

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 984**

51 Int. Cl.:

C09K 8/38 (2006.01)

C09K 8/52 (2006.01)

C09K 8/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2011** **E 11811098 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015** **EP 2655541**

54 Título: **Nuevo procedimiento de perforación de cavidades subterráneas**

30 Prioridad:

23.12.2010 FR 1061141

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

16.04.2015

73 Titular/es:

**SOCIETE D'EXPLOITATION DE PRODUITS POUR
LES INDUSTRIES CHIMIQUES SEPPIC (100.0%)
75 Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**GAYRAL CHIRAC, MARIE-FRANÇOISE;
GUILBOT, JÉRÔME y
BENATTAR, ANDRÉ**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 533 984 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Nuevo procedimiento de perforación de cavidades subterráneas

La presente invención se refiere a un procedimiento de perforación de cavidades en formaciones subterráneas que aplica una etapa de evacuación de los escombros de perforación por medio de una espuma.

- 5 Los procedimientos de perforación de cavidades en formaciones subterráneas, en direcciones verticales o en oblicuo, como por ejemplo los procedimientos de perforación de pozos de petróleo, pozos de gas, pozos de agua, pozos mineros, o en direcciones horizontales, como por ejemplo los procedimientos de perforación de túneles o de galerías mineras, aplican etapas de evacuación de los escombros de perforación de espumas acuosas obtenidas por activación de un agente tensioactivo espumante en disolución acuosa. Estas espumas presentan la ventaja de constituir un buen
10 soporte para los escombros y de no inducir presión de fondo demasiado grande gracias a las bajas densidades, lo que limita así los riesgos de daños de la formación subterránea.

- En el caso de procedimientos de perforación de cavidades en formaciones subterráneas en direcciones horizontales, como por ejemplo los procedimientos de perforación de túneles o de galerías mineras, se utilizan generalmente máquinas llamadas tuneladoras, que son capaces de perforar un túnel o una galería cuyo diámetro corresponde a uno
15 próximo al diámetro final de la obra que se va a realizar. Estos procedimientos de perforación, y principalmente los procedimientos de perforación que utilizan tuneladoras de confinamiento destinados a operar en terrenos de resistencia baja (como por ejemplo terrenos aluviales, arenas y arcillas) o acuíferos, aplican espumas acuosas para fluidificar los escombros de la perforación y para permitir su evacuación de la zona de perforación. Estos procedimientos de perforación permiten también mejorar la permeabilidad del terreno, y en consecuencia reducir la intensidad de las
20 fuerzas de fricción que se ejercen sobre la máquina de perforación y por lo tanto reducir el desgaste de dicha máquina de perforación.

- Las espumas que se aplican en estos procedimientos deben ser muy estables y tener una capacidad de ruptura grande, todo ello para limitar la cantidad utilizada, permitir una separación eficaz de los escombros durante su devolución a la superficie y de una disolución acuosa susceptible de ser reactivada como espuma para una nueva operación de
25 perforación.

La ruptura de la espuma cuando se devuelve a la superficie se efectúa, bien por adición de agentes antiespumantes o bien por modificación del pH de la espuma acuosa. En este último caso, si la espuma es básica o neutra, se rompe reduciendo el pH a un valor inferior o igual a 4,5 por adición de un agente ácido en disolución acuosa; o aumentando el valor del pH hasta al menos 9,5 por adición de un agente alcalino en disolución acuosa.

- 30 Las espumas están formadas por un conjunto de celdas de gas separadas por finas láminas de líquidos, formadas por la yuxtaposición de burbujas que genera un gas dispersado en un líquido. Generalmente se preparan a partir de composiciones acuosas que comprenden al menos un agente tensioactivo espumante por mezcla de un gas, como por ejemplo el aire o el nitrógeno o el anhídrido carbónico. Se sabe que algunos agentes tensioactivos generan espumas por mezcla con gases. Sin embargo, las propiedades mecánicas de estas espumas son diferentes según la naturaleza de dichos agentes tensioactivos. Así, para obtener espumas de gran estabilidad, que se caracterizan por una viscosidad
35 de espuma y una duración elevadas, el experto en la técnica debe combinar el agente tensioactivo con uno o varios aditivos que tengan como efecto el aumento de la rigidez de la estructura de celdas de gas.

- La solicitud de patente francesa publicada con el número 2.439.230 divulga la utilización de amins grasas como auxiliar de espumado, de disoluciones acuosas de tensioactivos tales como las alquilbetaínas, las alquil-amido betaínas, los alquilsulfatos o los alquilétersulfatos.
40

- La solicitud internacional publicada con el número WO 93/22538 A1 describe un procedimiento de excavación de túnel que se caracteriza por la inyección de una espuma en la parte delantera del disco de corte o de la cámara de confinamiento de la máquina de perforación, generada por activación de un agente tensioactivo espumante en disolución acuosa en presencia de un elemento auxiliar para espumado elegido entre el grupo formado por amins
45 grasas, alcoholes grasos, alcanol amidas grasas o amino-óxidos terciarios.

