الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

شركة الزيت العربية السعودية
Saudi Arabian Oil Company
دورهام يونيفيرسيتي
Durham University

براءة اختراع رقم : SA 12406

بتاريخ : 1444/07/24 هـ
الموافق : 2023/02/15 م

عن الإختراع المسمى :

مخفضات توتر سطحي ثابتة حرارياً لموائع حفر أساسها النفط

THERMALLY STABLE SURFACTANTS FOR OIL BASED DRILLING FLUIDS

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 12406 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1444/07/24 هـ
الموافق: 2023/02/15 م

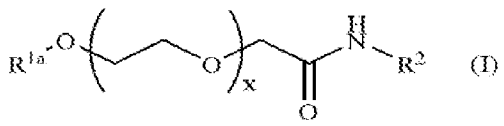
[21] رقم الطلب: 520411502
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1441/06/22 هـ
الموافق: 2020/02/16 م
[30] بيانات الأسبقية:
62/545,799 US 2017/08/15 م
[72] اسم المخترع: البطل ، منى ، وتينج ، أندرو ، جرينويل ، هيو كريستوفر ، هال ، جون أدريان ، العبيدي ، غسان سلمان
[73] مالك البراءة: 1)شركة الزيت العربية السعودية ، 2)دورهام يونيفيرسيتى
عنوانه: 1)ص.ب 5000 ، 31311 الظهران ، المملكة العربية السعودية ، 2)ساوث رود، دورهام دى اتش 1 3 ال اى ، المملكة المتحدة
جنسيته: 1)سعودية ، 2)بريطانية
[74] الوكيل: شركة الهدف لخدمات العلامات المحدودة
[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2018/046226
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2018/08/10 م
[87] رقم النشر الدولي: WO/2019/036290
تاريخ النشر الدولي: 2019/02/21 م
[51] التصنيف الدولي(IPC[8]):
C09K 008/035, C11D 001/074
[56] المراجع:
US 3125517, WO 2017055789

الفاحص: عبدالله بن حسين الغامدي

[54] اسم الاختراع: مخفضات توتر سطحي ثابتة حرارياً لموائع حفر أساسها النفط

THERMALLY STABLE SURFACTANTS FOR OIL BASED DRILLING FLUIDS

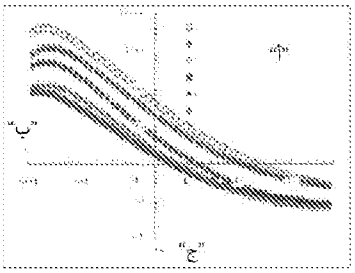
[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بتوجيه نماذج إلى مخفض توتر سطحي surfactant له الصيغة (I) وإدراج واحد أو أكثر من مخفضات التوتر السطحي surfactants في موائع الحفر drilling fluids. ويكون لمخفض التوتر السطحي الصيغة البنائية التالية:



(I)

الشكل (1)

عدد عناصر الحماية (5)، عدد الأشكال (4)



مخفضات توتر سطحي ثابتة حرارياً لموائع حفر أساسها النفط

THERMALLY STABLE SURFACTANTS FOR OIL BASED DRILLING FLUIDS

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

تتعلق نماذج الكشف الحالي بوجه عام بمواد خافضة للتوتر السطحي surfactants، و، تتعلق تحديداً بتضمين المواد الخافضة للتوتر السطحي في موائع الحفر التي أساسها الزيت oil based drilling fluids.

تعتبر المواد الخافضة للتوتر السطحي التخليقية Synthetic surfactants مركبات عضوية organic compounds يتم تصنيعها على نطاق واسع ولها تطبيقات متنوعة. يبلغ الإنتاج العالمي من المواد الخافضة للتوتر السطحي التخليقية 7.2 مليون طن سنوياً. يمكن أن تكون المواد الخافضة للتوتر السطحي التخليقية عبارة عن عوامل ترطيب wetting agents ذات خصائص مطهرة ومعقِّمة. ويمكن تهيئة عوامل الترطيب عند دمجها مع الأنواع الأخرى من المواد الخافضة للتوتر السطحي ويمكن أن تكون مقاومة لظروف الماء العسر. تمثل المواد الخافضة للتوتر السطحي غير الأيونية Nonionic surfactants حوالي40٪ من إجمالي إنتاج المواد الخافضة للتوتر السطحي على مستوى العالم ويتم استخدامها في التطبيقات التجارية والمنزلية. لا تتأين المواد الخافضة للتوتر السطحي التخليقية غير الأيونية مما يجعلها مكونات مناسبة في كثير من الخلائط والمنتجات التجارية.

تضم عمليات الحفر لحفر حفرة بئر wellbore جديدة لاستخلاص الهيدروكربونات hydrocarbons، على سبيل المثال، الممارسة الشائعة لمائع الحفر drilling fluid الدائر بشكل متصل (يعرف بشكل بديل بطمي الحفر drilling mud) خلال حفرة البئر أثناء عملية الحفر. يتم ضخ مائع الحفر في أنبوب الحفر drill pipe إلى قاع ثقب الحفر حيث يتدفق مائع الحفر بعد ذلك إلى أعلى خلال الحيز الحلقي annular space بين جدار حفرة البئر وأنبوب الحفر، وأخيراً يتدفق من حفرة البئر حيث يتم استخلاصه للمعالجة الثانوية. تحديداً، تتم معالجة مائع الحفر ميكانيكياً أو كيميائياً لإزالة المواد الصلبة الملتقطة وفتات الحفر من مائع الحفر وقبل إعادة تدوير مائع الحفر مرة أخرى خلال حفرة البئر.

في ضوء الطبيعة الدوارة لمائع الحفر وقدرته على التقاط المواد الصلبة والفتات أثناء عمليات الحفر، لابد أن تكون موائع الحفر drilling fluids حرة التدفق بلزوجة منخفضة نسبياً لتسهيل الضخ مع

احتجاز مادة كافية ونقل الفتات والمواد الصلبة الأخرى وتعليق مادة تعديل الوزن weight material للحفاظ على عمود طمي mud column بكثافة موجدة في حفرة البئر أثناء ظروف الثبات والدوران. لابد أن يكون لمائع الحفر أيضاً قوة جل كافية لتعليق المواد الصلبة والفتات إذا تم إيقاف دوران مائع الحفر لمنع تراكم المواد الصلبة في قاع حفرة البئر. تؤدي المواد الصلبة المتراكمة في قاع حفرة البئر بشكل محتمل إلى انسداد أداة الحفر وإلى انسداد فيزيائي physical blockage لمسار تدفق flow path مائع الحفر.

يتعقد الحفر في الآبار العميقة بفعل الظروف الجيولوجية التي تتضمن ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية high pressures and high temperatures (HPHT). تضم ظروف ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية المتعارف عليها في المجال درجة حرارة حفرة بئر أكبر من 149 درجة سيلزيوس (°م) (300 درجة فهرنهيت) وضغط حفرة بئر أكبر من 68.9 ميجا باسكال (10,000 رطل لكل بوصة مربعة).

