

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA



Organización y
Digitalización CSA Ltda



Delegatura de Propiedad Industrial

División de Nuevas Creaciones

PCT

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION



08-105188

EXPEDIENTE No.

TÍTULO

MEJORA DE FLUJO POZO ABAJO

CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

SOLICITANTE

CONOCOPHILLIPS COMPANY

DOMICILIO

HOUSTON, TEXAS, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

APODERADO

EMILIO FERRERO

C.C. 438.019 de Usaquén

BOGOTÁ, D. C.,

202299



PETITORIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-105188- -00000-0000

Fecha 2003-10-02 16:40:21 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTEIYII Eje: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACIÓN Folios: 137

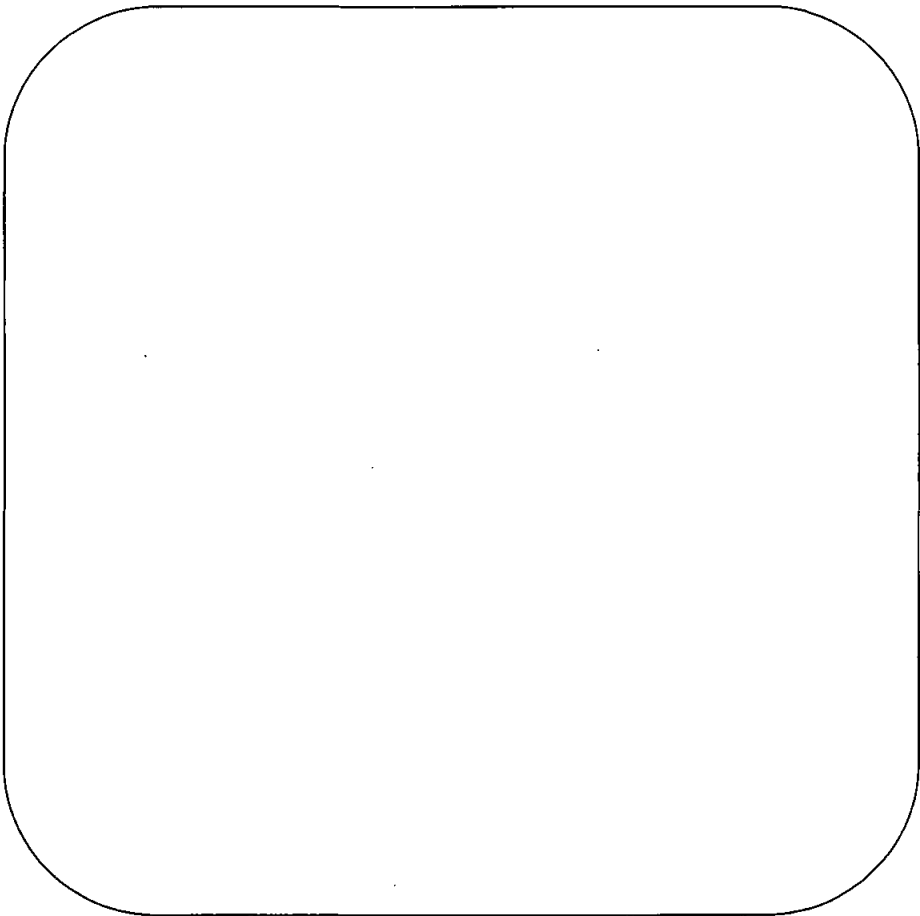
FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL 8 ene 2004

1 SOLICITUD DE:	
☒ Patente de Invención.	☐ Patente de Modelo de Utilidad.
☒ Capítulo I.	☐ Capítulo II.
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: CONOCOPHILLIPS COMPANY sociedad constituida y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América. Dirección: 600 North Dairy Ashford, Houston, Texas 77079, Estados Unidos de América Domicilio: Houston, Texas, Estados Unidos de América IDENTIFICACIÓN C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: EMILIO FERRERO Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 211 86 50 E-mail: clientes@cavelier.com Domicilio: Bogotá, Colombia. IDENTIFICACIÓN C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número <u>438.019</u> T.P <u>31.929</u>
4 INVENTOR (ES) (72)	1. William F. HARRIS 130, Elmwood Avenue, Ponca City, Oklahoma 74601, Estados Unidos de América 2. Mark D. EWEN 608E. 10 ½ Street, Houston, Texas 77008, Estados Unidos de América 3. Timothy L. BURDEN 2400 Chapel Hill, Ponca City, Oklahoma 74601, Estados Unidos de América 4. Stuart N. MILLIGAN 78 Overcrest Road, Ponca City, Oklahoma 74601, Estados Unidos de América 5. Kenneth W. SMITH 302 N. Main Street, Tonkawa, Oklahoma 74653, Estados Unidos de América 6. Ray L. JOHNSTON 800 Michael Lane, Ponca City, Oklahoma 74604, Estados Unidos de América 7. Vincent S. ANDERSON 2837 Indian Hills Road, Ponca City, Oklahoma 74604, Estados Unidos de América
5 PCT (86) Solicitud Internacional No. <u>PCT/US2007/070329</u> Fecha: <u>4 de junio de 2007</u> Publicación Internacional No. <u>WO 2007/146644 A2</u> Fecha: <u>21 de diciembre de 2007</u>	
6 Título (54) <u>MEJORA DE FLUJO POZO ABAJO</u>	

7 Clasificación Internacional (51) <u>E21B 043/022</u>			
8 Prioridad SI ☒ NO ☐	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
	<u>US</u>	8 de junio de 2006	<u>11/422,922</u>
9 Comprobante de pago No.: <u>08-73,487</u>		Fecha: <u>15 de septiembre de 2008</u>	
10 Anexos: ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 501.000.oo. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. ☒ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica. ☒ Poderes, si fuere el caso. ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante. ☐ Declaraciones. ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos) ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos) ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA. ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA. ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso. ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas. ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico. ☐ Arte final 12x12 ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud. ☒ Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS			

11

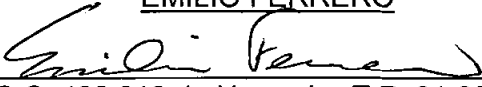
FIGURA CARACTERÍSTICA



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: EMILIO FERRERO

FIRMA : 
C.C. 438.019 de Usaquén T.P. 31.929

SCT

4

DOCUMENTOS ANEXOS

1. ☒ Publicación Internacional WO 2007/146644 A2

Descripción:

Páginas 36 en el idioma original

Páginas 52 en español

Reivindicaciones: Número (s) 38

Figuras: Número (s) 12

2. ☒ Extracto de publicación.

**NO SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA FASE
INTERNACIONAL**



13955
2498

NO
5

The State of Texas

Secretary of State

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. Country: United States of America

This public document

2. has been signed by

PATRICIA M FREASIER

3. acting in the capacity of

Notary Public, State of Texas

4. and bears the seal/stamp of

PATRICIA M FREASIER, Notary Public, State
of Texas, Commission Expires: 08-29-07

CERTIFIED

5. at Austin, Texas

6. on December 30, 2003

7. by the Secretary of State of Texas

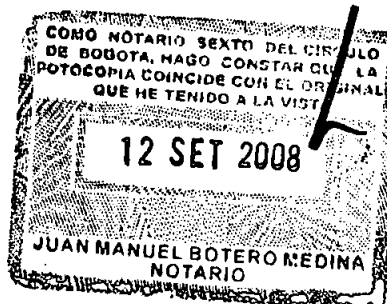
8. Certificate No. N-380295

9. Seal

10. Signature:



Geoffrey S. Connor
Secretary of State
ST/VA



REPRESENTACION Y PODER

Yo (nosotros), abajo firmado (s)/I (we), the undersigned

CONOCOPHILLIPS COMPANY

domiciliado (s) en/or 600 North Dairy Ashford,

Houston, Texas 77079, U.S.A.

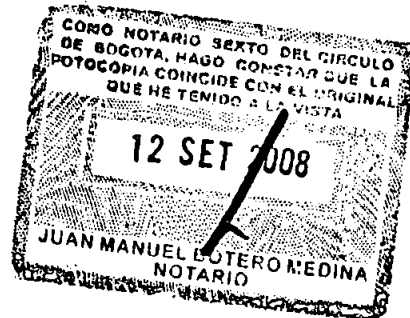
por el presente nombramos a EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 y GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciliados en la Carrera 4a N° 72-35; Bogotá, Colombia, en obediencia a lo dispuesto en el parágrafo 1o del Artículo 543 del Código de Comercio, el primero como principal y los demás como suplentes, en su orden, como mis (nuestros) representantes en todos los asuntos de propiedad industrial con facultad para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales. El primer representante suplente reemplazará al principal en caso de ausencia o impedimento temporal o definitivo de aquél. La misma regla se aplicará cuando el segundo representante suplente haya de reemplazar al primero, o el tercero al segundo. En tales casos, el representante principal, o el primero, o segundo suplente, en su caso, o ambos, declararán su intención de no ejercer la representación mediante declaración autenticada por Notario Público en Colombia, o por Notario u otro Funcionario Público, o Cónsul de Colombia, en el extranjero; y si se tratare de impedimento, con el certificado respectivo. Si alguno de los nombrados faltare definitivamente, el siguiente tomará su lugar. Cuando cesare la ausencia o impedimento del representante principal, o de su primero o segundo suplentes, en su caso, podrán ejercer la representación, en su orden, uno u otros según el caso, asumiéndola por el solo hecho de ejercerla, cesando en ese momento el ejercicio de la representación por el primero, segundo o tercer suplente en su caso. Además, confiero (conferimos) poder a los abogados arriba nombrados, para obtener la protección de mi (nuestra) propiedad industrial y contra la competencia desleal, a cuyo efecto autorizo (amos) a los dichos apoderados para que me (nos) representen ante cualesquiera entidades o personas, ejerzan o no jurisdicción, especialmente ante las del orden administrativo, contencioso-administrativo y judicial, así como los tribunales de arbitramento, en todo lo concerniente a los siguientes asuntos: a) Obtención de patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales; el registro de marcas de fábrica, colectivas, defensivas, de servicio, lemas comerciales, nombres comerciales, enseñas, nombres de dominio, variedades vegetales y denominaciones de origen; su renovación, traspaso, cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria; y el registro de licencias de uso de esos derechos; b) Las acciones de competencia desleal, protección del consumidor, oposiciones u observaciones, cancelación administrativa y judicial, nulidad, medidas cautelares, concesión de licencias, la tutela, la protección de secretos industriales, y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso-administrativos relacionados con

Representación y Poder con autenticación notarial y Apostille para patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, marcas de fábrica, nombres comerciales, enseñas, nombres de dominio, lemas comerciales, licencias.

Representation and Power-of-Attorney with notarial authentication and Apostille for patents, utility models, industrial designs, trademarks, commercial names, trade emblems, domain names, slogans, licenses.

REPRESENTATION AND POWER-OF-ATTORNEY

in due compliance with the terms of paragraph 1st. of article 543 of the Commercial Code, do hereby appoint EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 and GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciled at Carrera 4a N° 72 35, Bogotá, Colombia, the first as principal and the others as alternates, in the order of their appointment, as our representatives for all industrial property matters with faculty to receive notifications and to appoint attorneys in and out of Court. The first alternate shall replace the principal in case of his absence or of temporal or definitive impediment. The same rule will apply when the second alternate representative is to replace the first one, or when the third is to replace the first or second alternates in their turn, or both of them, second. In such cases, the principal representative, or the first or second alternates in their turn, or both of them, shall state their intention not to act as representatives through a declaration given before a Notary Public in Colombia, or before a Notary or another Public Official or a Colombian Consul abroad; and in case of impediment, the appropriate certificate shall suffice. If any of the appointees were to be definitely absent, the following alternate shall take his place. When the absence or impediment of the principal representative, or of the first or second alternate in their turn ceases, the representation can be taken again in their sequence, by the principal, the first or second alternate depending on case, and the mere fact or its exercise will suffice. The exercise of the representation by the first, second or third alternates in their turn shall end at such time. In addition, we grant a Power of Attorney in favor of the above named attorneys at law so that they may obtain the protection of my (our) industrial property and against the unfair competition, for which purpose I (we) authorize the said attorneys to represent me (us) before any authorities or persons, with or without jurisdiction, specially those administrative, administrative contentious and judicial, as well as before Arbitration Court, in all matters concerning the following: a) Obtainment of patents, utility models and industrial designs; the registration of trademarks, collective, defensive and service marks, slogans, commercial names, trade emblems, domain names, vegetal varieties and denominations of origin; its renewal, assignment, change of name or domicile, voluntary cancellation; and the registration of licenses of use of the above rights; b) Actions of unfair competition, protection to the consumer, oppositions or observations, administrative or Court cancellation, nullity, infringement, granting of licenses, the action for writ mandamus, the protection of trade secrets, and in general the civil, penal, and administrative suits relating to those rights; actions and suits



estos derechos, acciones y procesos que promovamos o se nos promuevan. Y para que en todos los asuntos arriba determinados, puedan sustituir este mandato, transigir, conciliar, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

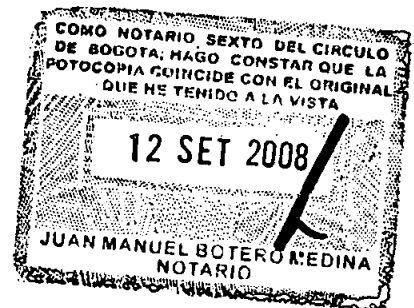
instituted by me (us) or against me (us). And that in all the above matters they may substitute this Power of Attorney, compromise, conciliate, admit the facts of the case, desist, cancel, receive, resign, and ratify acts done by representatives without a power of attorney.

Dado y firmado hoy/Given and signed this 8th day of December, 2003

en/in Houston, Texas USA

por/by Michael A. Gist, Assistant Secretary

Firma Michael A. Gist Signature



CERTIFICACIÓN NOTARIAL (INDIVIDUO)

A los _____ días del mes de _____
de 200__ ante mí, Notario Público o Funcionario Autorizado
de _____
compareció(eron) personalmente _____

a quien(es) doy fe de conocer y me consta que es(son) la(s)
persona(s) firmante(s) del documento que precede, y quien(es)
tiene(n) capacidad legal para otorgarlo

Notario Público o Funcionario Autorizado -- Notary Public or Attesting Official

CERTIFICACIÓN NOTARIAL (SOCIEDAD)

Hoy 8 de Diciembre de 2003
Compareció(eron) ante mí
Michael A. GIST

quien(es) conozco personalmente y que firma(n) este
documento en representación de la Sociedad/compañía
denominada CONOCOPHILLIPS COMPANY

Certifico:

1. Que he visto los siguientes documentos:*
Artículos de constitución de Conoco
Phillips Company fechados en Agosto
30, 2002.
2. Que dichos documentos prueban lo siguiente:

2.1. Que CONOCOPHILLIPS COMPANY

es una Sociedad/Compañía legalmente constituida y existente
de acuerdo con las leyes de Delaware, E.U.A.

2.2. Que el domicilio de dicha Sociedad/Compañía es _____
600 North Dairy Ashford,
Houston, Texas 77079, E.U.A.

2.3. Que el objeto u objetos para los cuales se otorga el presente
poder están comprendidos dentro del objeto social de la
mencionada Sociedad/Compañía.

2.4. Que el(los) Sr.(Sres.) Michael A. GIST

está autorizado(s) para otorgar el presente Poder.

Ciudad HOUSTON

Estado TEXAS

Hoy 8 de diciembre de 2003

Notario Público o Funcionario Autorizado -- Notary Public or Attesting Official

* Los documentos deben identificarse con fecha y origen

© CAVELIER ABOGADOS
WPP00E01-181 (MINUTA N°12.1.1.2.6 USA)

NOTARIAL CERTIFICATION (INDIVIDUAL)

On this _____ day of _____
200__ before me, a Notary Public or Attesting Official of _____
personally appeared _____

to me known, and known to me to be the person(s) who
executed that foregoing document, and who has(have) legal
capacity to execute it.

NOTARIAL CERTIFICATION (CORPORATION)

On this 8th day of December 2003
appeared before me
Michael A. Gist

who(m) I know personally and who(m) signed this document as
representative(s) of the Corporation/Company named _____
CONOCOPHILLIPS COMPANY

I certify:

1. That I have seen the following documents:*
Articles of Incorporation of ConocoPhillips
Company dated August 30, 2002
2. That the above documents duly prove the following:

2.1. That CONOCOPHILLIPS COMPANY

is a Corporation/Company legally constituted and in existence
in accordance with the laws
of Delaware, USA

2.2. That the domicile of said Corporation/Company is _____
600 North Dairy Ashford,
Houston, Texas 77079, U.S.A.

2.3. That the purpose or purposes for which the present Power
of Attorney is granted are comprised within the corporation
purposes set forth in the charter of the mentioned
Corporation/Company.

2.4. That Mr.(Messrs.) Michael A. Gist

is(are) authorized to grant the present Power of Attorney.

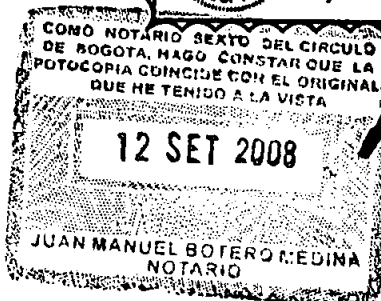
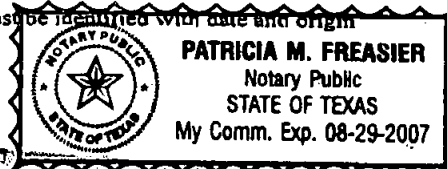
City Houston

State Texas

This 8th day of December 2003

Patricia M. Freasier

* Documents must be identified with date and origin



TRADUCCIÓN OFICIAL 011/2004 DE UN DOCUMENTO ESCRITO EN INGLÉS Y EN ESPAÑOL, REALIZADA POR EDUARDO CALADO NOGUERA, TRADUCTOR OFICIAL APROBADO POR RESOLUCIÓN 541 DEL 27 DE FEBRERO DE 1976 POR EL MINISTERIO DE JUSTICIA Y DEBIDAMENTE REGISTRADO ANTE EL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Y MEDIANTE EL CUAL CONOCOPHILLIPS COMPANY, EMPRESA DOMICILIADA EN 600 NORTH DAIRY ASHFORD, HOUSTON, TEXAS 77079, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA OTORGA PODER A EMILIO FERRERO, TPA 31929, GONZALO PERDOMO, TPA 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ TPA 23555 Y A GERMÁN CAVELIER, TPA 832. EXPEDIDO Y FIRMADO HOY 8 DE DICIEMBRE DE 2003 EN HOUSTON, TEXAS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA POR MICHAEL A. GIST, SUBSECRETARIO. FIRMADO: MICHAEL GIST

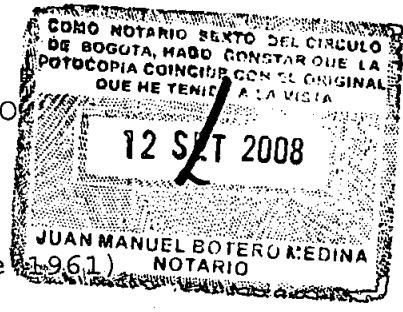
CERTIFICADO NOTARIAL EN INGLES Y EN ESPAÑOL POR EL CUAL SE CERTIFICA LA COMPARECENCIA DE MICHAEL GIST PARA FIRMAR EL PODER ARRIBA CITADO A NOMBRE DE CONOCOPHILLIPS COMPANY Y PARA CERTIFICAR LA EXISTENCIA LEGAL, EL DOMICILIO DE DICHA EMPRESA Y LA CAPACIDAD DE MICHAEL A. GIST PARA COMPROMETER A DICHA FIRMA. HOUSTON, TEXAS, 8 DE DICIEMBRE DE 2003. FIRMADO: PATRICIA M. FREASIER. SELLO: PATRICIA M. FREASIER, NOTARIO PÚBLICO, ESTADO DE TEXAS. MI CARGO VENCE EL 29 DE AGOSTO DE 2007.

ESTADO DE TEXAS
SECRETARÍA DE ESTADO

APOSTILLA:

(Convención de La Haya del 5 de octubre de 1961)

- 1. Estados Unidos de América
- Este documento público
- 2. ha sido firmado por PATRICIA M FREASIER



3. quien actúa en su calidad de NOTARIO PÚBLICO, ESTADO DE TEXAS

4. lleva el sello de PATRICIA M FREASIER, NOTARIO PÚBLICO, ESTADO DE TEXAS, CARGO VENCE EL 29 DE AGOSTO DE 2007

CERTIFICADO

5. en AUSTIN, TEXAS

6. el 30 de diciembre de 2003

7. por el Secretario de estado de Texas

8. Certificado N-380295

9. Sello:

El estado de Texas

Firma: Goeffrey S. Connor, secretario de estado

COLO-13953-704-001-2

WPCL002G ID 5268

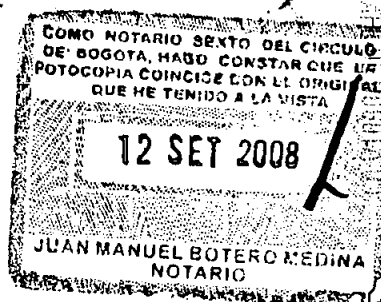
Bogotá, 21 de enero de 2004.

Eduardo Caludo N.

Eduardo Caludo Noguera
TRADUCTOR OFICIAL
 INGLES - ESPAÑOL, INGLÉS
 Res. 541 Febrero de 1996

406672
Eduardo Caludo
 CURATELA NOTARIAL DEL
 DOMINIO TERRITORIAL
 LAS FUENTES

MINISTERIO DE JUSTICIA
 DEPARTAMENTO DE JUSTICIA
 SECCIÓN DE NOTARÍA

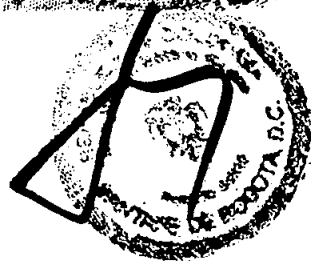


2004 JUN 22 P 12:49

SE ASE
 SECCION DE NOTARIA DEL TEXAS

COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO DE SANTA FE DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE LA(S) FIRMA(S) DE Pedro Calvo
Noguera
COINCIDE CON LA FIRMA REGISTRADA POR EL(LOS) EN ESTA NOTARIA SANTA FE DE BOGOTA, 22 ENE 2004

BODEX JURIS CIVILIS



COMO NOTARIO SEXTO DEL CIRCULO DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE LA FOTOCOPIA COINCIDE CON EL ORIGINAL QUE HE TENIDO A LA VISTA

12 SET 2008

SAN MANUEL BOTERO MEDINA
NOTARIO

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
21 December 2007 (21.12.2007)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2007/146644 A2

(51) International Patent Classification:
E21B 43/22 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2007/070329

(22) International Filing Date: 4 June 2007 (04.06.2007)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
11/422,922 8 June 2006 (08.06.2006) US

(71) Applicant (for all designated States except US): **CONO-COPHILLIPS COMPANY** [US/US]; 600 North Dairy Ashford, Houston, TX 77079 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **HARRIS, William, F.** [US/US]; 130 Elmwood Avenue, Ponca City, OK 74601 (US). **EWEN, Mark, D.** [CA/US]; 4210 Forthlin, Katy, TX 77494 (US). **BURDEN, Timothy, L.** [US/US]; 2400 Chapel Hill, Ponca City, OK 74601 (US). **MILLIGAN, Stuart, N.** [US/US]; 78 Overcrest Road, Ponca City, OK 74601 (US). **SMITH, Kenneth, W.** [US/US]; 302 N. Main Street, Tonkawa, OK 74653 (US). **JOHNSTON, Ray, L.** [US/US]; 800 Michael Lane, Ponca City, OK 74604 (US). **ANDERSON, Vincent, S.** [US/US]; 2837 Indian Hills Road, Ponca City, OK 74604 (US).

(74) Agent: **KELLY, Kameron, D.**; Hovey Williams LLP, 2405 Grand Boulevard, Kansas City, MO 64108 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii))
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii))

Published:

- without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: DOWNHOLE FLOW IMPROVEMENT

(57) Abstract: A system for reducing pressure drop associated with turbulent fluid flow through conduits located in remote locations (e.g., deep under ground and/or deep under sea). Such reduction in pressure drop is accomplished by transporting a drag reducer through a long conduit of small diameter and thereafter injecting the drag reducer into a host fluid at the remote location, to make a treated fluid. The treated fluid is then extracted from the remote location via a production/transportation conduit. The presence of the drag reducer in the treated fluid reduces pressure drop associated with flow through the production/transportation conduit.

WO 2007/146644 A2

12

DOWNHOLE FLOW IMPROVEMENT

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

5 The present invention relates generally to systems for producing fluids from subterranean formations. In another aspect, the invention involves downhole introduction of a drag reducer into a hydrocarbon-containing host fluid (e.g., crude oil) produced from a subterranean formation.

2. Description of the Prior Art

10 A variety of drag reducers have been used in the past to reduce pressure loss associated with turbulent flow of a fluid through a pipeline. Ultra-high molecular weight polymers are known to function well as drag reducers. In general, increasing the molecular weight and concentration of the polymer in the drag reducer increases the effectiveness of the drag reducer, with the limitation that the polymer must be capable of
15 dissolving into the host fluid. However, drag reducers containing large concentrations of high molecular weight polymers generally can not be transported through small lines over large distances because the high viscosity of such drag reducers requires unacceptably high line pressures and/or the polymer particle size of such drag reducers can cause the lines to plug. Thus, drag reducers have not been delivered to remote (e.g.,
20 subsea and/or downhole) locations because economical delivery to such remote locations typically requires passage through long conduits having small diameters.

SUMMARY OF THE INVENTION

In one embodiment of the present invention, there is provided a method that
25 includes the step of introducing a drag reducer into a host fluid at an injection point located at least about 500 feet below ground surface.

In another embodiment of the present invention, there is provided a method of producing a hydrocarbon-containing fluid from a subterranean formation. The method includes the following steps: (a) transporting a latex drag reducer downwardly to an
30 injection point located at least about 500 feet below ground surface; (b) introducing said latex drag reducer into said hydrocarbon-containing fluid at said injection point to

13

thereby form a treated fluid comprising said latex drag reducer and said hydrocarbon-containing fluid; and (c) transporting at least a portion of said treated fluid upwardly toward the ground surface.

In yet another embodiment of the present invention, there is provided a
5 production system for extracting a fluid from a subterranean formation. The production system generally comprises a well and an additive injection system. The well includes production tubing extending into the subterranean formation. The additive injection system includes an additive source and an additive passageway. The additive source contains an additive comprising a drag reducer. The additive passageway extends into
10 the subterranean formation and is operable to transport the additive. The additive passageway includes a discharge opening for discharging at least a portion of the additive out of the passageway. The discharge opening is located at least about 500 feet below ground.

15 BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWING FIGURES

A preferred embodiment of the present invention is described in detail below with reference to the attached drawing figures, wherein:

FIG. 1 is a simplified depiction of a well used to produce a fluid from a subterranean formation, where the well is equipped with a treater string for introducing
20 one or more additives (including a drag reducer) into the produced fluid prior to transporting the fluid to the ground surface;

FIG. 2 is a simplified depiction of a production well equipped with a gas-lift valve that permits additives (including a drag reducer) to flow downwardly in the annulus between the casing and the production tubing of the well;

25 FIG.3 is a simplified depiction of an offshore production system including a plurality of subsea wells connected to a common production manifold which is tied back to an offshore platform via a subsea flowline, particularly illustrating an umbilical line running from the offshore platform to the production manifold;

FIG. 4 is a partial cut-away view of an umbilical line, particularly illustrating the
30 various electrical and fluid conduits contained in the umbilical line;

FIG. 5 is a schematic diagram of an Engineering Loop Re-circulation Test apparatus used to measure the effectiveness of drag reducers;

FIG. 6 is a schematic illustration of a test apparatus used to perform dissolution rate tests on various drag reducers;

5 FIG. 7 is an isometric view of the stirrer employed in the dissolution rate tests;

FIG. 8 is a top view of the stirrer employed in the dissolution rate tests;

FIG. 9 is a side view of the stirrer employed in the dissolution rate tests;

FIG. 10 is a graph showing the effect that modification of the initial latex has on the hydrocarbon dissolution rate constant of the drag reducer over a range of
10 temperatures;

FIG. 11 is a graph of the dissolution rate constant for various drag reducer formulations over a range of temperatures; and

FIG. 12 is a plot of the drag reduction in the Engineering Loop Re-circulation Test apparatus using various drag reducing materials.

15

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

Referring initially to FIG. 1, there is illustrated a production well 20 that is operable to extract one or more production fluids 24 from a subterranean formation 22. In one embodiment of the present invention, production fluid 24 contains at least one
20 hydrocarbon-containing fluid such as, for example, crude oil and/or natural gas. For example, production fluid 24 can contain at least about 10, at least about 25, or at least 50 weight percent crude oil.

Well 20 generally includes an outer casing 26 and an inner production tubing 28 extending downwardly from the ground surface 30 into subterranean formation 22.
25 Casing 26 can have a plurality of perforations 32 located near the deposit of production fluid 24. During operation of production well 20, production fluid 24 flows from subterranean formation 22, through perforations 32, and into casing 28, from which it can be extracted via production tubing 28.

In accordance with one embodiment of the present invention, well 20 is equipped
30 with a downhole additive injection system 34 that is operable to introduce an additive 36 into production fluid 24 at a location below ground surface 30. Additive 36 contains a

drag reducer, which will be described in detail below. For example, additive 36 can contain at least about 10, at least about 50, at least about 75, or at least 90 weight percent drag reducer. In one embodiment, additive 36 consists essentially of the drag reducer alone. In another embodiment, additive 36 contains the drag reducer in combination
5 with one or more conventional flow assurance chemicals. Typical flow assurance chemicals include, but are not limited to, hydrate inhibitors, corrosion inhibitors, paraffin inhibitors, scale inhibitors, biocides, demulsifiers, hydrogen sulfide scavengers, oxygen scavengers, water treatments, and asphaltene inhibitors. In one embodiment, additive 36 comprises in the range of from about 5 to about 75 weight percent of solid polymer
10 particles, or in the range of from about 10 to about 60 weight percent of solid polymer particles, or in the range of from 15 to 45 weight percent of solid polymer particles. When additive 36 is introduced into production fluid 24, at least about 50 weight percent, at least about 75 weight percent, or at least 95 weight percent of the solid polymer particles are dissolved by production fluid 24. The amount of drag reducer injected can
15 be expressed in terms of concentration of drag-reducing polymer in the hydrocarbon-containing liquid component of the produced fluid. The concentration of the drag-reducing polymer in the hydrocarbon-containing liquid component can be in the range of from about 0.1 to about 100 ppmw, or in the range of from about 0.5 to about 50 ppmw, or in the range of from about 1 to about 20 ppmw, or in the range of from 1 to 5 ppmw.

