamente 100 g/mol o en el intervalo de aproximadamente 200 a aproximadamente 5.000, o 300 a 2.500 g/mol. En una realización, los compuestos anfífilos pueden comprender uno o más tensioactivos que tengan un número de HLB en el intervalo de aproximadamente 6 a aproximadamente 19, aproximadamente 9 a aproximadamente 17, u 11 a 16. A su vez, el o los tensioactivos utilizados en la segunda etapa de polimerización pueden comprender un tensioactivo polimerizable iónico y/o no iónico. En una realización, la segunda etapa de polimerización en emulsión puede llevarse a cabo en presencia de por lo menos un tensioactivo polimerizable iónico y por lo menos un tensioactivo polimerizable no iónico. Los ejemplos de tensioactivos adecuados incluyen, aunque sin limitarse a ello, polietilenglicolmetacrilato (disponible como PE y PGE de la serie Blemmer® de tensioactivos de Nippon Oil & Fats Co., Ltd., Tokio, Japón), propilenglicolmetacrilato (disponible como PP de la serie Blemmer® de tensioactivos de Nippon Oil & Fats Co., Ltd., Tokio, Japón), sal de sodio de ácido estireno sulfónico, ácido 2-acrilamidoglicólico (disponible de Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, Missouri), (acrilamidometil)celulosa acetato propionato, ácido 2-acrilamido-2-metil-1-propanosulfónico ionizado o no ionizado (disponible como el monómero de la serie AMPS® de Lubrizol Advanced Materials Inc., Wickliffe, OH), sal de potasio 3-sulfopropil acrilato (disponible de Taiwan Hopax Chemical

Manufacturing Co., Kaohsiung, Taiwán), ácido metacrílico ionizado o no ionizado de sal de potasio de 3-sulfopropil metacrilato (cada uno disponible de Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, Missouri).

El sistema de iniciación utilizado en la segunda etapa de polimerización en emulsión puede comprender cualquiera de los iniciadores previamente mencionados, incluyendo por ejemplo persulfatos (p. ej., persulfato de amonio, persulfato de sodio, persulfato de potasio), peroxi persulfatos y peróxidos (p. ej., terc-butil hidroperóxido). Opcionalmente, la mezcla de reacción de la segunda etapa de polimerización puede también incluir uno o más componentes aceleradores y/o reductores de acuerdo con las relaciones anteriormente analizadas.

Como se mencionó anteriormente, en una realización, la segunda etapa de polimerización puede iniciarse cargando primero un reactor con por lo menos una porción o sustancialmente con toda la primera composición de látex aislada del reactor de la primera etapa de polimerización y conservada por un periodo de tiempo antes de llevar a cabo la segunda etapa de polimerización. Alternativamente, por lo menos una porción o sustancialmente toda la primera composición de látex puede permanecer en el reactor y la segunda etapa de polimerización puede llevarse a cabo inmediatamente después de la primera etapa de polimerización en el mismo recipiente de reacción.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la composición de látex cargada al reactor puede agitarse y purgarse con un gas inerte (p. ej., nitrógeno) para crear un entorno sustancialmente libre de oxígeno. La composición de látex puede luego calentarse hasta una temperatura superior a aproximadamente 50°C, o en el intervalo de aproximadamente 60 a aproximadamente 110°C, o 75 a 95°C antes de añadir el sistema de iniciación, el monómero(s) y el compuesto(s) anfífilo. En una realización, la segunda etapa de polimerización en emulsión puede llevarse a cabo en un modo semicontinuo bajo condiciones en ausencia de monómero, añadiendo el volumen total de uno o más de los reaccionantes anteriormente descritos durante un periodo de tiempo de por lo menos aproximadamente 10 minutos, por lo menos aproximadamente 15 minutos y por lo menos aproximadamente 30 minutos, por lo menos aproximadamente 1 hora o por lo menos 2 horas.

Típicamente, la segunda mezcla de reacción puede agitarse continuamente durante la polimerización de modo que la reacción tenga lugar bajo condiciones de alta cizalladura. En general, la segunda etapa de polimerización puede continuar por un periodo suficiente de forma tal que se haya polimerizado por lo menos aproximadamente 80, por lo menos aproximadamente 90 o por lo menos 95 por ciento en peso del monómero(s).