تكشف براءة الاختراع الدولية 2017055789 أ 2 عن تركيبة غسل خاصة والتي توفر فائدة فعالة مضادة للميكروبات ضد الفطريات، والبكتيريا موجبة الجرام وسالبة الجرام، وتشتمل تلك التركيبة على: أ) من 0.1 ٪ إلى 10٪ من خافض للتوتر السطحي بيتايين betaine surfactant، ب) من 0.1٪ إلى 5.0٪ بالوزن من حمض اللاكتيك، جـ) من 0.1٪ إلى 20٪ بالوزن من كحول C2-C6 بولي هيدريك polyhydric، د) من صفر٪ إلى 10٪ من ألكيل بولي إيثوكسي كربوكسيلات alkyl polyethoxy carboxylate له الصيغة RO(CH2CH2O)kCH2COO-M+ حيث تكون R عبارة عن C8-C22 ألكيل، وتكون k عبارة عن عدد صحيح من صفر إلى 20، وM عبارة عن كاتيون مشكل للملح القابل للإذابة، هـ) من صفر إلى 10٪ بالوزن من أميدات بولي إيثوكسي alkyl polyethoxy amides له الصيغة RO(CH2CH2O)kCH2CONH2 حيث تكون R عبارة عن C8-C22 ألكيل، وتكون k عبارة عن عدد صحيح من صفر إلى 20، و) أكبر من 8٪ بالوزن من ألكيل إثر سلفات alkyl ether sulphate، ز) ماء، ح) رقم هيدروجيني من 3.8-4.5، ط) 10-20٪ بالوزن من خافض التوتر السطحي، ي) من 0.1 إلى 10٪ بالوزن من ملح فلزي.

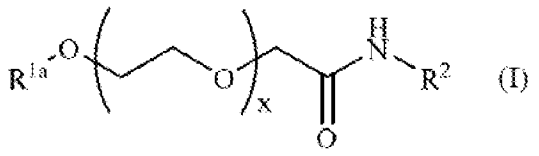
الوصف العام للاختراع

على هذا النحو، هناك احتياجات مستمرة لموائع حفر ومعدِّلات الانسيابية rheology modifiers لموائع الحفر ثابتة حرارياً في ظروف ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية وتتسم بخصائص انسيابية

مناسبة. يمكن أن تعزز المواد الخافضة للتوتر السطحي التخليقية، عند إضافتها إلى موائع الحفر التي أساسها الزيت، خصائص الانسيابية، مثل خصائص "الجل الهش fragile gel" وسلوك انخفاض القوام بالقص.

يتحول مائع الحفر إلى جل عند إزالة الشد، وبهذا يحمل فتات الحفر. ومع ذلك، يمكن أن يتغير شكل مائع الحفر بسهولة لبدء الدوران ويكون ثابتاً عند درجات الحرارة العالية والضغوط العالية، ويمكن أن يؤدي هذا إلى تقليل احتمال تلف التكوين، حيث أن "أنواع الجل الهشة fragile gels" تنفصل بسهولة أكبر حين يبدأ الدوران بعد فترة توقف في الحفر، وهو ما يقلل الارتفاعات المفاجئة في الضغط.

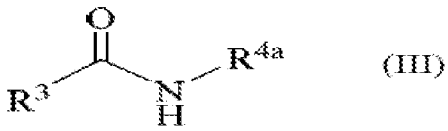
وبالتالي، تضم بعض نماذج الكشف الحالي مادة خافضة للتوتر السطحي surfactantوفقاً للصيغة (I):



(I)

في الصيغة (I)، تكون R^{1a} عبارة عن H-، ألكيل alkyl، أو أريل aryl؛ ويكون الحد السفلي x عبارة عن عدد صحيح من 21 إلى 453؛ وR^2 عبارة عن ألكيل أو أريل.

في واحد أو أكثر من نماذج الكشف الحالي، يشتمل مائع حفر أساسه الزيت oil-based drilling fluid على: طور زيت oil phase، طور مائي aqueous phase، ومادة خافضة للتوتر السطحي واحدة على الأقل لها الصيغة (III):



(III)

في الصيغة (II)، تكون R^3 عبارة عن $(C_2–C_{500})$ ألكيل $(C_2–C_{500})$alkyl أو أريل؛ وR^{4a} عبارة عن $(C_4–C_{500})$ ألكيل (C_4-C_{500})alkyl أو $(C_4–C_{500})$ هيدروكربيل غير متجانس $(C_4–C_{500})$heterohydrocarbyl.

يتم بيان سمات ومزايا إضافية للنماذج التي تم وصفها في الوصف التفصيلي التالي، وتتضح بسهولة جزئياً لمن يتمتعون بالمهارة في المجال من ذلك الوصف أو يتم التعرف عليها بممارسة النماذج التي يتم وصفها، بما في ذلك الوصف التفصيلي التالي وعناصر الحماية.

شرح مختصر للرسومات

شكل 1 عبارة عن رسم بياني للزوجة كدالة في معدل قص shear rate ثلاثة موائع حفر مختلفة عند صفر °م و50 °م. مائع الحفر عبارة عن: مائع الحفر أ، مائع الحفر ب، ومائع الحفر المقارن ج على النحو المبين في مثال 5 (انظر أعلاه).

شكل 2 عبارة عن رسم بياني لمعامل التخزين Storage Modulus ومعامل الفاقد Loss Modulus كدالة في النسبة المئوية للإجهاد Strain عند 50 °م. موائع الحفر هي : مائع الحفر أ ومائع الحفر المقارن ج على النحو المبين في مثال 5 (انظر أعلاه).

شكل 3 عبارة عن رسم بياني لمعامل التخزين ومعامل الفاقد كدالة في النسبة المئوية للإجهاد عند 50 °م. موائع الحفر هي : مائع الحفر ب ومائع الحفر المقارن ج على النحو المبين في مثال 5 (انظر أعلاه).

شكل 4 عبارة عن رسم بياني لزاوية الطور Phase Angle كدالة في النسبة المئوية للإجهاد عند 50 °م. موائع الحفر هي : مائع الحفر أ، مائع الحفر ب، ومائع الحفر المقارن ج على النحو المبين في مثال 5 (انظر أعلاه).

<u>الوصف التفصيلي</u>

يتم الآن وصف نماذج معينة للمواد الخافضة للتوتر السطحي وموائع الحفر. وينبغي إدراك أن المادة الخافضة للتوتر السطحي وموائع الحفر الواردة في الكشف الحالي يمكن تجسيدها في صور مختلفة ولا ينبغي تفسيرها باعتبارها تقتصر على النماذج الواردة في الكشف الحالي. بدلاً من ذلك، يتم توفير نماذج تجعل هذا الكشف شاملاً وكاملاً، ويوصل مجال مادة الموضوع بشكل كامل لمن يمتعون بالمهارة في المجال.