- La solicitud internacional publicada con el número WO03/035794 A1 describe un método de perforación de pozos que comprende una etapa de evacuación de los escombros de perforación por medio de un fluido de perforación acuoso, tal como una espuma, que comprende un agente de espumado que comprende al menos un fosfato de monoalquilo graso opcionalmente polietoxilado, permitiendo entonces producir la espuma en condiciones poco ácidas o alcalinas y destruirla en condiciones ácidas. El documento WO03/035794 A1 muestra también el aumento de la estabilidad de la espuma obtenida mediante el empleo de al menos un mono-éster fosfato de hidrocarbilo alifático por adición de un agente estabilizador de espuma.
50

Sin embargo, estos aditivos estabilizadores de la espuma, con frecuencia son poco biodegradables y a veces tóxicos, lo que les hace no conformes a las nuevas especificaciones reglamentarias en materia de medio ambiente.

- 55 Además no son utilizables en zonas geológicas sensibles, como por ejemplo las que contienen capas freáticas de agua potable, o zonas geográficas protegidas.

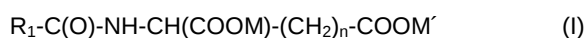
La solicitud de patente estadounidense publicada con el número US 2008/00111486 divulga la utilización de espuma de disoluciones acuosas de alquilpoliglucósidos, que son tensioactivos biodegradables para las operaciones de perforaciones de pozos. Sin embargo, las espumas generadas por estos tensioactivos no presentan propiedades mecánicas y de estabilidad suficientemente satisfactorias.

5 La solicitante ha venido trabajando en el desarrollo de una nueva solución técnica relativa a un procedimiento de perforación que comprende una etapa de evacuación de escombros aplicando una espuma obtenida por activación de un aminoácido N-acilado siendo el grupo acilo derivado de un ácido graso sin adición de aditivo estabilizante, y permitiendo de esta forma paliar los inconvenientes expuestos anteriormente.

10 Por eso la invención tiene como objetivo un procedimiento de perforación de cavidades en formaciones subterráneas que comprende una etapa de evacuación de los escombros de perforación aplicando un fluido acuoso, en forma de una espuma, obtenido por mezcla:

- de una composición acuosa (C₁) que comprende para 100% en masa:

- de 0,5 % en masa a 25% en masa de un compuesto de fórmula (I):



15 en la que n representa un número entero igual a 1 ó 2, R₁ representa un radical hidrocarbonado alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de ocho a dieciocho átomos de carbono, M representa un catión monovalente y M', idéntico a, o diferente de M, representa un átomo de hidrógeno o un catión monovalente; o de una mezcla de compuestos de fórmula (I), y

- de 75% a 99,5% en masa de agua,

20 - con un gas o una mezcla de gases, elegido entre el aire, el nitrógeno o el dióxido de carbono.

En el procedimiento tal como se ha definido anteriormente, el fluido acuoso generalmente se prepara a nivel de la cabecera del pozo por mezcla de dicha composición acuosa (C₁) y el gas o la mezcla de gases, por medio de un dispositivo adaptado y disponible comercialmente. La espuma obtenida de esta manera se transporta por el pozo por bombeo en el interior de tubos, reunidos en una columna que desciende por el pozo al nivel de la zona de perforación, para ser inyectada en esta zona de perforación, generalmente en medio del vástago de perforación. La devolución de la espuma a la superficie se efectúa a través de un espacio anular definido por los tubos anteriormente descritos y por las paredes del pozo, arrastrando los escombros de perforación hacia la superficie. A continuación, se separan los escombros de la espuma para ser evacuados.

30 Según un aspecto particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, la composición acuosa (C₁) comprende para 100 % en masa, de 0,5% en masa a 15% en masa de un compuesto de fórmula (I) tal como se ha definido anteriormente, o de una mezcla de compuestos de fórmula (I), y de 85% a 99% en masa de agua.

Según un aspecto más particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, la composición acuosa (C₁) comprende para 100% en masa, de 0,5% en masa a 5% en masa de un compuesto de fórmula (I) tal como se ha definido anteriormente, o de una mezcla de compuestos de fórmula (I), y de 95% a 99,5% en masa de agua.

35 Según un aspecto particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, en la fórmula (I), n es igual a 1.

Según otro aspecto particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, en la fórmula (I), n es igual a 2.

Según un aspecto particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, la composición acuosa (C₁) comprende una proporción no nula de al menos un compuesto de fórmula (I), en la que n es igual a 1 y una proporción no nula de al menos un compuesto de fórmula (I), en la que n es igual a 2.

40 En el procedimiento tal como se ha definido anteriormente, el compuesto de fórmula (I) tal como se ha definido anteriormente, se puede presentar parcial o totalmente en forma de sal.

Cuando el compuesto de fórmula (I) está parcialmente en forma de sal, M representa un catión monovalente y M' representa un átomo de hidrógeno.

45 Cuando el compuesto de fórmula (I) está totalmente en forma de sal, M y M', idénticos o diferentes, representan un catión monovalente.

Por catión monovalente, se designa para M y/o M' se seleccionan un catión elegido entre el ión amonio, un catión monovalente de metales alcalinos, como por ejemplo el catión sodio, potasio o litio, un catión monovalente de una alcanolamina, por ejemplo el catión (2-hidroxietil)amonio, el catión bis(2-hidroxietil)amonio, el catión tris(2-hidroxietil)amonio, el catión amonio de la monoisopropanolamina, el catión amonio del 2(2-aminoetoxi)etanol, el catión amonio del 2(2-aminoetilamino)etanol o el catión amonio del 2-(metilamino)etanol.