20 Additive injection system 34 generally includes at least one additive source 38, an additive pump 40, and an additive injection conduit 42. Injection conduit 42 extends downwardly through a passageway (e.g., an annulus) defined between casing 26 and tubing 28. Injection conduit 42 includes at least one outlet 44 for discharging additive 36 into production fluid 24. In the embodiment illustrated in FIG. 1, additive 36 is
25 introduced into production fluid 24 at an injection location inside casing 26 and outside tubing 28. Alternatively or additionally, additive 36 can be introduced into production fluid 24 outside casing 26 and/or inside tubing 28.

After additive 36 has been discharged into production fluid 24, the resulting combined/treated fluid 46 is transported upwardly through production tubing 28 to or
30 near ground surface 30. When the natural pressure of production fluid 24 in subterranean formation 22 is insufficient to cause treated fluid 46 to flow upwardly

through production tubing 28 to or near ground surface 30, an extraction means 48 is employed to pump treated fluid 46 upwardly through production tubing 28. In practice, extraction means 48 can take on a variety of forms known to those skilled in the art, including a downhole pump or a gas lift.

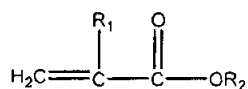
5 After being brought to or near ground surface 30, treated fluid 46 can then be transported via pipeline 50. FIG. 1 depicts pipeline 50 as being an above-ground pipeline. Alternatively, pipeline 50 can be a buried pipeline. Treated fluid 46 can be transported in pipeline 50 for a distance of at least about 1 mile, at least about 10 miles, or at least 100 miles. Since treated fluid 46 contains a drag reducer, the pressure drop
10 associated with the flow of treated fluid 46 through production tubing 28 and pipeline 50 is reduced relative to the pressure drop that would be associated with the flow of the untreated production fluid 24.

In one embodiment of the present invention, at least a portion of additive 36 is introduced into production fluid 24 at an injection location that is a substantial distance
15 below ground surface 30. For example, the injection location can be at least about 500 feet, at least about 1,000 feet, or at least 2,000 feet below ground surface. Thus, injection conduit 42 can have a length of at least about 500 feet, at least about 1,000 feet, or at least 2,000 feet. The average inside diameter of injection conduit 42 can be about 2.5 inches or less, about 1 inch or less, about 0.5 inches or less, or even 0.25 inches or
20 less.

In one embodiment of the present invention, the downhole additive can include a drag reducer that is capable of being transported via a long injection conduit having a small diameter. The drag reducer employed in the present invention can be a latex drag reducer comprising a high molecular weight polymer dispersed in an aqueous continuous
25 phase. The polymer of the latex drag reducer can be prepared via emulsion polymerization of a reaction mixture comprising one or more monomers, a continuous phase, at least one surfactant, and an initiation system. The continuous phase generally comprises at least one component selected from the group consisting of water, polar organic liquids, and mixtures thereof. When water is the selected constituent of the
30 continuous phase, the reaction mixture can also comprise at least one of a solvent and buffer.

The monomer used in formation of the high molecular weight polymer can include, but is not limited to, one or more of the monomers selected from the group consisting of:

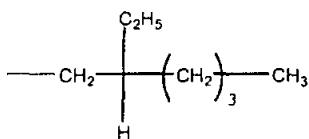
5 (A)



wherein R_1 is H or a C1-C10 alkyl radical, more preferably R_1 is H, CH_3 , or C_2H_5 , and
 10 R_2 is H or a C1-C30 alkyl radical, more preferably R_2 is a C4-C18 alkyl radical, and is most preferably represented by formula (i) as follows

(i)

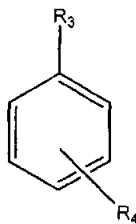
15



;

20

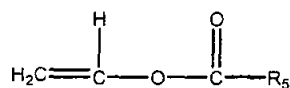
(B)



wherein R_3 is $\text{CH}=\text{CH}_2$ or $\text{CH}_3\text{---C}=\text{CH}_2$ and R_4 is H or a C1-C30 alkyl radical, more
 25 preferably R_4 is H or a C4-C18 alkyl radical, a phenyl ring with 0-5 substituents, a naphthyl ring with 0-7 substituents, or a pyridyl ring with 0-4 substituents;

(C)

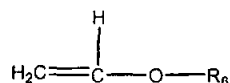
30



18.

wherein R_5 is H or a C1-C30 alkyl radical, and preferably R_5 is a C4-C18 alkyl radical;

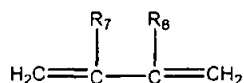
(D)



5

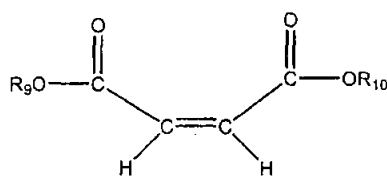
wherein R_6 is H or a C1-C30 alkyl radical, preferably R_6 is a C4-C18 alkyl radical;

10 (E)



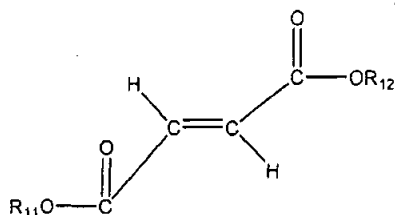
wherein R_7 is H or a C1-C18 alkyl radical, more preferably R_7 is H or a C1-C6 alkyl radical, and R_8 is H or a C1-C18 alkyl radical, more preferably R_8 is H or a C1-C6 alkyl radical, and most preferably R_8 is H or CH_3 , also, the H_2 's on the 1 and 4 carbons depicted above could be replaced by C1-C18 alkyl radicals or C1-C6 alkyl radicals;

20 (F) maleates such as



25 wherein R_9 and R_{10} are independently H, C1-C30 alkyl, aryl, cycloalkyl, or heterocyclic radicals;

(G) fumarates such as

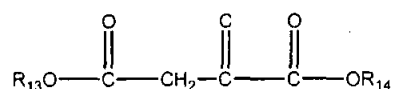


30

wherein R_{11} and R_{12} are independently H, C1-C30 alkyl, aryl, cycloalkyl, or heterocyclic radicals;

5

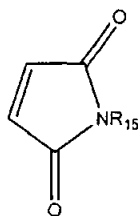
(H) itaconates such as



10

wherein R_{13} and R_{14} are independently H, C1-C30 alkyl, aryl, cycloalkyl, or heterocyclic radicals;

15 (I) maleimides such as



20

wherein R_{15} is H, a C1-C30 alkyl, aryl, cycloalkyl, or heterocyclic radical.

In one embodiment, monomers of formula (A) are preferred, especially methacrylate monomers of formula (A), and most especially 2-ethylhexyl methacrylate monomers of formula (A).

25 The surfactant used in the reaction mixture can include at least one high HLB anionic or nonionic surfactant. The term "HLB number" refers to the hydrophile-lipophile balance of a surfactant in an emulsion. The HLB number is determined by the method described by W.C. Griffin in *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 1, 311 (1949) and *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 5, 249 (1954), which is incorporated by reference herein. As used
30 herein, "high HLB" shall denote an HLB number of 7 or more. The HLB number of

surfactants for use with forming the reaction mixture can be at least about 8, about 10, or 12.

Exemplary high HLB anionic surfactants include high HLB alkyl sulfates, alkyl ether sulfates, dialkyl sulfosuccinates, alkyl phosphates, alkyl aryl sulfonates, and sarcosinates. Commercial examples of high HLB anionic surfactants include sodium lauryl sulfate (available as RHODAPONTM LSB from Rhodia Incorporated, Cranbury, NJ), dioctyl sodium sulfosuccinate (available as AEROSOLTM OT from Cytec Industries, Inc., West Paterson, NJ), 2-ethylhexyl polyphosphate sodium salt (available from Jarchem Industries Inc., Newark, NJ), sodium dodecylbenzene sulfonate (available as NORFOXTM 40 from Norman, Fox & Co., Vernon, CA), and sodium lauroylsarcosinic (available as HAMPOSYLTM L-30 from Hampshire Chemical Corp., Lexington, MA).

Exemplary high HLB nonionic surfactants include high HLB sorbitan esters, PEG fatty acid esters, ethoxylated glycerine esters, ethoxylated fatty amines, ethoxylated sorbitan esters, block ethylene oxide/propylene oxide surfactants, alcohol/fatty acid esters, ethoxylated alcohols, ethoxylated fatty acids, alkoxyated castor oils, glycerine esters, linear alcohol ethoxylates, and alkyl phenol ethoxylates. Commercial examples of high HLB nonionic surfactants include nonylphenoxy and octylphenoxy poly(ethyleneoxy) ethanols (available as the IGEPALTM CA and CO series, respectively from Rhodia, Cranbury, NJ), C8 to C18 ethoxylated primary alcohols (such as RHODASURFTM LA-9 from Rhodia Inc., Cranbury, NJ), C11 to C15 secondary-alcohol ethoxylates (available as the TERGITOLTM 15-S series, including 15-S-7, 15-S-9, 15-S-12, from Dow Chemical Company, Midland, MI), polyoxyethylene sorbitan fatty acid esters (available as the TWEENTM series of surfactants from Uniquema, Wilmington, DE), polyethylene oxide (25) oleyl ether (available as SIPONICTM Y-500-70 from Americal Alcolac Chemical Co., Baltimore, MD), alkylaryl polyether alcohols (available as the TRITONTM X series, including X-100, X-165, X-305, and X-405, from Dow Chemical Company, Midland, MI).

The initiation system for use in the reaction mixture can be any suitable system for generating free radicals necessary to facilitate emulsion polymerization. Possible initiators include persulfates (e.g., ammonium persulfate, sodium persulfate, potassium

persulfate), peroxy persulfates, and peroxides (e.g., tert-butyl hydroperoxide) used alone or in combination with one or more reducing components and/or accelerators. Possible reducing components include, but are not limited to, bisulfites, metabisulfites, ascorbic acid, erythorbic acid, and sodium formaldehyde sulfoxylate. Possible accelerators
5 include, but are not limited to, any composition containing a transition metal having two oxidation states such as, for example, ferrous sulfate and ferrous ammonium sulfate. Alternatively, known thermal and radiation initiation techniques can be employed to generate the free radicals.

When water is used to form the reaction mixture, the water can be a purified
10 water such as distilled or deionized water. However, the continuous phase of the emulsion can also comprise polar organic liquids or aqueous solutions of polar organic liquids, such as those listed below.

As previously noted, the reaction mixture optionally can include at least one solvent and/or a buffer. The at least one solvent can be an organic solvent such as a
15 hydrocarbon solvent (e.g., pentane, hexane, heptane, benzene, toluene, xylene), a halogenated solvent (e.g., carbon tetrachloride), a glycol (e.g., ethylene glycol, propylene glycol, glycerine), an ether (e.g., diethyl ether, diglyme, polyglycols, glycol ethers). In one embodiment, the solvent is a hydrocarbon solvent, such as toluene. The buffer can comprise any known buffer that is compatible with the initiation system such as, for
20 example, carbonate, phosphate, and/or borate buffers.

In forming the reaction mixture, the monomer, water, the at least one surfactant, and optionally the at least one solvent, can be combined under a substantially oxygen-free atmosphere that is maintained at less than about 1000 ppmw oxygen or less than about 100 ppmw oxygen. The oxygen-free atmosphere can be maintained by
25 continuously purging the reaction vessel with an inert gas such as nitrogen and/or argon. The temperature of the system can kept at a level from the freezing point of the continuous phase up to about 60°C, or from about 0°C to about 45°C, or from 0°C to 30°C. The system pressure can be maintained in the range of from about 5 to about 100 psia, or about 10 to about 25 psia, or about atmospheric. However, higher pressures up
30 to about 300 psia can be necessary to polymerize certain monomers, such as diolefins. Next, a buffer can be added, if required, followed by addition of the initiation system,

22

either all at once or over time. The polymerization reaction is carried out for a sufficient amount of time to achieve at least 90 percent conversion by weight of the monomers. Typically, this time period is in the range of from between about 1 to about 10 hours, or 3 to 5 hours. During polymerization, the reaction mixture can be continuously agitated.

5 The following table sets forth approximate broad and narrow ranges for the amounts of the ingredients present in the reaction mixture.

Ingredient	Broad Range	Narrow Range
Monomer (wt. % of entire reaction mixture)	10 - 60%	40 - 50%
Water (wt. % of entire reaction mixture)	20 - 80%	50 - 60%
Surfactant (wt. % of entire reaction mixture)	0.1 - 10%	0.25 - 6%
Initiation system		
Monomer:Initiator (molar ratio)	$1 \times 10^3:1 - 5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1 - 2 \times 10^6:1$
Monomer:Reducing Comp. (molar ratio)	$1 \times 10^3:1 - 5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1 - 2 \times 10^6:1$
Accelerator: Initiator (molar ratio)	0.01:1 - 10:1	0.01:1 - 1:1
Solvent	0 to twice the amount of the monomer	
Buffer	0 to amount necessary to reach pH of initiation (initiator dependent, typically between about 6.5-10)	

10 The emulsion polymerization reaction yields an initial latex composition comprising a dispersed phase of solid particles and a liquid continuous phase. The initial latex can be a stable colloidal dispersion comprising a dispersed phase of high molecular weight polymer particles and a continuous phase comprising water. The colloidal particles can form in the range of from about 10 to about 60 percent by weight of the
15 initial latex, or in the range of from 40 to 50 percent by weight of the initial latex. The continuous phase can comprise water, the at least one high HLB surfactant, the at least one solvent (if present), and buffer as needed. Water comprises in the range of from about 20 to about 80 percent by weight of the initial latex, or about 40 to about 60

percent by weight of the initial latex. The high HLB surfactant comprises in the range of from about 0.1 to about 10 percent by weight of the initial latex, or from 0.25 to 6 percent by weight of the initial latex. As noted in the table above, the buffer is present in an amount necessary to reach the pH required for initiation of the polymerization
5 reaction and is initiator dependent. Typically, the pH required to initiate a reaction is in the range of from 6.5 to 10.

The polymer of the dispersed phase can have a weight average molecular weight (M_w) of at least about 1×10^6 g/mol, or at least about 2×10^6 g/mol, or at least 5×10^6 g/mol. The colloidal particles can have a mean particle size of less than about 10
10 microns, less than about 1000 nm (1 micron), in the range of from about 10 to about 500 nm, or in the range of from 50 to 250 nm. At least about 95 percent by weight of the colloidal particles can be larger than about 10 nm and smaller than about 500 nm. At least about 95 percent by weight of the particles can be larger than about 25 nm and smaller than about 250 nm. The polymer of the dispersed phase can exhibit little or no
15 branching or crosslinking. The continuous phase can have a pH in the range of from about 4 to about 10, or from about 6 to about 8, and contains few if any multi-valent cations.

In order for the polymer to function as a drag reducer, the polymer should dissolve or be substantially solvated in the produced fluid (e.g., crude oil and/or water).
20 The efficacy of the high molecular weight polymer particles as drag reducers when added directly to the produced fluid is largely dependent upon the temperature of the produced fluid. For example, at lower temperatures, the polymer dissolves at a lower rate in the produced fluid, therefore, less drag reduction can be achieved. However, when the temperature of the produced fluid is above about 30°C, or above 40°C, the
25 polymer is more rapidly solvated and appreciable drag reduction is achieved. As shown in the examples below, it can be possible to achieve greater drag reduction at a greater range of temperatures by modifying the initial latex through the addition of a low HLB surfactant and/or a solvent. The resulting modified latex can be provided as a "one package" system wherein the drag reduction properties of the polymer are available to
30 the produced fluid stream in a much faster time period.

In accordance with one embodiment of the present invention, the initial latex can be modified to increase the dissolution rate of the polymer. Such modification can also provide a stable colloidal dispersion that will not significantly flocculate or agglomerate over time, thereby ensuring that the latex will not become fully broken or inverted. The modified latex can be formed by adding at least one low HLB surfactant and/or at least one solvent to the initial latex. In one embodiment, the initial latex can be modified with both a low HLB surfactant and a solvent. As used herein, "low HLB" shall denote an HLB number less than 7. The low HLB surfactant can have an HLB number of less than about 6, less than about 5, or in the range of from 1 to 4.

Exemplary suitable low HLB surfactants include low HLB sorbitan esters, PEG fatty acid esters, ethoxylated glycerine esters, ethoxylated fatty amines, ethoxylated sorbitan esters, block ethylene oxide/propylene oxide surfactants, alcohol/fatty acid esters, ethoxylated alcohols, ethoxylated fatty acids, alkoxyated castor oils, glycerine esters, polyethylene glycols, linear alcohol ethoxylates, alkyl phenol ethoxylates, and oil soluble polymeric emulsifiers such as polyisobutylene succinic anhydride copolymer diethanol amine salt/amide or salt/amide mixtures, and Hypermer B-206, and mixtures thereof.

Commercial examples of suitable nonanionic low HLB surfactants include sorbitan trioleate (available as SPANTM 85 from Uniqema, Wilmington, DE), sorbitan tristearate (available as SPANTM 65 from Uniqema, Wilmington, DE), sorbitan sesquioleate (available as LUMISORBTM SSO from Lambent Technologies, Skokie, IL), sorbitan monooleate (available as ALKAMULSTM SMO from Rhodia Inc., Cranbury, NJ), sorbitan monostearate (available as SPANTM 60 from Uniqema, Wilmington, DE), ethylene glycol fatty acid ester (available as MONOSTRIOLTM EN-C from Undesa, Barcelona, Spain), polyethylene glycol dioleate (such as ALKAMULSTM 600 DO from Rhodia Inc., Cranbury, NJ) propylene glycol monostearate (available as MONOSTRIOLTM PR-A from Undesa, Barcelona, Spain), glycerol monostearate (available as KEMFLUIDTM 203-4 from Undesa, Barcelona, Spain), polyisobutylene succinic anhydride copolymer diethanol amine salt (available as LUBRIZOLTM 2700, from The Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH), and proprietary hydrophobic polymeric surfactants (such as HYPERMERTM B-206 from Uniqema, Wilmington, DE).

JS

The amount of the at least one low HLB surfactant required to modify the initial latex depends on the desired dissolution rate for the polymer as well as the amount of solvent used, in order to provide the flexibility needed to adjust the dissolution rate to pipeline conditions. The finished formulation (i.e., the modified latex drag reducer) can
5 contain in the range of from about 1 to about 95 percent by weight of the low HLB surfactant, or in the range of from about 1 to about 50 percent by weight of the low HLB surfactant, or in the range of from about 1 to about 30 percent by weight of the low HLB surfactant, or in the range of from 1 to 25 percent by weight of the low HLB surfactant.

Suitable solvents for use in forming the modified latex drag reducer include
10 aromatic solvents (such as benzene, toluene, xylene, ethylbenzene, dibenzyl toluene, benzyltoluene, butylxylene, diphenylethane, diisopropylbiphenyl, triisopropylbiphenyl, etc.), partially or fully hydrogenated aromatic solvents (such as tetrahydronaphthalene or decahydronaphthalene), glycols (such as ethylene glycol, propylene glycol, butylenes glycol, hexylene glycol, polyglycols such as diethylene glycol, triethylene glycol,
15 polyethylene glycol, polypropylene glycol and ethylene oxide propylene oxide block copolymers, glycol ethers, polypropylene glycol butyl ether, ethylene glycol butyl ether, propylene glycol methyl ether, propylene glycol butyl ether, propylene glycol phenyl ether, diethylene glycol methyl ether, dipropylene glycol methyl ether, triethylene glycol methyl ether), esters (such as butyl formate, ethyl acetate, lactate esters), nitrogen
20 containing solvents (such as dimethylformamide), aliphatic and aromatic alcohols (such as methanol, ethanol, isopropanol, hexyl alcohol, 2-ethylhexyl alcohol, benzyl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol), ketones (such as acetone, methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone, methyl isoamyl ketone, cyclohexanone), sulfur containing solvents (such as dimethyl sulfoxide), tetrahydrofuran, alkyl halides (such as methylene chloride,
25 1,1,1-trichloroethane, perchloroethylene), and combinations thereof. Most preferred are low molecular weight glycols having a molecular weight of less than about 1000, or having a molecular weight in the range of from about 100 to about 600, or in the range of from 200 to 500. Polyethylene glycol having a molecular weight of about 200 can also be used.

30 The amount of solvent required depends on the desired dissolution rate for the polymer. The minimum amount of solvent is that which is necessary to provide the

minimum desired dissolution rate in the conduit(s) carrying the treated fluid in order to maximize the amount of active drag reducing polymer. The modified latex drag reducer can contain in the range of from about 1 to about 95 percent by weight of the solvent, or in the range of from about 1 to about 50 percent by weight of the solvent, or in the range of from about 10 to about 30 percent by weight of the solvent, or in the range of from 15 to 25 percent by weight of the solvent.

Modification of the initial latex can be accomplished through a simple mixing operation. Mixing can be accomplished using a simple overhead mixer, or the materials can be metered and proportionately fed into a continuous or static mixer depending on the viscosity of the materials selected for the modification. The order of addition of the modification materials has been observed to have an effect on the ease of preparation in the case of materials that have a high viscosity. In this situation, it is generally easiest to add the solvent first followed by the surfactant and lastly the latex. However, in most cases, the order of addition does not appear to have an impact on the properties of the finished mixture. Mixing can occur at a temperature in the of from about 5 to about 60°C, or in the range of from 15 to 30°C, under about atmospheric pressure. If a high viscosity surfactant is used, a dispersion mixer can be employed such as those used to prepare pigment dispersions. The time of mixing depends largely on the viscosity of the materials being used. Low viscosity mixtures can be prepared within minutes, however, mixtures of high viscosity surfactants can require extended mixing periods.

The molecular weight of the polymer from the initial latex is substantially unaffected by the addition of the at least one modifying low HLB surfactant and the at least one solvent. The particle size of the colloidal particles are generally the same as in the initial latex, however, it is possible that some swelling of the particles can occur depending on the type of solvent used in the modification step. Because of this swelling, the particle size distribution can also be affected. The viscosity of the latex drag reducer can be increased by the addition of the surfactant and solvent. The maximum concentration of surfactant and solvent should be selected so that the modified latex composition remains relatively easy to pump.

The solubility of the modified and initial latexes in a hydrocarbon-containing liquid is described herein in terms of a hydrocarbon dissolution rate constant "k." The

hydrocarbon dissolution rate constant (k) is determined in the manner described in Example 2, below. The modified latex, described above, has a hydrocarbon dissolution rate constant (k_m) that is greater than the hydrocarbon dissolution rate constant of the initial (i.e., unmodified) latex (k_i). The hydrocarbon dissolution rate constant of the modified latex (k_m) in kerosene at 20, 40, and/or 60°C can be at least about 10, 25, 50, 100, or 500 percent greater than the hydrocarbon dissolution rate constant of the initial latex (k_i) in kerosene at the same temperature (i.e., 20, 40, and/or 60°C). The hydrocarbon dissolution rate constant of the modified latex (k_m) in kerosene at 20°C can be at least about 0.004 min⁻¹, at least about 0.008 min⁻¹, or at least 0.012 min⁻¹. The hydrocarbon dissolution rate constant of the modified latex (k_m) in kerosene at 40°C can be at least about 0.01 min⁻¹, at least about 0.02 min⁻¹, or at least 0.04 min⁻¹. The hydrocarbon dissolution rate constant of the modified latex (k_m) in kerosene at 60°C can be at least about 0.05 min⁻¹, at least about 0.2 min⁻¹, or at least 0.4 min⁻¹. The hydrocarbon dissolution rate constant of the initial latex (k_i) in kerosene at 20°C can be less than about 0.004 min⁻¹, less than about 0.002 min⁻¹, or less than 0.001 min⁻¹. The hydrocarbon dissolution rate constant of the initial latex (k_i) in kerosene at 40°C can be less than about 0.01 min⁻¹, less than about 0.008 min⁻¹, or less than 0.006 min⁻¹. The hydrocarbon dissolution rate constant of the initial latex (k_i) in kerosene at 60°C can be less than about 0.005 min⁻¹, less than about 0.004 min⁻¹, or less than 0.003 min⁻¹.

The drag reducer employed in the present invention should be relatively stable so that it can be stored for long periods of time and thereafter employed as an effective drag reducer without further modification. As used herein, "shelf stability" shall denote the ability of a colloidal dispersion to be stored for significant periods of time without a significant amount of the dispersed solid phase dissolving in the liquid continuous phase. The modified drag reducer can exhibit a shelf stability such that less than about 25, about 10, or 5 weight percent of the solid particles of high molecular weight polymer dissolves in the continuous phase over a 6-month storage period, where the modified drag reducer is stored without agitation at standard temperature and pressure (STP) during the 6-month storage period.

As used herein, "dissolution rate stability" shall denote the ability of a drag reducer to be stored for significant periods of time without significantly altering the

28.

hydrocarbon dissolution rate constant of the drag reducer. The drag reducer employed in the present invention can exhibit a dissolution rate stability such that the hydrocarbon dissolution rate constant of the drag reducer at the end of a 6-month storage period, defined above, is within about 25, about 10, or 5 percent of the hydrocarbon dissolution rate constant of the modified latex drag reducer at the beginning of the 6-month storage period.

The drag reducers employed in the present invention can provide significant percent drag reduction. For example, the drag reducers can provide at least about a 2 percent drag reduction, at least about 5 percent drag reduction, or at least 8 percent drag reduction. Percent drag reduction and the manner in which it is calculated are more fully described in Example 2, below.

Referring now to FIG. 2, there is illustrated a well 100 similar to well 20 of FIG. 1 and including an outer casing 102 and an inner production tubing 104. Well 100 is equipped with an alternative additive injection system 106 having a different configuration than the additive injection system of FIG. 1. Additive injection system 106 generally includes an additive source 108, an additive pump 110, an additive feeder conduit 112, and a valved sealing device 114. Valved sealing device 114 can be any device that controls fluid flow through the passageway (e.g., annulus) defined between casing 102 and tubing 104. For example, valved sealing device 114 can be a conventional gas-lift valve. Although FIG. 2 illustrates only a single valved sealing device 114, it should be understood that well 100 can be equipped with multiple vertically-spaced valved sealing devices.

In operation, the additive (which includes a drag reducer, as discussed above) is pumped from additive source 108 to additive feeder conduit 112 by additive pump 110. The outlet of additive feeder conduit 112 is in fluid communication with the passageway defined between casing 102 and packing 104. The additive is permitted to fall down the passageway until it reaches valved sealing device 114. The pressure in the passageway can be controlled to selectively open and close the valve of sealing device 114. Passageway pressure can be controlled by additive injection pump 110 or by a separate pressure control system (not shown). After the additive passes through valved sealing means 114, it can fall down into the produced fluid. The resulting treated fluid can

thereafter be extracted and transported in the manner described above with reference to FIG. 1.

Referring now to FIG. 3, a simplified offshore production system is illustrated as including a plurality of subsea wells 200, a common production manifold 202, an offshore platform 204, a subsea flowline 206, and an umbilical line 208. Each well 200 can have a configuration similar to wells 20 and 100, described above with reference to FIGS. 1 and 2. Each well 200 is operable to produce a hydrocarbon-containing fluid from a subterranean formation. The hydrocarbon-containing fluids produced by each well 200 are combined in production manifold 202 and are thereafter transported via flowline 206 to platform 204. A first end of umbilical line 208 is connected to a control facility on platform 204, while a second end of umbilical line 208 is connected to wells 200, manifold 202, and/or flowline 206.

Referring now to FIG. 4, umbilical line 208 generally includes a plurality of electrical conduits 214, a plurality of fluid conduits 216, and a plurality of protective layers 218 surrounding electrical conduits 214 and fluid conduits 216. Referring to FIGS. 3 and 4, electrical conduits 214 carry power from platform 204 to wells 200 and/or manifold 202. Fluid conduits 216, commonly referred to as chemical injection lines, are typically used to inject low-viscosity flow assurance chemicals into the produced hydrocarbon-containing fluids transported back to platform 204 via flowline 206. Typical flow assurance chemicals which are injected through fluid conduits 216 include, but are not limited to, hydrate inhibitors, corrosion inhibitors, paraffin inhibitors, scale inhibitors, biocides, demulsifiers, hydrogen sulfide scavengers, oxygen scavengers, water treatments, and asphaltene inhibitors.

In accordance with one embodiment of the present invention, an additive comprising a drag reducer is transported through chemical injection lines (such as fluid conduits 216) in umbilicals (such as umbilical line 208). The drag reducer can thereafter be employed downhole in the manner described above with respect to wells 20 and 100 of FIGS. 1 and 2. In such a subsea well configuration, the "ground surface" can be the surface of the sea or the sea floor.

The length of umbilical line 208 can be at least about 500 feet, or at least about 1,000 feet, or at least about 1,000 feet, or in the range of from 5,000 feet to 30 miles.

The average inside diameter of each fluid conduit 216 can be about 5 inches or less, or about 2.5 inches or less, or about 1 inch or less, or about 0.5 inches or less, or about 0.25 inches or less.

5 In one embodiment of the invention, a drag reducer, such as one of those described above, is transported from platform 204 to production manifold 202 via at least one of the fluid conduits 216 making up umbilical line 208. At least one fluid conduit 216 can be kept available for transporting a flow assurance chemical simultaneously with the drag reducer through umbilical line 208.

10 The inventive drag reducers described in detail above can possess physical properties which allow them to be pumped through fluid conduit 216 of umbilical line 208 at typical operating conditions with a pressure drop of less than about 5 psi (pounds per square inch) per foot, less than about 2.5 psi per foot, or less than 1 psi per foot. Generally, the temperature at which the drag reducer will be transported through fluid conduit 216 is relatively low due to the cool ocean-bottom environment around umbilical
15 line 208. Thus, the temperature of the drag reducer during transportation through fluid conduit 26 is generally less than about 60°F, more typically less than about 40°F for deep sea systems.

20 EXAMPLES

Example 1

Emulsion Polymerization of 2-Ethylhexyl Methacrylate Using Redox Initiation

In this example, a drag-reducing initial latex was prepared. Generally, 2-ethylhexyl methacrylate was polymerized in an emulsion comprising water, surfactant,
25 initiator, and a buffer.

More specifically, the polymerization was performed in a 300 mL jacketed reaction kettle with a condenser, mechanical stirrer, thermocouple, septum ports, and nitrogen inlets/outlets. The kettle was charged with 0.231 g of disodium hydrogenphosphate, 0.230 g of potassium dihydrogenphosphate, and 4.473 g of sodium
30 dodecyl sulfonate. The kettle was purged with nitrogen overnight. Next, the kettle was charged with 125 g of deoxygenated HPLC-grade water, the kettle contents were stirred

at 300 rpm, and the kettle temperature set to 5 °C using the circulating bath. The 2-ethylhexyl methacrylate monomer (100 mL, 88.5 g) was then purified to remove any polymerization inhibitor present, deoxygenated (by bubbling nitrogen gas through the solution), and transferred to the kettle.