يتم بيان الاختصارات الشائعة في الفقرة التالية:

R و x : على النحو المبين في الفقرات اللاحقة؛ Me : ميثيل methyl؛ Et : إيثيل ethyl؛ Ph : فينيل phenyl؛ Bn : بنزيل benzyl؛ i-Pr : أيزوبروبيل iso-propyl؛ t-Bu : t–بيوتيل tert-butyl؛ THF : تتراهيدروفيوران tetrahydrofuran؛ Et_2O : إيثر داي ميثيل diethyl ether؛ CH_2Cl_2 أو DCM : داي كلورو ميثان dichloromethane؛ CCl_4 : تترا كلوريد الكربون carbon tetrachloride؛ EtOH : إيثانول ethanol؛ CH_3CN : أسيتونيتريل acetonitrile؛ THF : تتراهيدروفيوران؛ $CDCl_3$: كلوروفورم معالج بالديوتيريوم deuterated chloroform؛ Me_4Si أو TMS : تتراميثيل سيلان Tetramethylsilane؛ NaOH : هيدروكسيد الصوديوم sodium hydroxide؛ $NaHCO_3$: بيكربونات

الصوديوم sodium bicarbonate؛ Na_2SO_4 :كبريتات الصوديوم sodium sulfate؛ $MgSO_4$: كبريتات مغنسيوم magnesium sulfate؛ HCl : حمض هيدروكلوريد hydrochloric acid؛ N_2 : غاز النيتروجين nitrogen gas؛ PhMe: تولوين toluene؛ GC : كروماتوجراف الغاز gas chromatography؛ LC :كروماتوجراف السائل liquid chromatography؛ NMR : الرنين النووي المغناطيسي nuclear magnetic resonance؛ HRMS : القياس الطيفي للكتلة عالي الدقة high resolution mass spectrometry؛ mol : مول؛ mole : مللي مول؛ mmol : مللي مول millimoles؛ mL : مللي لتر milliliters؛ µL : ميكرولتر microliters؛ M : مولار molar؛ min : دقائق؛ h : ساعات؛ d : أيام؛ g : جرام؛ g/mol : جرام لكل مول؛ wt.% : النسبة المئوية بالوزن؛ nm : نانومتر nanometers؛ µm : ميكرومتر micrometers؛ مم : مللي متر millimeters؛ ث$^{-1}$: في الثانية؛ ppm : جزء في المليون parts per million.

عند استخدامه لوصف مجموعات كيميائية chemical groups معينة تحتوي على ذرات كربون carbon atom يعني تعبير اعتراضي بالصورة "(C_x-C_y)" أن الصورة التي ليس بها استبدال من المجموعة الكيميائية chemical group بها من x من ذرات الكربون إلى y من ذرات الكربون، بما في ذلك x و y. على سبيل المثال، (C_1-C_{40}) ألكيل (C_1-C_{40})alkyl عبارة عن مجموعة ألكيل بها من 1 إلى 40 ذرات الكربون في صورتها التي بلا استبدال.في بعض النماذج والبنى العامة، يمكن استبدال مجموعات كيميائية معينة بواسطة واحدة أو أكثر من مجموعات الاستبدال مثل R^S. يمن أن تحتوي صورة بها استبدال من R^S من مجموعة كيميائية معرفة باستخدام التعبير الاعتراضي "(C_x-C_y)" على أكثر من y من ذرات الكربون اعتماداً على تطابق أي من مجموعات R^S. على سبيل المثال، "(C_1-C_{40})ألكيل بها استبدال باستخدام مجموعة R^S، حيث R^S عبارة عن فينيل phenyl $(-C_6H_5)$" يمكن أن تحتوي على 7 إلى 46 من ذرات الكربون. على هذا النحو، حين يكون بالمجموعة الكيميائية استبدال بواحدة أو أكثر من مجموعات الاستبدال R^S المحتوية على ذرات كربون، يتم تحديد الحد الأدنى والأقصى لإجمالي عدد ذرات الكربون في المجموعة الكيميائية بالإضافة إلى x و y، على الترتيب، المجموع الكلي لعدد ذرات الكربون من كافة مجموعات الاستبدال المحتوية على ذرات الكربون R^S.

الاصطلاح "H-" يعني ذرة هيدروجين hydrogen atom أو شق هيدروجين hydrogen radical مرتبط تساهمياً بذرة أخرى. "الهيدروجين" و"H-" قابلان للاستبدال، ويعنيان نفس المعنى ما لم يتم تحديد غير ذلك بوضوح.

يعني الاصطلاح "ألكيل" شق هيدروكربوني hydrocarbon radical له سلسلة مشبعة مستقيمة أو متفرعة، به استبدال أو ليس به استبدال به من 1 إلى 500 ذرة كربون. يعني الاصطلاحان "(C_1-C_{100})ألكيل (C_1-C_{100})alkyl" و"(C_1-C_{40})ألكيل" ألكيل به من 1 إلى 100 أو 1 إلى 40 ذرة كربون ليس به استبدال أو به استبدال بواحدة أو أكثر من R^S. أمثلة (C_1-C_{40}) ألكيل ليس بها استبدال unsubstituted (C_1-C_{40})alkyl عبارة عن (C_1-C_{20})ألكيل ليس بها استبدال unsubstituted (C_1-C_{20})alkyl؛ (C_1-C_{10})ألكيل ليس بها استبدال unsubstituted (C_1-C_{10})alkyl؛ (C_1-C_5)ألكيل ليس بها استبدال unsubstituted (C_1-C_5)alkyl؛ ميثيل methyl؛ إيثيل ethyl؛ 1-بروبيل 1-propyl؛ 2-بروبيل 2-propyl (يعرف أيضاً بأيزوبروبيل و1-ميثيل إيثيل 1-methylethyl)؛ 1-بيوتيل 1-butyl؛ 2-بيوتيل 2-butyl؛ 2-ميثيل بروبيل 2-methylpropyl؛ 1،1-داي ميثيل إيثيل 1,1-dimethylethyl (يعرف أيضاً باسم t–بيوتيل)؛ 1-بنتيل 1-pentyl؛ 1-هكسيل 1-hexyl؛ 1-هبتيل 1-heptyl؛ 1-نونيل 1-nonyl؛ و1-ديسيل 1-decyl. أمثلة (C_1-C_{40})ألكيل بها استبدال عبارة عن بها استبدال (C_1-C_{20}) ألكيل، بها استبدال (C_1-C_{10})ألكيل، وتراي فلوروميثيل trifluoromethyl.

الاصطلاح "أريل" يعني شقاً هيدروكربونياً عطرياً aromatic hydrocarbon radical أحادي أو ثنائي أو ثلاثي الحلقات حلقياً، ليس به استبدال أو به استبدال به 6 إلى 500 ذرة كربون، ومنه يكون على الأقل من 6 إلى 14 من ذرات الكربون عبارة عن ذرات كربون حلقية عطرية aromatic ring carbon atoms. الاصطلاح "(C_6-C_{40}) أريل (C_6-C_{40})aryl" يعني أريل به 6 إلى 40 أو أكثر من 6 من ذرات الكربون التي ليس بها استبدال أو بها استبدال بواسطة واحدة أكثر من R^S. يشتمل الشق الحلقي الأحادي أو الثنائي أو الثلاثي على 1، 2 أو 3 حلقات، على الترتيب؛ وفيها تكون الحلقة الواحدة عطرية والحلقتان أو الثلاث حلقات على حدة مدمجتين أو غير مدمجتين وتكون واحدة على الأقل من الحلقتين أو الثلاث حلقات عطرية.