En una realización, el copolímero de recubrimiento resultante puede comprender unidades de repetición del monómero(s) en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 25 a aproximadamente 98, aproximadamente 50 a aproximadamente 95, o 70 a 90 por ciento en peso, en base al peso total del copolímero de recubrimiento resultante. En una realización en la que se utilizan tensioactivos polimerizables no iónicos e iónicos, el copolímero de recubrimiento resultante puede comprender unidades de repetición del tensioactivo polimerizable no iónico en una cantidad que oscila entre aproximadamente 2 y aproximadamente 50, aproximadamente 4 y aproximadamente 40, u 8 y 25 por ciento en peso, y puede comprender unidades de repetición del tensioactivo polimerizable iónico en una cantidad que oscila entre aproximadamente 0,05 y aproximadamente 30, aproximadamente 1 y aproximadamente 20, o 2 y 15 por ciento en peso, en base al peso total del copolímero de recubrimiento. La relación en peso de las unidades de repetición del monómero(s) a las unidades de repetición del tensioactivo polimerizable no iónico en el copolímero de recubrimiento puede oscilar entre aproximadamente 0,5:1 y aproximadamente 40:1, aproximadamente 1:1 y aproximadamente 20:1, o 2:1 y 10:1, y la relación en peso de las unidades de repetición del monómero a las unidades de repetición del tensioactivo polimerizable iónico puede oscilar entre aproximadamente 1:1 y aproximadamente 100:1, aproximadamente 3:1 y aproximadamente 50:1, o 5:1 y 30:1. En una realización, la relación en peso de las unidades de repetición del tensioactivo polimerizable no iónico a las unidades de repetición del tensioactivo polimerizable iónico en el copolímero de recubrimiento puede oscilar entre aproximadamente 0,25:1 y aproximadamente 30:1, aproximadamente 0,75:1 y aproximadamente 10:1, o 1,5:1 y 6:1.

La segunda etapa de polimerización en emulsión puede producir una composición de látex que comprenda una pluralidad de partículas de recubrimiento del núcleo sólidas dispersadas en una fase continua líquida. En general, el látex puede comprender las partículas en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 por ciento en peso, aproximadamente 15 a aproximadamente 55, o 20 a 50 por ciento en peso. La fase continua líquida de la composición de látex puede comprender agua, estabilizador(es) en emulsión y un inhibidor de hidratos (si está presente) y/o tampón (si está presente). Típicamente, el látex puede comprender agua en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 80, aproximadamente 35 a aproximadamente 75, o 40 a 60 por ciento en peso, y el estabilizador(es) en emulsión en una cantidad en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10, aproximadamente 0,25 a aproximadamente 8, o 0,5 a 6 por ciento en peso. En una realización, la fase continua líquida puede comprender una mezcla de agua y etilenglicol y/o propilenglicol. En general, la composición de látex puede tener una viscosidad de menos de aproximadamente 1.000 mPa (1.000 centipoise (cp)), o en el intervalo de 1 a 100 o 200 a 700 mPa (aproximadamente 1 a aproximadamente 100 o 2 a 700 cp) medidos a un índice de cizalladura de 511  $\text{seg}^{-1}$  y una temperatura de 24° C (75° F).

De acuerdo con una realización, por lo menos una porción de los recubrimientos de las partículas dispersadas de la composición de látex producida durante la segunda etapa de polimerización en emulsión puede rodear por lo menos parcialmente, o totalmente, por lo menos una porción de las partículas del núcleo sin estar química o físicamente

unida a los núcleos. En una realización, el copolímero de recubrimiento puede ser un copolímero no reductor de arrastre.

5 Típicamente, las partículas de recubrimiento del núcleo pueden tener un tamaño de partícula medio de menos de aproximadamente 10 micrómetros, menos de aproximadamente 1.000 nm (1 micrómetro), en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente) 750 nm, o en el intervalo de aproximadamente 50 a 250 nm. En una  
 10 realización, por lo menos aproximadamente 90 por ciento en peso de las partículas de recubrimiento del núcleo tienen un tamaño de partícula superior a 25 nanómetros y/o inferior a 500 nanómetros. De acuerdo con una realización, las partículas de recubrimiento del núcleo pueden tener una relación en peso promedio del núcleo al recubrimiento de aproximadamente 1,5:1 a aproximadamente 30:1, aproximadamente 2:1 a aproximadamente 20:1,  
 15 o 4:1 a 15:1. En general, el recubrimiento constituye aproximadamente 2 a aproximadamente 40, aproximadamente 5 a aproximadamente 30, o 10 a 25 por ciento en peso del peso total de la partícula de recubrimiento del núcleo y puede tener un espesor promedio en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 20, aproximadamente 0,5 a aproximadamente 15, o 1 a 10 por ciento del diámetro de partícula medio de la partícula de recubrimiento del núcleo total. Típicamente, el espesor del recubrimiento promedio puede oscilar entre aproximadamente 0,5 y aproximadamente 30, aproximadamente 1 y aproximadamente 20, o 2 y 15 nm.