- 5 In this example, four initiators were prepared for addition to the kettle: an ammonium persulfate (APS) solution by dissolving 0.131 g of APS in 50.0 mL of water; a sodium formaldehyde sulfoxylate (SFS) solution by dissolving 0.175 g of SFS in 100.0 mL of water; a ferrous sulfate solution by dissolving 0.021 g of $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ in 10.0 mL water; and a tert-butyl hydroperoxide (TBHP) solution by dissolving 0.076 g of 70%
10 TBHP in 50.0 mL of water.

The kettle was then charged with 1.0 mL of ferrous sulfate solution and over a two-hour period, 1.0 mL of APS solution and 1.0 mL of SFS solution were added concurrently. Following APS and SFS addition, 1.0 mL of TBHP solution and 1.0 mL of SFS solution were added concurrently over a two-hour period.

- 15 The final latex was collected after the temperature cooled back to the starting temperature. The final latex (216.58 g) comprised 38.3% polymer and a small amount of coagulum (0.41 g).

Example 2

- 20 In this example, the drag reduction capabilities of the 38% poly-2-ethylhexyl methacrylate polymer emulsion prepared in Example 1 were evaluated in a #2 diesel fuel system. The test device used in this example was a two inch Engineering Loop Recirculation Test apparatus as shown in FIG. 5. This test allowed for the evaluation of drag reducer performance when injected in non-predissolved form into a hydrocarbon
25 fluid in the flow loop. The test was used to simulate performance profiles and drag reducer behavior in field pipelines over a three-hour time period in terms of dissolution, peak performance, and degradation of the drag-reducing polymer.

- In the two inch pipe-loop recirculation test, 600 gallons of diesel at 70 °F was recirculated from a mixed reservoir through a 2-inch diameter pipe loop and back to the
30 reservoir. Approximate holdup in the pipe was 100 gallons. The diesel was recirculated at 42.3 gpm using a low-shear progressing cavity pump. Pressure drop was measured

over a 440-ft section of the pipe loop. "Base" case pressure drop was measured during a period of non-injection. "Treated" case pressure drop was measured during and following injection of the drag reducer sample. In the two inch pipe-loop recirculation test, sample material was injected for a 2-minute period into the pipe just downstream of the reservoir and pump, with the volume of material injected being equal to that required to obtain the target ppm for the full 600 gallon reservoir. Monitoring of pressure drop continued for a 3-hour period following injection. In this particular example, sufficient drag reducer polymer emulsion was injected into the test loop to yield a 5 ppm concentration of poly-2-ethylhexylmethacrylate (w/w) based on the #2 diesel fuel. No measurable drop in pressure was recorded in 3 hours of recirculation. This was equal to 0% drag reduction (% DR).

Percent drag reduction is the ratio of the difference between the baseline pressure drop (ΔP_{base}) and the treated pressure drop ($\Delta P_{treated}$) to the baseline pressure drop (ΔP_{base}) at a constant flow rate:

$$\% DR = (\Delta P_{base} - \Delta P_{treated}) / \Delta P_{base}$$

The rate at which the polymer dissolves into the hydrocarbon stream is a very important property. The most effective drag reduction cannot occur until the polymer is dissolved or substantially solvated in the conduit. The rate at which the polymer dissolves can be determined by a vortex inhibition test in kerosene at various temperatures. At a constant stirring speed, the depth of the vortex is proportional to the amount of dissolved polymer in the kerosene. The dissolution rate is a first order function:

$$d/dt (Conc_{undissolved}) = (-k) (Conc_{undissolved})$$

wherein k is the dissolution rate constant. The time ,T, for a certain fraction of the polymer to be dissolved is a function of k as follows:

$$T_{\% \text{ dissolved}} = [\ln 100/(100-\% \text{ dissolved})]/k$$

FIG. 6 schematically illustrates the dissolution rate test apparatus used to determine the dissolution rate constant. The dissolution rate test apparatus included a rotating stirrer that was placed in a jacketed graduated 250 mL cylinder having an internal diameter of 48 mm. The upper end of the rotating stirrer was connected to a variable-speed motor

(not shown). The specific configuration of the rotating stirrer is illustrate in detail in FIGS. 7-9. The rotating stirrer employed in the dissolution rate tests was a Black & Decker paint stirrer made from a casting of oil resistant plastic. The stirrer head was formed of a 45 mm diameter disk made up of a central disk and an outer ring. The central disk was 20 mm in diameter and 1.5 mm thick and was centered on a hub that was 12 mm in diameter and 12 mm thick. The hub was drilled in the center for attachment of the stirring head to a 4 mm diameter shaft. The shaft was threaded for 27 mm so that two small nuts held the stirring head to the shaft. The outer ring was 45 mm in diameter, 9 mm wide, and 1.5 mm thick. The outer ring was attached to the inner disk by 13 evenly spaced arcs 13 mm long and 1 mm thick. The outer disk resided 6 mm below the level of the inner disk. The arcs that attached the outer ring to the inner disk acted as paddles to stir the fluid in the test cylinder. The shaft that attached the stirring head to the stirring motor (not shown) was 300 mm long. It should be noted that dissolution rate test results can vary somewhat if different stirrer configurations are used.

To conduct the dissolution rate test, the stirrer was positioned inside the cylinder and adjusted so that the bottom of stirrer head was about 5 millimeters from the bottom of the cylinder. The cylinder jacket was then filled with water recirculated from a recirculating water bath with controlled heating and cooling capability. The desired temperature was selected and the bath was allowed to reach that temperature. The jacketed graduated cylinder was filled with kerosene to the 200 mL line with the stirrer in place. The circulation of cooling fluid through the graduated cylinder jacket was initiated. The kerosene inside the graduated cylinder was stirred for sufficient time to allow the temperature to equilibrate at the set temperature, usually 10-15 minutes. The kerosene temperature was checked with a thermometer to insure that the kerosene was at the desired test temperature. The speed of the motor was adjusted to stir rapidly enough to form a vortex in the kerosene that reached to the 125 mL graduation in the cylinder.

An aliquot of pre-dissolved polymer containing the desired concentration of polymer was added to the kerosene while the vortex was formed. The pre-dissolved polymer was prepared by mixing the latex emulsion with a solvent having suitable solubility parameters to achieve full dissolution. The container with the emulsion and solvent was rolled overnight. In the case of an emulsion of poly-2-

ethylhexylmethacrylate, a mixture of 20% isopropanol and 80% kerosene (v/v) allowed full dissolution of the polymer at room temperature within this time period. For example, a 3% solution of poly-2-ethylhexylmethacrylate was prepared by adding 7.83 grams of a 38.3% polymer emulsion into 92.17 grams of 20% isopropanol and 80% kerosene (v/v) and followed by shaking to disperse the emulsion in an 8 ounce jar. The solvent system rapidly became viscous. The jar was then placed onto a roller rotating at a slow speed and allowed to homogenize overnight.

Aliquots of the pre-dissolved polymer were added quickly (i.e., within about 5 seconds) to the stirred kerosene in the graduated cylinder to determine the amount of polymer required to achieve full vortex closure, defined as closure at the 175 ml mark in the graduated cylinder. In the case of the 38.3% poly-2-ethylhexylmethacrylate emulsion prepared in Example 1, it was determined that 200 ppm active polymer was needed to completely close the vortex.

Emulsions which had not been pre-dissolved had their dissolution rates measured using the same polymer concentration required for full vortex closure for the pre-dissolved polymer by the following procedure. An aliquot of the emulsion, either modified or unmodified, was added to the kerosene at the desired concentration and temperature. A timer was used to monitor and record the time that the vortex reached the 130, 135, 140, 145, 150, 155, 160, 165, 170, and 175 mL marks on the cylinder. However, the determination was stopped when the time exceeded 30 minutes.

The dissolution constant, k , was calculated by first determining the relative vortex, R_v , and then plotting the time required to reach the various vortex marks vs. the log of the relative vortex. The relative vortex is the decimal fraction of the full vortex at 125 mL. The full vortex is the difference between 200 mL (the volume in the graduated cylinder) and the vortex at 125 mL (i.e., 75 mL).

$$R_v = (200 - \text{actual vortex}) / \text{full vortex}$$

For example, when the actual vortex is 130 ml, the relative vortex is 0.833. The time required to reach the various vortex marks was plotted versus the log of the relative vortex. A data trendline was then developed and a regression was performed on the

trendline. The slope of the trendline was multiplied by -2.303 to convert the data back to linear values. This was the dissolution rate constant, k , for a given temperature and concentration of active polymer.

5 The dissolution rate of the 38.3% poly-2-ethylhexylmethacrylate emulsion prepared in Example 1 was measured using the dissolution rate test at 500 ppm active polymer. Results show that the emulsion polymer had virtually no dissolution at 20°C and 30°C and very low dissolution rates at temperatures up to 60°C.

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	<0.001
30	<0.001
40	0.005
50	0.009
60	0.022

10 In Examples 3-5, various solvents and surfactants were incorporated into the latex emulsion prepared in Example 1 in order to determine the effect thereof on the dissolution rate of the emulsion polymer in a hydrocarbon.

Example 3

15 Toluene (104.15 g) was added to a 600 ml beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 41.675 grams of sorbitan sesquileate (available as Lumisorb[®] SSO from Lambent Technologies, Skokie, IL) was added and mixed for 10 minutes until it dissolved. A portion of the emulsion prepared in Example 1 (104.175 g) was then added and the system mixed for 20 minutes. The composition had a density of 0.939 g/ml and a Brookfield LVDVII+ viscosity of 3700 mPa·s using a # 4 spindle at 12 rpm. 20 The composition in terms of percent by weight was as follows:

Emulsion from Example 1	41.67%
Toluene	41.66%
Sorbitan sesquioleate	16.67%

5 The dissolution rate of this material was measured using the dissolution rate test described above. The results show that the modified emulsion polymer had good dissolution properties which improve with increasing temperature.

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	0.015
30	0.023
40	0.047
50	0.072
60	0.60

Example 4

10 Toluene (104.15 g) was added to a 600 ml beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm. A quantity of the emulsion prepared in Example 1 (145.85 g) was then added and the system mixed for 20 minutes. The composition had a density of 0.937 g/ml. The Brookfield LVDVII+ viscosity was too high to be measured using this
15 instrument at 12 rpm. The composition in terms of percent by weight was as follows:

Emulsion from Example 1	58.34%
Toluene	41.66%
Sorbitan sesquioleate	0%

20

The dissolution rate this material was measured using the dissolution rate test described above. Results show that the emulsion polymer had no dissolution at 20°C and 30°C and very low dissolution rates at temperatures up to 60°C.

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	<0.001
30	0.007
40	0.016
50	0.029
60	0.037

5

Example 5

A quantity of the emulsion prepared in Example 1 (208.325 g) was added to a 600 ml beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 41.675 g of sorbitan sesquileate was then added and the system mixed for 20 minutes. The composition had a density of 0.991 g/ml and the Brookfield LVDVII+ viscosity was too high to be measured using this instrument at 12 rpm. The mixture had a smooth, paste-like consistency. The composition in terms of percent by weight is as follows:

15	Emulsion from Example 1	83.33%
	Toluene	0%
	Sorbitan sesquileate	16.67%

The dissolution rate this material was measured using the dissolution rate test described above. Results show that the emulsion polymer had no dissolution at 20°C and 30°C and very low dissolution rates at temperatures up to 60°C.

20

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	<0.001
30	<0.001
40	<0.001
50	0.002
60	0.010

The three examples above (Examples 3, 4 and 5) illustrate the dramatic improvement in dissolution rate realized by using both a surfactant and a solvent to modify the dissolution properties of the subject emulsion polymers in hydrocarbons.

5 Much faster dissolution can be obtained by using both a surfactant and a solvent than can be obtained by the use of either class of additive singly. A plot of the dissolution rate factor, k, vs. the temperature of the hydrocarbon used (kerosene) is presented in FIG. 10.

Example 6

10 In this example, 75 g of acetone was added to a 600 mL beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 50 g of sorbitan sesquioleate was added and mixed for 10 minutes until it dissolved. A quantity of the emulsion prepared in Example 1 (125 g) was then added and the system mixed for 20 minutes. The composition had a density
15 of 0.94 g/mL and a Brookfield LVDVII+ viscosity of 6700 mPa·s using a # 4 spindle at 12 rpm. The composition in terms of percent by weight was as follows:

Emulsion from Example 1	50%
Acetone	30%
20 Sorbitan sesquioleate	20%

The dissolution rate this material was measured using the dissolution rate test described above. Results show that the modified emulsion polymer had good dissolution properties which improve with increasing temperature.

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	0.117
30	0.078
40	0.101
50	0.094
60	0.309

5

This example illustrates how an alternate solvent can be used to achieve faster dissolution properties at a lower temperature. This can be important in many pipeline applications where the crude oil or refined products are transported at lower temperatures.

10

Example 7

A quantity of polyethylene glycol (96.15 g) having a molecular weight of 200 (PEG-200) was added to a 600 mL beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 57.7 g of polyisobutylene succinnic anhydride copolymer diethanolamine salt (PIBSA) was added and the system mixed for 30 minutes until the PIBSA dissolved. Next, 96.15 g of the emulsion prepared in Example 1 was added and the system mixed for 20 minutes. The composition had a density of 0.971 g/ml and a Brookfield LVDVII+ viscosity of 32000 mPa·s using a # 4 spindle at 6 rpm. The composition had a thick, paste-like consistency. The composition in terms of percent by weight was as follows:

20

Emulsion from Example 1	38.46%
-------------------------	--------

PEG-200	38.46%
PIBSA	23.08%

5 The dissolution rate of this material was measured using the dissolution rate test described above. The results show that the modified emulsion polymer had good dissolution properties which improve with increasing temperature.

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	0.025
30	0.040
40	0.106
50	0.107
60	0.255

10 This example illustrates that the use of a non-flammable, less hazardous solvent than toluene or acetone can be used and enhanced dissolution properties over broad temperature ranges can still be achieved.

Example 8

15 In this example, 50 g of PEG-200 was added to a 600 mL beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 12.5 g of an ethoxylated tallow amine (Rhodameen[®] PN-430) and 37.5 g of polyisobutylene succinic anhydride copolymer, diethanolamine salt were added and mixed for 20 minutes until dissolved. Next, 150 g of the emulsion prepared in Example 1 was then added and the system mixed for 20 minutes. The
20 composition had a density of 1.0078 g/ml and a Brookfield LVDVII+ viscosity of 1120 mPa·s using a # 4 spindle at 30 rpm. The composition in terms of percent by weight was as follows:

5

Emulsion from Example 1	60%
PEG-200	20%
Rhodameen PN-430	5%
PIBSA	15%

The dissolution rate of this material was measured using the dissolution rate test described above. The results show that the modified emulsion polymer had good dissolution properties which improve with increasing temperature.

10

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	0.007
30	0.016
40	0.057
50	0.072
60	0.276

This example illustrates the use of more than one low HLB surfactant to achieve an enhanced dissolution rate over the emulsion alone and allows the use of a lower concentration of solvent and low HLB surfactants to achieve a given dissolution rate at certain temperatures.

15

Example 9

In this example, 60 g of PEG-200, 60 g of tripropylene glycol methyl ether and 6 g of 1-hexanol were added to a 1000 mL beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 3 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm. Next, 30 g of an ethoxylated tallow amine (Rhodameen PN-430) and 90 g of polyisobutylene succinnic anhydride copolymer, diethanolamine salt were added and

20

mixed for 30 minutes until dissolved. Then, 354 g of the emulsion prepared in Example 1 was added and the system mixed for 20 minutes. The composition had a density of 0.9979 g/ml and a Brookfield LVDVII+ viscosity of 3071 mPa·s using a # 4 spindle at 30 rpm. The composition in terms of percent by weight was as follows:

5

Emulsion from Example 1	59%
PEG-200	10%
Tripropylene glycol methyl ether	10%
1-hexanol	1%
10 Rhodameen PN-430	5%
PIBSA	15%

The dissolution rate of this material was measured using the dissolution rate test described above. Results show that the modified emulsion polymer had good dissolution properties which improve with increasing temperature.

15

Temperature, °C	Dissolution Rate Constant, k (min ⁻¹)
20	0.011
30	0.028
40	0.046
50	0.084
60	0.290

This example illustrates the use of more than one low HLB surfactant and more than one solvent to achieve an enhanced dissolution rate over the emulsion alone and allows the use of a lower concentration of solvent and low HLB surfactants to achieve a given dissolution rate at certain temperatures.

20

FIG. 11 is a plot of dissolution rate vs temperature for Examples 7, 8 and 9. This comparison of the dissolution rates of the various systems illustrates that the use of more

than one solvent and or low HLB surfactant can be used to achieve similar dissolution properties. In the case of Example 7, much higher additive concentrations were needed using a single surfactant and solvent to achieve only marginal improvements in dissolution rates. By using multiple surfactants and/or solvents to enable the use of a lower concentration of additives one can also achieve a mixture with a lower viscosity.

Example 10

In this example, 104.15 g of toluene was added to a 600 mL beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 41.675 g of sorbitan sesquioleate was added and the system mixed for 10 minutes until dissolved. Next, 104.175 g of the emulsion prepared in Example 1 was added and mixed for 20 minutes. The composition had a density of 0.939 g/ml and a Brookfield LVDVII+ viscosity of 3700 mPa·s using a # 4 spindle at 12 rpm. The composition in terms of percent by weight was as follows:

15

Emulsion from Example 1	41.67%
Toluene	41.66%
Sorbitan sesquioleate	16.67%

20

The mixture prepared above was injected into the two inch Engineering Loop Recirculation Test apparatus described in Example 2 in a sufficient amount to yield a concentration of 3 ppm of poly-2-ethylhexylmethacrylate (w/w) based on the weight of the #2 diesel fuel. After injection, the pressure of the test loop quickly began to drop. A pressure drop equal to 10.75% DR was measured after 600 seconds (10 minutes).

25

Example 11

In this example, 104.15 g of toluene was added to a 600 mL beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 145.85 g of the emulsion prepared in Example 1 was then added and mixed for 20 minutes. The composition had a density of

30

0.937 g/ml and the Brookfield LVDVII+ viscosity was too high to be measured using this instrument at 12 rpm. The composition in terms of percent by weight is as follows:

	Emulsion from Example 1	58.34%
5	Toluene	41.66%
	Sorbitan sesquioleate	0%

The mixture prepared above was injected into the two inch Engineering Loop Re-circulation Test apparatus as described in Example 2 in a sufficient amount to yield a
10 concentration of 3 ppm of poly-2-ethylhexylmethacrylate (w/w) based on the weight of the #2 diesel fuel. During the 3 hour test no significant drag reduction was measured.

Example 12

In this example, 208.325 g of the emulsion prepared in Example 1 was added to a
15 600 mL beaker and the beaker placed under an overhead stirrer equipped with a 2 inch diameter 3-blade propeller. The stirrer was adjusted to 250 rpm and 41.675 g of sorbitan sesquioleate was then added and mixed for 20 minutes. The composition had a density of 0.991 g/ml and the Brookfield LVDVII+ viscosity was too high to be measured using this instrument at 12 rpm. The mixture had a smooth, paste-like consistency. The
20 composition in terms of percent by weight was as follows:

	Emulsion from Example 1	58.34%
	Toluene	0%
	Sorbitan sesquioleate	16.67%

25

The mixture prepared above was injected into the two inch Engineering Loop Re-circulation Test apparatus as described in Example 2 in a sufficient amount to yield a concentration of 3 ppm of poly-2-ethylhexylmethacrylate (w/w) based on the weight of the #2 diesel fuel. During a 3 hour test, no significant drag reduction was measured.

30 FIG. 12 is a plot of the drag reduction in the 2-inch Engineering Loop Re-circulation Test for Examples 2, 10, 11 and 12. In this plot of % Drag reduction vs

circulation time, the injection into the recirculating fluid occurred at 100 seconds. During the next 120 seconds the modified emulsions were injected at a higher concentration (21.5 ppm polymer for the modified and 35.8 ppm for the unmodified emulsion) and at a rate proportional to the flow of one pass of the diesel fuel through the

5 loop calculated as:

$$\text{Initial concentration (ppm)} = \text{injection rate} / (\text{injection rate} + \text{loop rate})$$

This equilibrated with the balance of the diesel fuel in the storage tank so that
10 within about 300 seconds total elapsed time the polymer was at the equilibrium concentration described (i.e. 3 ppm polymer for the modified emulsions and 5 ppm for the unmodified emulsion). The equilibrium concentration was calculated as:

$$\text{Equilibrium concentration (ppm)} = \text{mass polymer} / \text{mass diesel}$$

15 This plot illustrates the rapid rate of drag reduction of an emulsion modified with both toluene and sorbitan sesquioleate (Example 10) compared to the emulsion modified with either toluene alone (Example 11) or sorbitan sesquioleate alone (example 12) at an equilibrium polymer concentration of 3 ppm. Additionally the drag reduction performance of an unmodified emulsion at an equilibrium polymer concentration of 5
20 ppm is illustrated. The plot shows that the emulsion modified with both toluene and sorbitan sesquioleate exhibited rapid development of drag reduction properties in this test loop while the unmodified and the materials modified with either toluene or sorbitan sesquioleate singly did not develop any measurable drag reduction.

The preferred forms of the invention described above are to be used as illustration
25 only, and should not be used in a limiting sense to interpret the scope of the present invention. Obvious modifications to the exemplary embodiments, set forth above, could be readily made by those skilled in the art without departing from the spirit of the present invention.

30

NUMERICAL RANGES

The present description uses numerical ranges to quantify certain parameters relating to the invention. It should be understood that when numerical ranges are provided, such ranges are to be construed as providing literal support for claim limitations that only recite the lower value of the range as well as claims limitation that only recite the upper value of the range. For example, a disclosed numerical range of 10 to 100 provides literal support for a claim reciting "greater than 10" (with no upper bounds) and a claim reciting "less than 100" (with no lower bounds).

The present description uses specific numerical values to quantify certain parameters relating to the invention, where the specific numerical values are not expressly part of a numerical range. It should be understood that each specific numerical value provided is to be construed as providing literal support for a broad, intermediate, and narrow range. The broad range associated with each specific numerical value is the numerical value plus and minus 60 percent of the numerical value, rounded to two significant digits. The intermediate range associated with each specific numerical value is the numerical value plus and minus 30 percent of the numerical value, rounded to two significant digits. The narrow range associated with each specific numerical value is the numerical value plus and minus 15 percent of the numerical value, rounded to two significant digits. For example, if the specification describes a specific temperature of 62°F, such a description provides literal support for a broad numerical range of 25°F to 99°F (62°F +/- 37°F), an intermediate numerical range of 43°F to 81°F (62 +/- 19°F), and a narrow numerical range of 53°F to 71°F (62 +/- 9°F). These broad, intermediate, and narrow numerical ranges should be applied not only to the specific values, but should also be applied to differences between these specific values. Thus, if the specification discloses a first pressure of 110 psia and a second pressure of 48 psia (a difference of 62 psi), the broad, intermediate, and narrow ranges for the pressure difference would be 25 to 99 psi, 43 to 81 psi, and 53 to 71 psi, respectively.

4+

DEFINITIONS

As used herein, the term "drag reducer" denotes a composition that when added to a host fluid is effective to reduce pressure loss associated with turbulent flow of the host fluid through a conduit.

5 As used herein, the term "latex drag reducer" denotes a composition containing a liquid continuous phase and a dispersed phase comprising particles of a drag reducing polymer. When the drag reducing polymer of a latex drag reducer is formed by emulsion polymerization, the continuous phase of the latex drag reducer can be formed at least partly of the liquid employed for emulsion polymerization or the continuous phase can
10 be formed of a liquid entirely different from the liquid employed for emulsion polymerization. However, the continuous phase of the latex drag reducer should be a non-solvent for the dispersed phase.

As used herein the term "average inside diameter" denotes the inside diameter of a conduit averaged along the length of the conduit.

15 As used herein, the terms "comprising," "comprises," and "comprise" are open-ended transition terms used to transition from a subject recited before the term to one or elements recited after the term, where the element or elements listed after the transition term are not necessarily the only elements that make up of the subject.

As used herein, the terms "including," "includes," and "include" have the same
20 open-ended meaning as "comprising," "comprises," and "comprise."

As used herein, the terms "having," "has," and "have" have the same open-ended meaning as "comprising," "comprises," and "comprise."

As used herein, the terms "containing," "contains," and "contain" have the same open-ended meaning as "comprising," "comprises," and "comprise."

25 As used herein, the terms "a," "an," "the," and "said" mean one or more.

As used herein, the term "and/or," when used in a list of two or more items, means that any one of the listed items can be employed by itself or any combination of two or more of the listed items can be employed. For example, if a composition is described as containing components A, B, and/or C, the composition can contain A
30 alone; B alone; C alone; A and B in combination; A and C in combination; B and C in combination; or A, B, and C in combination.

What is claimed is:

1. A method comprising: introducing a drag reducer into a host fluid at an injection point located at least about 500 feet below ground surface.

5

2. The method of claim 1, wherein said introducing includes causing said drag reducer to travel through a passage defined between an outer casing and an inner production tubing of a production well.

10

3. The method of claim 1, wherein said introducing includes transporting said drag reducer through an injection conduit having a length of at least about 500 feet and an average inside diameter of less than about 2.5 inches.

15

4. The method of claim 3, wherein said injection conduit has a length of at least about 1,000 feet and an average inside diameter of less than about 1 inch.

20

5. The method of claim 3, wherein at least a portion of said injection conduit is located in an annulus defined between an outer casing and an inner production tubing of a production well.

25

6. The method of claim 3, wherein at least a portion of said injection conduit forms at least part of a subsea umbilical line and wherein said ground surface is the sea floor.

30

7. The method of claim 6, wherein a first portion of said injection conduit is part of said subsea umbilical line, wherein a second portion of said injection conduit is a treater string, and wherein said first and second portions of said injection conduit each have a length of at least about 500 feet and an average inside diameter of less than about 2.5 inches.

8. The method of claim 1, wherein said host fluid comprises crude oil.

9. The method of claim 1, further comprising transporting the combined host fluid and drag reducer from said injection point to the ground surface via a production conduit.

5

10. The method of claim 1, wherein said drag reducer comprises a high molecular weight polymer having a weight average molecular weight of at least about 1×10^6 g/mol.

10

11. The method of claim 1, wherein said drag reducer comprises a liquid continuous phase and a plurality of particles of polymer dispersed in said continuous phase.

12. The method of claim 11, wherein said particles have a mean particle size of less than about 1000 nm.

13. The method of claim 11, wherein at least about 95 percent of said particles have particle sizes in the range of from about 10 to about 500 nm.

14. The method of claim 11, wherein said continuous phase comprises water.

15. The method of claim 14, wherein said continuous phase further comprises at least one hydrocarbon solvent.

16. The method of claim 11, wherein said continuous phase comprises at least one high HLB surfactant and at least one low HLB surfactant, wherein said at least one high HLB surfactant has an HLB number of at least about 8, and wherein said at least one low HLB surfactant has an HLB number of less than about 6.

17. The method of claim 11, wherein said polymer is formed via the emulsion polymerization of 2-ethylhexyl methacrylate.

18. The method of claim 1, wherein said drag reducer has a hydrocarbon dissolution rate constant of at least about 0.004 min^{-1} in kerosene at 20°C .

- 5 19. The method of claim 1, wherein said drag reducer has a hydrocarbon dissolution rate constant of at least about 0.01 min^{-1} in kerosene at 40°C .

SL

20. A method of producing a hydrocarbon-containing fluid from a subterranean formation, said method comprising:

- (a) transporting a latex drag reducer downwardly to an injection point located at least about 500 feet below ground surface;
- 5 (b) introducing said latex drag reducer into said hydrocarbon-containing fluid at said injection point to thereby form a treated fluid comprising said latex drag reducer and said hydrocarbon-containing fluid; and
- (c) transporting at least a portion of said treated fluid upwardly toward the ground surface.

10

21. The method of claim 20, wherein said transporting of step (a) includes transporting said latex drag reducer through a passage defined between an outer casing and an inner production tubing of a production well and wherein said transporting of step (c) includes transporting at least a portion of said treated fluid upwardly through said
15 production tubing.

22. The method of claim 20, wherein said transporting of step (a) includes transporting at least a portion of said latex drag reducer through an injection conduit having an average inside diameter less than about 2.5 inches.

20

23. The method of claim 22, wherein said injection conduit is at least about 1,000 feet long and has an average inside diameter less than about 1 inch.

24. The method of claim 22, wherein said injection conduit is at least partly
25 disposed in an annulus defined between an outer casing and an inner production tubing of a production well and wherein said transporting of step (c) includes transporting at least a portion of said treated fluid through said production tubing.

25. The method of claim 20, wherein said latex drag reducer comprises polymer
30 particles having a weight average molecular weight of at least about 1×10^6 g/mol and a mean particle size of less than about 1,000 nm.

26. The method of claim 25, wherein at least about 95 percent of said particles have particle sizes in the range of from about 10 to about 500 nm.

5 27. The method of claim 20, wherein said latex drag reducer has a hydrocarbon dissolution rate constant of at least about 0.004 min^{-1} in kerosene at 20°C .

28. The method of claim 20, wherein said latex drag reducer has a hydrocarbon dissolution rate constant of at least about 0.01 min^{-1} in kerosene at 40°C .

10

29. The method of claim 20, wherein said latex drag reducer comprises at least one low HLB surfactant having an HLB number of less than about 6 and at least one high HLB surfactant having an HLB number of at least about 8.

30. A production system for extracting a fluid from a subterranean formation, said production system comprising:
a well comprising production tubing extending into said subterranean formation;
and
5 an additive injection system comprising an additive source and an additive passageway, wherein said additive source contains an additive comprising a drag reducer, wherein said additive passageway extends into said subterranean formation and is operable to transport said additive, wherein
10 said additive passageway includes a discharge opening for discharging at least a portion of said additive out of said passageway, wherein said discharge opening is located at least about 500 feet below ground surface.

31. The production system of claim 30, wherein said additive passageway is defined by an elongated additive conduit.
15

32. The production system of claim 31, wherein said additive conduit has an average inside diameter of less than about 2.5 inches.

33. The production system of claim 31, wherein said additive conduit has a
20 length of at least about 1,000 feet and an average inside diameter of less than about 1 inch.

34. The production system of claim 31, wherein said well further comprises a casing and wherein said additive conduit is disposed between said casing and said
25 production tubing.

35. The production system of claim 30, wherein said well further comprises a casing and wherein said additive passageway is defined between said production tubing and said casing.
30

36. The production system of claim 35, wherein said additive injection system includes a valved sealing device disposed in said additive passageway and wherein said valved sealing device is operable to control fluid flow through said additive passageway.

5 37. The production system of claim 36, wherein said valved sealing device is a gas-lift valve.