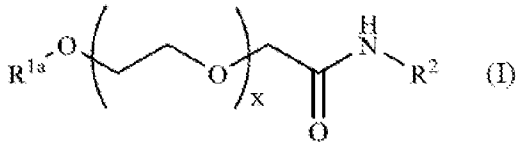
يعني الاصطلاح "ألكيلين alkylene" شقاً ثنائياً diradical مشبعاً مستقيم السلسلة أو متفرع السلسلة (أي أن الشقوق لا تكون على ذرات الحلقة ring atoms) مكوناً من 1 إلى 500 ذرة كربون ليس بها استبدال أو بها استبدال بواسطة واحدة أكثر من R^S. يعني الاصطلاح "(C_1-C_{40})ألكيلين (C_1-

"C_{40})alkylene" ألكيلين به من 1 إلى 40 ذرة كربون. تضم أمثلة (C_1-C_{40}) ألكيلين ليس بها استبدال $-CH_2CH_2-$، $-(CH_2)_3-$، $-(CH_2)_4$، $-(CH_2)_5-$، $-(CH_2)_6-$، $-(CH_2)_7-$، $-(CH_2)_8-$، و $-CH_2C^*HCH_3$، و $-(CH_2)_4C^*(H)(CH_3)$، وفيها تشير "C*" إلى ذرة كربون تتم إزالة ذرة هيدروجين منها لتكوين شق ألكيل alkyl radical ثانوي أو ثلاثي. أمثلة (C_1-C_{40}) ألكيلين بها استبدال عبارة عن (C_1-C_{20}) ألكيلين بها استبدال substituted (C_1-C_{20})alkylene، $-CF_2-$، $-C(O)-$، و $-(CH_2)_{14}C(CH_3)_2(CH_2)_5-$ (أي، 6،6-داي ميثيل به استبدال طبيعي -1، 20-إيكوسايلين 6,6-dimethyl substituted normal-1,20-eicosylene).

الاصطلاح "أريلين arylene" يعني ليس شقاً ثنائياً هيدروكربونياً عطرياً aromatic hydrocarbon diradical حلقياً أحادي أو ثنائي أو ثلاثي الحلقات ليس به استبدال أو به استبدال (بواسطة واحدة أكثر من R^S) به 6 أو أكثر من ذرات الكربون، منها على الأقل من 6 إلى 14 من ذرات الكربون تكون عبارة عن ذرات كربون حلقية عطرية، ويشتمل الشق الثنائي أحادي أو ثنائي أو ثلاثي الحلقات على 1، 2 أو 3 حلقات، على الترتيب. حين تكون هنالك حلقة واحدة، تكون الحلقة الواحدة عطرية، وحين يكون هنالك 2 أو 3حلقات، تكون الحلقتان أو الثلاث حلقات على حدة مدمجة أو غير مدمجة وتكون واحدة على الأقل من الحلقتين أو الثلاث حلقات عطرية. يوجد الشقان على الحلقة أو الحلقات العطرية aromatic rings. تضم أمثلة شق هيدروكربوني عطري، لكن بشكل غير حصري: $-C_6H_4-$، $-(C_6H_4-C_6H_4)-$، و $-C_{10}H_5-$ (على سبيل المثال شق ثنائي من النفثالين napthalene diradical).

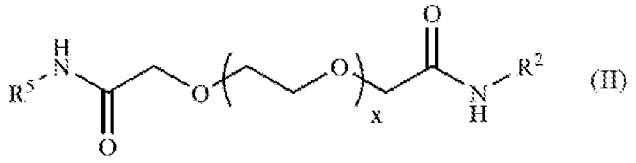
يشير الاصطلاح "ذرة غير متجانسة heteroatom" إلى ذرة، غير الكربون أو الهيدروجين. يشير الاصطلاح "هيدروكربون غير متجانس heterohydrocarbon" إلى جزيء، يتم فيه استبدال واحدة أو أكثر من ذرات الكربون بذرة أو ذرات ليست عبارة عن ذرات هيدروجين أو ذرات كربون. يعني الاصطلاح "(C_1-C_{40}) هيدروكربيل غير متجانس (C_1-C_{40})heterohydrocarbyl" شقاً هيدروكربونياً غير متجانس heterohydrocarbon radical به من 1 إلى 40 ذرة كربون والاصطلاح "(C_1-C_{40}) هيدروكربيلين غير متجانس (C_1□C_{40})heterohydrocarbylene" يعني شقاً هيدروكربونياً غير متجانس به من 1 إلى 40 ذرة كربون، ويكون بكل هيدروكربيل على حدة واحدة أو أكثر من الذرات غير المتجانسة heteroatoms، على سبيل المثال O، S، $S(O)$، $S(O)_2$، $Si(R^S)_2$، $P(R^S)$، $N(R^S)$، و $-N=C(R^S)_2$.

تضم نماذج الكشف الحالي المواد الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (I).



في الصيغة (I)، R^{1a} عبارة عن (C_1-C_{40})ألكيل أو (C_6-C_{40}) أريل؛ الحد السفلي x عبارة عن عدد صحيح من 21 إلى 453؛ R^2 عبارة عن (C_1-C_{40}) هيدروكربيل (C_1□C_{40})hydrocarbyl أو (-C_6 C_{40}) أريل. في نماذج أخرى، قد يتراوح الحد السفلي x بين 21 و200، بين 21 و100، بين 21 و50، بين 25 و100، بين 30 و50، أو بين 30 و40.

في نماذج أخرى للمادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (I)، R^{1a} عبارة عن شق-CH_2-C(O)-NHR^5 ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي بنية وفقاً للصيغة (II):



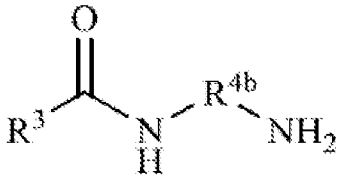
في الصيغة (II)، يمكن أن تكون R^5 عبارة عن ألكيل، أريل، ألكيل به استبدال أريل alkyl substituted aryl، أو أريل به استبدال ألكيل aryl substituted alkyl؛ وR^2 عبارة عن (C_1-C_{40})هيدروكربيل أو (C_6-C_{40}) أريل، وx عبارة عن 21 إلى 453.في بعض نماذج المواد الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (II)، تكون x بين 30 و40، وR^2 وR^5 على حدة عبارة عن (C_4-C_{12}) ألكيل (C_4□C_{12})alkyl يتم اختياره من ميثيل، إيثيل، 1-ميثيل إيثيل، بروبيل propyl، n–بيوتيل n-butyl، 1،1-داي ميثيل إيثيل، بنتيل pentyl، هكسيل hexyl، هبتيل heptyl، أوكتيل octyl، نونيل nonyl، ديسيل decyl، يونديسيل undecyl، ديوديسيل duodecyl. في نماذج أخرى، تكون x عبارة عن 32 وR^2 وR^5 عبارة عن n–أوكتيل n-octyl.