En una realización de la presente invención, la composición mejoradora de flujo del recubrimiento del núcleo anteriormente descrito puede añadirse a un fluido que contiene hidrocarburos que fluyen por el conducto de fluido. En una realización, el fluido que contiene hidrocarburo puede comprender petróleo bruto, gasolina, diesel y/u otros  
 20 productos refinados. El mejorador de flujo puede añadirse al conducto de fluido mediante una o más bombas de inyección en uno o más sitios a lo largo de la boquilla del conducto. En una realización, la bomba de inyección puede tener una presión de descarga superior a 3,45 mPa (aproximadamente 500 psig) o en el intervalo de 4, 14 a 17,2 mPa, o 5,17 a 10,3 mPa (aproximadamente 750 a 1.500 psig, o 600 a aproximadamente 2.500 psig).

Típicamente, la cantidad de mejorador de flujo que se añade al fluido que contiene hidrocarburos tratado es tal que el fluido puede experimentar una reducción del arrastre de por lo menos aproximadamente 5 por ciento, por lo  
 25 menos aproximadamente 10 por ciento o por lo menos 15 por ciento, en comparación con fluido no tratado. En una realización, la concentración acumulativa del polímero del núcleo reductor de arrastre en el fluido tratado puede oscilar entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 500 ppmw, aproximadamente 0,5 y aproximadamente 200 ppmw, aproximadamente 1 y aproximadamente 100 ppmw, o 2 y 50 ppmw. Típicamente, por lo menos aproximadamente 50 por ciento en peso, por lo menos aproximadamente 75 por ciento en peso, o por lo menos 95  
 30 por ciento en peso de las partículas de recubrimiento del núcleo de la composición mejoradora de flujo pueden disolverse con el fluido que contiene hidrocarburos.

Los siguientes ejemplos tienen como fin ser ilustrativos de la presente invención para describir al experto en la técnica cómo realizar y utilizar la invención.

## EJEMPLOS

### 35 Método de ensayo

En los siguientes Ejemplos, el método de ensayo descrito a continuación se usó para determinar la estabilidad de bombeo de las composiciones mejoradoras de flujo de látex. La FIG. 1 representa un aparato de prueba 10 utilizado para las pruebas de estabilidad de bombeo.

La prueba de estabilidad de bombeo se inició por gravedad, alimentado un mejorador de flujo de látex desde un  
 40 tanque de alimentación de 165 galones 12 hacia la succión de una bomba dosificadora 14 de un Diafragma de Alto Rendimiento (HPD) Milton Roy C (disponible de Milton Roy USA en Ivyland, Pensilvania). El mejorador de flujo se filtró con un filtro de 100 micrómetros 16 y luego se bombeó a un caudal correspondiente a 50 por ciento de la longitud de carrera a través de un tubo bobinado de acero inoxidable de 3000 pies de ½ pulgada de diámetro  
 45 (espesor de la pared 0,049 pulgada) 18 antes de reingresar en el tanque de alimentación 12 mediante la línea de retorno 20, como se muestra en la FIG. 1. Para minimizar la espuma del producto, la salida de la línea de retorno 20 se posicionó debajo del nivel de líquido en el tanque de alimentación 12. El caudal másico del mejorador de flujo circulante se monitoreó con un medidor de flujo Endress+Hauser coriolis 22 (disponible de Endress+Hauser, Inc. en Greenwood, Indiana) y se registró gráficamente durante el experimento. Se permitió que el mejorador de flujo circulara continuamente a través del aparato de prueba 10 por un periodo de 6 semanas o hasta que ocurriese la  
 50 falla de la bomba. Tras la conclusión de la prueba, el aparato 10 se desmanteló y la bomba 14, el filtro 16 y el tubo bobinado 18 se inspeccionaron visualmente. Se documentaron las observaciones.

### EJEMPLO 1 – Síntesis de un mejorador de flujo de látex comparativo

El mejorador de flujo de látex A (comparativo) se preparó por polimerización en emulsión de acuerdo con el siguiente procedimiento.

55 La polimerización se llevó a cabo en un reactor con camisa exterior de acero inoxidable de 185 galones con un agitador mecánico, termocupla, puertos de alimentación y entradas/salidas de nitrógeno. El reactor se cargó con

199,58 kg (440 libras) de monómero (2-etilhexil metacrilato, 131 kg (288,9 libras) de agua desionizada, 126,55 kg ((279,0 libras) de monoetilenglicol, 18,78 kg (41,4 libras) de Polystep® B-5 (tensioactivo, disponible de Stepan Company of Northfield, Illinois), 19,96 kg (44 libras) de Tergitol™ 15-S-7 (tensioactivo disponible de Dow Chemical Company of Midland, Michigan), 0,56 kg (1,24 libras) de fosfato de potasio monobásico (tampón pH), 0,44 kg (0,97 libras) de fosfato de potasio dibásico (tampón pH) y 33,2 gramos de persulfato de amonio,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  (oxidante).