Según un aspecto particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, en la fórmula (I), M representa un átomo de sodio o de potasio y M' representa un átomo de hidrógeno.

Según otro aspecto particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, en la fórmula (I), M y M' representan un átomo de sodio o un átomo de potasio.

- 5 Los compuestos de fórmula (I) tal como se han descrito anteriormente generalmente se obtienen por N-acilación de los aminoácidos correspondientes o de sus sales.

La reacción de acilación se conoce por el experto en la técnica. Está descrita por ejemplo en la solicitud internacional publicada con el número WO 98/09611. Se aplica de forma indiferente a un aminoácido o a una mezcla de aminoácidos.

El agente de acilación consiste generalmente en un derivado activado de un ácido carboxílico de fórmula:



en la que R₁ es tal como se ha definido anteriormente, tal como un anhídrido simétrico de este ácido, éster metílico de este ácido, o un halogenuro de ácido como el cloruro de ácido o el bromuro de ácido. También puede consistir en una mezcla de derivados activados de ácidos carboxílicos procedentes de ácidos o grasas naturales de origen animal o vegetal tal como los aceites de copra, de nuez de coco, palmito, palma, soja, colza, maíz, sebo de vaca, aceite de ballena o aceite de arenque. En el marco de la presente invención se utilizan preferentemente mezclas de ácidos grasos procedentes del aceite de copra, del aceite de palmito, del aceite de coco o del aceite de ballena que contienen una fracción mayoritaria de ácido dodecanoico, cuyas composiciones se describen en la tabla siguiente (en porcentajes en masa):

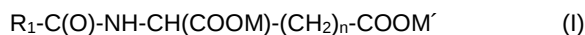
15

	Aceite de copra	Aceite de palmito	Aceite de ballena	Aceite de nuez de coco
Ácido octanoico o caprílico (C ₈ H ₁₆ O ₂)	6% a 9%	3% a 10%	-	2% a 10%
Ácido decanoico o cáprico (C ₁₀ H ₂₀ O ₂)	6% a 10%	3% a 14%	1% a 3%	3% a 9%
Ácido dodecanoico o láurico (C ₁₂ H ₂₄ O ₂)	44% a 51%	37% a 52%	14% a 38%	45% a 56%
Ácido tetradecanoico o mirístico (C ₁₄ H ₂₈ O ₂)	13% a 18%	7% a 17%	12% a 14%	15% a 23%
Ácido hexadecanoico o palmítico (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)	8% a 10%	2% a 9%	8% a 10%	7% a 14%
Ácido octadecanoico o esteárico (C ₁₈ H ₃₆ O ₂)	1% a 3%	1% a 3%	1% a 3%	1% a 7%
Ácido octadecenoico u oléico (C ₁₈ H ₃₄ O ₂)	5,5% a 7,5%	11% a 23%	15% a 18%	3% a 11%
Ácido eicosenoico o gadoleico (C ₂₀ H ₃₈ O ₂)	-	-	5% a 8%	-
Ácido octadecadienoico o linoleico (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)	<2,5%	1% a 3%	-	≤ 3%
Otros ácidos	< 0,4%	< 0,6%	26% a 34%	< 3%

- 20 Según un aspecto particular de la presente invención, ésta tiene como objetivo un procedimiento tal como se ha definido anteriormente, caracterizado por que en la fórmula (I), el radical R₁ representa un radical alquilo elegido entre los radicales heptilo, nonilo, undecilo, tridecilo o pentadecilo y más particularmente el procedimiento para el que la composición acuosa (C₁) comprende para 100% en masa:

- de 0,5 % en masa a 25% en masa de una mezcla de compuestos de fórmula (I):

25



obtenido por acilación de un compuesto de fórmula (II):



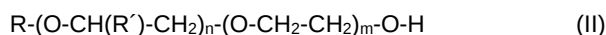
en la que n representa un número entero igual a 1 ó 2, M representa un catión monovalente y M', idéntico a, o diferente de M, representa un átomo de hidrógeno o un catión monovalente, con una mezcla de ácidos grasos procedentes del aceite de coco o por una mezcla de derivados activados de dichos ácidos; y

5 - de 75% a 99,5% en masa de agua.

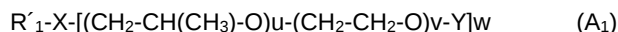
Según otro aspecto, el procedimiento tal como se ha definido anteriormente se caracteriza por que la mezcla de compuestos de fórmula (I) se elige entre la mono sal de sodio o potasio del ácido N-cocoilglutámico, o la mono sal de sodio o de potasio del ácido N-cocoilaspártico, o por que la mezcla de compuestos de fórmula (I) se elige entre la di-sal de sodio o de potasio del ácido N-cocoilglutámico, o la di-sal de sodio o de potasio del ácido N-cocoilaspártico.