تتعلق بعض نماذج الكشف الحالي بالمواد الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (III).

في الصيغة (III)، R^3 عبارة عن ألكيل، أريل، أريل به استبدال ألكيل، أو ألكيل به استبدال أريل؛ و R^{4a} يتم اختيارها من (C_3-C_{50}) ألكيل (C_3-C_{50})alkyl، ألكيل به استبدال substituted alkyl، أو (C_4–C_{500}) ألكيل غير متجانس (C_4–C_{500})heteroalkyl. في بعض النماذج، R^{4a} يتم اختيارها من

بروبانيل propanyl، 2–بروبانيل 2-propanyl، 1-بيوتيل، t –بيوتيل (يعرف أيضاً باسم 1،1-داي ميثيل إيثيل)، 1-بنتيل، هكسيل، هبتيل، أوكتيل، أو نونيل. في بعض النماذج، R^{4a} عبارة عن ألكيل به استبدال، وفيها تكون مجموعة الاستبدال، R^S، عبارة عن NH_2–. في واحدأو أكثر من النماذج، تكون R^3 عبارة عن (C_8-C_{50}) ألكيل يتم اختياره من أوكتيل، نونيل، ديسيل، يونديسيل، دوديسيل dodecyl، تراي ديسيل tridecyl، تترا‌ديسيل tetradecyl، بنتاديسيل pentadecyl، هكساديسيل hexadecyl، هبتاديسيل heptadecyl، أوكتاديسيل octadecyl، نونا‌ديسيل nonadecyl، نونا‌ديسيل nonadecyl، أو إيكوسانيل icosanyl. وفي أحد النماذج، R^3 عبارة عن بنتاديسيل وR^{4a} عبارة عن بيوتيل butyl.

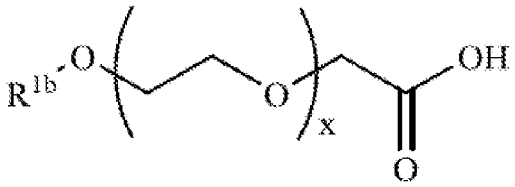
في نماذج أخرى للمادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (III)، تكون R^{4a} عبارة عن شق-R^{4b}-NH_2ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي بنية وفقاً للصيغة (IV):



(IV)

في الصيغة (IV)، R^3 عبارة عن ألكيل، أريل، أريل به استبدال ألكيل، أو ألكيل به استبدال أريل، وR^{4b} عبارة عن (C_4-C_{100}) ألكيلين (C_4-C_{100})alkylene أو أريلين. في واحد أو أكثر من النماذج، يتم اختيار R^{4b} من -$CH_2CH_2CH_2$-، -$CH_2CH_2CH_2CH_2$-، -$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2$-، -$CH_2(CH_2)_4CH_2$-، -$CH_2(CH_2)_5CH_2$-، -$CH_2(CH_2)_6CH_2$-، أو -$CH_2(CH_2)_7CH_2$-.

وبالتالي، تضم بعض نماذج الكشف الحالي المواد الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (V):

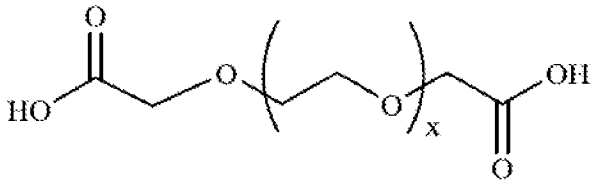


(V)

في الصيغة (V)، R^{1b} عبارة عن H-، (C_1-C_{40})ألكيل، (C_6-C_{40})أريل، أو (C_1-C_{40})كربيل غير متجانس (C_1-C_{40})heterocarbyl، ويكون الحد السفلي x عبارة عن عدد صحيح من 21 إلى 453.في بعض النماذج، قد يكون الحد السفلي x من 21 إلى 200، من 21 إلى 100، من 21 إلى 50، من 25 إلى 100، من 30 إلى 50، أو من 30 إلى 40.

تضم بعض نماذج المواد الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (V) نماذج تكون فيها R^{1b} عبارة عن (C_1-C_{12}) ألكيل (C_1-C_{12})alkyl خطي أو متفرع يتم اختياره من ميثيل، إيثيل، 1-ميثيل إيثيل، بروبيل، بيوتيل، 1،1-داي ميثيل إيثيل، بنتيل، هكسيل، هبتيل، أوكتيل، نونيل، ديسيل، يونديسيل، ديوديسيل.

في نماذج أخرى، تضم المواد الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (V) نماذج تكون فيها R^{1b} عبارة عن شق $-CH_2COOH$-، ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي بنية وفقاً للصيغة (VI):

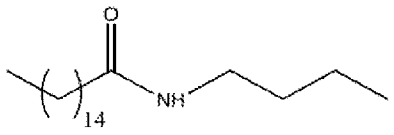


(VI)

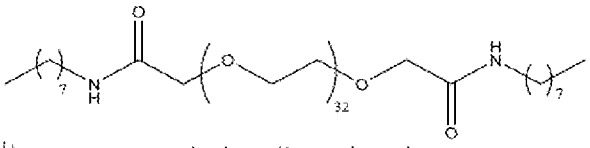
في الصيغتين (V) و(VI)، قد يكون الحد السفلي x من 21 إلى 453، من 21 إلى 200، من 21 إلى 100، من 21 إلى 50، من 25 إلى 200، ومن 30 إلى 200؛ في نماذج أخرى، قد يكون الحد السفلي x من 25 إلى 100 ومن 30 إلى 50؛ وفي نماذج أخرى، قد يكون الحد السفلي x من 30 إلى 40.

في بعض النماذج، يمكن أن يكون بكل من المجموعات الكيميائية (مثل R^{1b}، R^2، R^3، R^{4a} ، R^{4b}، وR^5) في المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغ (I)، (II)، (III)، (IV)، و(V) استبدال، أي يمكن تعريفها بدون استخدام مجموعة استبدال R^S، شريطة تحقق الظروف المبينة أعلاه. وفي نماذج أخرى، تحتوي واحدة على الأقل من المجموعات الكيميائية في المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (I) على حدة على واحدة أو أكثر من مجموعات الاستبدال R^S. في معظم النماذج، لا يوجد أكثر من 20 من R^S في الإجمالي، وفي نماذج أخرى، لا يوجد أكثر من 10 من R^S في الإجمالي، وفي بعض النماذج، لا يوجد أكثر من 5 من R^S في الإجمالي في المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (I). حيث تحتوي المادة الخافضة للتوتر السطحي على اثنتين أو أكثر من مجموعات الاستبدال R^S، وترتبط كل R^S على حدة بنفس المجموعة الكيميائية التي بها استبدال أو أخرى مختلفة. وحين ترتبط اثنتان أو أكثر من R^S بنفس المجموعة الكيميائية، فإنهما ترتبطان على حدة بنفس ذرة الكربون أخرى مختلفة أو ذرة غير متجانسة في نفس المجموعة الكيميائية حتى الاستبدال المحدد سلفاً للمجموعة الكيميائية بشكل شامل.