La mezcla de monómero, agua y monoetilenglicol se agitó a 110 rpm mientras se enfriaba a 5° C (41° F) Se añadieron los dos tensioactivos y la agitación disminuyó hasta 80 rpm por el resto de la reacción. Los tampones y el oxidante se añadieron luego. La reacción de polimerización se inició añadiendo 4,02 gramos de sulfato de hierro (H9 y amonio,  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  en una disolución de ácido sulfúrico 0,010 M en agua desionizada a una concentración de 1117 ppm a un caudal de 5 g/min en el reactor. La disolución se inyectó durante 10 horas hasta completar la polimerización. El látex resultante se presurizó fuera del reactor a través de un filtro con bolsa de 5 micrómetros y se conservó.

### EJEMPLO 2 – Síntesis de un mejorador de flujo de látex de la invención

Se preparó el Mejorador de flujo de látex B (inventivo) por polimerización en emulsión de acuerdo con el siguiente procedimiento. Se cargaron 453,6 kg (cien libras) del Mejorador de flujo de látex A, preparado de acuerdo con el procedimiento del Ejemplo 1, a un reactor con camisa exterior de acero inoxidable con un agitador mecánico, termocupla, puertos de alimentación, entradas y salidas de nitrógeno. El mejorador de flujo se agitó a una velocidad de 80 rpm bajo una purga de nitrógeno constante mientras se calentaba a 176°F. Después, se inyectaron 4011 gramos de una disolución acuosa que comprendía 25,21 por ciento en peso de persulfato de amonio,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  (un oxidante) en el reactor, y los contenidos del reactor se dejaron agitar durante 30 minutos. Luego se inyectaron simultáneamente los siguientes tres reaccionantes en el reactor: (1) una disolución acuosa que comprendía 25,85 por ciento en peso de persulfato de amonio; (2) una disolución acuosa que comprendía metoxipolietilenglicol 500 metacrilato, 13,33 por ciento en peso de estireno sulfonato sódico y 46,67 por ciento en peso de agua desionizada; y (3) 2-etilhexil metacrilato. El reaccionante (1) se inyectó en el reactor a un índice de 20 gramos por minuto (g/min) durante 2,5 horas, el reaccionante (2) se inyectó a un índice de 113,4 g por minuto durante 2 horas y la corriente del reaccionante (3) se inyectó en el reactor a 215,0 g/min durante 2,25 horas. Después de completar la inyección del reaccionante (1), los contenidos del reactor se sostuvieron durante 30 minutos a 80° C (176 °F) mientras se agitaba a 80 rpm. El látex resultante se enfrió luego hasta debajo de 38° C (100° F), se presurizó fuera del reactor a través de un filtro con bolsa de 5 micrómetros y se conservó.

### EJEMPLO 3 – Pruebas de estabilidad de bombeo

El Mejorador de flujo de látex A (comparativo) y el Mejorador de flujo de látex B (inventivo) se sometieron al método de ensayo anteriormente descrito para determinar la estabilidad de bombeo relativa de cada composición. Los resultados de estos experimentos se ilustran en las FIG. 2 y 3.

La FIG. 2 es un gráfico del caudal másico del Mejorador de flujo de látex A frente al tiempo. Después de menos de 4 días, el ensayo se detuvo debido a los periodos extendidos de flujo de fluido errático, escaso o ausente, como se muestra en la FIG. 2. La bomba se desarmó y demostró una acumulación considerable de una película polimérica. Además, se hallaron grandes piezas de material polimérico en las válvulas aguas abajo y en los ductos.

La FIG. 3 es un gráfico del caudal másico del Mejorador de flujo de látex B frente al tiempo. Como se muestra en la FIG. 3, el Mejorador de flujo de látex B circuló por un periodo de 41 días sin interrupción de flujo sustancial. El ensayo se detuvo después de 41 días y se desarmó el equipo (la bomba y el filtro aguas abajo, las válvulas y los ductos). Tras la inspección, se observó en la bomba muy poca acumulación de película y no se halló ningún material en las válvulas de retención aguas abajo de la descarga de la bomba.

Por lo tanto, el Mejorador de flujo de látex B fluyó por más tiempo sin interrupción y evidenció poca acumulación de película. El Mejorador de flujo de látex B demuestra una mayor estabilidad de bombeo que el Mejorador de flujo de látex A.

### DEFINICIONES

Tal como se utilizan en la presente memoria, los términos "un/a", "el/la" y "dicho/a" significan uno o más.

Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "anfífilo" se refiere a un compuesto que tiene tanto restos hidrófobos como hidrófilos.

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

Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "comprende/n" es un término de transición de final abierto utilizado para la transición de un sujeto mencionado antes del término a uno o más elementos mencionados después del término, donde el elemento o elementos enumerados después del término de transición no son necesariamente los únicos elementos que componen el sujeto.