38. The production system of claim 30, wherein said fluid comprises crude oil.

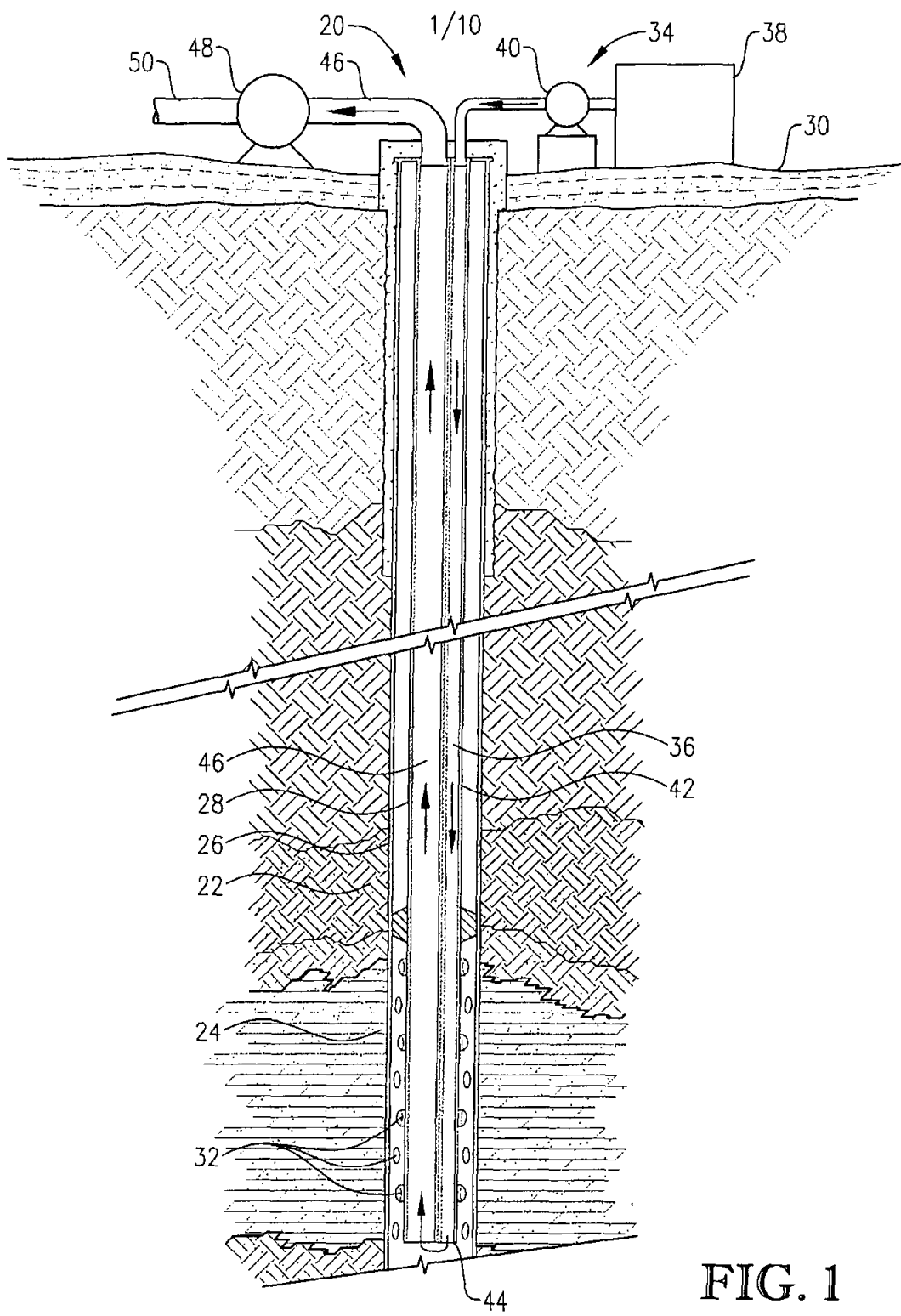


FIG. 1

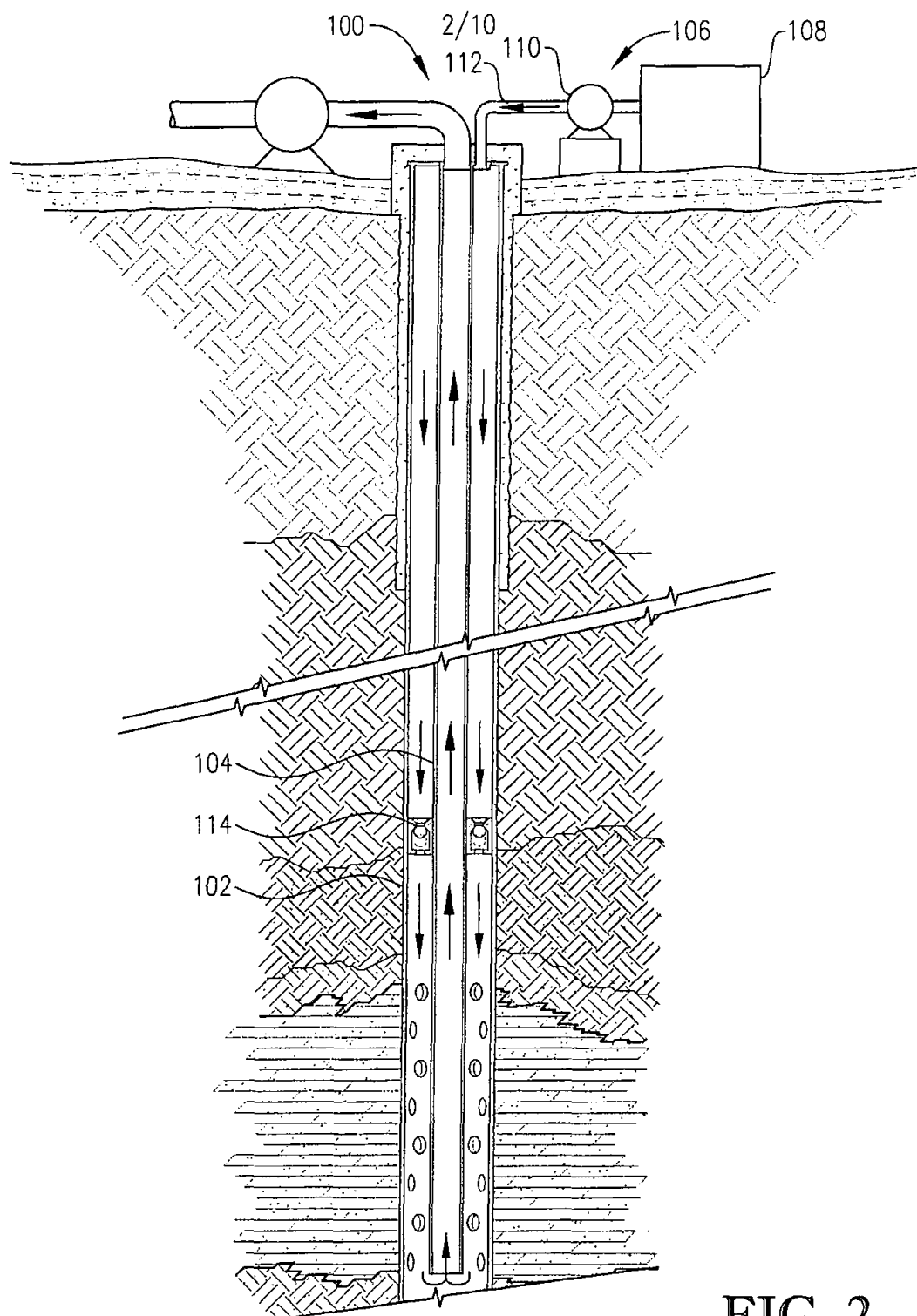


FIG. 2

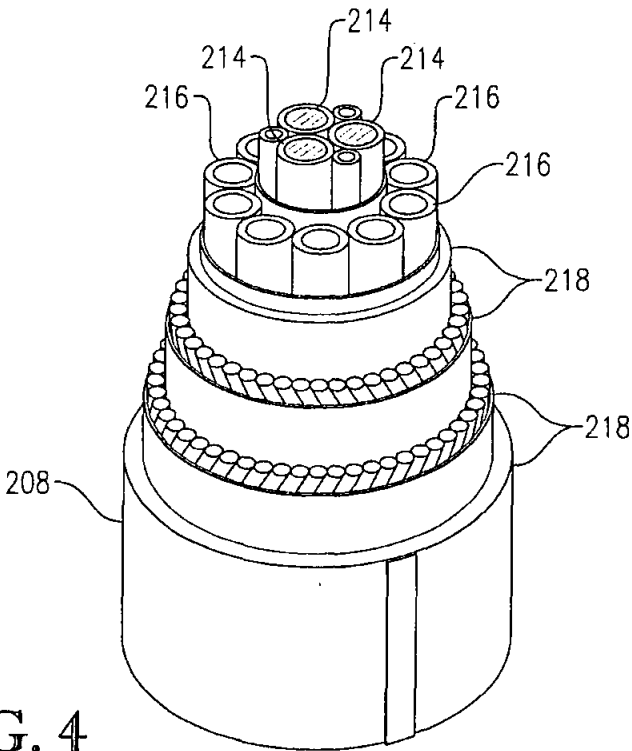


FIG. 4

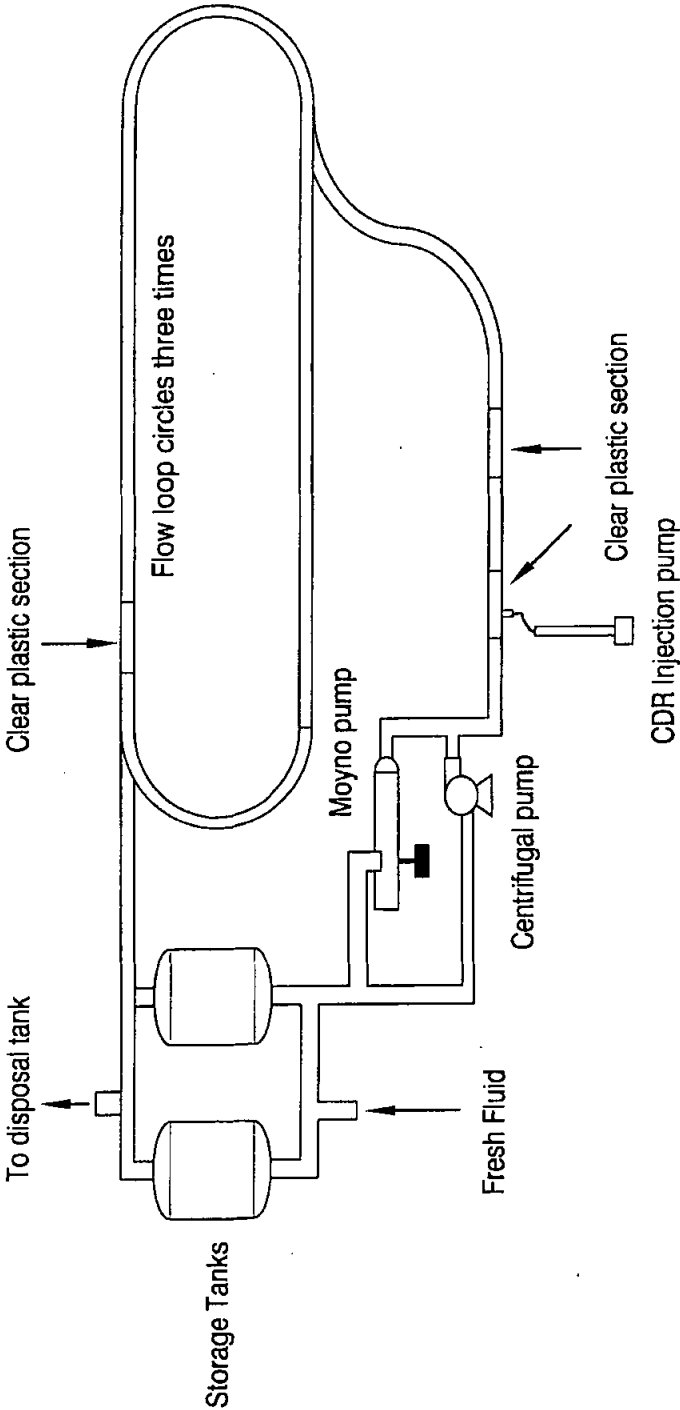


FIG. 5

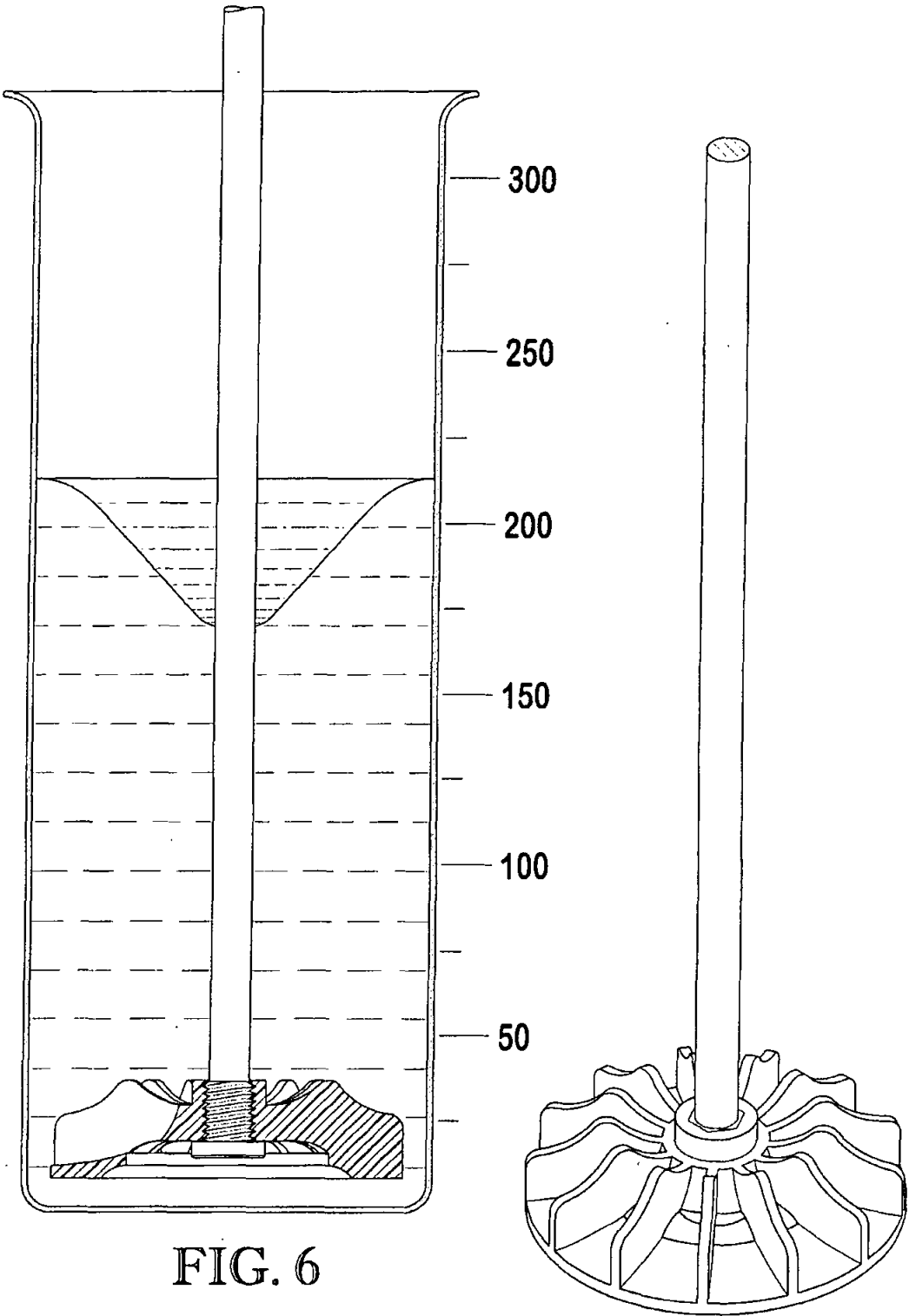


FIG. 6

FIG. 7

7/10

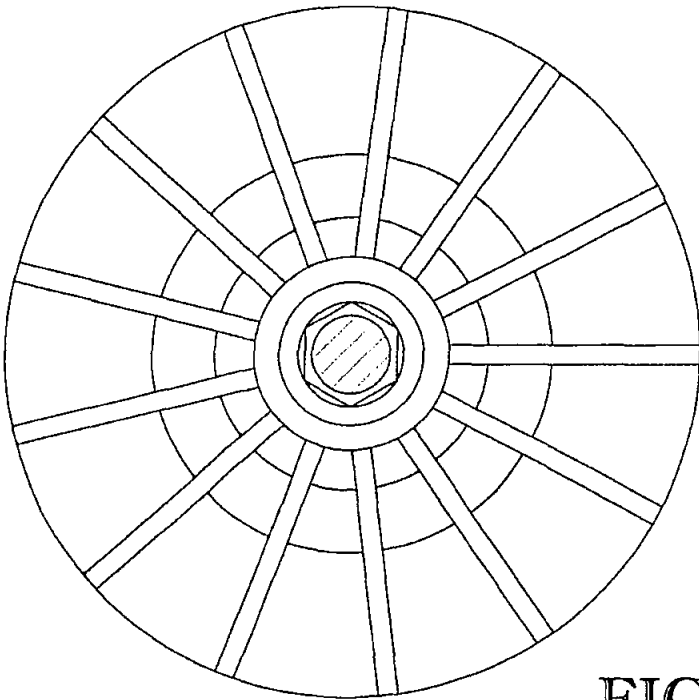


FIG. 8

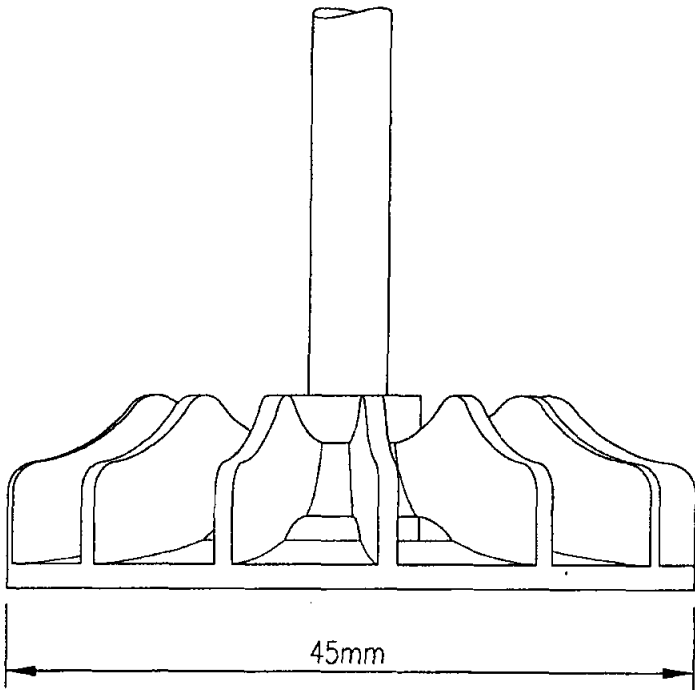
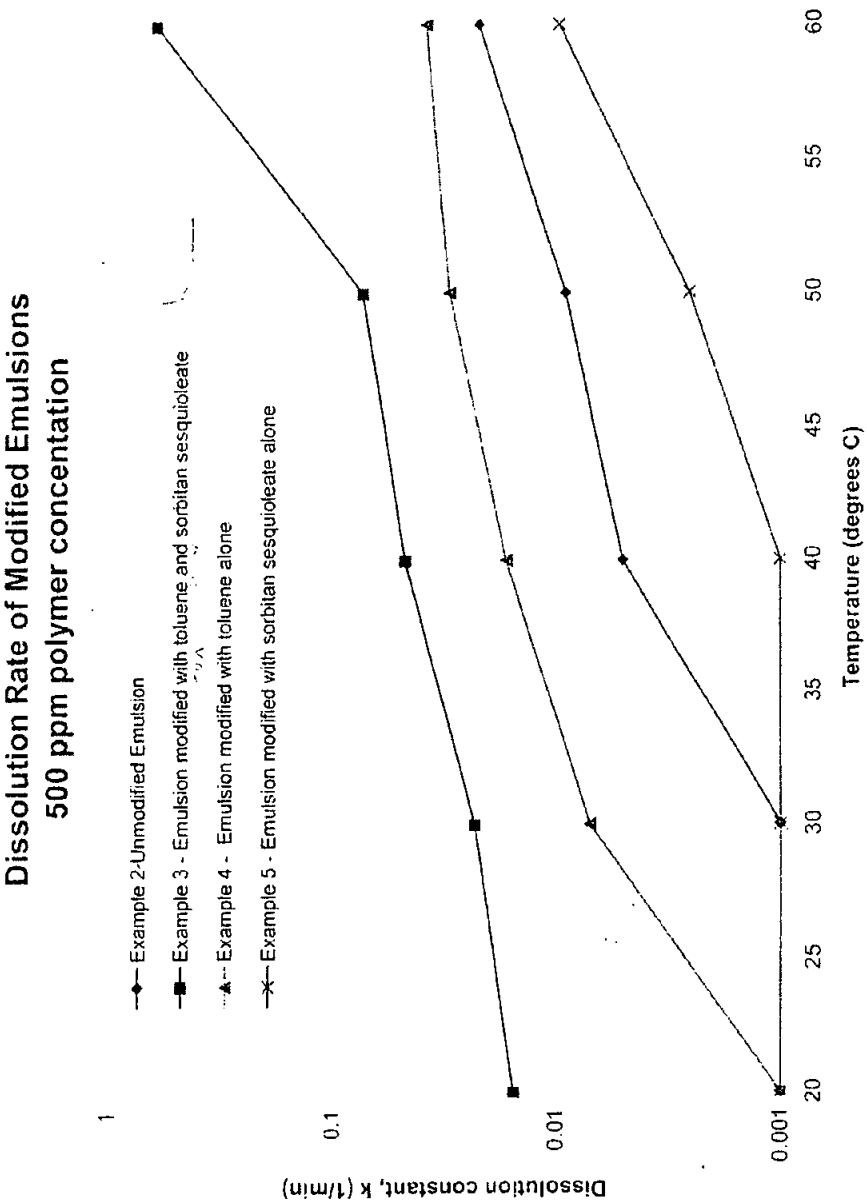


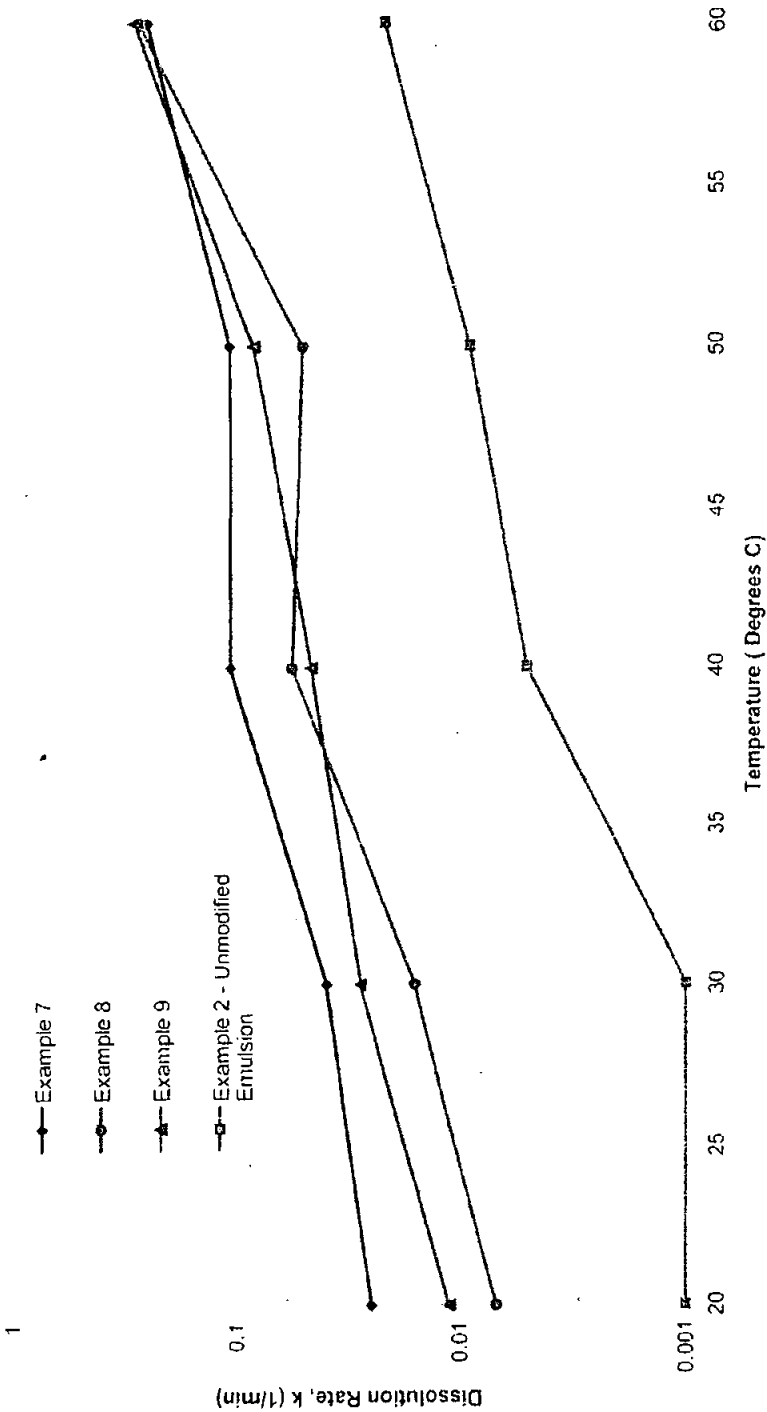
FIG. 9



Note: Values less than 0.001 are reflected as 0.001 for ease of illustration.

FIG. 10

Dissolution Rate vs Temperature
500 ppm polymer



Note: Values less than 0.001 are reflected as 0.001 for ease of illustration.

FIG. 11

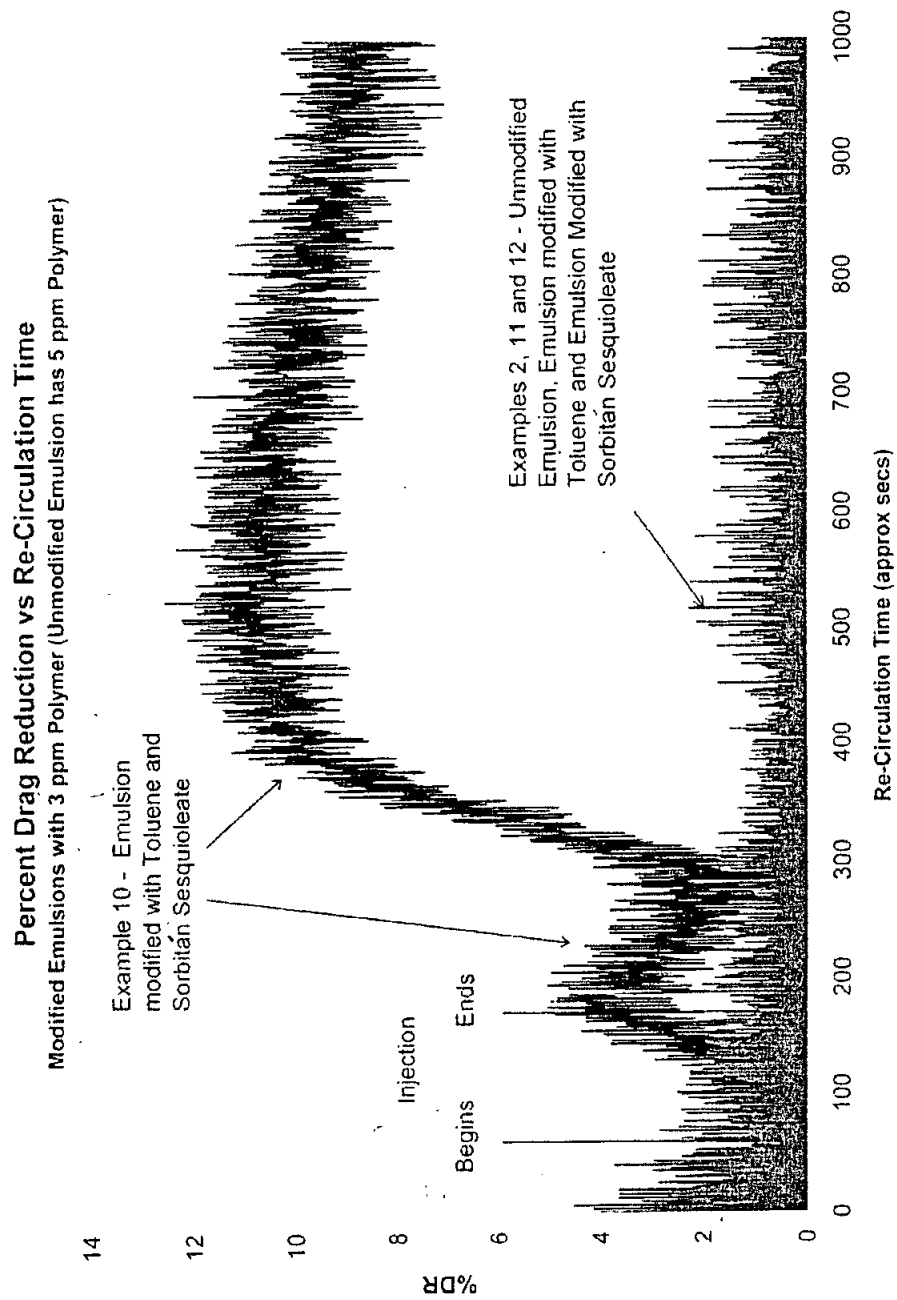


FIG. 12

MEJORA DE FLUJO POZO ABAJO

ANTECEDENTE DE LA INVENCION

5 1. Campo de la Invención

La presente invención se relaciona de manera general con sistemas para producir fluidos a partir de formaciones subterráneas. En otro aspecto, la invención involucra la introducción pozo abajo de un reductor de arrastre dentro de un fluido anfitrión que contiene hidrocarburo (por ejemplo, petróleo crudo) producido de una formación subterránea.

2. Descripción de la Técnica Relacionada

15 Se han utilizado una variedad de reductores de arrastre en el pasado para reducir la pérdida de presión asociada con el flujo turbulento de un fluido a través de una tubería. Se conocen polímeros de ultra alto peso molecular para funcionar bien como reductores de arrastre. En general, incrementar el peso y la concentración molecular del polímero en el reductor de arrastre incrementa la

20 efectividad del reductor de arrastre, con la limitación de que el polímero debe ser capaz de disolverse dentro del fluido anfitrión. Sin embargo, los reductores de arrastre que contiene grandes concentraciones de polímeros de alto peso molecular pueden generalmente no ser transportados a través de conductos pequeños sobre grandes distancias debido a que la alta viscosidad que tales

25 reductores de arrastre requieren presiones de la tubería inaceptablemente altas y/o el tamaño de partícula del polímero de tales reductores de arrastre puede originar que se taponen los conductos. Así, los reductores de arrastre no se han

suministrado para ubicaciones remotas (por ejemplo, submarinas y/o pozo abajo) debido a que el suministro económico para tales ubicaciones remotas requiere típicamente el pasaje a través de largos conductos que tienen diámetros pequeños.