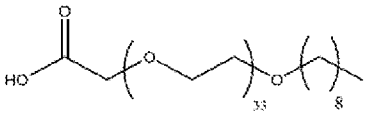
في نماذج معينة للمادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغ (I)، (II)، (III)، (V) و(VI)، بشكل غير حصري، بنية أي من المواد الخافضة للتوتر السطحي 1-5:



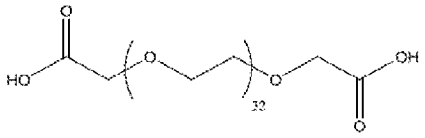
المادة الخافضة للتوتر السطحي ١



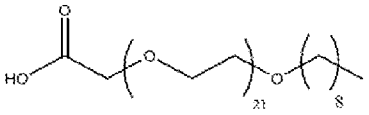
المادة الخافضة للتوتر السطحي ٢



المادة الخافضة للتوتر السطحي ٣



المادة الخافضة للتوتر السطحي ٤



المادة الخافضة للتوتر السطحي ٥

يمكن أن تعمل نماذج المواد الخافضة للتوتر السطحي التي يصفها الكشف الحالي بشكل إضافي كعوامل ترطيب. ويمكن إضافة عامل الترطيب أو المادة الخافضة للتوتر السطحي إلى تركيبة مائع حفر أساسه الزيت ومن ثم تعزيز ثبات المعلقات suspensions أو المستحلبات emulsions.

تضم موائع الحفر أنواع طمي الحفر، موائع الحشوات packer fluids، موائع المعلقات suspension fluids وموائع الإكمال completion fluids. وبشكل عام، تؤدي موائع الحفر عدداً من الوظائف، حيث تتخصص الأنواع المختلفة من الموائع في وظيفة أو وظائف محددة. في واحد أو أكثر من النماذج، يعلق مائع حفر أساسه الزيت الفتات ومادة تعديل الوزن وينقل الفتات إلى سطح حفرة البئر مع مائع الحفر الذي أساسه الزيت. بالإضافة إلى ذلك، قد يمتص مائع الحفر الذي أساسه الزيت الغازات في حفرة بئر، مثل ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide (CO_2)، كبريتيد الهيدروجين hydrogen sulfide (H_2S)، وميثان methane (CH_4)، وينقلها إلى سطح حفرة البئر للإطلاق، تنحية الأيونات، أو الحرق. وقد توفر موائع الحفر التي أساسها الزيت بشكل إضافي الطفو لخط الحفر drill string، وهو ما يخفف الشد على خط الحفر مع زيادة طول حفرة البئر. وفي واحد أو أكثر من النماذج، يوفر مائع الحفر الذي أساسه الزيت أيضاً التبريد والتزليق للقمة وخط الحفر المستخدمين في عمليات التجويف. في نماذج أخرى، يمكن أن يتحكم مائع الحفر الذي أساسه الزيت في الضغوط الجوفية subsurface pressures. تحديداً، يمكن مائع الحفر الذي أساسه الزيت ضغطاً هيدروستاتيكياً hydrostatic pressure في حفرة البئر لتوفير الدعم للجدران الجانبية من حفرة البئر ومنع انهيار أو تكهف الجدران الجانبية في خط الحفر. بالإضافة إلى ذلك، قد يوفر مائع الحفر الذي أساسه الزيت

ضغطاً هيدروستاتيكياً في حفرة البئر لمنع تدفق الموائع في تكوينات أسفل الحفرة downhole formations في حفرة البئر أثناء عمليات الحفر.

يمكن أن يتعرض مائع حفر مستخدم في عمليات بها ضغط مرتفع ودرجة حرارة مرتفعة لدرجة حرارة حفرة بئر أعلى من 149 °م (300 °فهرنهيت) فهرنهيت وضغط حفرة بئر أعلى من 68.9 ميجاباسكال (10,000 رطل لكل بوصة مربعة) وهو ما ينطبق عليه تعريف ظروف ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية في المجال. في ظروف ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية، قد تنحل موائع الحفر أو تتعرض لتغيرات غير مرغوب فيها في الانسيابية. يتم وصف الموائع التي أساسها الزيت وفقاً للنماذج المختلفة في هذا الوصف والتي تتسم بخصائص انسيابية، ثبات كهربي بعد الدلفنة الساخنة، مقاومة الجل، وفاقد مائع منخفض عند 176.66 °م (350 °فهرنهيت) وضغط عبارة عن 3.44 ميجا باسكال (500 رطل لكل بوصة مربعة) يجعل موائع الحفر التي أساسها الزيت مناسبة للاستخدام في ظروف ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية في عمليات حفرة البئر. تحتوي الموائع التي أساسها الزيت على مركب حمض بولي إيثيلين جلايكول كربوكسيلي polyethylene glycol carboxylic acid كعامل ترطيب. لذا تضم طرق تحضير الموائع التي أساسها الزيت، إضافة مركب حمض بولي إيثيلين جلايكول الكربوكسيلي أثناء إجراء خلط. تضم طرق الحفر في تكوين جوفي subterranean formation تحت ظروف ضغط مرتفع ودرجة حرارة عالية استخدام موائع حفر أساسها الزيت تحتوي على المادة الخافضة للتوتر السطحي من مركب حمض بولي إيثيلين جلايكول الكربوكسيلي كعامل ترطيب.

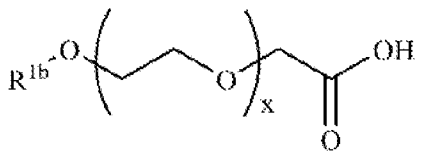
يمكن أن تحتوي موائع الحفر التي أساسها الزيت وفقاً للنماذج المختلفة على طور زيت أساس base oil phase، طور مائي، عامل استحلاب emulsifying agent واحد على الأقل وعامل ترطيب واحد على الأقل، وفيها يشتمل عامل الترطيب الواحد على الأقل على حمض بولي إيثيلين جلايكول كربوكسيلي به 10 أو أكثر من الوحدات التكرارية من الجلايكول glycol أو 11 أو أكثر من الوحدة التكرارية من الجلايكول. تؤدي 10 أو أكثر من 10 من الوحدات التكرارية من الجلايكول في المادة الخافضة للتوتر السطحي إلى تثبيت المادة الخافضة للتوتر السطحي عند درجات حرارة مرتفعة، ويمكن إضافة مواد خافضة للتوتر السطحي تكون ثابتة حرارياً عند درجات الحرارة المرتفعة إلى أنواع طمي الحفر drilling muds في التطبيقات ذات درجة الحرارة العالية والضغط المرتفع.