10 Según otro aspecto del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, la composición acuosa (C₁) comprende además, para 100% de su masa, de 0,5% en masa a 15% en masa, y más particularmente de 0,5% en masa a 10% en masa, de al menos un tensioactivo diferente del compuesto de fórmula (I), elegido entre los tensioactivos no iónicos, los tensioactivos aniónicos, los tensioactivos catiónicos y los tensioactivos anfóteros.

15 Entre los tensioactivos no iónicos comprendidos en la composición acuosa (C₁), se citan particularmente los alquilpoliglicósidos, los derivados alcoxilados de aceite de ricino, los ésteres de sorbitán, los ésteres de manitán, los ésteres de sorbitán alcoxilados como por ejemplo los ésteres de sorbitán etoxilados, los ésteres de manitán alcoxilados como por ejemplo los ésteres de manitán etoxilados, los amidas de copra, las N-alkilaminas, los óxidos de aminas, los copolímeros en bloque de óxido de etileno y de óxido de propileno y muy particularmente los copolímeros en bloque de óxido de etileno y de óxido de propileno comercializados con la marca comercial PLURONICTM por la sociedad BASF, como por ejemplo el PLURONICTMPE 6100 y el PLURONICTMPE 6200, los tensioactivos no iónicos de fórmula (II):



25 en la que R representa un radical alifático hidrocarbonado, saturado o insaturado, lineal o ramificado, que comprende de 8 a 36 átomos de carbono, R' representa un radical metilo o etilo, n representa un número entero superior o igual a 0 e inferior o igual a 150, m representa un número entero superior o igual a 0 e inferior o igual a 150, entendiéndose que la suma n+m es superior a cero, los tensioactivos no iónicos antiespumantes de fórmula (A₁):



en la que:

- R'₁ representa un radical alifático hidrocarbonado, saturado o insaturado, lineal o ramificado, que comprende de 6 a 18 átomos de carbono,
- 30 - X representa un átomo de nitrógeno o un átomo de oxígeno,
- v representa un número entero comprendido entre 1 y 50,
- u representa un número entero comprendido entre 1 y 50,
- w representa un número entero igual a 1 si X representa un átomo de oxígeno, y w representa un número entero igual a 1 ó 2 si X representa un átomo de nitrógeno,
- 35 - Y representa un grupo funcional bloqueante elegido entre los elementos del grupo formado por los radicales alquilo lineales que comprenden de 4 a 8 átomos de carbono, como por ejemplo el radical butilo, el radical bencilo o un grupo óxido de butileno.

40 Entre los tensioactivos no iónicos antiespumantes de fórmula (A₁), se pueden citar los productos comercializados con la marca comercial TERGITOLTM por la sociedad DOW CHEMICAL como por ejemplo TERGITOLTM L61E y el TERGITOLTM L64E.

45 Entre los tensioactivos aniónicos comprendidos en la composición acuosa (C₁), se citarán particularmente las sales de metales alcalinos, las sales de metales alcalino-térreos, las sales de amonio, las sales de aminas, las sales de aminoalcoholes de los siguientes compuestos: los alquilétersulfatos, los alquilsulfatos, los alquilamidoétersulfatos, los alquilarilpoliétersulfatos, los monoglicéridosulfatos, los alfa-olefinosulfonatos, los sulfonatos de parafinas, los alquilsulfatos, los alquileterfosfatos, los alquilsulfonatos, los alquilamidasulfonatos, los alquilarilsulfonatos, los alquilcarboxilatos, los alquilsulfosuccinatos, los alquilétersulfosuccinatos, los alquilamidasulfosuccinatos, los alquilsulfoacetatos, los alquilsarcosinatos, los acilsetionatos, los N-aciltauratos, los acil-lactilatos. Entre los tensioactivos aniónicos, se citarán también los lipoaminoácidos diferentes a los de la fórmula (I) tal como se ha definido anteriormente, por ejemplo, las lipoproteínas, los lipopéptidos, los derivados de lipoproteínas, los derivados de proteínas, las sales de ácidos grasos, las sales de ácidos de aceite de copra eventualmente hidrogenado.

Entre los tensioactivos anfóteros comprendidos en la composición acuosa (C₁), se citarán particularmente las alquil betaínas, las alquilamidobetaínas, las sultainas, las alquilamidoalquilsulfobetaínas, los derivados de imidazolinas, las fosfobetaínas, los anfopoliacetatos y los anfopropionatos.

5 Entre los tensioactivos catiónicos comprendidos en la composición acuosa (C₁), se citarán particularmente los derivados de amonio cuaternarios.

Según un aspecto más particular de la presente invención, ésta tiene como objetivo el procedimiento tal como se ha definido anteriormente, para el que la composición acuosa (C₁), comprende además al menos un tensioactivo elegido entre:

- los alquilpoliglicósidos de fórmula (A₂):



en la que S representa el resto de un azúcar reductor elegido entre los elementos del grupo constituido por la glucosa, la xilosa y la arabinosa, R₂ representa un radical hidrocarbonado saturado, lineal o ramificado, que comprende de 8 a 16 átomos de carbono y q representa un número decimal superior o igual a 1,05 e inferior o igual a 5;

- los alquiléter sulfatos de fórmula (A₃):



en la que R₃ representa un radical hidrocarbonado alifático, saturado o insaturado, lineal o ramificado, que comprende de 6 a 22 átomos de carbono, p representa un número decimal comprendido entre 1 y 10, preferentemente entre 2 y 4, r es un número entero igual a 1 o a 2 y Z representa el catión de un metal alcalino o de un metal alcalinotérreo, el ión amonio, el ión hidroxietilamonio, el ión tri(hidroxietil)amonio.