5

RESUMEN DE LA INVENCION

En una modalidad de la presente invención, se suministra aquí un método que incluye la etapa de introducir un reductor de arrastre dentro de un fluido anfitrión en un punto de inyección ubicado por lo menos aproximadamente 500 pies por debajo de la superficie terrestre.

En otra modalidad de la presente invención, se suministra aquí un método para producir un fluido que contiene hidrocarburo de una formación subterránea. El método incluye las siguientes etapas: (a) transportar un reductor de arrastre de látex hacia abajo a un punto de inyección ubicado por lo menos aproximadamente 500 pies por debajo de la superficie terrestre; (b) introducir dicho reductor de arrastre de látex dentro de dicho fluido que contiene hidrocarburo en dicho punto de inyección para formar por lo tanto un fluido tratado que comprende dicho reductor de arrastre de látex y dicho fluido que contiene hidrocarburo; y (c) transportar por lo menos una porción de dicho fluido tratado hacia arriba hacia la superficie terrestre.

En aún otra modalidad de la presente invención, se proporciona aquí un sistema de producción para extraer un fluido de una formación subterránea. El sistema de producción generalmente comprende un pozo y un sistema de inyección de aditivo. El pozo incluye tubería de producción que se extiende dentro

de la formación subterránea. El sistema de inyección de aditivo incluye una fuente de aditivo y un pasaje para aditivo. La fuente de aditivo contiene un aditivo que comprende un reductor de arrastre. El pasaje para aditivo se extiende dentro de la formación subterránea y se puede operar para transportar el aditivo. El pasaje para aditivo incluye una abertura de descarga para descargar por lo menos una porción del aditivo afuera del pasaje. La abertura de descarga se ubica por lo menos aproximadamente 500 pies por debajo de la tierra.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10

Una modalidad preferida de la presente invención se describe en detalle adelante con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1 es una descripción simplificada de un pozo utilizado para producir un fluido de una formación subterránea, en donde el pozo está equipado con una columna de perforación para introducir uno o más aditivos (que incluye un reductor de arrastre) dentro del fluido producido antes de transportar el fluido a la superficie terrestre;

20 La Figura 2 es una descripción simplificada de un pozo de producción equipado con una válvula neumática que permite que los aditivos fluyan (incluyendo un reductor de arrastre) hacia abajo en el espacio anular entre la tubería de revestimiento y la tubería de producción del pozo;

25 La Figura 3 es una descripción simplificada de un sistema de producción mar adentro que incluye una pluralidad de pozos submarinos conectados a un múltiple de producción común que se reatrae con la marea a una plataforma más

adentro por vía de una tubería de flujo submarino, particularmente ilustra un conducto umbilical que corre desde la plataforma submarina al múltiple de producción;

5 La Figura 4 es una vista de corte parcial de un conducto umbilical, que ilustra particularmente varios conductos eléctricos y de fluido contenidos en el conducto umbilical;

10 La Figura 5 es un diagrama esquemático de un aparato de Prueba de Recirculación de Bucle construido con Ingeniería utilizado para medir la efectividad de los reductores de arrastre;

15 La Figura 6 es una ilustración esquemática de un aparato de prueba utilizado para desarrollar pruebas de velocidad de disolución en varios reductores de arrastre;

 La Figura 7 es una vista isométrica del agitador empleado en las pruebas de velocidad de disolución;

20 La Figura 8 es una vista superior del agitador empleado en las pruebas de velocidad de disolución;

 La Figura 9 es una vista lateral del agitador empleado en las pruebas de velocidad de disolución;

25

La Figura 10 es una gráfica que muestra el efecto que la modificación del látex inicial tiene sobre la constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del reductor de arrastre sobre un rango de temperaturas;

5 La Figura 11 es una gráfica de la constante de velocidad de disolución para varias formulaciones reductoras de arrastre sobre un rango de temperaturas; y

La Figura 12 es un esquema de reducción de arrastre en el Aparato de Prueba de Re-circulación de Bucle construido con Ingeniería utilizando varios
10 materiales reductores de arrastre.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA MODALIDAD PREFERIDA

Con referencia inicialmente a la Figura 1, se ilustra aquí un pozo de
15 producción 20 que se puede operar para extraer uno o más fluidos de producción 24 de una formación subterránea 22. En una modalidad de la presente invención, el fluido de producción 24 contiene por lo menos un fluido que contiene hidrocarburo tal como, por ejemplo, gas natural y/o petróleo crudo. Por ejemplo, el fluido de producción 24 puede contener por lo menos aproximadamente 10, por lo
20 menos aproximadamente 25, o por lo menos 50 por ciento en peso de petróleo crudo.

El pozo 20 incluye de manera general una carcasa externa 26 y una tubería de producción interna 28 que se extiende hacia abajo desde la superficie terrestre
25 30 dentro de la formación subterránea 22. La carcasa 26 puede tener una pluralidad de perforaciones 32 ubicadas cerca del depósito de fluido de producción 24. Durante la operación del pozo de producción 20, el fluido de producción 24

fluye desde la formación subterránea 22, a través de las perforaciones 32, y dentro de la carcasa 28, desde la cual ésta se puede extraer por vía de la tubería de producción 28.

5 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el pozo 20 está equipado con un sistema de inyección de aditivo pozo abajo 34 que se puede operar para introducir un aditivo 36 dentro del fluido de producción 24 en una ubicación por debajo de la superficie terrestre 30. El aditivo 36 contiene un reductor de arrastre, que se describirá en detalle adelante. Por ejemplo, el aditivo

10 36 puede contener por lo menos aproximadamente 10, por lo menos aproximadamente 50, por lo menos aproximadamente 75, o por lo menos 90 por ciento en peso de reductor de arrastre. En una modalidad, el aditivo 36 consiste esencialmente del reductor de arrastre solo. En otra modalidad, el aditivo 36 contiene el reductor de arrastre en combinación con uno o más químicos de

15 aseguramiento de flujo convencional. Los químicos de aseguramiento de flujo típicos incluyen, pero no se limitan a, inhibidores hidrato, inhibidores de corrosión, inhibidores de parafina, inhibidores de incrustación, biocidas, demulsificadores, secuestrantes de sulfuro de hidrógeno, secuestrantes de oxígeno, tratamientos de agua, e inhibidores de asfalteno. En una modalidad, el aditivo 36 comprende en el

20 rango de entre aproximadamente 5 a aproximadamente 75 por ciento en peso de partículas de polímero sólidas, o en el rango de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 60 por ciento en peso de partículas de polímero sólidas, o en el rango de 15 a 45 por ciento en peso de partículas de polímero sólidas. Cuando el aditivo 36 se introduce dentro del fluido de producción 24, por lo menos

25 aproximadamente 50 por ciento en peso, por lo menos aproximadamente 75 por ciento en peso, o por lo menos 95 por ciento en peso de partículas de polímero sólidas se disuelven por fluido de producción 24. La cantidad de reductor de

arrastre inyectado se puede expresar en términos de concentración de polímero reductor de arrastre en el componente líquido que contiene hidrocarburo del fluido producido. La concentración del polímero reductor de arrastre en el componente líquido que contiene hidrocarburo puede estar en el rango de entre
5 aproximadamente 0.1 a aproximadamente 100 ppmw, o en el rango de entre aproximadamente 0.5 a aproximadamente 50 ppmw, o en el rango de entre aproximadamente 1 a aproximadamente 20 ppmw, o en el rango de 1 a 5 ppmw.

El sistema de inyección de aditivo 34 incluye de generalmente por lo menos
10 una fuente de aditivo 38, una bomba de aditivo 40, y un conducto de inyección de aditivo 42. El conducto de inyección 42 se extiende hacia abajo a través de un pasaje (por ejemplo, un espacio anular) definido entre la carcasa 26 y la tubería 28. El conducto de inyección 42 incluye por lo menos una salida 44 para descargar el aditivo 36 dentro del fluido de producción 24. En la modalidad ilustrada en la
15 Figura 1, el aditivo 36 se introduce dentro del fluido de producción 24 en una ubicación de inyección dentro de la carcasa 26 y la tubería externa 28. Alternativa o adicionalmente, el aditivo 36 se puede introducir dentro del fluido de producción 24, la carcasa externa 26 y/o dentro de la tubería 28.

20 Después que se ha descargado el aditivo 36 dentro del fluido de producción 24, el fluido combinado/tratado resultante 46 se transporta hacia arriba a través de la tubería de producción 28 a o cerca de la superficie terrestre 30. Cuando la presión natural del fluido de producción 24 en la formación subterránea 22 es insuficiente para originar que el fluido tratado 46 fluya hacia arriba a través de la
25 tubería de producción 28 a o cerca de la superficie terrestre 30, unos medios de extracción 48 se emplean para bombear el fluido tratado 46 hacia arriba a través de la tubería de producción 28. En la práctica, los medios de extracción 48 pueden

tomar una variedad de formas conocidas por aquellos expertos en la técnica, que incluye una tubería de pozo abajo o una de bombeo neumático.

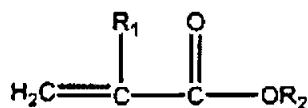
Después de ser llevado a o cerca de la superficie terrestre 30, el fluido tratado 46 se puede transportar luego por una tubería 50. La Figura 1 describe la tubería 50 como una tubería sobre la tierra. Alternativamente, la tubería 50 puede ser una tubería enterrada. El fluido tratado 46 se puede transportar en la tubería 50 durante una distancia de por lo menos aproximadamente 1 milla, por lo menos aproximadamente 10 millas, o por lo menos 100 millas. En razón a que el fluido tratado 46 contiene un reductor de arrastre, la caída de presión asociada con el flujo de fluido tratado 46 a través de la tubería de producción 28 y la tubería 50 se reduce con relación a la caída de presión que se asociaría con el flujo del fluido de producción no tratado 24.

En una modalidad de la presente invención, por lo menos una porción del aditivo 36 se introduce dentro del fluido de producción 24 en una ubicación de inyección que es una distancia sustancial por debajo de la superficie terrestre 30. Por ejemplo, la ubicación de inyección puede ser por lo menos aproximadamente de 500 pies, por lo menos aproximadamente 1,000 pies, o por lo menos 2,000 pies por debajo de la superficie terrestre. Así, el conducto de inyección 42 puede tener una longitud de por lo menos aproximadamente 500 pies, por lo menos aproximadamente 1,000 pies, o por lo menos 2,000 pies. El diámetro interno promedio o el conducto de inyección 42 puede ser de aproximadamente 2.5 pulgadas o menos, aproximadamente 1 pulgada o menos, aproximadamente 0.5 pulgadas o menos, o aún 0.25 pulgadas o menos.

En una modalidad de la presente invención, el aditivo pozo abajo puede incluir un reductor de arrastre que es capaz de ser transportado por vía de un conducto de inyección largo que tiene un diámetro pequeño. El reductor de arrastre empleado en la presente invención puede ser un reductor de arrastre de látex que comprende un polímero de alto peso molecular disperso en una fase continua acuosa. El polímero del reductor de arrastre de látex se puede preparar por vía de 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 iniciación. La fase continua generalmente comprende por lo menos un componente seleccionado del grupo que consiste de agua, líquidos orgánicos polares, y mezclas de éstos. Cuando el agua es el constituyente seleccionado de la fase continua, la mezcla de reacción también puede comprender por lo menos uno de un disolvente y amortiguador.

El monómero utilizado en la formación del polímero de alto peso molecular puede incluir, pero no se limita a, uno o más de los monómeros seleccionados del grupo que consiste de:

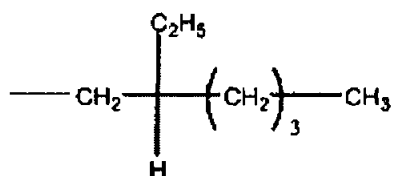
(A)



en donde R_1 es H o un radical alquilo C1-C10, más preferiblemente R_1 es H, CH_3 , o C_2H_5 , y R_2 es H o un radical alquilo C1-C30, más preferiblemente R_2 es un radical alquilo C4-C18, y se represente más preferiblemente por la fórmula (i)

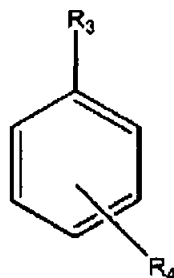
como sigue

(i)



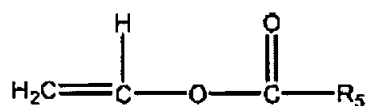
;

(B)



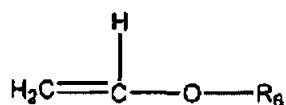
en donde R_3 es $\text{CH}=\text{CH}_2$ o $\text{CH}_3\text{-C}=\text{CH}_2$ y R_4 es H o un radical alquilo C1-C30, más preferiblemente R_4 es H o un radical alquilo C4-C18, un anillo fenilo con 0-5
 5 sustituyentes, un anillo naftilo con 0-7 sustituyentes, o un anillo piridilo con 0-4 sustituyentes;

(C)



10

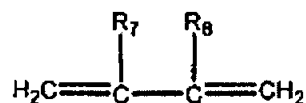
en donde R_5 es H o un radical alquilo C1-C30, y preferiblemente R_5 es un radical alquilo C4-C18;



15

en donde R_6 es H o un radical alquilo C1-C30, preferiblemente R_6 es un radical alquilo C4-C18;

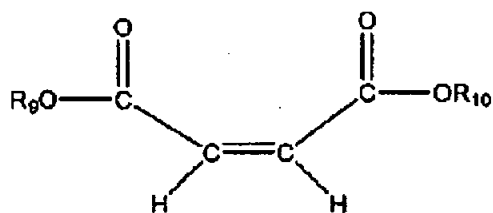
(E)



- 5 en donde R_7 es H o un radical alquilo C1-C18, más preferiblemente R_7 es H o un radical alquilo C1-C6, y R_8 es H o un radical alquilo C1-C18, más preferiblemente R_8 es H o un radical alquilo C1-C6, y más preferiblemente R_8 es H o CH_3 , también, el H_2 's en los carbonos 1 y 4 descritos anteriormente se pueden reemplazar por los radicales alquilo C1-C18 o radicales alquilo C1-C6;

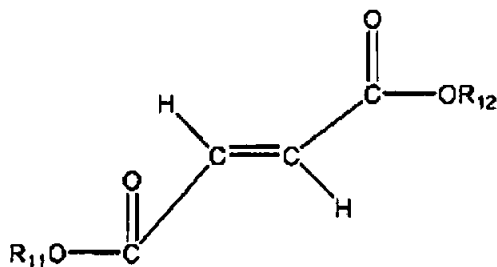
10

(F) maleatos tales como



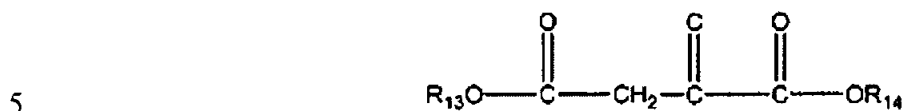
- en donde R_9 y R_{10} son independientemente H, radicales alquilo C1-C30, arilo, 15 cicloalquilo, o heterocíclico;

(G) fumaratos tales como



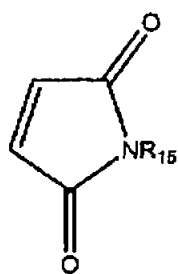
en donde R_{11} y R_{12} son independientemente H, radicales alquilo C1-C30, arilo, cicloalquilo, o heterocíclico;

(H) itaconatos tales como



en donde R_{13} y R_{14} son independientemente H, radicales alquilo C1-C30, arilo, cicloalquilo, o heterocíclico;

10 (I) maleimidas tales como



en donde R_{15} es H, un radical alquilo C1-C30, arilo, cicloalquilo, o heterocíclico.

15 En una modalidad, se prefieren los monómeros de fórmula (A), especialmente monómeros de metacrilato de fórmula (A), y más especialmente monómeros de 2-etilhexilmetacrilato de la fórmula (A). El tensoactivo utilizado en la mezcla de reacción puede incluir por lo menos un tensoactivo aniónico de alto HLB o tensoactivo no aniónico. El término "número HLB" se refiere al balance

20 hidrófilo-lipófilo de un tensoactivo en una emulsión. El número HLB se determina por el método descrito por W.C. Griffin in *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 1, 31 1 (1949) y *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 5, 249 (1954), que se incorpora como referencia aquí. Como se utiliza aquí, "alto HLB" debe denotar un número HLB de 7 o más. El

número HLB de tensoactivos para uso con la mezcla formadora de reacción puede ser por lo menos aproximadamente 8, aproximadamente 10, o 12.

Tensoactivos aniónicos de alto HLB de ejemplo incluyen sulfatos de alquilo de alto HLB, sulfatos de éter alquilo, succinatos de dialquilo, fosfatos de alquilo, sulfonatos de alquil arilo, y sarcosinatos. Ejemplos comerciales de tensoactivos de alto HLB aniónicos incluyen lauril sulfato de sodio (disponible como RHODAPONTM LSB de Rhodia Incorporated, Cranbury, NJ), sulfosuccinato de sodio dioctilo (disponible como AEROSOLTM OT de Cytec Industries, Inc., West Paterson, NJ), sal de polifosfato 2-etilhexilo de sodio (disponible de JarChem Industries Inc., Newark, NJ), dodecilbenceno sulfonato de sodio (disponible como NORFOXTM 40 de Norman, Fox & Co., Vernon, CA), y lauroilsarcosínico de sodio (disponible como HAMPOSYLTM L-30 de Hampshire Chemical Corp., Lexington, MA).

Los tensoactivos no iónico de alto HLB de ejemplo incluyen ésteres de sorbitán de HLB, ésteres de ácido graso PEG, ésteres de glicerina etoxilados, aminas grasas etoxiladas, ésteres de sorbitán etoxilados, tensoactivos de óxido de propileno/óxido de etileno en bloque, ésteres de ácido graso/alcohol, alcoholes etoxilados, ácidos grasos etoxilados, aceites de ricino etoxilados, ésteres de glicerina, etoxilatos de alcohol lineales, y etoxilatos de alquil fenol. Ejemplos comerciales de tensoactivos no iónicos de alto HLB incluyen nonilfenoxi y etanoles octilfenoxi poli(etilenoóxi) (disponible como IGEP ALTM CA y CO series, respectivamente de Rhodia, Cranbury, NJ), alcoholes primarios etoxilados C8 a C18 (tal como RHODASURFTM LA-9 de Rhodia Inc., Cranbury, NJ), alcoholes secundarios etoxilados C11 a C15 (disponible como el TERGITOLTM 15-S series, que incluye 15-S-7, 15-S-9, 15-S- 12, de Dow Chemical Company, Midland, MI), ésteres de ácido graso de sorbitán polioxietileno (disponible como el TWEEN1 M

series de 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 de poliéter alquilarilo (disponible como el TRITON™ X series, que incluye X-100, X-165, X-305, y X-405; de Dow Chemical
5 Company, Midland, MI).

El sistema de iniciación para uso en la mezcla de reacción puede ser cualquier sistema adecuado para generar los radicales libres necesarios para facilitar la polimerización por emulsión. Los iniciadores posibles incluyen
10 persulfatos (por ejemplo, persulfato de amonio, persulfato de sodio, persulfato de potasio), persulfatos de peroxi, y peróxidos (por ejemplo, hidroperóxido de terc-butilo) utilizado solos o en combinación con uno o más componentes de reducción y/o aceleradores. Los componentes de reducción posibles incluyen, pero no se limitan a, bisulfitos, metabisulfitos, ácido ascórbico, ácido eritórbito, y sulfoxilato
15 formaldehído de sodio. Los aceleradores posibles incluyen, pero no se limitan a, cualquier composición que contiene un metal de transición que tiende dos estados de oxidación tales como, por ejemplo, sulfato ferroso y sulfato de amonio ferroso. Alternativamente, las técnicas de iniciación de radiación y técnicas conocidas se pueden emplear para generar los radicales libres.

20

Cuando se utiliza agua para formar la mezcla de reacción, el agua puede ser un 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
25 listados adelante.

Como se anotó previamente, la mezcla de reacción opcionalmente puede incluir por lo menos un disolvente y/o un amortiguador. Por lo menos un disolvente puede ser un disolvente orgánico tal como un disolvente de hidrocarburo (por ejemplo, pentano, hexano, heptano, benceno, tolueno, xileno), un disolvente halogenado (por ejemplo, tetracloruro de carbono), un glicol (por ejemplo, etilenglicol, propilenglicol, glicerina), un éter (por ejemplo, dietil éter, diglima, poliglicoles, éteres de glicol). En una modalidad, el disolvente es un disolvente de hidrocarburo, tal como tolueno. El amortiguador puede comprender cualquier amortiguador conocido que es compatible con el sistema de iniciación tal como, por ejemplo, amortiguadores de carbonato, fosfato, y/o borato.

Al formar la mezcla de reacción, el monómero, agua, por lo menos un tensoactivo, y opcionalmente por lo menos un disolvente, se pueden combinar bajo una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno que se mantiene en menos de aproximadamente 1000 ppmw de oxígeno o menos de aproximadamente 100 ppmw de oxígeno. La atmósfera libre de oxígeno se puede mantener al purgar continuamente el recipiente de reacción con un gas inerte tal como nitrógeno y/o argón. La temperatura del sistema se puede mantener a un nivel del punto de congelamiento de la fase continua hasta aproximadamente 60° C, o de aproximadamente 0° C a aproximadamente 45° C, o de 0° C a 30 ° C. La presión del sistema se puede mantener en el rango de entre aproximadamente 5 a aproximadamente 100 psia, o aproximadamente 10 a aproximadamente 25 psia, o aproximadamente a presión atmosférica. Sin embargo, mayores presiones de hasta aproximadamente 300 psia 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 iniciación, todo de una vez o durante el tiempo. La reacción de polimerizaciones lleva a cabo durante una cantidad

suficiente de tiempo para alcanzar por lo menos 90 porciento de conversi3n por peso de los mon3meros. T3picamente, este periodo de tiempo est3 en el rango de entre aproximadamente 1 a aproximadamente 10 horas, o 3 a 5 horas. Durante la polimerizaci3n, la mezcla de reacci3n se puede agitar continuamente.

5

La siguiente tabla establece los rangos amplio y angosto para las cantidades de ingredientes presentes en la mezcla de reacci3n.

Ingrediente	Rango Amplio	Rango Angosto
Mon3mero (% porcentaje en peso de mezcla de reacci3n completa)	10-60%	40-50%
Agua (% porcentaje en peso de la mezcla de reacci3n completa)	20-80%	50-60%
Tensoactivo (% porcentaje en peso de la mezcla de reacci3n completa)	0.1-10%	0.25-6%
Sistema de Iniciaci3n		
Mon3mero: Iniciador (proporci3n molar)	$1 \times 10^3:1-5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1-2 \times 10^6:1$
Mon3mero: Comp. de reducci3n (proporci3n molar)	$1 \times 10^3:1-5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1-2 \times 10^6:1$
Acelerador: Iniciador (proporci3n molar)	0.01:1-10:1	0.01:1-10:1
Disolvente	0 a dos veces la cantidad del Mon3mero	
Amortiguador	0 a la cantidad necesaria para alcanzar el pH de iniciaci3n (de pendiente del iniciador, t3picamente entre aproximadamente 6.5-10)	

10

La reacci3n de polimerizaci3n de emulsi3n produce una composici3n de l3tex inicial que comprende una fase dispersa de part3culas solidas y una fase continua liquida. El l3tex inicial puede ser una dispersi3n coloidal estable que comprende una fase dispersa de part3culas de pol3mero de alto peso molecular y

una fase continua que comprende agua. Las partículas coloidales pueden formar en el rango de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 por ciento en peso del látex inicial o en el rango de 40 a 50 por ciento en peso del látex inicial. La fase continua puede comprender agua, por lo menos un tensoactivo de alto HLB, por lo menos un disolvente (si está presente), y amortiguador según se necesite. El agua es comprendida en el rango de entre aproximadamente 20 a aproximadamente 80 por ciento en peso del látex inicial, o aproximadamente 40 a aproximadamente 60 por ciento en peso del látex inicial. El tensoactivo de alto HLB está comprendido en el rango de entre aproximadamente 0.1 a aproximadamente 10 por ciento en peso del látex inicial. O de 0.25 a 6 por ciento en peso del látex inicial. Como se anoto en la tabla anterior, el amortiguador está presente en una cantidad necesaria para alcanzar el pH requerido para iniciación de la reacción de polimerización y es dependiente del iniciador. Típicamente, el pH requerido para iniciar una reacción está en el rango de 6.5 a 10.

El polímero de la fase dispersa puede tener un peso molecular promedio ponderado (M_w) de por lo menos aproximadamente 1×10^6 g/mol, o por lo menos aproximadamente 2×10^6 g/mol, o por lo menos 5×10^6 g/mol. Las partículas coloidales pueden tener un tamaño de partícula medio de por lo menos aproximadamente 10 micras, menos de aproximadamente 1000 nm (1 micra), en el rango de aproximadamente 10 a aproximadamente 500 nm, con el rango de 50 a 250 nm. Por lo menos aproximadamente 95 por ciento en peso de las partículas coloidales pueden ser mayores de aproximadamente 10nm, y mas pequeñas de aproximadamente 500 nm. Por lo menos aproximadamente el 95% en peso de las partículas pueden ser mayores de aproximadamente 25 nm y menores de aproximadamente 250 nm. El polímero de la fase dispersa puede exhibir poca o ninguna ramificación o reticulación. La fase continua puede tener un pH en el

rango de aproximadamente 4 a aproximadamente 10, o de aproximadamente 6 a aproximadamente 8, y contiene pocos si existen cationes multivalentes.

Con el fin de que el polímero funcione como un reductor de arrastre, el polímero se debe disolver o solvatar sustancialmente en el fluido producido (por ejemplo, petróleo crudo y/o agua). La eficacia de las partículas de polímero de alto peso molecular como reductores de arrastre cuando se agregan directamente al fluido producido es ampliamente dependiente de la temperatura del fluido producido. Por ejemplo, a baja temperaturas, el polímero se disuelve a una menor velocidad en el fluido producido, por lo tanto, se puede lograr menor reducción de arrastre. Sin embargo, cuando la temperatura del fluido producido está por encima de aproximadamente 30°C, o por encima de 40°C, el polímero se solvata más rápidamente y se alcanza una reducción de arrastre apreciable. Como se muestra en los ejemplos adelante, puede ser posible alcanzar mayor reducción de arrastre en un rango mayor de temperaturas al modificar el látex inicial a través de la adición de un tensoactivo de bajo HLB y/o un disolvente. El látex resultante modificado se puede proporcionar como un sistema de "un empaque" en donde las propiedades de reducción de arrastre del polímero están disponibles a la corriente de fluido producida en un periodo de tiempo mucho más rápido.

20

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el látex inicial se puede modificara para incrementar la velocidad de disolución del polímero. Tal modificación también proporciona una dispersión coloidal estable que no floculara significativamente o se aglomerara con el tiempo, asegurando por lo tanto que el látex no llegue a romperse completamente o invertirse. El látex modificado se puede formar al agregar por lo menos un tensoactivo de bajo HLB y/o por lo menos un disolvente para el látex inicial. En una modalidad, el látex inicial se

25

puede modificar con un tensoactivo de bajo HLB y un disolvente. Como se utiliza aquí, "bajo HLB" debe denotar un número HLB menor de 7. El tensoactivo de bajo HLB puede tener un número HLB de menos de aproximadamente 6, menos de aproximadamente 5, o en el rango de 1 a 4.

5

Tensoactivos de bajo HLB adecuados de ejemplo incluyen ésteres de sorbitán de bajo HLB, ésteres de ácidos graso PEG, ésteres de glicerina etoxilados, aminas grasas etoxiladas, ésteres de sorbitán etoxilados, tensoactivos de óxido de propileno/óxido etileno en bloque, ésteres de ácidos grasos/alcohol, 10 alcoholes etoxilados, ácidos grasos etoxilados, aceite de resino etoxilados, ésteres de glicerina, polietilenglicoles, etoxilatos de alcohol lineal, etoxilatos de alquil fenol, y emulsificadores poliméricos solubles en aceite tal como dietanol copolímero anhídrido succínico poliisobutileno, mezclas de sal amina sal/amida o sal/amida, y Hypermer B-206, y mezclas de éstos.

15

Ejemplos comerciales de tensoactivos de bajo HLB no aniónicos adecuados incluyen trioleato de sorbitán (disponible como SPANTM 85 de Uniquema, Wilmington, DE), tristearato de sorbitán (disponible como SPANTM 65 de Uniquema, Wilmington, DE), sesquioleato de sorbitán (disponible de LUMISORBTM 20 SSI de Lambent Technologies, Skokie, IL), monooleato de sorbitán (disponible de ALKAMULSTM SMO de Rhoída Inc., Cranbury, NJ), monosterato de sorbitán (disponible como SPANTM 60 de Uniquema, Wilmington, DE), éster de ácido graso de etilenglicol (disponible como MONOSTRIOLTM EN-C de Undesa, Barcelona, España), dioleato de polietilenglicol (tal como ALKAMULSTM 600 DO de Rhoída 25 Inc., Cranbury, NJ), monostearato de propilenglicol (disponible como MONOSTRIOLTM PR-A de Undesa, Barcelona, España), monostearato de glicerol (disponible como KEMFLUIDTM 203-4 de Undesa, Barcelona, España), sal amina

dietanol de copolímero anhídrido succínico poliisobutileno (disponible como LUBRIZOL™ 2700, de Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH), y tensoactivos poliméricos hidrófobos propietarios (tal como HYPERMER™ B-206 de Uniquema, Wilmington, DE).

5

La cantidad de por lo menos un tensoactivo de bajo HLB requerido para modificar el látex inicial depende de la velocidad de disolución deseada para el polímero así como también la cantidad de disolvente utilizado, con el fin de proporcionar la flexibilidad necesaria para ajustar la velocidad de disolución para las condiciones de tubería. La formulación terminada (es decir, el reductor de arrastre de látex modificado) puede contener en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente 95 por ciento en peso de tensoactivo de bajo HLB, o en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 por ciento en peso del tensoactivo de bajo HLB, o en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento en peso del tensoactivo de bajo HLB, o en el rango de aproximada 1 a 25 por ciento en peso de tensoactivo de bajo HLB.