- 5 Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "contiene/n" tiene el mismo significado de final abierto que "comprende/n" anteriormente indicado.

Tal como se utilizan en la presente memoria, los términos "incluye/n" e "incluyendo" tienen el mismo significado de final abierto que "comprende/n" anteriormente indicado.

- 10 Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "tiene/n" tiene el mismo significado de final abierto que "comprende/n" anteriormente indicado.

Tal como se utiliza en la presente memoria, la expresión "polímero reductor de arrastre" se refiere a un polímero que tiene un peso molecular promedio en peso de por lo menos  $5 \times 10^5$  g/mol que, cuando se añade a un fluido que fluye por un conducto, es eficaz para producir una pérdida de presión asociada con flujo turbulento en el conducto.

- 15 Tal como se utiliza en la presente memoria, la expresión "número de HLB" se refiere al equilibrio hidrófilo-lipófilo de un compuesto anfífilo según lo determinado por los métodos descritos por W.C. Griffin en *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 1, 311 (1949) y *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 5, 249 (1954).

Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "polímero" se refiere a homopolímeros, copolímeros, terpolímeros de una o más especies químicas.

- 20 Tal como se utiliza en la presente memoria, la expresión "tensoactivo polimerizable" se refiere a un tensoactivo que tiene por lo menos un resto etilénicamente insaturado.

Tal como se utiliza en la presente memoria, la expresión "flujo turbulento" se refiere a flujo de fluido que tiene un número Reynolds de por lo menos 2.000.

- 25 Tal como se utiliza en la presente memoria, la expresión "peso molecular promedio en peso" se refiere al peso molecular de un polímero calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:  $\frac{\sum_i(N_i M_i^2)}{\sum_i(N_i M_i)}$ , donde  $N_i$  es el número de moléculas de peso molecular  $M_i$ .

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un mejorador de flujo que comprende partículas sólidas que tienen un núcleo polimérico y un recubrimiento polimérico que rodea por lo menos parcialmente a dicho núcleo, donde dicho núcleo comprende un polímero reductor de arrastre, donde dicho recubrimiento comprende un copolímero de recubrimiento que tiene unidades de repetición de un compuesto hidrófobo y unidades de repetición de un primer compuesto anfífilo.
2. El mejorador de flujo según la reivindicación 1, en el que dicho primer compuesto anfífilo es un tensioactivo polimerizable, en el que la relación en peso de unidades de repetición de dicho compuesto hidrófobo a unidades de repetición de dicho primer compuesto anfífilo en dicho copolímero de recubrimiento oscila entre 0,5:1 y 40:1.
- 10 3. El mejorador de flujo según la reivindicación 1, en el que dicho primer compuesto anfífilo es polietilenglicol metacrilato y/o dicho compuesto hidrófobo es 2-etilhexil metacrilato.
- 15 4. El mejorador de flujo según la reivindicación 1, en el que dicho copolímero de recubrimiento comprende además unidades de repetición de un segundo compuesto anfífilo, donde dicho primer compuesto anfífilo es un tensioactivo polimerizable no iónico y dicho segundo compuesto anfífilo es un tensioactivo polimerizable iónico, donde la relación en peso de las unidades de repetición de dicho primer compuesto anfífilo a las unidades de repetición de dicho segundo compuesto anfífilo en dicho copolímero de recubrimiento oscila entre 0,25:1 y 30:1.
- 20 5. Un mejorador de flujo de látex que comprende una fase continua acuosa y una pluralidad de partículas poliméricas dispersadas en dicha fase continua, donde dichas partículas poliméricas comprenden un núcleo y un recubrimiento que rodea por lo menos parcialmente a dicho núcleo, donde dicho núcleo comprende un polímero reductor de arrastre formado por polimerización en emulsión, donde dicho recubrimiento se forma alrededor de dicho núcleo polimerizando en emulsión por lo menos un monómero hidrófobo y por lo menos un tensioactivo polimerizable en presencia de dicho núcleo.
- 25 6. El mejorador de flujo según la reivindicación 5, en el que dicho recubrimiento comprende unidades de repetición de dicho monómero hidrófobo en una cantidad en el intervalo de 25 a 98 por ciento en peso.
- 30 7. El mejorador de flujo según la reivindicación 6, en el que dicho monómero hidrófobo es un monómero de metacrilato o acrilato.
8. El mejorador de flujo según la reivindicación 6, en el que la polimerización en emulsión llevada a cabo para formar dicho recubrimiento incluye el uso de un primer tensioactivo polimerizable no iónico y un segundo tensioactivo polimerizable iónico, donde dicho recubrimiento comprende unidades de repetición de dicho primer tensioactivo polimerizable en una cantidad en el intervalo de 2 a 50 por ciento en peso y unidades de repetición de dicho segundo tensioactivo polimerizable en una cantidad en el intervalo de 0,05 a 30 por ciento en peso.
- 35 9. Un procedimiento para elaborar un mejorador de flujo que comprende:
- (a) formar una pluralidad de partículas del núcleo de un polímero reductor de arrastre por polimerización en emulsión; y
- (b) formar recubrimientos alrededor de por lo menos una porción de dichas partículas del núcleo por polimerización en emulsión, produciendo de este modo una pluralidad de partículas de recubrimiento del núcleo.
- 40 10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicha polimerización en emulsión de la etapa (a) se lleva a cabo en una primera mezcla de reacción que comprende una primera fase continua líquida, donde dicha polimerización en emulsión de la etapa (b) se lleva a cabo en una segunda mezcla de reacción que comprende una segunda fase continua líquida y por lo menos una porción de dichas partículas del núcleo, donde dicha segunda fase continua líquida comprende por lo menos una porción de dicha primera fase continua líquida.
- 45 11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que dicha segunda fase continua líquida comprende sustancialmente toda la primera fase continua líquida.
12. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicha formación de la etapa (b) incluye polimerizar uno o más monómeros formadores de recubrimiento y por lo menos un tensioactivo polimerizable de modo que dicho recubrimiento comprende unidades de repetición de dicho monómero formador de recubrimiento y unidades de repetición de dicho por lo menos un tensioactivo polimerizable.
- 50 13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que dichos monómeros formadores de recubrimiento y dicho tensioactivo polimerizable no reaccionan químicamente con dichas partículas del núcleo durante dicha formación de de la etapa (b).
14. El procedimiento según la reivindicación 9, donde dichos recubrimientos comprenden unidades de repetición de un monómero hidrófobo, un tensioactivo polimerizable no iónico y un tensioactivo polimerizable iónico, donde la relación en peso de unidades de repetición de dicho monómero hidrófobo a unidades de repetición de dicho