20 - las N-acilglicinas de fórmula (A₄)



en la que el radical R₄-(C=O)- representa un radical elegido entre los radicales n-octanoilo, n-decanoilo, n-dodecanoilo, n-tetradecanoilo, n-hexadecanoilo, n-octadecanoilo y cocoilo. De forma más particular, las N-acilglicina de fórmula (A₄) son la dodecanoil-glicina y la cocoilglicina.

25 Según este aspecto particular, el procedimiento tal como se ha definido anteriormente la proporción en masa total de dicho tensioactivo diferente al del compuesto de fórmula (I) es más particularmente inferior a la proporción en masa total de dicho compuesto de fórmula (I).

Según un aspecto particular del procedimiento tal como se ha definido anteriormente, la composición acuosa (C₁) comprende además, para 100% de su masa, de 0,5% en masa a 10% en masa de N-cocoilglicina o de N-dodecanoilglicina.

30

La composición acuosa (C₁) empleada en el procedimiento objeto de la presente invención, comprende opcionalmente ingredientes habitualmente empleados en el campo de los procedimientos de perforación como disolventes, modificadores de reología, inhibidores de arcilla destinados a inhibir el hinchamiento de las arcillas en contacto con el agua y agentes lubricantes.

35 Como ejemplo de disolventes opcionalmente presentes en la composición acuosa (C₁), utilizados en el procedimiento objeto de la presente invención, se encuentra el glicerol, el dipropilenglicerol, el hexilenglicerol, el 1-2 propanodiol, 1,3 propilenglicol, el mono propilenglicol, el DMSO o los polióidos líquidos.

Como ejemplo de modificadores de reología opcionalmente presentes en la composición acuosa (C₁), utilizados en el procedimiento objeto de la presente invención, se encuentran los hidrocoloides poliméricos de origen vegetal o biosintético, como por ejemplo la goma de xantano, la goma de karaya, los carragenatos, los alginatos, los galactomananos, la celulosa y sus derivados; el almidón y sus derivados hidrófilos; los polímeros preparados a partir de ácido acrílico y/o de sus derivados, de acrilamida y/o de sus derivados, de ácido metacrílico y/o de sus derivados, de alcohol vinílico y/o sus derivados.

40

Como ejemplo de inhibidores de arcilla opcionalmente presentes en la composición acuosa (C₁), utilizados en el procedimiento objeto de la presente invención, se encuentran los polietilenglicoles de pesos moleculares comprendidos entre 400 g·mol⁻¹ y 10.000 g·mol⁻¹, los poligliceroles, alcoholes alcoxilados como por ejemplo el butanol etoxilado comercializado por la sociedad Uniqema con la marca comercial KemelixTM 7423X.

45

Como ejemplo de lubricantes opcionalmente presentes en la composición acuosa (C₁), utilizados en el procedimiento objeto de la presente invención, se encuentran los aceites vegetales etoxilados, como por ejemplo los aceites de colza etoxilados comercializados con la marca comercial SEPITERTM030, SEPITERTM100, SEPITERTM200 y SEPITERTM300

50

por la sociedad SEPPIC; los ésteres metílicos de ácidos grasos etoxilados; y los jabones de ácidos grasos como por ejemplo el estearato de sodio.

La invención también tiene como objetivo un procedimiento de perforación tal como se ha definido anteriormente, en el que dicha etapa de evacuación está precedida por, o conduce simultáneamente a, una etapa de fracturación de la roca por proyección de dicho fluido de perforación en forma de espuma.

Según este aspecto particular de la presente invención, la composición acuosa (C_1) tal como se ha definido anteriormente comprende generalmente ingredientes utilizados para la preparación de fluidos de fracturación de la roca en procedimientos de perforación petrolíferos y/o gaseosos, como por ejemplo la arena, bolas de vidrio o cáscaras de nuez.

El fluido acuoso empleado en este aspecto particular del procedimiento objeto de la presente invención se prepara a nivel de la cabecera del pozo por medio de un dispositivo adaptado. La espuma obtenida se introduce entonces a presión elevada en el pozo y se proyecta sobre la formación rocosa que se va a fracturar. Después de esta introducción, el pozo se cierra hasta la obtención de una presión estable en el interior del pozo. A continuación se abre el pozo para permitir la disminución progresiva de la presión en el interior del pozo, lo que implica entonces la subida a la superficie de la espuma que arrastra con ella los escombros de roca generados en la etapa de fracturación anterior, que son posteriormente separados de la espuma para ser evacuados.