الاصطلاح "وحدات تكرارية من الجلايكول" يعني -CHR^SCHR^SO- أو -$OCHR^SCHR^S$-، حيث R^S على النحو المحدد في السابق أو H-. في الصيغ (I)-(VI)، يتم إظهار تكرار الجلايكول بواسطة

$-(CH_2CH_2O)_x$- أو $-(OCH_2CH_2)_x-$، وفيه يكون الحد السفلي x على النحو المحدد في السابق، وقد يتم تعريف عدد الوحدات التكرارية من الجلايكول بواسطة x.

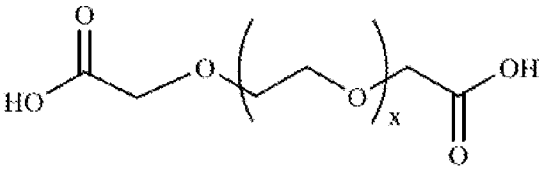
يمكن أن يضم طور الزيت في موائع الحفر التي أساسها الزيت زيتاً تخليقياً synthetic oil أو منتجاً بترولياً طبيعياً natural petroleum product. وقد يشتمل الزيت التخليقي على إستر ester أو أوليفين olefin. يضم المنتج الطبيعي المشتق من البترول natural petroleum-derived product زيوتاً مثل زيت الديزل diesel oil أو زيت معدني mineral oil. ويمكن أن يتكون الزيت التخليقي أو منتج البترول الطبيعي من هيدروكربونات مثل مركبات n-بارافين n-paraffins، مركبات أيزو بارافين iso-paraffins، مركبات ألكان حلقية cyclic alkanes، مركبات ألكان متفرعة branched alkanes، أو خلائط منها. يمكن أن يحتوي مائع الحفر الذي أساسه الزيت على حوالي 10.0 بالوزن ٪ إلى 20.0 بالوزن ٪ من زيت الأساس، على أساس إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. في نموذج آخر، يمكن أن يحتوي مائع الحفر الذي أساسه الزيت على حوالي 13.0 بالوزن ٪ إلى 17.0 بالوزن ٪ من زيت الأساس، على أساس إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

على النحو المبين في السابق، يضم عامل الترطيب مادة خافضة للتوتر السطحي بها حمض بولي إيثيلين جلايكول كربوكسيلي به 10 أو أكثر من 10 وحدات تكرارية من الجلايكول؛ أو 11 أو أكثر من 11 وحدة تكرارية من الجلايكول. في بعض النماذج، قد يشتمل عامل الترطيب على مادة خافضة للتوتر السطحي من حمض بولي إيثيلين جلايكول كربوكسيلي وفقاً للصيغة (V):



(V)

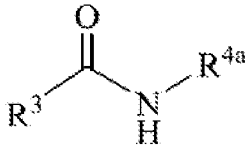
في الصيغة (IV)، يمكن أن تكون R^{1b} عبارة عن H-، ألكيل، أريل، ألكيل به استبدال أريل، أو أريل به استبدال ألكيل؛ و x عبارة عن عدد صحيح من 11 إلى 453، من 15 إلى 453، من 20 إلى 400، من 25 إلى 300، من 30 إلى 250، أو من 33 إلى 100. في بعض النماذج، يتم تحديد عدد الوحدات التكرارية من جلايكول بواسطة x. وفي بعض النماذج، R^{1b} عبارة عن شق- CH_2COOH ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي بنية وفقاً للصيغة (VI):



(VI)

في الصيغة (VI)، يمكن أن تكون x من 21 إلى 200، من 25 إلى 200، من 27 إلى 150، من 29 إلى 100، أو من 30 إلى 75. وفي أحد النماذج، تكون x عبارة عن 32.

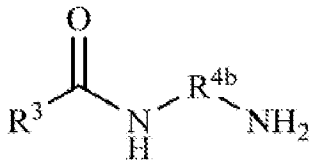
بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يضم عامل الترطيب مادة خافضة للتوتر السطحي لها الصيغة (III):



(III)

في الصيغة (III)، R^3 عبارة عن (C_2-C_{500}) ألكيل أو أريل؛ وR^{4a} عبارة عن (C_4-C_{500}) هيدروكربيل hydrocarbyl(C_4-C_{500}) أو (C_4-C_{500}) هيدروكربيل غير متجانس. في بعض النماذج، R^3 عبارة عن ألكيل خطي linear alkyl، ألكيل غير متفرع non-branching alkyl، به 15 ذرة كربون؛ وR^{4a} عبارة عن n–بيوتيل.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن يضم عامل الترطيب في مائع الحفر الذي أساسه الزيت مادة خافضة للتوتر السطحي لها الصيغة (III)، حيث R^{4a} عبارة عن شق $-R^{4b}-NH_2$ ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي بنية وفقاً للصيغة (IV):



(IV)

في الصيغة (IV)، R^3 عبارة عن (C_2-C_{500})ألكيل أو أريل؛ وR^4 عبارة عن (C_4-C_{500}) ألكيلين أو أريلين. في واحد أو أكثر من النماذج، R^{4b} يتم اختيارها من $-CH_2CH_2CH_2-$، $-CH_2CH_2CH_2CH_2-$ ، $-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$ ، $-CH_2(CH_2)_4CH_2-$ ، $-CH_2(CH_2)_5CH_2-$ ، $-CH_2(CH_2)_6CH_2-$ ، أو $-CH_2(CH_2)_7CH_2-$.

يمكن أن تضم موائع الحفر التي أساسها الزيت اختيارياً واحداً أو أكثر من عوامل الاستحلاب emulsifiers التي تسهل تكوين مستحلب emulsion وتقلل التوتر بين الأسطح interfacial tension بين طور زيت الأساس في مائع الحفر الذي أساسه الزيت والطور المائي لمائع الحفر الذي أساسه الزيت. تضم أمثلة عوامل الاستحلاب المواد الخافضة للتوتر السطحي، المطهرات detergents،

ليجنين معالج بالكبريتات lignosulfates، ومركبات لجنيت lignitic compounds. تضم المستحلبات التمثيلية الإضافية مستحلباً معكوساً invert emulsifier وعامل ترطيب زيتي oil-wetting agent لأنظمة موائع الحفر التي أساسها تخليقي مثل LE SUPERMUL™ المتاح تجارياً من Halliburton Energy Services, Inc.و MUL XT المتاح تجارياً من M-I SWACO.