tensioactivo polimerizable no iónico en dichos recubrimientos oscila entre 0,5:1 y 40:1, donde la relación en peso de unidades de repetición de dicho tensioactivo polimerizable no iónico a unidades de repetición de dicho tensioactivo polimerizable iónico en dichos recubrimientos oscila entre 0,25:1 y 30:1.

5 15. Un procedimiento para reducir la pérdida de presión asociada con el flujo turbulento de un fluido en un conducto, donde dicho procedimiento comprende usar una bomba para inyectar un mejorador de flujo de látex en dicho fluido que fluye por dicho conducto, donde dicho mejorador de flujo comprende partículas sólidas que tienen un núcleo polimérico y un recubrimiento polimérico que rodea por lo menos parcialmente dicho núcleo, donde dicho núcleo comprende un polímero reductor de arrastre, donde dicho recubrimiento comprende un copolímero de recubrimiento que tiene unidades de repetición de un compuesto hidrófobo y unidades de repetición de un primer compuesto anfífilo.

10 16. El procedimiento según la reivindicación 15, en el que dicho recubrimiento comprende además unidades de repetición de un segundo compuesto anfífilo, donde dicho primer compuesto anfífilo es un tensioactivo polimerizable no iónico y dicho segundo compuesto anfífilo es un tensioactivo polimerizable iónico, donde la relación en peso de unidades de repetición de dicho primer tensioactivo polimerizable a unidades de repetición de dicho segundo tensioactivo polimerizable oscila entre 0,25:1 y 30:1.

15 17. El procedimiento según la reivindicación 15, en el que dicha bomba inyecta dicho mejorador de flujo a una presión de por lo menos 3,45 mPa (500 psig), donde dicho mejorador de flujo se inyecta en dicho fluido a un índice suficiente para proveer en el intervalo de aproximadamente 0,1 a 200 ppmw dicho polímero reductor de arrastre en dicho fluido, donde dicho fluido es un fluido que contiene hidrocarburos.