La espuma del fluido acuoso aplicada en el procedimiento objeto de la presente invención es estable y presenta características mecánicas mejoradas. La estabilidad y las características mecánicas de las espumas se evalúan respectivamente por la medida del tiempo de vida media y por la medida de la consistencia de dichas espumas. El tiempo de vida media es el tiempo al cabo del cual la espuma obtenida a partir de un cierto volumen de disolución espumante se ha escurrido en una cantidad de disolución correspondiente a la mitad del volumen inicial de la disolución. La consistencia de la espuma se expresa mediante un valor relativo obtenido midiendo las características reológicas de la espuma mediante un viscosímetro de disco rotatorio. Los ejemplos siguientes ilustran la invención, sin embargo, sin limitarla.

1) Preparación de composiciones espumantes

1.1) Preparación de una disolución que comprende N-cocoilglutamato disódico (composición X_1).

En un reactor, con agitación a una temperatura de 20°C, se introducen 21,1 kilogramos de una mezcla agua-acetona (relación en masa agua/acetona: 7/3), 7,0 kilogramos de glutamato de sodio monosódico monohidratado, y luego 5,6 kilogramos de una disolución acuosa de sosa al 25% en masa de forma que se alcance un pH igual a 12.

Se añaden a continuación de forma progresiva con agitación 6,9 kilogramos de cloruro de cocoilo, y 5,4 kilogramos suplementarios de la disolución de sosa para mantener el pH a 12. Se mantiene la temperatura entre 20°C y 30°C, y luego se hace disminuir el pH hasta 2 añadiendo 15,6 kilogramos de una disolución acuosa de ácido sulfúrico al 30% en masa. La fase acuosa ácida se separa entonces del sólido obtenido y se lava éste con agua abundante. El sólido húmedo obtenido se solubiliza finalmente en 8,3 kilogramos de una disolución de sosa al 25% a la que se han añadido 8,2 kilogramos de agua. La disolución de N-cocoilglutamato disódico (Composición X_1) obtenida así se descarga en barriles.

1.2) Preparación de una disolución que comprende N-cocoilglutamato, N-cocoilaspartato y N-cocoilglicinato (Composición X_2).

Se prepara una disolución acuosa al 23% en masa de un equivalente molar de una mezcla de aminoácidos que comprenden, para 100% de su masa, 88,7% en masa de ácido aspártico, 4,9% de ácido glutámico y 6,4% en masa de glicina introducida en un reactor, con agitación y a una temperatura de 20°C. Se ajusta el pH a 9,8 añadiendo a continuación una disolución acuosa de sosa.

Se añaden a continuación de forma progresiva con agitación 0,8 equivalentes molares de cloruro de cocoilo, y disolución de sosa para mantener el pH entre 9,5 y 10. Se obtiene así la disolución de la mezcla de N-cocoilglutamato de sodio, N-cocoilaspartato de sodio y N-cocoilglicinato de sodio esperada (Composición X_2).

Las características analíticas de las composiciones (X_1) y (X_2) se reflejan en la siguiente tabla 1 (los porcentajes son porcentajes en masa).

Tabla 1

	Método	(X ₁)	(X ₂)
Aspecto a 20°C	Método visual	Líquido claro	Líquido claro
Contenido de agua (a)	Norma NFT 73-201	74,5%	68,4%
Extracto seco (b)	Termobalanza, 105° 100 minutos	26,1%	31,6%
Ácido dodecanoico Residual (c)	Cromatografía en fase gas	1,5%	2,8%
Contenido de sodio (%)	Absorción atómica	3,00%	No medida
Contenido de compuestos de fórmula (I)	(b)-(c)	24,6%	28,8% (de los que 1% aproximadamente son cocoilglicinato)
Cloruros	Potenciómetro con nitrato de plata	0,01%	2,45%
pH producido	pH-metro	6,6%	9,5

5 1.3) Preparación de una composición espumante (X₃) según el estado de la técnica en presencia de estabilizantes de espuma

Una espuma (X₃) se prepara por mezcla simple a una temperatura de 20°C de los siguientes ingredientes:

- Hexadecanol: 1,8%
- Laurilamina: 0,3%
- Butilglicol: 11,2%
- 10 - Isobutanol: 6,1%
- Lauriléter sulfato de sodio C10-C12 + 1 OE: 16,0%
- Lauriléter sulfato de sodio C12-C16 + 2,2 OE: 12,4%
- Agua qs 100%

15 La composición (X₃) así preparada comprende un contenido de 28,4% en masa de agentes espumantes (laurilétersulfato de sodio C10-C12 + 1 OE y laurilétersulfato de sodio C12-C16 + 2,2 OE) así como un sistema de estabilización de espuma constituido por hexadecanol y laurilamina. La relación en masa (laurilétersulfato de sodio C10-C12 + 1 OE)/(laurilétersulfato de sodio C12-C16 + 2,2 OE) es igual a 1,29; el contenido de materia activa tensioactiva, formada por el laurilétersulfato de sodio C10-C12 + 1 OE y por el laurilétersulfato de sodio C12-C16 +2,2, OE es de 28,4% en masa.