Los disolventes adecuados para uso en la formación del reductor de arrastre de látex modificado incluyen disolventes aromáticos (tal como benceno, tolueno, xileno, etilbenceno, tolueno dibencilo, benciltolueno, butilxileno, difeniletano, diisopropilbifenilo, triisopropilbifenilo, etc.), disolventes aromáticos parcialmente o completamente hidrogenados (tal como tetrahidronftaleno o decahidroftaleno), glicoles (tal como etilenglicol, propilenglicol, butilenglicol, hexilenglicol, poliglicoles tales como dietilenglicol, trietilenglicol, polietilenglicol, polipropilenglicol y copolímeros en bloque de óxido de propileno y etileno, éteres de glicol, butil éter de polipropilenglicol, butil éter de etilenglicol, metil éter de propilenglicol, butil éter de polipropileno de glicol, fenil éter de propilenglicol, metil

éter de dietilenglicol, metil éter de dipropilenglicol, metil éter de trietilenglicol),
ésteres (tal como formato de butilo, acetato de etilo, ésteres de lactato),
disolventes que contienen nitrógeno (tal como dimetil formamida, alcoholes
aromático y alifáticos (tal como metanol, etanol, isopropanol alcoholes hixilo,
5 alcohol 2- etilhoxilo, alcohol bencílico, alcohol tetrahydrofurfurilo), cetonas (tal como
acetona, metil etil cetona, metil isobutil cetona, metil isoamil cetona,
ciclohexanona), disolventes que contienen azufre (tal como sulfoxido de dimetilo),
tetrahydrofurano, haluros de alquilo (tal como cloruro de metileno, 1,1,1-
tricloroetano, percloroetileno), y sus combinaciones. Los más preferidos son los
10 glicoles de bajo peso molecular que tienen un peso molecular de menos de
aproximadamente 1000, o que tienen un peso molecular en el rango de
aproximadamente 100 a aproximadamente 600, o en el rango de 200 a 500.
También se puede utilizar el polietilenglicol que tiene un peso molecular de
aproximadamente 200.

15

La cantidad de disolvente requerida depende de la velocidad de disolución
deseada para el polímero. La cantidad mínima de disolvente es aquella que es
necesaria para proporcionar la velocidad de disolución mínima deseada en los
conductos que llevan el fluido tratado con el fin de maximizar la cantidad de
20 polímero de reducción de arrastre activo. El reductor de arrastre de látex
modificado puede contener en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente
95% en peso del disolvente, o en el rango de aproximadamente 1 a
aproximadamente 50% en peso del disolvente, o en el rango de aproximadamente
10 a aproximadamente 30% en peso del disolvente, o en el rango de 15 a 25% en
25 peso del disolvente.

La modificación del látex inicial se puede lograr a través de una operación de mezcla simple. La mezcla se puede lograr utilizando un mezclador de corriente de cima simple, o los materiales se pueden medir y cargar proporcionadamente dentro de un mezclador estático continuo dependiendo de la viscosidad de los materiales seleccionados para la modificación. El orden de adición de los materiales de modificación se ha observado por tener un efecto en la facilidad de la preparación en el caso de los materiales que tienen una alta viscosidad. En esta situación, es generalmente fácil agregar primero el disolvente seguido por el tensoactivo y finalmente el látex. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el orden de la adición no parece tener un impacto sobre las propiedades de la mezcla terminada. El mezclado puede ocurrir a una temperatura de aproximadamente 5 a aproximadamente 60° C, o en el rango de 15 a 30° C, bajo aproximadamente la presión atmosférica. Si se utiliza un tensoactivo de alta viscosidad, se puede emplear un mezclador de dispersión tal como aquellos utilizados para preparar dispersiones de pigmento. El tiempo de mezcla depende bastante de la viscosidad de los materiales que se utilizan. Las mezclas de bajas viscosidad se pueden preparar dentro de minutos, sin embargo, las mezclas de tensoactivo de alto viscosidad pueden requerir periodos de tiempo de mezcla extendidos.

El peso molecular del polímero del látex inicial no se afecta sustancialmente por la adición de por lo menos un tensoactivos de bajo HLB modificado y por lo menos un disolvente. El tamaño de partícula de las partículas coloidales es generalmente la misma como en el látex inicial, sin embargo, es posible que pueda ocurrir algún hinchamiento de las partículas dependiendo del tipo de disolvente utilizado en la etapa de modificación. Debido a este hinchamiento, también se puede afectar el tamaño de distribución de partícula. La viscosidad del

reductor de arrastre de látex se puede incrementar por la adición del tensoactivo y del disolvente. La concentración máxima de tensoactivo y disolvente se debe seleccionar de tal manera que la composición del látex modificado permanezca sustancialmente fácil de bombeo.

5

La solubilidad del látex inicial y modificado en un líquido que contiene hidrocarburo se describe aquí en términos de constante de velocidad de disolución de hidrocarburo "k". La constante de velocidad de disolución de hidrocarburo (k) se determina en la forma descrita en el Ejemplo 2 adelante. El látex modificado, descrito anteriormente, tiene una constante de velocidad de disolución de hidrocarburo (k_m) que es mayor que la constante de velocidad de disolución de hidrocarburo de el látex inicial (es decir, no modificado) (k_i). La constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del látex modificado (k_m) en queroseno a 20, 40, y/o 60° C, puede ser por lo menos aproximadamente 10, 25, 50, 100, o 500 por ciento mayor que la constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del látex inicial (k_i) en queroseno a la misma temperatura (es decir, 20, 40, y/o 60° C). La constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del látex modificado (k_m) en queroseno a 20° C puede ser por lo menos aproximadamente 0.004 min⁻¹, o por lo menos 0.008 min⁻¹ o por lo menos 0.012 min⁻¹. La constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del látex modificado (k_m) en queroseno a 40°C puede ser aproximadamente 0.01 min⁻¹ por lo menos aproximadamente 0.02 min⁻¹ o por lo menos 0.04 min⁻¹. La constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del látex modificado (k_m) en queroseno a 60°C puede se por lo menos aproximadamente 0.05 min⁻¹ por lo menos aproximadamente 0.2 min⁻¹, o por lo menos 0.4 min⁻¹. La constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del látex inicial (k_i) en queroseno a 20°C puede ser menor de aproximadamente 0.004 min⁻¹, menos de aproximadamente 0.002 min⁻¹ o menor 0.001 min⁻¹. La constante de

velocidad de disolución de hidrocarburo del látex inicial (k_i) en queroseno a 40°C puede ser menor de aproximadamente 0.01 min⁻¹ menor de aproximadamente 0.008 min⁻¹ o menor 0.006 min⁻¹. La constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del látex inicial (k_i) en queroseno a 60°C puede se por lo menos
5 aproximadamente 0.005 min⁻¹ que aproximadamente 0.004 min⁻¹, o menos 0.003 min⁻¹.

El reductor de arrastre empleado en la presente invención debe ser relativamente estable de tal manera que éste se pueda almacenar durante largos
10 periodos de tiempo y empleado después como un reductor de arrastre efectivo sin modificación adicional. Como se utiliza aquí, la “estabilidad de estante” debe denotar la capacidad de una dispersión coloidal para ser almacenada durante periodos de tiempos significativos sin una cantidad importante de la fase sólida dispersa que se disuelve en la fase continua líquida. El reductor de arrastre
15 modificado puede exhibir una estabilidad de estante de tal manera que menos de aproximadamente 25, aproximadamente 10 o 5 por ciento en peso de las partículas sólidas de polímero de alto peso molecular se disuelve en la fase continua durante un periodo de almacenamiento de 6 meses, en donde el reductor de arrastre modificado se almacena sin agitación a temperatura y presión estándar
20 (STP) durante el periodo de almacenamiento de 6 meses.

Como se utiliza aquí, la “estabilidad de velocidad de disolución” debe denotar la capacidad de un reductor de arrastre para ser almacenada durante periodos significativos de tiempo sin alterar significativamente la constante de
25 velocidad de disolución de hidrocarburo del reductor de arrastre. El reductor de arrastre empleado en la presente invención puede exhibir una estabilidad de velocidad de disolución de tal manera que la constante de velocidad

de disolución de hidrocarburo del reductor de arrastre al final de un periodo de almacenamiento de 6 meses, como se definió anteriormente, está dentro de aproximadamente 25, aproximadamente 10, o 5% de la constante de velocidad de disolución de hidrocarburo del reductor de arrastre de látex modificado al inicio del periodo de almacenamiento de 6 meses.

Los reductores de arrastre empleados en la presente invención pueden proporcionar reducción de arrastre porcentual significativa. Por ejemplo, los reductores de arrastre pueden proporcionar por lo menos aproximadamente un 2 por ciento de reducción de arrastre, por lo menos aproximadamente 5 por ciento de reducción de arrastre, o por lo menos 8 por ciento de reducción de arrastre. El porcentaje de reducción de arrastre y la forma en que este se calcula se describen más completamente en el ejemplo 2 adelante.

Con referencia ahora a la Figura 2, se ilustra aquí un pozo 100 similar al pozo 20 de la Figura 1 e incluye una carcasa externa 112 y una tubería de producción interna 104. El pozo 100 está equipado con un sistema de inyección de aditivo alterno 106 que tiene una configuración diferente de aquella del sistema de inyección aditivo de la Figura 1. el sistema de inyección de aditivo 106 incluye generalmente una fuente de aditivo 108, una bomba de aditivo 110, un conducto alimentador de aditivo 112, y un dispositivo de sellado de válvula 114. El dispositivo de sellado de válvula 114 puede ser cualquier dispositivo que controle el flujo de fluido a través del pasaje (por ejemplo, espacio anular) definido entre la carcasa 102 y la tubería 104. Por ejemplo, el dispositivo de sellado de válvula 114 puede ser una válvula neumática convencional. Aunque la Figura 2 solo ilustra un dispositivo de sellado de válvula sencillo 114, se debe entender que el pozo 100

se puede equipar con múltiples dispositivos de sellado de válvula espaciados verticalmente.

En operación, el aditivo (que incluye un reductor de arrastre, como se
5 discutió anteriormente) se bombea desde la fuente de aditivo 108 al conducto
alimentador de aditivo 112 mediante la bomba de aditivo 110. La salida del
conducto alimentador de aditivo 112 está en comunicación fluida con el pasaje
definido entre la carcasa 102 y el empaque 104. Se permite que el aditivo caiga al
pasaje hasta que este alcance el dispositivo de sellado de válvula 114. La presión
10 en el pasaje se puede controlar para abrir y cerrar selectivamente la válvula del
dispositivo de sellado 114. La presión del pasaje se puede controlar mediante la
bomba de inyección de aditivo 110 o mediante un sistema de control de presión
separado (no mostrado). Después que pasa el aditivo a través de los medios de
sellado de válvula 114, éste puede caer dentro del fluido producido. El fluido
15 tratado resultante se puede extraer después y transportar en la forma descrita
anteriormente con referencia a la Figura 1.

Con referencia ahora a la Figura 3, un sistema de producción mar adentro
simplificado se ilustra como que incluye una pluralidad de pozos submarinos 200,
20 un múltiple de producción común 202, un plataforma mar adentro 204, un
conducto de flujos submarino 206, y un conducto umbilical 208. Cada pozo 200
puede tener una configuración similar a los pozos 20 y 100, descritos
anteriormente con referencia a las Figura 1 y 2. Cada pozo 200 se puede operar
para producir un fluido que contiene hidrocarburo de una formación subterránea.
25 Los fluidos que contienen hidrocarburos producidos por cada pozo 200 se
combinan en el múltiple de producción 202 y se transporta después por vía del
conducto de flujo 206 a la plataforma 204. Un primer extremo del conducto

umbilical 208 se conecta a una instalación de control sobre la plataforma 204, mientras que un segundo extremo del conducto umbilical 208 se conecta a los pozos 200, múltiple 202, y/o conducto de flujo 206.

5 Con referencia ahora a la Figura 4, el conducto umbilical 208 incluye generalmente una pluralidad de conductos eléctricos 214, una pluralidad de conducto de fluidos 216, y una pluralidad de capas protectoras 218 que rodean los conductos eléctricos 214 y conductos de fluido 216. Con referencia a las Figura 3 y 4, los conductos eléctricos 214 llevan energía de la plataforma 204 a los pozos
10 200 y/o múltiple 202. Los conductos de fluido 216, referidos comúnmente como conducto de inyección química, se utilizan típicamente para inyectar químicos de aseguramiento de flujo de baja viscosidad dentro de los fluidos que contienen hidrocarburo producidos transportados de regreso a la plataforma 204 por vía del conducto de flujo 206. los químicos de aseguramiento de flujo típicos que se
15 inyectan a través de los conductos de fluido 216 incluyen, pero no se limitan a, inhibidores de hidrato, inhibidores de corrosión, inhibidores de parafina, inhibidores de incrustaciones, biocidas, demulsificantes, secuestrantes de sulfuro de hidrógeno, secuestrantes de oxígeno, tratamientos de agua, e inhibidores de asfaleno.

20

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, un aditivo que comprende un reductor de arrastre se transporta a través de conducto de inyección químicos (tal como conductos de fluido 216) en conductos umbilicales (tal como el conducto umbilical 208). El reductor de arrastre puede por lo tanto ser
25 empleado pozo abajo en la forma descrita anteriormente con respecto a los pozos 20 y 100 de las Figura 1 y 2. En tal una configuración de pozos submarino, la "superficie terrestre" puede ser la superficie del mar o el fondo marino.

La longitud de cordón de conducto umbilical 208 puede ser por lo menos aproximadamente 500 pies, o por lo menos aproximadamente 1000 pies, o en el rango de 5000 pies a 30 millas. El diámetro interno promedio de cada conducto de fluido 216 puede ser aproximadamente 5 pulgadas o menos, o aproximadamente 2.5 pulgadas o menos, o aproximadamente 1 pulgadas o menos, o aproximadamente 0.5 pulgadas o menos, o aproximadamente 0.25 pulgadas o menos.

En una modalidad de la invención, un reductor de arrastre, tal como uno de aquellos descritos anteriormente, se transporta de la plataforma 204 al múltiple de producción 202 por vía de por lo menos uno de los conductos de fluidos 216 que constituyen el conducto umbilical 208. Por lo menos un conducto de fluido 216 se puede mantener disponible para transportar el flujo de aseguramiento químico simultáneamente con el reductor de arrastre a través del conducto umbilical 208.

Los reductores de arrastre de la invención descritos en detalle anteriormente pueden poseer propiedades físicas que les permiten ser bombeados a través del conducto de fluido 216 del conducto umbilical 208 en condiciones de operación típicas con una caída de presión de menos de aproximadamente 5 psi (libras por pulgada cuadrada) por pie, menos de aproximadamente 2.5 psi por pie o menos de 1 psi por pie. De manera general, la temperatura en la que el reductor de arrastre se transportara a través del conducto de fluido 216 es relativamente baja debido al frío del medio ambiente del fondo marino alrededor del conducto umbilical 208. Así, la temperatura del reductor de arrastre durante el transporte a través del conducto de fluido 26 es generalmente

menor de aproximadamente 60°F, más típicamente menor de aproximadamente 40°F para sistemas de profundidad marina.

EJEMPLOS

5

Ejemplo 1

Polimerización de emulsión de 2-etilhexilmetacrilato utilizando iniciación Redox

10 En este ejemplo, se prepara látex inicial para reducción de arrastre. De manera general, se polimeriza el 2-etilhexilmetacrilato en una emulsión que comprende agua, tensoactivo, iniciador, y un amortiguador.

Más específicamente, la polimerización se desarrolla en una marmita de
15 reacción enchaquetada de 300 mL con un condensador, agitador mecánico, termocupla, puertos de septum, y entradas/salidas de nitrógeno. La marmita se carga con 0.231 g de hidrogenfosfato de disodio, 0.230 g de hidrogenfosfato de potasio, y 4.473 g de dodecil sulfonato de sodio. La marmita se purga con nitrógeno durante la noche. Luego, la marmita se carga con 125 g de agua grado
20 HPLC desoxigenada, los contenidos de la marmita se agitan a 300 rpm, y la temperatura de la marmita se establece a 5°C utilizando el baño circulante. El monómero metacrilato 2-metilhexilo (100 mL, 88.5g) se purifica luego para remover cualquier inhibidor de polimerización presente, se desoxigena (al burbujear gas nitrógeno a través de la solución), y se transfiere a la marmita.

25

En este ejemplo, se preparan cuatro iniciadores para adición de la marmita: una solución de persulfato de amonio (APS) al disolver 0.131 g de APS en 50.0

mL de agua; una solución de sulfoxilato formaldehído de sodio (SFS) al disolver 0.175 g de SFS en 100.0 mL de agua; una solución de sulfato ferroso al disolverse 0.021 g de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en 10.0 mL de agua; y una solución de hidroperóxido de Pert-butilo (TBHP) al disolver 0.076 g de 70% de TBHP en 50.0 mL de agua.

5

La marmita se carga luego con 1.0 mL de solución de sulfato ferroso y durante un periodo de dos horas, 1.0 mL de solución APS y 1.0 mL de solución SFS se agregan concurrentemente. Luego de la adición del APS y el SFS, 1.0 mL de solución de TBHP y 1.0 mL de solución SFS se agregan concurrentemente durante un periodo de dos horas.

10

El látex final se recolecta después de que la temperatura de enfriamiento regresa a la temperatura de partida. El látex final (216.58 g) comprende 38.3% de polímero y una cantidad pequeña de coaguló (0.41 g).

15

Ejemplo 2

En este ejemplo, la capacidad de reducción de arrastre del 38% de emulsión de polímetro de metacrilato de poli-2-etilhexilo preparada en el ejemplo 1 se evalúa en un sistema de combustible diesel #2. El dispositivo de prueba utilizado en este ejemplo es un aparato de prueba de recirculación de bucle construido con ingeniería de dos pulgadas como se muestra en la Figura 5. Esta prueba permite la evolución del desempeño del reductor de arrastre cuando se inyecta en una forma no predisuelta dentro de un fluido de hidrocarburo en el bucle de flujo. La prueba se utiliza para simular perfiles de desempeño y comportamiento del reductor de arrastre en tuberías de campo durante un periodo

20

25

de tiempo de tres horas en términos de disolución, desempeño pico, y degradación del polímero reductor de arrastre.

En la prueba de recirculación de bucle de tubería de dos pulgadas, 600 galones de diesel a 70° F se hacen recircular desde un reservorio mezclado a un bucle de tubería de dos pulgadas de diámetro y de nuevo al reservorio. La capacidad aproximada en la tubería es de 100 galones. El diesel se hace recircular a 42.3 gpm utilizando una bomba de cavidad progresiva de bajo corte. La caída de presión se mide sobre una sección de 440 pies de bucle de tubería. La caída de presión de la caja "base" se mide durante un periodo de no inyección. La caída de presión de la caja "tratada" se mide durante la siguiente inyección de la muestra de reductor de arrastre. En la prueba de recirculación de bucle de tubería de dos pulgadas, se inyecta material de muestra durante un periodo de dos minutos dentro de la tubería justo corriente abajo del reservorio y la bomba, con el volumen de material inyectado que es igual a aquel requerido para obtener el ppm objetivo para el reservorio de 600 galones lleno. El monitoreo de la caída de presión continua durante un periodo de tres horas luego de inyección. En este ejemplo particular, la emulsión de polímero reductor de arrastre suficiente se inyecta dentro del bucle de prueba para producir una concentración de 5 ppm de poli-2-etilhexilmetacrilato (p/p) basado en el combustible diesel #2. No se registra caída de presión medible en tres horas de recirculación. Esto es igual a 0% de reducción de de arrastre (%DR).

El porcentaje de reducción de arrastre es la proporción de la diferencia entre la caída de presión de línea base (ΔP_{base}) y la caída de presión tratada ($\Delta P_{subtratada}$) a la caída de presión de línea base (ΔP_{base}) en una proporción de flujo constante:

$$\%DR = (\Delta P_{\text{base}} - \Delta P_{\text{subtratada}}) / \Delta P_{\text{base}}$$

La proporción en la que el polímero se disuelve en la corriente de hidrocarburo es una propiedad muy importante. La reducción de arrastre más efectiva no pudo ocurrir hasta que el polímero se disuelve o se solvata sustancialmente en el conducto. La proporción en la que el polímero se disuelve se puede determinar por una prueba de inhibición de vórtice en queroseno a varias temperaturas. En una velocidad de agitación constante, la profundidad del vórtice es proporcional a la cantidad de polímero disuelto en el queroseno. La proporción de disolución es una función de primer orden:

$$d/dt (\text{Conc}_{\text{sub no disuelto}}) = (-k) (\text{Conc}_{\text{sub no disuelto}})$$

En donde k es la constante de velocidad de disolución. El tiempo, T , para una cierta fracción del polímero a ser disuelto es una función de k como sigue:

$$T_{\% \text{disuelto}} = [\ln 100 / (100 - \% \text{ disuelto})]$$

La Figura 6 ilustra esquemáticamente el aparato de prueba de velocidad de disolución utilizado para determinar la constante de velocidad de disolución. El aparato de prueba de velocidad de disolución incluye un agitador de rotación que se coloca en un cilindro de 25 mL graduado enchaquetado que tiene un diámetro interno de 48 mm. El extremo superior del agitador rotatorio se conecta a un motor de velocidad variable (no mostrado). La configuración específica del agitador de rotación se ilustra en detalle en las Figuras 7-9. El agitador de rotación empleado en las pruebas de velocidad de disolución es un agitador de pintura Black &

Decker hecho de un molde de plástico resistente al aceite. La cabeza del agitador se forma de un disco de diámetro de 45 mm hecho de un disco central y un anillo externo. El disco central es de 20 mm de diámetro y 1.5 mm de espesor y se centra en un concentrador que es de 12 mm de diámetro y 12 mm de espesor. El concentrador de perfora en el centro para sujeción de la cabeza de agitación a un eje de 4 mm de diámetro. El eje se rosca 27 mm de tal manera que dos tuercas pequeñas sujetan la cabeza del agitador al eje. El anillo exterior es de 45 mm de diámetro, 9 mm de ancho y 1.5 mm de espesor. El anillo externo se adhiere al disco interno por 13 arcos espaciados uniformemente de 13mm de longitud y 1 mm de ancho. El disco exterior resude 6 mm por debajo del nivel del disco interno. Los arcos que adhieren el anillo externo al disco interno actúan como paletas para agitar el fluido en el cilindro de prueba. El eje que adhiere la cabeza de agitación al motor de agitación (no mostrado) es de 300 mm de longitud. Se debe notar que los resultados de la prueba de velocidad de disolución pueden variar algo si se utiliza diferentes configuraciones de agitador.

Para conducir la prueba de velocidad de disolución, el agitador se posiciona dentro del cilindro y se ajusta de tal manera que el fondo de la cabeza del agitador es de aproximadamente 5 milímetros del fondo del cilindro. La chaqueta del cilindro se llena luego con agua recirculada de un baño de agua de recirculación con calentamiento controlado y capacidad de enfriamiento. La temperatura deseada se selecciona y el baño se le permite alcanzar esa temperatura. El cilindro graduado enchaquetado se llena con queroseno a la línea de 200 mL con el agitador en el lugar. La circulación de fluido refrigerante a través de la chaqueta de cilindro graduada se inicia. Dentro del queroseno el cilindro graduado se agita durante tiempo suficiente para permitir que la temperatura se equilibre a la temperatura establecida, usualmente 10-15 minutos. La temperatura del

queroseno se revisa con un termómetro para asegurar que el queroseno está a la temperatura deseada. La velocidad del motor se ajusta para agitar suficientemente rápido para formar un vórtice en el queroseno que alcanza la graduación de 125 mL en el cilindro.

5

Una alícuota de polímero pre-disuelta que contiene la concentración deseada de polímero se agrega al queroseno mientras se forma el vórtice. El polímero pre-disuelto se prepara al mezclar la emulsión del látex con un disolvente que tiene parámetro de solubilidad adecuados para lograr disolución completa. El
10 contenedor con la emulsión y el disolvente se incluyen durante la noche. En el caso de una emulsión de poli-2-etilhexilmetacrilato, una mezcla de 20% de isopropanol y 80% de queroseno (v/v) permite la disolución completa del polímero a temperatura ambiente dentro de este periodo de tiempo. Por ejemplo, se prepara una solución de 3% de poli-2-etilhexilmetacrilato al agregar 7.83 gramos de
15 emulsión de polímero de 38.3% en 92.17 gramos de 20% de isopropanol y 80% queroseno (v/v) y seguido por agitación para dispersar la emulsión en una jara de 8 onzas. El sistema disolvente llega a ser rápidamente viscoso. La jara se coloca luego sobre un agitador de rotación a baja velocidad y se le permite homogenizar durante la noche.

20

Alícuotas de polímero pre-disuelto se agregan rápidamente (es decir, dentro de aproximadamente 5 segundos) al queroseno agitado en el cilindro graduado para determinar la cantidad de polímero requerido para alcanzar el cierre completo de vórtice, definido como cierre en la marca de 17 ml en el cilindro graduado. En el
25 caso de 38.3% de emulsión de poli-2-etilhexilmetacrilato preparado en el ejemplo 1, se determina que 200 ppm de polímero activo se necesita para cerrar completamente el vórtice.

Las emulsiones que no se han predisuelto tienen sus velocidades de disolución medidas utilizando la misma concentración de polímero requerida para el cierre completo del vórtice para el polímero predisuelto mediante el siguiente procedimiento. Una alícuota de la emulsión modificada o no modificada, se agrega al queroseno en la concentración y temperatura deseadas. Se utiliza un temporizador para monitorear y registrar el tiempo para que el vórtice las marcas 130, 135, 140, 145, 150, 155, 160, 165, 170, y 175 mL en el cilindro. Sin embargo, la determinación se detiene cuando el tiempo excede a 30 minutos.

La constante de disolución, k , se calcula al determinar primero el vórtice relativo, R_v , y luego graficar el tiempo requerido para alcanzar varias marcas de vórtice vs el log del vórtice relativo. El vórtice relativo es la fracción decimal del vórtice completo a 125 mL. El vórtice completo es la diferencia entre 200 mL (el volumen en el cilindro graduado) y el vórtice a 125 mL (es decir, 75 mL)

$$R_v = (200 - \text{Vórtice actual}) / \text{vórtice completo}$$

Por ejemplo, cuando el vórtice actual es 130 mL, el vórtice relativo es 0.833. El tiempo requerido para alcanzar las varias marcas de vórtice se grafican vs log de vórtice relativo. Una línea de tendencia de datos se desarrolla luego y se ejecuta regresión en la línea de tendencia. La pendiente de la línea de tendencia se multiplica por -2.303 para convertir los datos de nuevo a valores lineales. Ésta es la constante de velocidad de disolución, k , para una concentración y temperaturas dadas del polímero activo.

La velocidad de disolución de 38.3% de emulsión de poli-2-etilhexilmetacrilato preparado en el ejemplo 1 se mide utilizando la prueba de velocidad de disolución a 500 ppm de polímero activo. Los resultados muestran que el polímero de emulsión no tiene virtualmente disolución a 20°C y 30°C y muy bajas velocidades de disolución a temperaturas hasta 60°C.

Temperatura, °C	Constante de velocidad y disolución, k (min ⁻¹)
20	<0.001
30	<0.001
40	0.005
50	0.009
60	0.022

En los ejemplo 3-5, se incorporan varios disolventes y tensoactivos dentro de la emulsión de látex preparada en el ejemplo 1 con el fin de determinar el efecto de ésta sobre la velocidad de disolución del polímero de emulsión en un hidrocarburo.

Ejemplo 3

Se agrega tolueno (104.15 g) a un beaker de 600 ml y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm y 41.675 gramos de sesquioleato de sorbitán (disponibles como Lumisorb® SSO de Lambent Technologies, Skokie, IL) se agrega y se mezcla durante 10 minutos hasta que se disuelve. Una porción de la emulsión preparada en el ejemplo 1 (104.175 g) se agrega luego y el sistema se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de 0.939 g/ml y una viscosidad Brookfield LVDVII+ de 3700 mPa•s

utilizando un huso #4 a 12 rpm. La composición en término de porcentaje en peso es como sigue:

	Emulsión del ejemplo 1	41.67%
	Tolueno	41.66%
5	Sesquioleato de sorbitán	16.67%

La velocidad de disolución de este material se mide utilizando la prueba de velocidad de disolución descrita anteriormente. Los resultados muestran que el polímero de emulsión modificado tiene buenas propiedades de disolución que mejoran con el incremento de temperatura.

Temperatura, ° C	Constante de velocidad y disolución, k (min ⁻¹)
20	0.015
30	0.023
40	0.047
50	0.072
60	0.60

Ejemplo 4

Tolueno (104.15g) se agrega a un beaker de 600 ml y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm. Una cantidad de emulsión preparada en el ejemplo 1 (145.85 g) se agrega luego y el sistema se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de 0.937 g/ml. La viscosidad Brookfield LVDVII+ es tan alta para ser medida utilizando este instrumento a 12 rpm. La composición en término de porcentaje en peso es como sigue:

Emulsión del ejemplo 1	58.34%
------------------------	--------

Tolueno	41.66%
Sesquioleato de sorbitán	0%

La velocidad de disolución de este material se mide utilizando la prueba de
5 velocidad de disolución descrita anteriormente. Los resultados muestran que el
polímero de emulsión no tiene disolución a 20°C y 30°C y muy bajas velocidades
de disolución a temperaturas hasta 60°C.

Temperatura, °C	Constante de velocidad y disolución, k (min ⁻¹)
20	<0.001
30	0.007
40	0.016
50	0.029
60	0.037

10 Ejemplo 5

Se agrega una cantidad de emulsión preparada en el ejemplo 1 (208.325 g)
a un beaker de 600 ml y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima
equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador
15 se ajusta a 250 rpm y 41.675 gramos de sesquioleato de sorbitán se agrega luego
y el sistema se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de
0.991 g/ml y la viscosidad Brookfield LVDVII+ es tan alta que se mide utilizando
este instrumento 12 rpm. La mezcla tiene una consistencia similar a pasta, suave.
La composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

20

Emulsión del ejemplo 1	83.33%
Tolueno	0%
Sesquioleato de sorbitán	16.67%

La velocidad de disolución de este material se mide utilizando la prueba de velocidad de disolución descrita anteriormente. Los resultados muestran que el polímero de emulsión no tiene disolución a 20°C y 30°C y muy bajas velocidades de disolución a temperaturas hasta 60°C.

Temperatura, °C	Constante de velocidad y disolución, k (min ⁻¹)
20	<0.001
30	<0.001
40	<0.001
50	0.002
60	0.010

Los tres ejemplos anteriores (ejemplo 3, 4 y 5) ilustran la mejora dramática en la velocidad de disolución realizada al utilizar un tensoactivo y un disolvente para modificar las propiedades de disolución del polímero de emulsión sujeto en hidrocarburos. Se puede obtener una disolución mucho más rápida al utilizar un tensoactivo y un disolvente que se puede obtener mediante el uso de cualquier clase de aditivo individualmente. Una grafica para el factor de velocidad de disolución, k, vs la temperatura del hidrocarburo utilizada (queroseno) se presenta en la Figura 10.