20

10

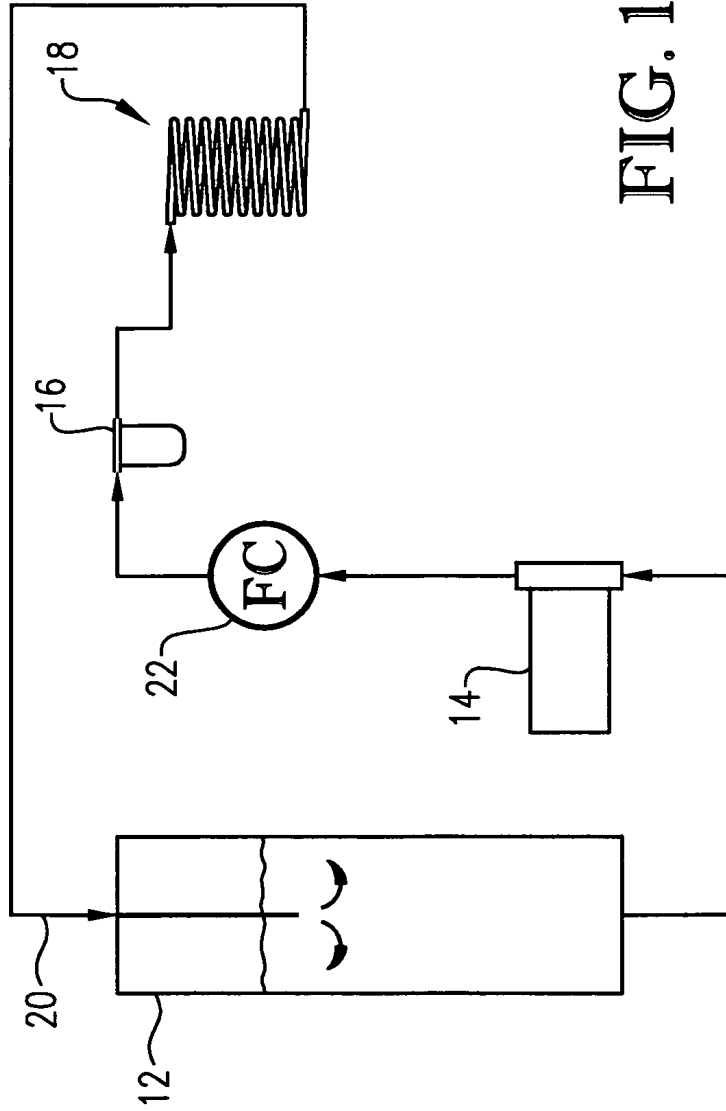
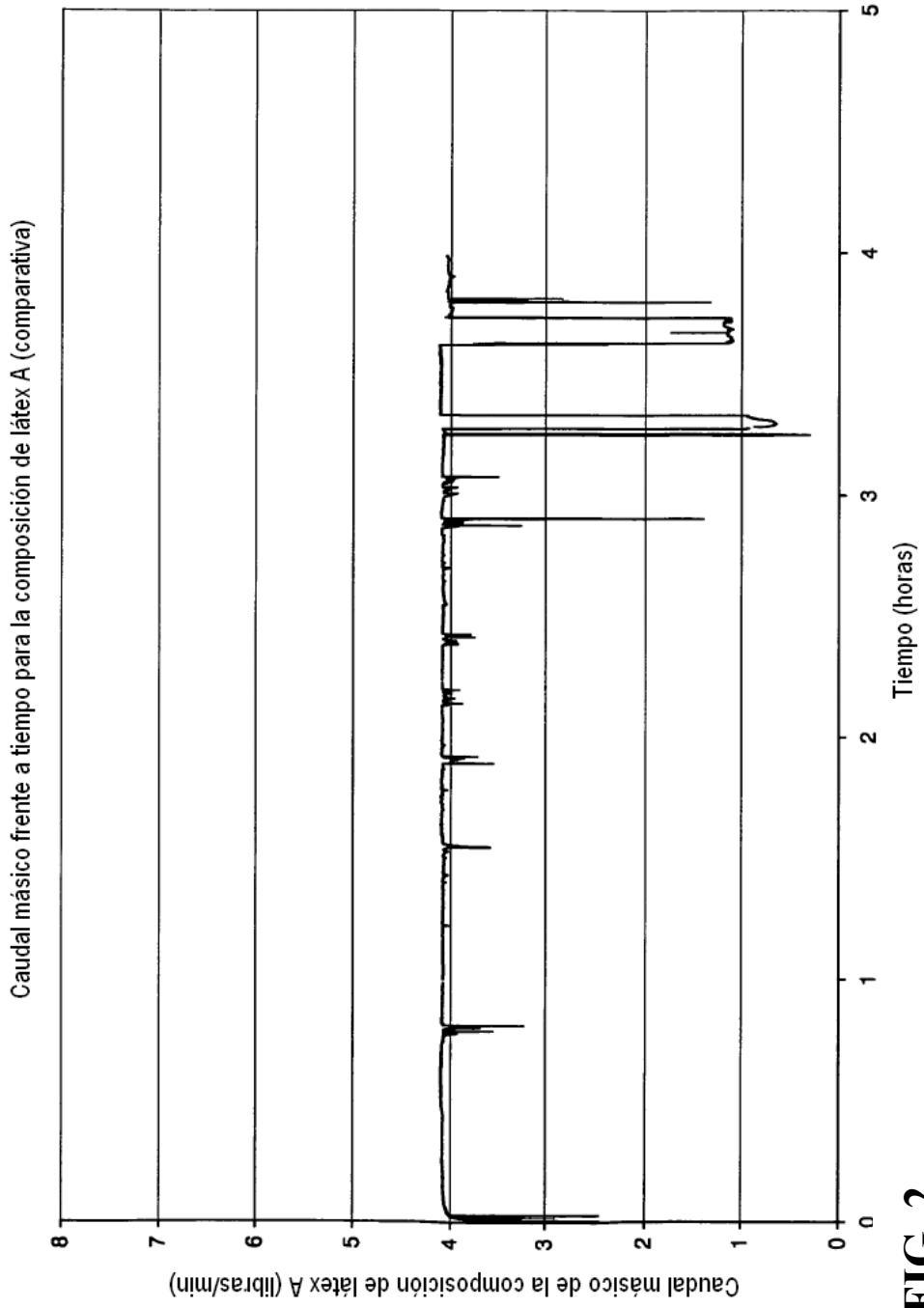