20 1.4) Preparación de una composición espumante (X₄) según el estado de la técnica sin estabilizantes de espuma

Una composición (X₄), desprovista de ingredientes estabilizadores de espuma, se prepara por mezcla simple a una temperatura de 20°C de los siguientes ingredientes:

- Laurilétersulfato de sodio C10-C12 + 1 OE 23,8%
- Laurilétersulfato de sodio C12-C16 + 2,2 OE 18,5%
- 25 - Agua qs 100%

La relación en masa (lauriléter sulfato de sodio C10-C12 + 1 OE)/(laurilétersulfato de sodio C12-C16 + 2,2 OE) es igual a 1,29; el contenido de materia activa tensioactiva, formada por el laurilétersulfato de sodio C10-C12 + 1 OE y por el laurilétersulfato de sodio C12-C16 +2,2, OE, es de 42,3% en masa.

2) Evaluación de las propiedades espumantes de las composiciones (X₁), (X₂), (X₃), (X₄), (X₅) y (X₆) .

Se preparan disoluciones acuosas de forma que se obtengan disoluciones al 0,6% en masa de materia activa tensioactiva en agua dura OMS, a partir de las composiciones (X₁), (X₂), (X₃) y (X₄). Para un volumen de 1 litro, el agua dura OMS está formada por:

- 0,304 gramos de cloruro de sodio anhidro
- 0,139 gramos de cloruro de magnesio hexahidratado
- Qs 1 litro de agua permutada.

El agua dura OMS corresponde a un valor de 34°Th.

10 Se preparan las mismas disoluciones acuosas (del estado de la técnica), con 0,6% en masa de materia tensioactiva a partir de alquilpoliglucósidos cuya cadena alquilo comprende de 8 a 10 átomos de carbono (X₅) y a partir de alquilpoliglucósidos cuya cadena alquilo comprende de 10 a 14 átomos de carbono (X₆).

2.1) Principio del método de evaluación de la duración de la vida media y de la consistencia de una espuma.

15 La evaluación de la duración de la vida media y de la consistencia de una espuma se realiza por formación de una espuma, a partir de una disolución de agua dura OMS que comprende un contenido de 0,6% en masa de tensioactivos espumantes, por agitación mecánica a una temperatura de 20°C.

2.2) Protocolo experimental

20 Se pesa con precisión en un vaso de precipitado de 50 cm³ la cantidad necesaria de la composición que se va ensayar de forma que se obtenga una disolución de 0,6% en masa de tensioactivos espumantes, presentes en la composición que se va ensayar, en una disolución de 250 cm³ de agua dura OMS. Se añade a continuación una cantidad de agua dura OMS en el vaso de precipitados de 50 cm³ que comprende la composición que se va a ensayar y se agita manual y lentamente de forma que se solubilice la composición que se va a ensayar en el agua dura OMS. El contenido del vaso de precipitado de 50 mL se vierte en un vaso de precipitado graduado de 500 cm³, y se completa por adición de agua dura OMS de forma que se alcance la señal de 250 cm³. La agitación de las disoluciones presentes en el vaso de precipitados de 500 cm³ se hace por medio de un motor de laboratorio Rayneri (modelo 33/300) equipado con una paleta mariposa de tres ramas huecas (diámetro 80 mm). La paleta se coloca a algunos milímetros del fondo del vaso de precipitado que contiene la disolución de las composiciones que se van a ensayar en agua dura OMS y se añade con una velocidad constante de 3.000 rpm durante dos minutos.

2.3.- Expresión de los resultados

30 Para cada ensayo, se han medido los siguientes parámetros:

- Tiempo de esponjamiento (T_{esp}): se trata de la duración de agitación al cabo de la cual se observa la supresión del remolino en el vaso de precipitado. Después de dicho tiempo, la espuma rodea totalmente la varilla de la paleta y su nivel es horizontal.

35 - Tiempo de vida media (T_{1/2}): se trata del tiempo al cabo del cual la espuma obtenida a partir de un cierto volumen de disolución espumante, se ha escurrido en una cantidad de disolución correspondiente a la mitad del volumen inicial. Para este ensayo, el tiempo de vida media se alcanza cuando el nivel superior del agua del escurrido alcanza el indicador de los 125 cm³ en el vaso de precipitados.

- Altura de la espuma generada por agitación (H₁₀): se trata de la altura de la espuma generada al final de los dos minutos de agitación.

40 - Altura de la espuma residual después de 30 minutos (H₁₃₀): se trata de la altura de la espuma observada después de una duración de 30 minutos después del final de la agitación de dos minutos.

- La diferencia (ΔH) entre H₁₀ y H₁₃₀ permite evaluar comparativamente la calidad de las espumas con diferentes tensioactivos.

45 - Consistencia de la espuma: se trata del valor de la viscosidad medida en la espuma generada en un tiempo determinado, mediante un viscosímetro Rheovisco RV 8 equipado con un módulo de disco giratorio N° 3.

2.4. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos para las disoluciones a 0,6% en masa de tensioactivos espumantes en agua dura OMS para las composiciones (X₁), (X₂), (X₃), (X₄), (X₅) y (X₆) son los indicados en la siguiente tabla 2.