Ejemplo 6

En este ejemplo, 75 g de acetona se agrega a un beaker de 600 mL y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm y se agrega 50 g de sesquioleato de sorbitán se mezcla durante 10 minutos hasta que se disuelve. Se prepara una cantidad de emulsion en el ejemplo 1 (125 g) luego se agrega y el sistema se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una

densidad de 0.94 g/mL y una viscosidad Brookfield LVDVII+ de 6700 mPa·s utilizando un huso #4 a 12 rpm. La composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

5	Emulsión del ejemplo 1	50%
	Acetona	30%
	Sesquioleato de sorbitán	20%

La velocidad de disolución de este material se mide utilizando la prueba de
10 velocidad de disolución descrita anteriormente. Los resultados muestran que el polímero de emulsión modificado tiene buenas propiedades de disolución que mejoran con el incremento de temperatura.

Temperatura, °C	Constante de velocidad y disolución, k (min ⁻¹)
20	0.117
30	0.078
40	0.101
50	0.094
60	0.309

15 Este ejemplo ilustra como se puede utilizar un disolvente alternativo para lograr propiedades de disolución más rápidas a una temperatura más baja. Esto importante en muchas aplicaciones de oleoductos cuando el petróleo crudo o producto refinados se transportan a temperaturas muy bajas.

20 Ejemplo 7

Una cantidad de polietilenglicol (96.15 g) que tiene un peso molecular de 200 (PEG-200) se agrega a un beaker de 600 mL y el beaker se coloca bajo un

agitador de corriente de cima equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm y 57.7 g de sal de dietanolamina de copolímero de anhídrido succínico poliisobutileno (PIBSA) se agrega y el sistema se mezcla durante 30 minutos hasta que se disuelve el PIBSA.

5 Luego, 96.15 g de emulsión preparada en el ejemplo 1 se agrega y el sistema se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de 0.970 g/ml y una viscosidad Brookfield LVDVII+ de 32000 mPa·s utilizando un huso #4 a 6 rpm. La composición tiene un espesor, consistencia similar a pasta. La composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

10

Emulsión del ejemplo 1	38.46%
PEG-200	38.46%
PIBSA	23.08%

15

La velocidad de disolución de este material se mide utilizando la prueba de velocidad disolución descrita anteriormente. Los resultados muestran que el polímero de emulsión modificado tiene buenas propiedades de disolución que mejoran con el incremento de temperatura.

Temperatura, ° C	Constante de Velocidad de Disolución, k (min ⁻¹)
20	0.025
30	0.040
40	0.106
50	0.107
60	0.255

20

Este ejemplo ilustra que aún se puede lograr el uso de un disolvente no inflamable, menos peligroso que el tolueno o acetona se puede utilizar y mejora las propiedades de disolución sobre amplios rangos de temperatura.

5 Ejemplo 8

En este ejemplo, se agrega 50 g de PEG-200 a un beaker de 600 mL y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm y 12.5 g de una amina de cebo etoxilado (Rhodameen® PN-430) y 37.5 g de copolímero de anhídrido succínico poliisobutileno, sal de dietanolamina se agregan y se mezclan durante 20 minutos hasta que se disuelve. Luego, 150 g de la emulsión preparada en el Ejemplo 1 se agrega y el sistema se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de 1.0078 g/ml y una viscosidad Brookfield LVDVII+ de 1120 niPa·s utilizando un huso # 4 a 30 rpm. La composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

	Emulsión del Ejemplo 1	60%
	PEG-200	20%
20	Rhodameen PN-430	5%
	PIBSA	15%

La velocidad de disolución de este material se mide utilizando la prueba de velocidad disolución descrita anteriormente. Los resultados muestran que el polímero de emulsión modificado tiene buenas propiedades de disolución que mejoran con el incremento de temperatura.

Temperatura, ° C	Constante de Velocidad de Disolución, k (min ⁻¹)
20	0.007
30	0.016
40	0.057
50	0.072
60	0.276

Este ejemplo ilustra el uso de más de un tensoactivo de bajo HLB para lograr una velocidad de disolución mejorada sobre la emulsión sola y permite el uso de una concentración menor de disolvente y tensoactivos de bajo HLB para lograr una velocidad de disolución dada a ciertas temperaturas.

Ejemplo 9

En este ejemplo, 60 g de PEG-200, 60 g de metil éter de tripropilenglicol y 6 g de 1-hexanol se agregan a un beaker de 1000 mL y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 3 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm. Luego, 30 g de una amina de cebo etoxilado (Rhodameen PN-430) y 90 g de copolímero de anhídrido succínico poliisobutileno, sal de dietanolamina se agregan y se mezclan durante 30 minutos hasta que se disuelve. Luego, 354 g de la emulsión preparada en el Ejemplo 1 se agrega y el sistema se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de 0.9979 g/ml y una viscosidad Brookfield LVDVII+ de 3071 mPa·s utilizando un huso # 4 a 30 rpm. La composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

20

Emulsión del Ejemplo 1	59%
PEG-200	10%

Metil éter de tripropilenglicol	10%
1-hexanol	1 %
Rhodameen PN-430	5%
PIBSA	15%

5

La velocidad de disolución de este material se mide utilizando la prueba de velocidad disolución descrita anteriormente. Los resultados muestran que el polímero de emulsión modificado tiene buenas propiedades de disolución que mejoran con el incremento de temperatura.

10

Temperatura, ° C	Constante de Velocidad de Disolución, k (min ⁻¹)
20	0.011
30	0.028
40	0.046
50	0.084
60	0.290

Este ejemplo ilustra el uso de más de un tensoactivo de bajo HLB y más de un disolvente para lograr una velocidad de disolución mejorada sobre la emulsión sola y permite el uso de una concentración menor de disolvente y tensoactivos de bajo HLB para lograr una velocidad de disolución dada a ciertas temperaturas.

20

La Figura 11 es una gráfica de la velocidad de disolución vs temperatura para los ejemplos 7, 8 y 9. Esta comparación de las velocidades de disolución de los varios sistemas ilustra que el uso de más de un disolvente o tensoactivo de bajo HLB se puede utilizar para lograr propiedades de disolución. En el caso del Ejemplo 7, son necesarias mayores concentraciones de aditivo utilizando un único tensoactivo y disolvente para lograr solo mejoras marginales en velocidades de

disolución. Al utilizar múltiples tensoactivos y/o disolventes permite el uso de una concentración menor de aditivos y que también puede alcanzar una mezcla con una menor viscosidad.

5 Ejemplo 10

En este ejemplo, 104.15 g de tolueno se agrega a un beaker de 600 mL y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm y 41.675 g de sesquioleato de sorbitán se agrega y el sistema se mezcla durante 10 minutos hasta que se disuelve. Luego, 104.175 g de la emulsión preparada en el Ejemplo 1 se agrega y se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de 0.939 g/ml y una viscosidad Brookfield LVDVII+ de 3700 mPa·s utilizando un huso # 4 at 12 rpm. La composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

Emulsión del Ejemplo 1	41.67%
Tolueno	41.66%
Sesquioleato de sorbitán	16.67%

20

La mezcla preparada anteriormente se inyecta dentro del aparato de Prueba de Recirculación de Bucle construido con Ingeniería de dos pulgadas descrito en el Ejemplo 2 en una cantidad suficiente para producir una concentración de 3 ppm de poli-2-etilhexilmetacrilato (w/w) basado en el peso del combustible diesel #2. Después de inyección, la presión del buque de prueba empieza rápidamente a caer. Una caída de presión igual a 10.75% DR se mide después de 600 segundos (10 minutos).

25

Ejemplo 11

En este ejemplo, 104.15 g de tolueno se agrega a un beaker de 600 mL y el
5 beaker se coloca bajo un agitador de corriente de cima equipado con un propulsor
de 3 cuchillas de 2 pulgadas de diámetro. El agitador se ajusta a 250 rpm y 145.85
g de la emulsión preparada en el Ejemplo 1 se agrega luego y se mezcla durante
20 minutos. La composición tiene una densidad de 0.937 g/ml y la viscosidad
Brookfield LVDVII+ es tan alta para ser medida utilizando este instrumento a 12
10 rpm. La composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

Emulsión del Ejemplo 1	58.34%
Tolueno	41.66%
Sesquioleato de sorbitán	0%

15

La mezcla preparada anteriormente se inyecta dentro del aparato de
Prueba de Recirculación de Bucle construido con Ingeniería de dos pulgadas
como se describe en el Ejemplo 2 en una cantidad suficiente para producir una
concentración de 3 ppm de poli-2-etilhexilmetacrilato (w/w) basado en el peso del
20 combustible diesel #2. Durante la prueba de 3 horas no hubo reducción de arrastre
significativa medible.

Ejemplo 12

25 En este ejemplo, 208.325 g de la emulsión preparada en el Ejemplo 1 se
agrega a un beaker de 600 mL y el beaker se coloca bajo un agitador de corriente
de cima equipado con un propulsor de 3 cuchillas de 2 pulgadas. El agitador se

ajusta a 250 rpm y 41.675 g de sesquioleato de sorbitán se agrega y se mezcla durante 20 minutos. La composición tiene una densidad de 0.991 g/ml y la viscosidad Brookfield LVDVII+ es tan alta para ser medida utilizando este instrumento at 12 rpm. La mezcla tiene una consistencia similar a pasta suave. La
5 composición en términos de porcentaje en peso es como sigue:

Emulsión del Ejemplo 1	58.34%
Tolueno	0%
Sesquioleato de sorbitán	16.67%

10

La mezcla preparada anteriormente se inyecta dentro del aparato de Prueba de Recirculación de Bucle construido con Ingeniería de dos pulgadas como se describe en el Ejemplo 2 en una cantidad suficiente para producir una concentración de 3 ppm de poli-2-etilhexilmetacrilato (w/w) basado en el peso del
15 combustible diesel #2. Durante una prueba de 3 horas, no se midió reducción de arrastre significativo.

La Figura 12 es una gráfica de reducción de arrastre en la Prueba de Recirculación de Bucle construido por Ingeniería de dos pulgadas para los
20 ejemplos 2, 10, 11 y 12. En esta gráfica el % Reducción de arrastre vs el tiempo de circulación, la inyección del producto recirculante ocurre en 100 segundos. Durante los siguientes 120 segundos se inyecta emulsiones modificadas a una mayor concentración (21.5 ppm de polímero para la emulsión modificada y 35.8 ppm para la emulsión no modificada) y en una velocidad proporcional al flujo de un
25 paso del combustible diesel a través de del bucle calculado como:

Concentración inicial (ppm) = velocidad de inyección/ (velocidad de inyección + velocidad de bucle)

Esta se equilibra con el balance del combustible diesel en el tanque de almacenamiento de tal manera que dentro de aproximadamente 300 segundos el tiempo de duración total el polímero está en la concentración de equilibrio descrita (por ejemplo, 3 ppm de polímero para las emulsiones modificadas y 5 ppm para la emulsión no modificada). La concentración en equilibrio se calcula como:

Concentración en equilibrio (ppm) = polímero de masa/ diesel masa

Esta gráfica ilustra la rápida velocidad de reducción de arrastre de una emulsión modificada con tolueno y sesquioleato de sorbitán (Ejemplo 10) comparada con la emulsión modificada solo con tolueno (Ejemplo 11) o solo sesquioleato de sorbitán (ejemplo 12) en una concentración de polímero en equilibrio de 3 ppm. Adicionalmente se ilustra el desempeño la reducción de arrastre de una emulsión no modificada en una concentración de polímero en equilibrio de 5 ppm. La gráfica muestra que la emulsión modificada con tolueno y sesquioleato de sorbitán exhibe desarrollo rápido de propiedades de reducción de arrastre en este bucle de prueba mientras que la emulsión no modificada y los materiales modificados con tolueno o sesquioleato de sorbitán individualmente no desarrollan ninguna reducción de arrastre medible.

Las formas preferidas de la invención descritas ante son para ser utilizadas solo como ilustración, y no se deben utilizar en un sentido de limitación para interpretar el alcance de la presente invención. Obvias modificaciones a las modalidades de ejemplo, establecidas anteriormente, se pueden hacer fácilmente

para aquellos expertos en la técnica sin apartarse del espíritu de la presente invención.

RANGOS NUMÉRICOS

5

La presente descripción utiliza rangos numéricos para cuantificar ciertos parámetros que se relacionan con la invención. Se debe entender que cuando los rangos numéricos se proporcionan, tales rangos se constituyen como soporte literal para limitaciones de reivindicación que solo mencionan el valor inferior de los rangos así como también reivindica la limitación que solo menciona el valor superior del rango. Por ejemplo, un rango numérico descrito de 10 a 100 proporciona soporte literal para una reivindicación que dice "mayor de 10" (sin límite superior) y una reivindicación que dice "menos de 100" (sin límite inferior).

15 La presente descripción utiliza valores numéricos específicos para cuantificar ciertos parámetros que se relacionan con la invención, en donde los valores numéricos específicos no son parte expresa de un rango numérico. Se debe entender que cada valor numérico específico proporcionado se constituye como soporte literal para un rango amplio, intermedio, y angosto. Un rango amplio asociado con cada valor numérico específico es el valor numérico más y menos el 60 por ciento del valor numérico redondeado a dos dígitos significativos. El rango intermedio asociado con cada valor numérico específico es el valor numérico más y menos el 30 por ciento del valor numérico redondeado a dos dígitos significativos. El rango angosto asociado con cada valor numérico específico es el valor numérico más y menos el 15 por ciento del valor numérico, redondeado a dos dígitos significativos. Por ejemplo, si la especificación describe una temperatura específica de 62° F, tal una descripción proporciona soporte literal

para un rango numérico amplio de 25° F a 99° F (62° F +/- 37° F), un rango numérico intermedio de 43° F a 81° F (62 +/- 19° F), y un rango numérico angosto de 53° F a 71° F (62 +/- 9° F). Estos rangos numéricos amplios, intermedios, y angostos se deben aplicar no solo a los valores específicos, sino también se deben aplicar a diferentes rangos entre estos valores específicos. Así, si la especificación describe una *primer presión* de 110 psia y una *segunda presión* de 48 psia (una diferencia de 62 psi), los rangos amplio, intermedio y angosto para la diferencia de presión serían 25 a 99 psi, 43 a 81 psi, y 53 a 71 psi, respectivamente.

10

DEFINICIONES

Como se utiliza aquí, el término "reductor de arrastre" denota una composición que cuando se agrega a un fluido anfitrión es efectivo para reducir la pérdida de presión asociada con el flujo turbulento del fluido anfitrión a través de un conducto.

15

Como se utiliza aquí, el término "reductor de arrastre de látex" denota una composición que contiene una fase continua líquida y una fase dispersa que comprende partículas de un polímero reductor de arrastre. Cuando el polímero reductor de arrastre de un reductor de arrastre de látex se forma por la polimerización de emulsión, la fase continua del reductor de arrastre de látex se puede formar por lo menos parcialmente del líquido empleado para polimerización de emulsión o la fase continua se puede formar de un líquido completamente diferente del líquido empleado para polimerización de emulsión. Sin embargo, la fase continua del reductor de arrastre de látex debe ser un no disolvente para la fase dispersa.

20

25

Como se utiliza aquí el término "diámetro interno promedio" denota el diámetro interno de un conducto promedio a lo largo de la longitud del conducto.

5 Como se utiliza aquí, los términos "que comprende," "comprende," y "comprende" son términos de transición abiertos utilizados para transición de un sujeto mencionado antes del término a uno o más elementos mencionados después del término, cuando el elemento o elementos listados después del término transición no son necesariamente los únicos elementos que hacen el
10 objeto.

Como se utiliza aquí, los términos "que incluye," "incluye," y "incluyen" tiene el mismo significado abierto como "que comprende" "comprende" y "comprenden."

15 Como se utiliza aquí, los términos "que tiene," "tiene," y "tienen" tiene los mismos significados abiertos como "que comprende" "comprende" y "comprenden."

20 Como se utiliza aquí, los términos "que contiene," "contiene," y "contienen" tienen los mismos significados abierto como "que comprende" "comprende" y "comprenden."

Como se utiliza aquí, los términos "un," "un," "la," y "dicha" significa uno o más.

25

Como se utiliza aquí, el término "y/o," cuando se utiliza en una lista de dos o más de elementos, significa que uno cualquiera de los elementos listados se

puede emplear por sí mismo o cualquier combinación de dos o más de los elementos listados. Por ejemplo, si una composición se describe como que contienen 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,

5 B, y C en combinación.

REIVINDICACIONES

Lo que se reivindica es:

- 5 1. Un método que comprende: introducir un reductor de arrastre dentro de un fluido anfitrión en un punto de inyección ubicado por lo menos aproximadamente 500 pies por debajo de la superficie terrestre.
2. El método de la reivindicación 1, en donde dicha introducción incluye
10 originar que dicho reductor de arrastre viaje a través de un pasaje definido entre una carcasa externa y una tubería de producción interna de un pozo de producción.
3. El método de la reivindicación 1, en donde dicha introducción incluye
15 transportar dicho reductor de arrastre a través de un conducto de inyección que tiene una longitud de por lo menos aproximadamente 500 pies y un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 2.5 pulgadas.
4. El método de la reivindicación 3, en donde dicho conducto de inyección
20 tiene una longitud de por lo menos aproximadamente 1,000 pies y un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 1 pulgada.
5. El método de la reivindicación 3, en donde por lo menos una porción de
25 dicho conducto de inyección se ubica en un espacio anular definido entre una carcasa externa y una tubería de producción interna de un pozo de producción.

6. El método de la reivindicación 3, en donde por lo menos una porción de dicho conducto de inyección forma por lo menos una parte de un conducto umbilical submarino y en donde dicha superficie terrestre es el fondo marino.

5

7. El método de la reivindicación 6, en donde una primera porción de dicho conducto de inyección es parte de dicho conducto umbilical submarino, en donde una segunda porción de dicho conducto de inyección es una columna de perforación, y en donde dicha primera y segunda porciones de dicho conducto de inyección cada uno tiene una longitud de por lo menos aproximadamente 500 pies y un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 2.5 pulgadas.

10

8. El método de la reivindicación 1, en donde dicho fluido anfitrión comprende petróleo crudo.

15

9. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente transportar el fluido anfitrión combinado y el reductor de arrastre de dicho punto de inyección a la superficie terrestre por vía de un conducto de producción.

20

10. El método de la reivindicación 1, en donde dicho reductor de arrastre comprende un polímero de alto peso molecular que tiene un peso molecular promedio ponderado de por lo menos aproximadamente 1×10^6 g/mol.

25

11. El método de la reivindicación 1, en donde dicho reductor de arrastre comprende una fase continua líquida y una pluralidad de partículas de polímero dispersas en dicha fase continua.

12. El método de la reivindicación 11, en donde dichas partículas tienen un tamaño de partícula medio de menos de aproximadamente 1000 nm.
- 5 13. El método de la reivindicación 11, en donde por lo menos aproximadamente 95 por ciento de dichas partículas tienen tamaños de partícula en el rango de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 500 nm.
14. El método de la reivindicación 11, en donde dicha fase continua comprende
10 agua.
15. El método de la reivindicación 14, en donde dicha fase continua comprende adicionalmente por lo menos un disolvente de hidrocarburo.
- 15 16. El método de la reivindicación 11, en donde dicha fase continua comprende por lo menos un tensoactivo de alto HLB y por lo menos un tensoactivo de bajo HLB, en donde dicho por lo menos un tensoactivo de alto HLB tiene un número HLB de por lo menos aproximadamente 8, y en donde dicho por lo menos un tensoactivo de bajo HLB tiene un número HLB de menos de
20 aproximadamente 6.
17. El método de la reivindicación 11, en donde dicho polímero se forma por vía de la polimerización de emulsión del 2-etilhexilmetacrilato.
- 25 18. El método de la reivindicación 1, en donde dicho reductor de arrastre tiene una constante de velocidad de disolución de hidrocarburo de por lo menos aproximadamente 0.004 min^{-1} en queroseno a 20° C .

19. El método de la reivindicación 1, en donde dicho reductor de arrastre tiene una constante de velocidad de disolución de hidrocarburo de por lo menos aproximadamente 0.01 min^{-1} en queroseno a 40° C .

5

20. Un método para producir un fluido que contiene hidrocarburo de una formación subterránea, dicho método comprende:

10 (a) transportar un reductor de arrastre de látex hacia abajo a un punto de inyección ubicado por lo menos aproximadamente 500 pies por debajo de la superficie terrestre;

15 (b) introducir dicho reductor de arrastre de látex dentro de dicho fluido que contiene hidrocarburo en dicho punto de inyección para formar por lo tanto un fluido tratado que comprende dicho reductor de arrastre de látex y dicho fluido que contiene hidrocarburo; y

20 (c) transportar por lo menos una porción de dicho fluido tratado hacia arriba hacia la superficie terrestre.

21. El método de la reivindicación 20, en donde dicho transporte de la etapa (a) incluye transportar dicho reductor de arrastre de látex a través de un pasaje definido entre una carcasa externa y una tubería de producción interna de un pozo de producción y en donde dicho transporte de la etapa (c) incluye transportar por lo menos una porción de dicho fluido tratado hacia arriba a través de dicha tubería de producción.
- 25

22. El método de la reivindicación 20, en donde dicho transporte de la etapa (a) incluye transportar por lo menos una porción de dicho reductor de arrastre de látex a través de un conducto de inyección que tiene un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 2.5 pulgadas.
23. El método de la reivindicación 22, en donde dicho conducto de inyección es de por lo menos aproximadamente 1,000 pies de largo y tiene un diámetro interno promedio menor de aproximadamente 1 pulgada.
24. El método de la reivindicación 22, en donde dicho conducto de inyección está dispuesto por lo menos parcialmente en un espacio anular definido entre una carcasa externa y una tubería de producción interna de un pozo de producción y en donde dicho transporte de la etapa (c) incluye transportar por lo menos una porción de dicho fluido tratado a través de dicha tubería de producción.
25. El método de la reivindicación 20, en donde dicho reductor de arrastre de látex comprende partículas de polímero que tienen un peso molecular promedio ponderado de por lo menos aproximadamente 1×10^6 g/mol y un tamaño de partícula medio de menos de aproximadamente 1,000 nm.
26. El método de la reivindicación 25, en donde por lo menos aproximadamente 95 por ciento de dichas partículas tienen tamaños de partícula en el rango de aproximadamente 10 a aproximadamente 500 nm.

27. El método de la reivindicación 20, en donde dicho reductor de arrastre de látex tiene una constante de velocidad de disolución de hidrocarburo de por lo menos aproximadamente 0.004 min^{-1} en queroseno a 20° C .
- 5 28. El método de la reivindicación 20, en donde dicho reductor de arrastre de látex tiene una constante de velocidad de disolución de hidrocarburo de por lo menos aproximadamente 0.01 min^{-1} en queroseno a 40° C .
- 10 29. El método de la reivindicación 20, en donde dicho reductor de arrastre de látex comprende por lo menos un tensoactivo de bajo HLB que tiene un número HLB de menos de aproximadamente 6 y por lo menos un tensoactivo de alto HLB que tiene un número HLB de por lo menos aproximadamente 8.
- 15 30. Un sistema de producción para extraer un fluido de una formación subterránea, dicho sistema de producción comprende:
- un pozo que comprende extender tubería de producción dentro de dicha formación subterránea; y
- 20 un sistema de inyección de aditivo que comprende una fuente de aditivo y un pasaje para aditivo, en donde dicha fuente de aditivo contiene un aditivo que comprende un reductor de arrastre, en donde dicho pasaje de aditivo se extiende dentro de dicha formación subterránea y se
- 25 puede operar para transportar dicho, en donde dicho pasaje de aditivo incluye una abertura de descarga para descargar por lo menos una porción de dicho aditivo afuera de dicho pasaje, en donde dicha

abertura de descarga se ubica por lo menos aproximadamente 500 pies por debajo de la superficie terrestre.

- 5 31. El sistema de producción de la reivindicación 30, en donde dicho pasaje de aditivo se define por un conducto aditivo alargado.
- 10 32. El sistema de producción de la reivindicación 31, en donde dicho conducto de aditivo tiene un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 2.5 pulgadas.
33. El sistema de producción de la reivindicación 31, en donde dicho conducto de aditivo tiene una longitud de por lo menos aproximadamente 1,000 pies y un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 1 pulgada.
- 15 34. El sistema de producción de la reivindicación 31, en donde dicho pozo comprende adicionalmente una carcasa y en donde dicho conducto de aditivo está dispuesto dentro de dicha carcasa y dicha tubería de producción.
- 20 35. El sistema de producción de la reivindicación 30, en donde dicho pozo comprende adicionalmente una carcasa y en donde dicho pasaje de aditivo está definido entre dicha tubería de producción y dicha carcasa.
- 25 36. El sistema de producción de la reivindicación 35, en donde dicho sistema de inyección de aditivo incluye un dispositivo de sellado con válvula dispuesto en dicho pasaje de aditivo y en donde dicho dispositivo de sellado

con válvula se puede operar para controlar el flujo de fluido a través de dicho pasaje de aditivo.

- 5 37. El sistema de producción de la reivindicación 36, en donde dicho dispositivo de sellado con válvula es una válvula neumática.
38. El sistema de producción de la reivindicación 30, en donde dicho fluido comprende petróleo crudo.

Resumen

Un sistema para reducir la caída de presión asociada con el flujo turbulento de un fluido a través de conductos localizados en ubicaciones remotas (por ejemplo, en las profundidades subterráneas y/o en las profundidades submarinas). Dicha reducción en la caída de presión se obtiene por medio del transporte de un reductor de arrastre a través de un conducto largo de diámetro pequeño y posterior inyección del reductor de arrastre en un fluido anfitrión en una ubicación remota para producir un fluido tratado. El fluido tratado es entonces extraído de la ubicación remota a través de un conducto de producción/transporte. La presencia del reductor de arrastre en el fluido tratado reduce la caída de presión asociada con el flujo a través del conducto de producción/transporte.