FIG. 1





**FIG. 2**

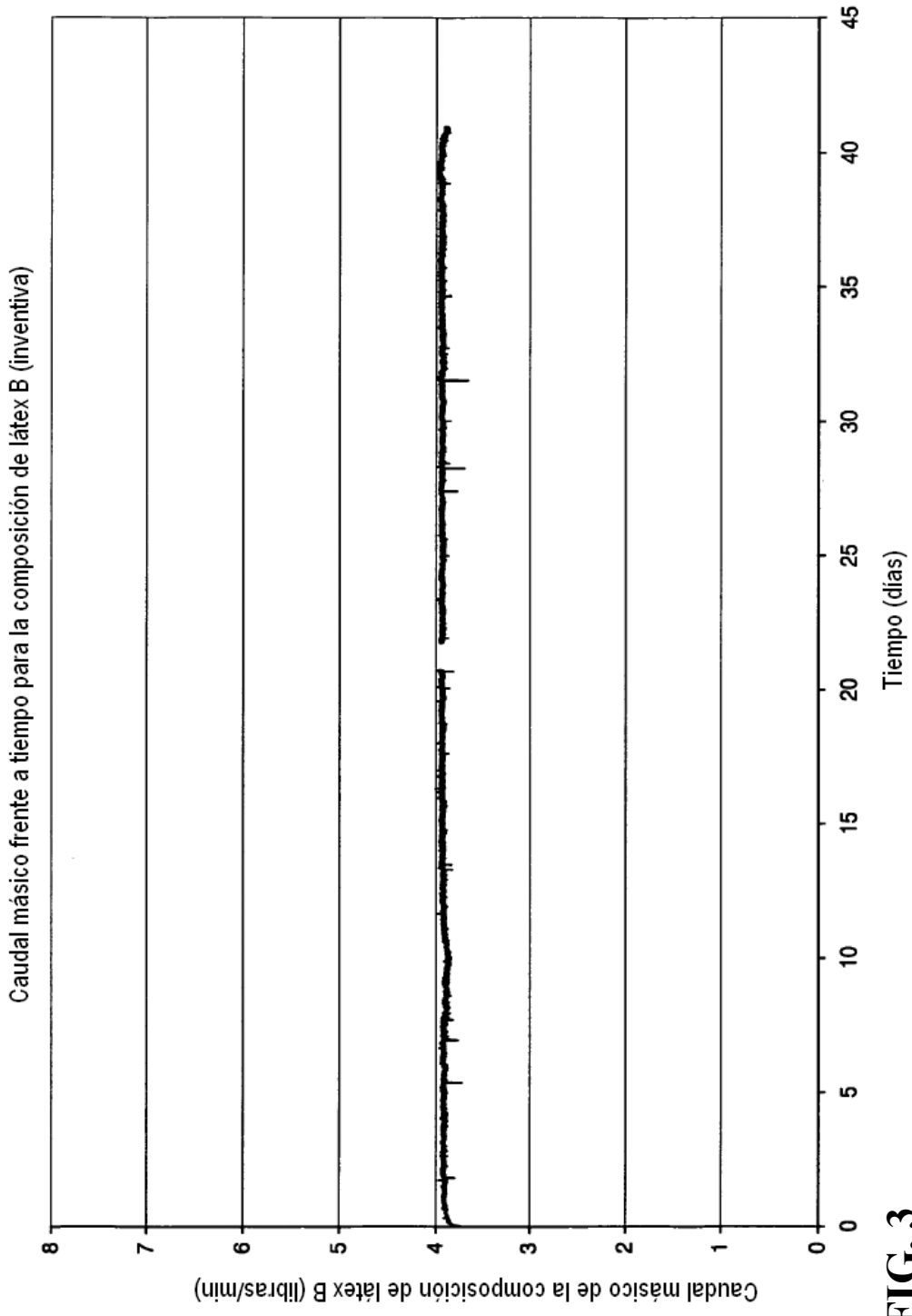


FIG. 3