Tabla 2

	(T _{esp})	(T _{1/2})	(H ₁₀)	(H ₁₃₀)	(ΔH)	Viscosidad en mPas		
						A t = 0	A t = 30 min	A (T _{1/2})
(X ₁)	8s	4.000s	160 cm	160 cm	0 cm	9.610	12.930	15.880
(X ₂)	8s	3.050s	160 cm	155 cm	5 cm	8.920	7.590	8.190
(X ₃)	8s	2.100s	180 cm	170 cm	10 cm	3.400	8.200	8.300
(X ₄)	8s	350s	200 cm	160 cm	40 cm	910	3.200	800
(X ₅)	8s	600s	190 cm	155 cm	35 cm	2.000	1.900	1.700
(X ₆)	14s	600s	175 cm	150 cm	25 cm	2.500	2.600	1.800

2.5 - Análisis de los Resultados

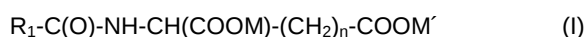
- 5 Los resultados presentados en la tabla anterior muestran las espumas obtenidas a partir de la composición (X₁), que comprende N-cocoilglutamato disódico y en ausencia de agentes estabilizantes de espuma, y a partir de la composición (X₂), que comprende una mezcla de N-cocoilglutamato, N-cocoilaspartato y N-cocoilglicinato, muestran una estabilidad mejorada y mejores propiedades mecánicas que la composición (X₃), que comprende tensioactivos espumantes y agentes estabilizadores de la espuma, que la composición (X₄), que comprende tensioactivos espumantes sin agentes estabilizantes de espuma y que las composiciones (X₅) y (X₆) a base de alquilpoliglucósidos, utilizados en los procedimientos de perforación del estado de la técnica.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de perforación de cavidades en formaciones subterráneas que comprende una etapa de evacuación de los escombros de perforación aplicando un fluido acuoso en forma de espuma obtenido por mezcla:

5 - de una composición acuosa (C_1) que comprende para 100% en masa:

- de 0,5 % en masa a 25% en masa de un compuesto de fórmula (I):



10 en la que n representa un número entero igual a 1 ó 2, R_1 representa un radical hidrocarbonado alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de ocho a dieciocho átomos de carbono, M representa un catión monovalente y M' , idéntico a, o diferente de M, representa un átomo de hidrógeno o un catión monovalente; o de una mezcla de compuestos de fórmula (I), y

- de 75% a 99,5% en masa de agua,

- con un gas o una mezcla de gases, elegido entre el aire, el nitrógeno o el dióxido de carbono.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en la fórmula (I) n es igual a 1.

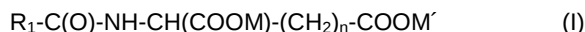
15 3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en la fórmula (I) n es igual a 2.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la composición acuosa (C_1) comprende una proporción no nula de al menos un compuesto de fórmula (I), en la que n es igual a 1 y una proporción no nula de al menos un compuesto de fórmula (I), en la que n es igual a 2.

20 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que en la fórmula (I), el radical R_1 representa un radical alquilo elegido entre los radicales heptilo, nonilo, undecilo, tridecilo o pentadecilo.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, para el que la composición acuosa (C_1) comprende para 100% en masa:

- de 0,5 % en masa a 25% en masa de una mezcla de compuestos de fórmula (I):



25 obteniéndose dicha mezcla por acilación de un compuesto de fórmula (II):



en la que n representa un número entero igual a 1 ó 2, M representa un catión monovalente y M' , idéntico a, o diferente de M, representa un átomo de hidrógeno o un catión monovalente, con una mezcla de ácidos grasos procedentes del aceite de coco o por una mezcla de derivados activados de dichos ácidos; y

30 - de 75% a 99,5% en masa de agua.

7. Procedimiento según una o cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que en la fórmula (I) M representa un átomo de sodio o de potasio y M' representa un átomo de hidrógeno.

8. Procedimiento según una o cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que en la fórmula (I) M y M' representan un átomo de sodio o un átomo de potasio.

35 9. Procedimiento según la reivindicación 7, para el que la mezcla de compuestos de fórmula (I) se elige entre la mono-sal de sodio o de potasio del ácido N-cocoilglutámico, o la mono-sal de sodio o potasio del ácido N-cocoilaspártico.

10. Procedimiento según la reivindicación 8, para el que la mezcla de compuestos de fórmula (I) se elige entre la di-sal de sodio o de potasio del ácido N-cocoilglutámico, o la di-sal de sodio o de potasio del ácido N-cocoilaspártico.

40 11. Procedimiento según una o cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que la composición acuosa (C_1) comprende además, para 100% de su masa, de 0,5% en masa a 15% en masa y más particularmente de 0,5% en masa a 10% en masa, de al menos un tensioactivo diferente del compuesto de fórmula (I), elegido entre los tensioactivos no iónicos, los tensioactivos aniónicos, los tensioactivos catiónicos y los tensioactivos anfóteros, entendiéndose que la proporción en masa total en dicho tensioactivo diferente del compuesto de fórmula (I) es inferior a la proporción en masa total en dicho compuesto de fórmula (I).

12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que la composición acuosa (C₁) comprende además, para 100% de su masa, de 0,5% en masa a 10% en masa de N-cocoilglicina o de N-dodecanoilglicina.

13. Procedimiento de perforación según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que dicha etapa de evacuación está precedida por, o conduce simultáneamente a una etapa de fracturación de la roca por proyección de dicho fluido de perforación en forma de espuma.

5