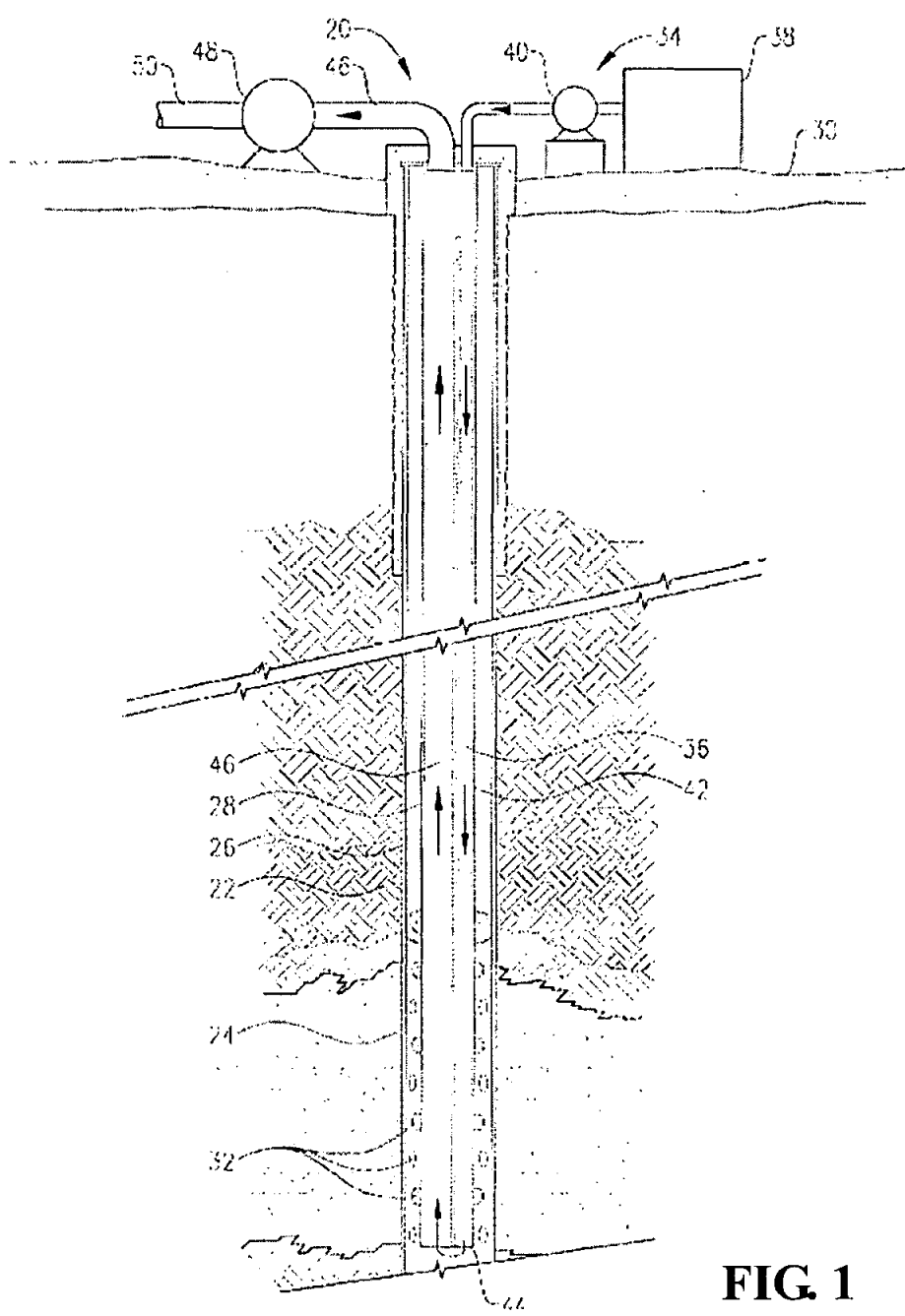


FIG. 1

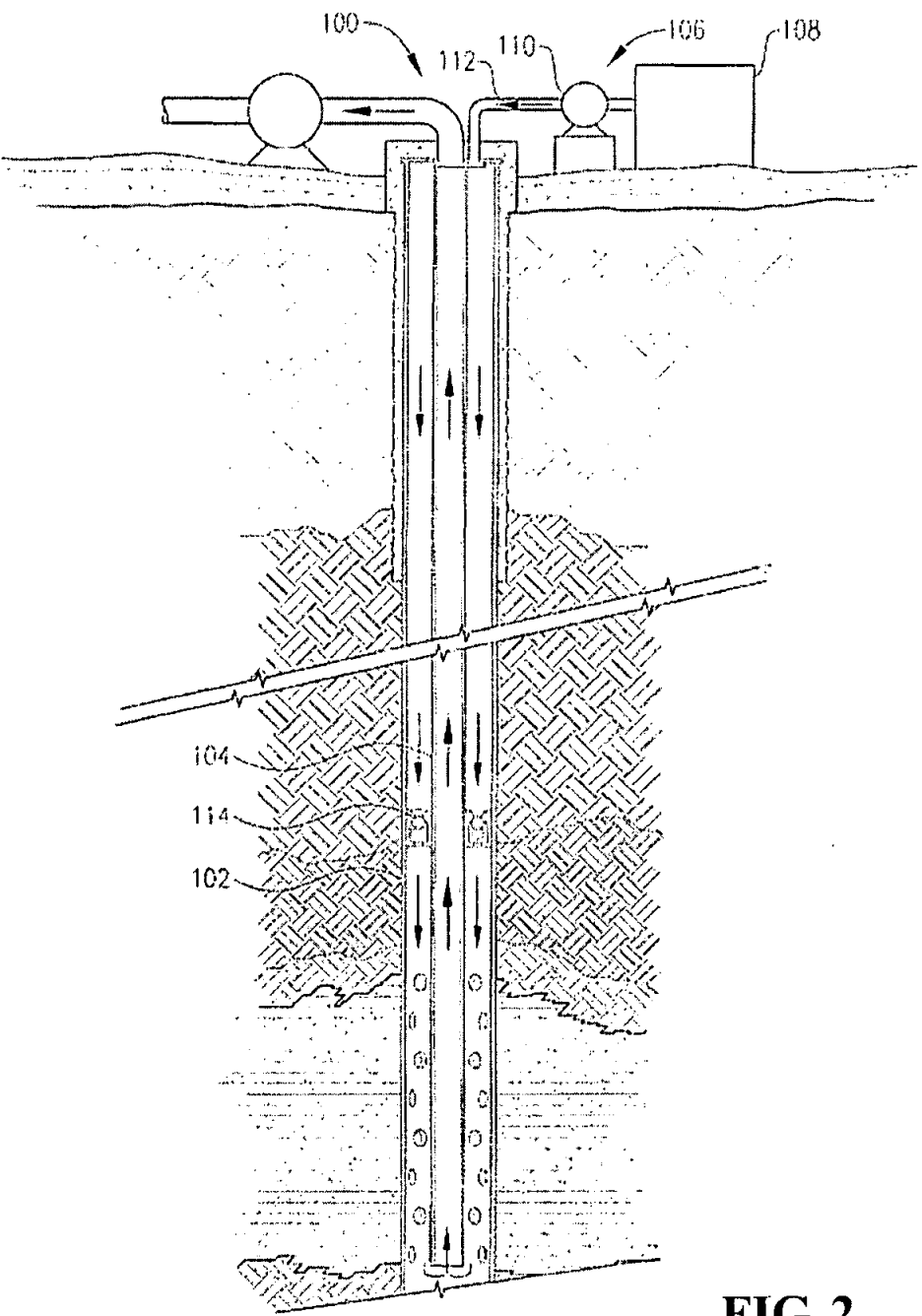


FIG. 2

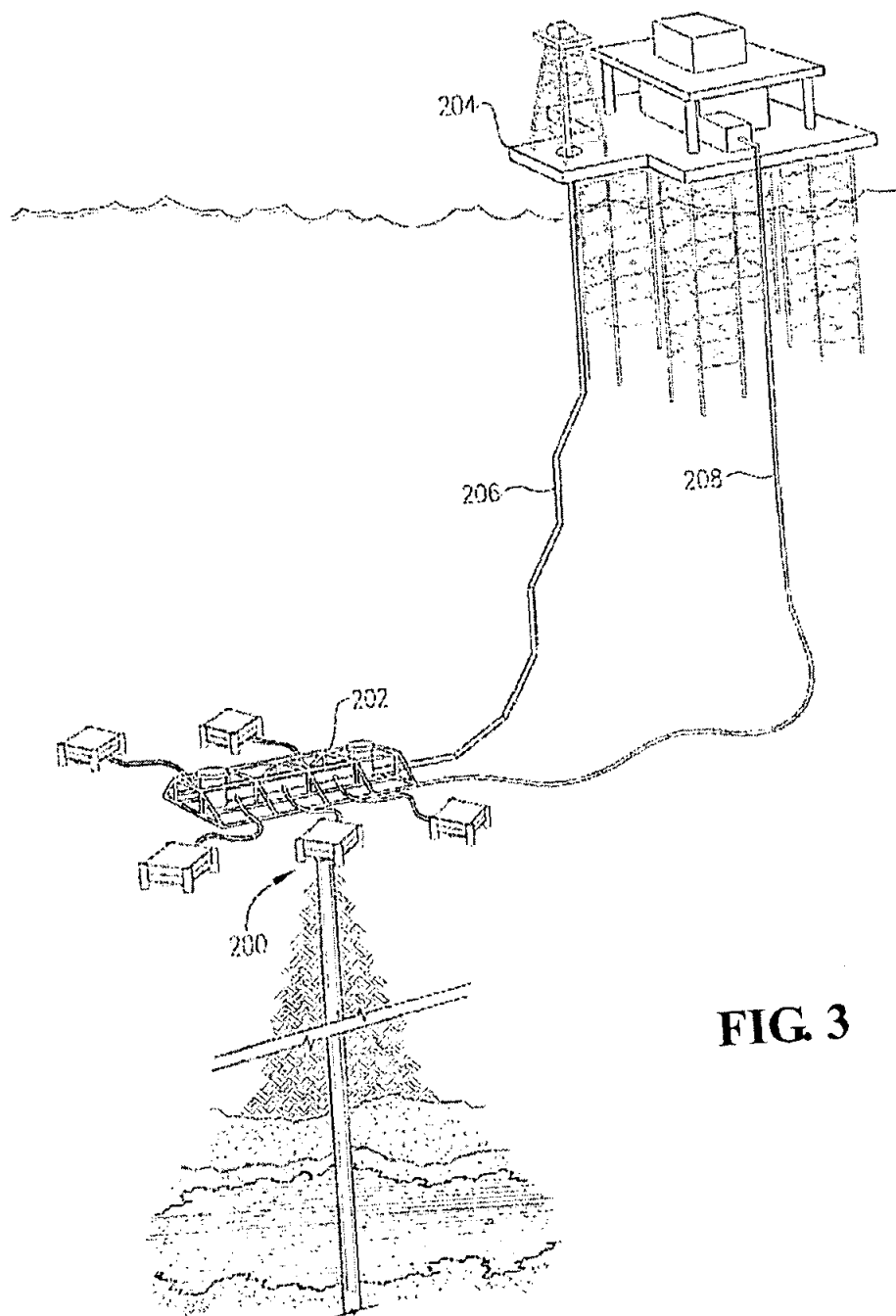


FIG. 3

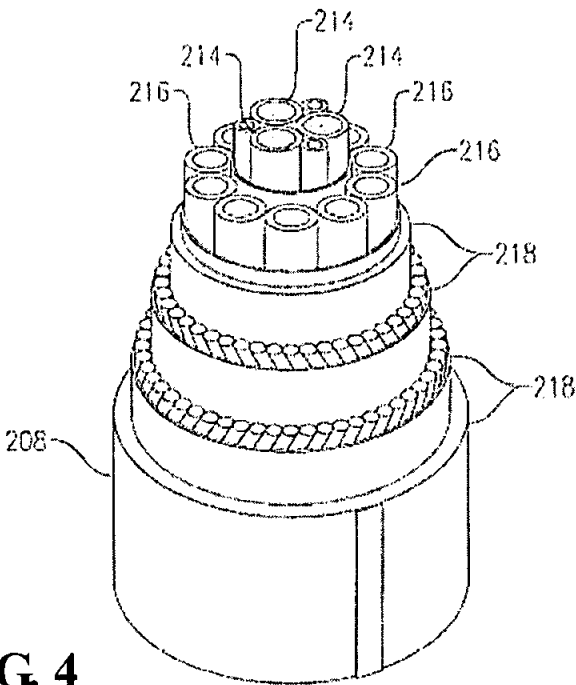


FIG. 4

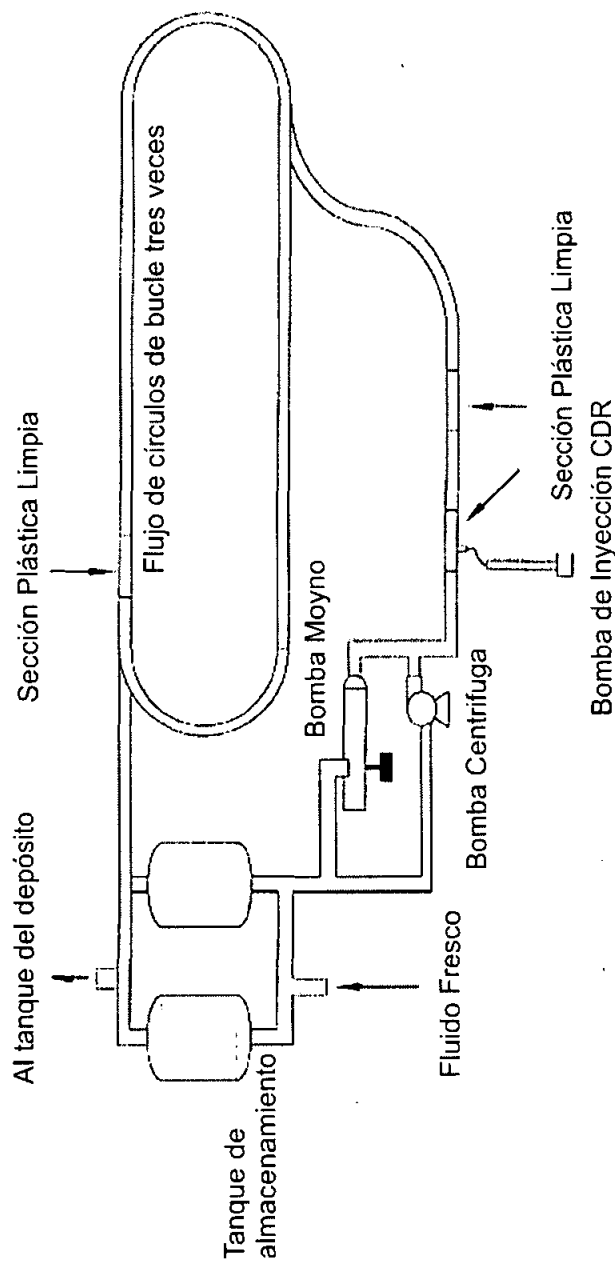


FIG. 5

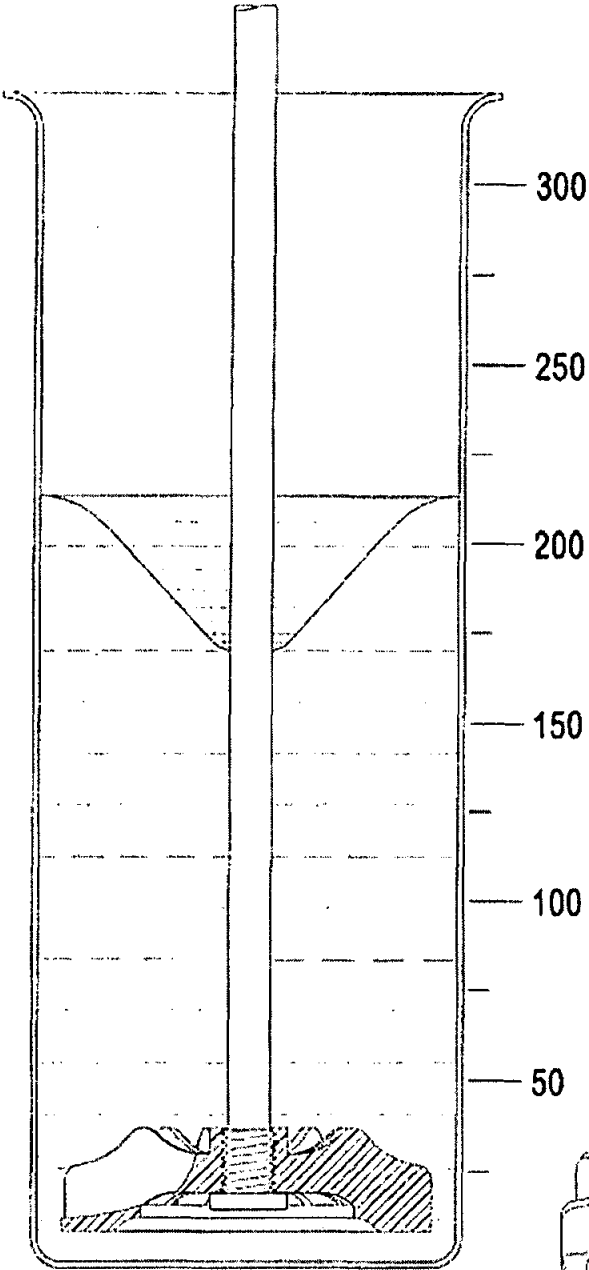


FIG. 6

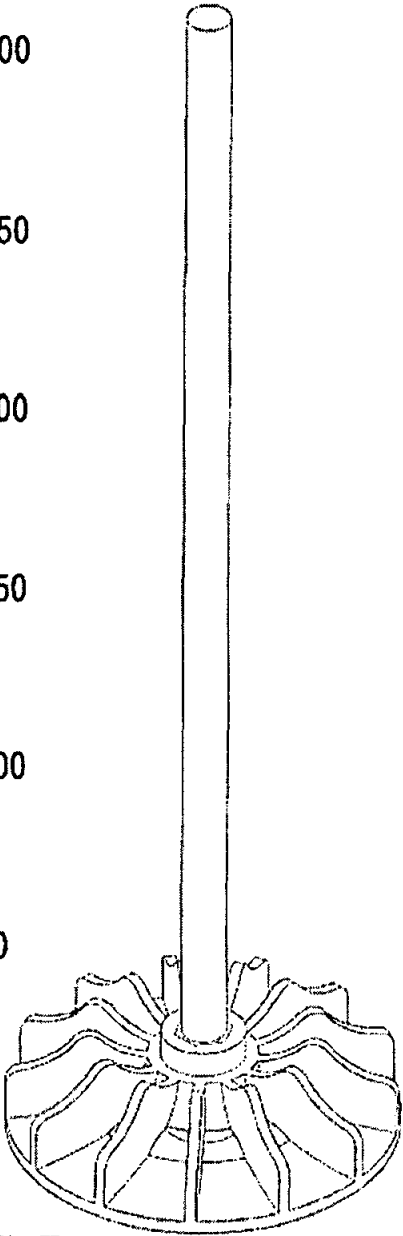


FIG. 7

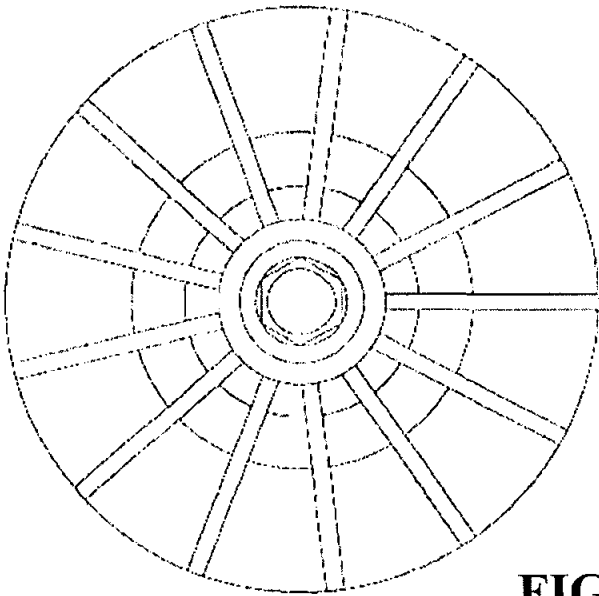


FIG. 8

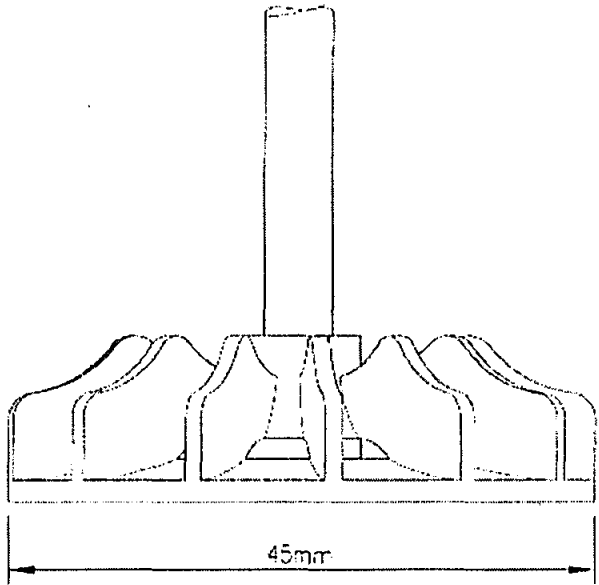
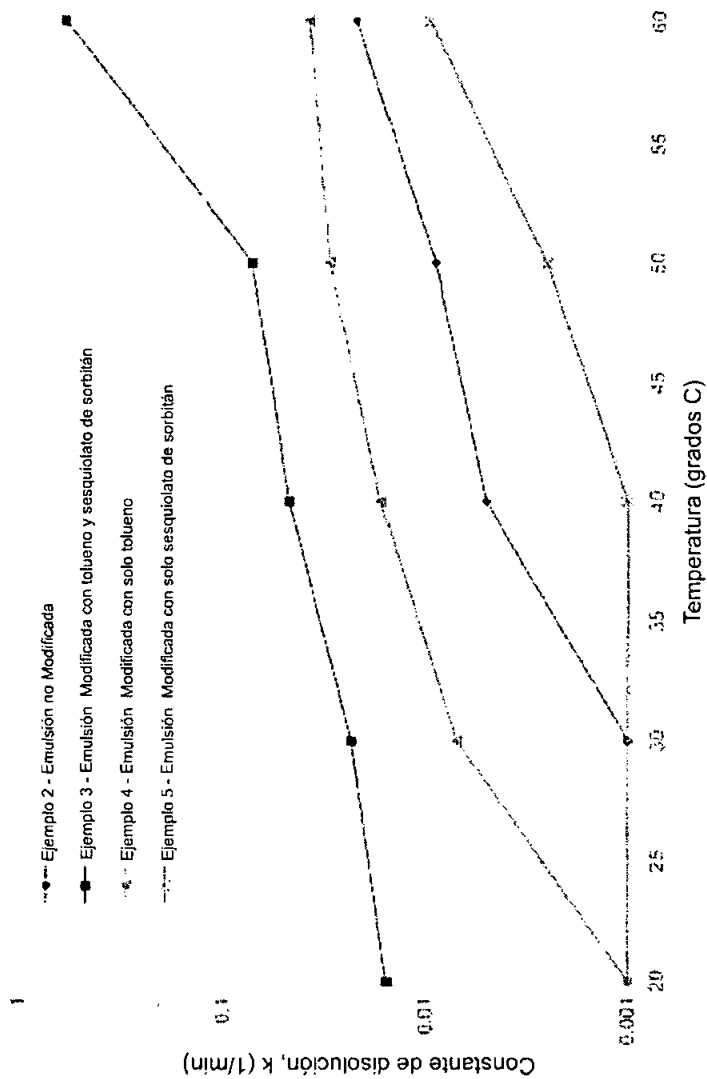


FIG. 9

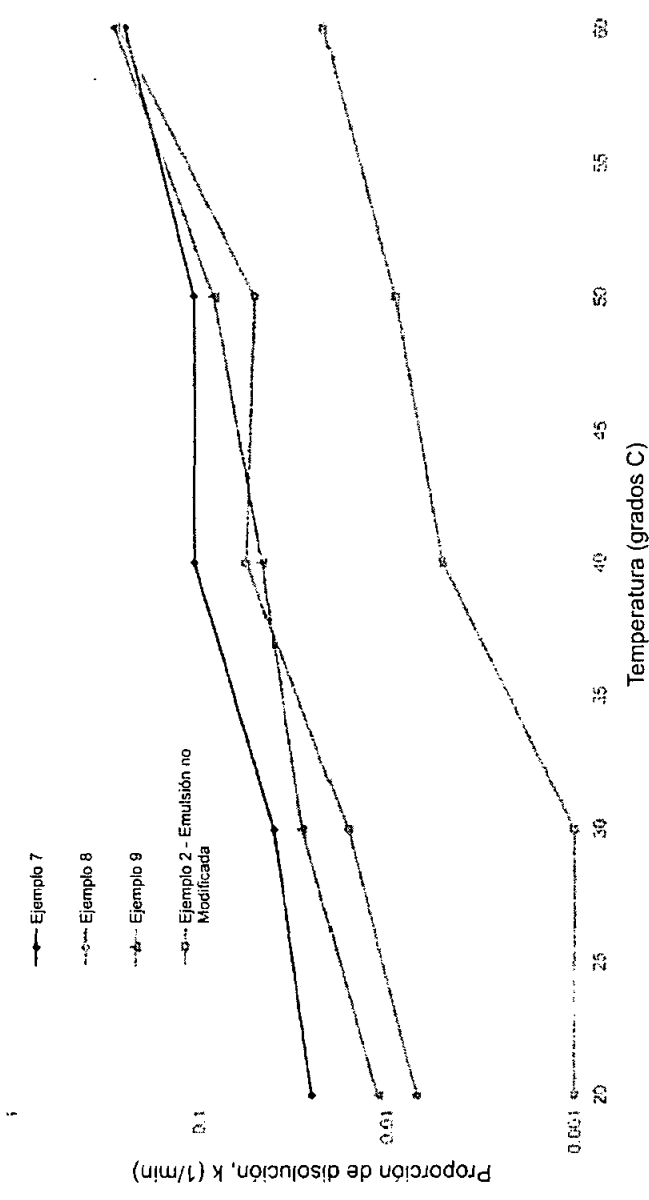
Índice de Disolución de Emulsiones Modificadas
concentración de polímero 500 ppm



Nota: Valores menores de 0.001 se reflejan como 0.001 para facilidad de ilustración

FIG. 10

Índice de Disolución Vs Temperatura
polímero 500 ppm



Nota: Valores menores de 0.001 se reflejan como 0.001 para facilidad de ilustración

FIG. 11

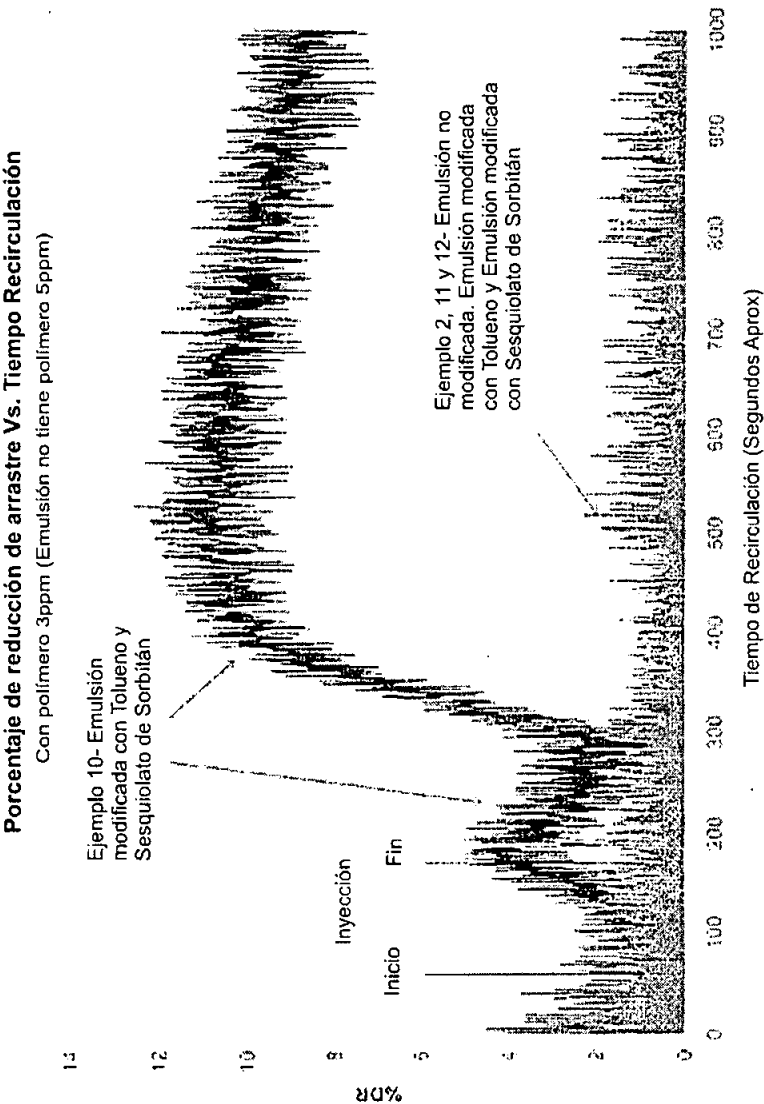


FIG 12

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud: 22) Fecha de solicitud: (30) Prioridad (31) Prioridad (32) Fecha (33) País 11/422,922 08/06/2006 US		(51) Int Cl: E21B 043/022 (71) Solicitante(s) CONOCOPHILLIPS COMPANY (72) Inventor(es) WILLIAM F. HARRIS Y OTROS (74) Apoderado: EMILIO FERRERO	
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 08/01/2009 (86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud: 04/06/2007 No. de solicitud PCT/US2007/070329		(87) Publicación internacional Fecha: 21/12/2007 N° publicación: WO 2007/146644 A2	
(54) Título: MEJORA DE FLUJO POZO ABAJO			

Reivindicación(es):

1. Un método que comprende: introducir un reductor de arrastre dentro de un fluido anfitrión en un punto de inyección ubicado por lo menos aproximadamente 500 pies por debajo de la superficie terrestre.

2. El método de la reivindicación 1, en donde dicha introducción incluye originar que dicho reductor de arrastre viaje a través de un pasaje definido entre una carcasa externa y una tubería de producción interna de un pozo de producción.

3. El método de la reivindicación 1, en donde dicha introducción incluye transportar dicho reductor de arrastre a través de un conducto de inyección que tiene una longitud de por lo menos aproximadamente 500 pies y un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 2.5 pulgadas.

4. El método de la reivindicación 3, en donde dicho conducto de inyección tiene una longitud de por lo menos aproximadamente 1,000 pies y un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 1 pulgada.

5. El método de la reivindicación 3, en donde por lo menos una porción de dicho conducto de inyección se ubica en un espacio anular definido entre una carcasa externa y una tubería de producción interna de un pozo de producción.

6. El método de la reivindicación 3, en donde por lo menos una porción de dicho conducto de inyección forma por lo menos una parte de un conducto umbilical submarino y en donde dicha superficie terrestre es el fondo marino.

7. El método de la reivindicación 6, en donde una primera porción de dicho conducto de inyección es parte he dicho conducto umbilical submarino, en donde una segunda porción de dicho conducto de inyección es una columna de perforación, y en donde dicha primera y segunda porciones de dicho conducto de inyección cada uno tiene una longitud de por lo menos aproximadamente 500 pies y un diámetro interno promedio de menos de aproximadamente 2.5 pulgadas.

8. El método de la reivindicación 1, en donde dicho fluido anfitrión comprende petróleo crudo.

9. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente transportar el fluido anfitrión combinado y el reductor de arrastre de dicho punto de inyección a la superficie terrestre por vía de un conducto de producción.

10. El método de la reivindicación 1, en donde dicho reductor de arrastre comprende un polímero de alto peso molecular que tiene un peso molecular promedio ponderado de por lo menos aproximadamente 1 x 10⁶ g/mol.

11. El método de la reivindicación 1, en donde dicho reductor de arrastre comprende una fase continua líquida y una pluralidad de partículas de polímero dispersas en dicha fase continua.

12. El método de la reivindicación 11, en donde dichas partículas tienen un tamaño de partícula medio de menos de aproximadamente 1000 nm.

13. El método de la reivindicación 11, en donde por lo menos aproximadamente 95 por ciento de dichas partículas tienen tamaños de partícula en el rango de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 500 nm.

14. El método de la reivindicación 11, en donde dicha fase continua comprende agua.

15. El método de la reivindicación 14, en donde dicha fase continua comprende adicionalmente por lo menos un disolvente de hidrocarburo.

16. El método de la reivindicación 11, en donde dicha fase continua comprende por lo menos un tensoactivo de alto HLB y por lo menos un tensoactivo de bajo HLB, en donde dicho por lo menos un tensoactivo de alto HLB tiene un número HLB de por lo menos aproximadamente 8, y en donde dicho por lo menos un tensoactivo de bajo HLB tiene un número HLB de menos de aproximadamente 6.

17. El método de la reivindicación 11, en donde dicho polímero se forma por vía de la polimerización de emulsión del 2-etilhexilmetacrilato.

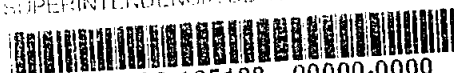
137

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 000176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 08 - 73,487
FECHA : SEPTIEMBRE 15 DE 2008

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-105188- -00000-0000

Fecha: 2008-10-02 16:40:21 Dep: 2020 NUECREACION
Tra: 11 PATENTE IYII Evt: 378 FASE NACIONAL I
Act: 411 PRESENTACION Folia: 137

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062734387	80756174	15/09/2008	56,624,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	501,000.00
		TOTAL :	\$ 501,000.00

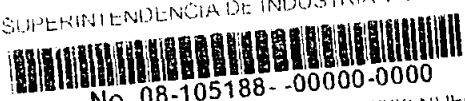
SON: QUINIENTOS UN MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

00013953-841-004-0

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-105188-00000-0000

Fecha 2008-10-02 16:40:21 Dep. 2020 NUECREACION
Ita 11 PATENTE/IIH Eje 378 FASENACIONAL
Act 411 PRESENTACION Folios 137



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

**REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE
PCT**

PATENTE DE INVENCION ☒

MODELO DE UTILIDAD ☐

- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente ☒
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒
- ◆ Descripción de la invención ☒
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes ☒
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☒

COMPLETA ☐

INCOMPLETA ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐

INCOMPLETA ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐

INCOMPLETA ☐

Claudia M. Neiva Cortes
Firma Responsable

Fecha _____

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10
Conmutador: 3 82 08 40
Fax: 350 52 20
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Folio 138

2020
Bogotá D.C.,

Doctor(a)
FERRERO EMILIO
Apoderado(a) y/o Representante de
CONOCOPHILLIPS COMPANY

REFERENCIA	Radicación No.	8 105188
	Solicitud internacional	PCT/US2007/070329
	Fecha inicio fase nacional	08/01/2009
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	416
	Oficio No.	7426
	Folios	1

Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), el Reglamento y la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial.

Cúmplase
Dado en Bogotá DC, 02 JUL. 2009

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la división de Nuevas Creaciones

jfernand

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

RADICACIÓN EXPEDIENTE No.08-105188

EL EXTRACTO DE LA PRESENTE SOLICITUD DE **PATENTE DE INVENCION**
FUE PUBLICADO EN LA GACETA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL No **608** DE
FECHA **30 DE SEPTIEMBRE DE 2009** EL TÉRMINO HÁBIL SEÑALADO POR
LA LEY EXPIRA EL **30 DE DICIEMBRE DEL 2009**

NOTA: Dentro del plazo de los seis (6) meses siguientes a partir de la fecha de publicación en la gaceta de Propiedad Industrial, deberá solicitar y cancelar el examen de patentabilidad so pena de que la solicitud caiga en abandono, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 44 de la Decisión 486/2000.

SE PRESENTARON OPOSICIONES POR PARTE DE TERCEROS.

SI

NO X