يمكن أن يكون الطور المائي في مائع الحفر الذي أساسه الزيت عبارة عن أي مائع مناسب مثل الماء أو محلوي يحتوي على الماء وواحد أو أكثر من المركبات العضوية أو غير العضوية المذابة في الماء أو القابلة للمزج بشكل كامل بخلاف ذلك مع الماء. في بعض النماذج، يمكن أن يتكون الطور المائي من محلول ملحي salt brine مكون من ماء وملح يتم اختياره من كلوريد الكالسيوم calcium chloride، بروميد الكالسيوم calcium bromide، كلوريد الصوديوم sodium chloride، بروميد الصوديوم sodium bromide، وتوليفات منها، على سبيل المثال. يمكن أن يحتوي مائع الحفر الذي أساسه الزيت على حوالي 3.0 بالوزن ٪ إلى حوالي 6.0 بالوزن ٪ من الطور المائي، على أساس إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. وتكون نسبة الزيت إلى الماء في تركيبة مائع الحفر الذي أساسه الزيت عبارة عن النسبة الحجمية محسوبة بنسبة الزيت:الماء = زيت أساس + المادة (المواد) الخافضة للتوتر السطحي +عامل (عوامل) الاستحلاب + عامل (عوامل) الترطيب : الماء. حيث يضم "الماء" الجزء المائي aqueous part من كافة المحاليل الملحية brines المضافة زائد أي ماء موجود في المواد المضافة الأخرى.

يمكن أن يضم مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختيارياً مادة تحكم في فاقد المائع fluid-loss control تقلل كمية الراشح filtrate المفقودة من مائع الحفر في تكوين جوفي. وتضم أمثلة عوامل التحكم في فاقد المائع fluid-loss control agents ليجنيت آلف للمواد العضوية organophilic lignite (على سبيل المثال، معالج بأمين amine)، بنتونيت bentonite، بوليمرات مصنعة manufactured polymers، وعوامل مرقّقة للقوام thinners أو مزيلات للتكتل deflocculants. تضم الأمثلة الإضافية على عوامل التحكم في فاقد المائع: VERSATROL™، VERSALIG™، ECOTROL™ RD، ONETROL™ HT، EMI 789، وNOVATECH™ F، وجميعها متاحة تجارياً من M-I SWACO, Houston, Texas, U.S.A.؛ وADAPTA® المتاح تجارياً من Halliburton Energy Services, Inc.

في بعض النماذج، قد يضم مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختيارياً كلاً من ONETROL™ HT وECOTROL™ RD. وفي بعض النماذج، عند تضمين عامل للتحكم في فاقد المائع في مائع الحفر

الذي أساسه الزيت، تكون الكمية الإجمالية لعوامل التحكم في فاقد المائع من حوالي 0.5 بالوزن ٪ إلى حوالي 3.0 بالوزن ٪ من مائع الحفر الذي أساسه الزيت، على أساس إجمالي وزن مائع الحفر. وفي نماذج أخرى، قد يضم مائع الحفر الذي أساسه الزيت من 0.9 بالوزن ٪ إلى 2.0 بالوزن ٪ أو من 1.0 بالوزن ٪ إلى 1.5 بالوزن ٪.

تتم صياغة نماذج تركيبة مائع الحفر الذي أساسه الزيت لتوفير انسيابية محسنة. ويمكن إضافة عوامل التعليق Suspending agents اختيارياً إلى مائع الحفر الذي أساسه الزيت لتعديل لزوجة مائع الحفر لتكون لها نقطة خضوع عند معدل قص منخفض كاف لتعليق كافة مكونات مائع الحفر، وبهذا يمكن تفادي ترسيب مكونات مائع الحفر. يمكن تعريف معدل القص المنخفض باعتباره أقل من 10 ث$^{-1}$، بينما يمكن تعريف معدل القص المرتفع باعتباره أكبر من 100 ث$^{-1}$. تتيح اللزوجة الأكبر عند معدلات قص shear rates مختلفة أن تحمل تركيبة مائع الحفر الذي أساسه الزيت بشكل فعال الفتات عند إيقاف عمليات الحفر وتعلق مادة تعديل الوزن. وتضم أمثلة عوامل التعليق الأحماض الدهنية fatty acids والمواد الليفية fibrous materials. وعند استخدام عوامل التعليق، يمكن أن تتكون من حوالي 0.0 بالوزن ٪ إلى حوالي 1.0 بالوزن ٪ أو 0.01 إلى 0.5 بالوزن ٪ من مائع الحفر الذي أساسه الزيت، على أساس إجمالي وزن مائع الحفر.

في بعض النماذج، يمكن أن يضم مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختيارياً مادة لتعديل الوزن أو عوامل لتعديل الكثافة density adjusting agents والتي تزيد الوزن، الكثافة، أو كليهما، في مائع الحفر الذي أساسه الزيت. ويمكن استخدام عوامل تعديل الوزن Weight adjusting agents للتحكم في ضغوط التكوين والمساعدة في التغلب على تأثيرات تكون الوحل sloughing أو أنواع الطفل المنتفخ heaving shales التي يمكن أن توجد في المناطق المجهدة stressed areas. ويمكن استخدام أي مادة أكثف من الماء ولا تؤثر عكسياً على الخصائص الأخرى لمائع الحفر كمادة تعديل وزن. تضم أمثلة عوامل تعديل الوزن أو تعديل الكثافة الباريت barite ($BaSO_4$)، جالينا galena (PbS)، هيماتيت hematite (Fe_2O_3)، ماجنيتيت magnetite (Fe_3O_4)، أكسيد حديد مصنَّع manufactured iron oxide، إيلمينيت ilmenite ($FeO{\cdot}TiO_2$)، سيديريت siderite ($FeCO_3$)، سيليسيت celesite ($SrSO_4$)، دولوميت dolomite ($CaCO_3{\cdot}MgCO_3$)، وكالسيت calcite ($CaCO_3$). في بعض النماذج، يمكن أن تضم تركيبة مائع الحفر الذي أساسه الزيت من 1 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 20 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪، من 20 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 50 بالوزن ٪ إلى

80 بالوزن ٪، من 50 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 60 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪، من 60 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 65 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪، أو من 70 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪ من مادة تعديل وزن مضافة على أساس إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. في بعض النماذج، يمكن أن تضم تركيبة مائع الحفر الذي أساسه الزيت من 64 بالوزن ٪ إلى 85.3 بالوزن ٪ من مادة تعديل الوزن على أساس إجمالي وزن تركيبة مائع الحفر الذي أساسه الزيت. بوجه عام، تكون كمية مادة تعديل الوزن الاختيارية في مائع الحفر الذي أساسه الزيت كبيرة بما يكفي لتحقيق كثافة مرغوب فيها لمائع الحفر الذي أساسه الزيت وصغيرة بما يكفي لتفادي مائع حفر أساسه الزيت لا يمكن تدويره خلال حفرة بئر.

في بعض النماذج، يمكن أن يضم مائع الحفر الذي أساسه الزيت مادة لتعديل الوزن بها مادة صلبة جسيمية particulate solid ذات وزن نوعي specific gravity (SG) تزيد بالقدر الكافي كثافة تركيبة مائع الحفر بمقدار معين بدون إضافة كمية زائدة من مادة تعديل الوزن بحيث لا يمكن تدوير تركيبة مائع الحفر خلال حفرة البئر. يمكن أن يكون لمادة تعديل الوزن وزن نوعي من 2 إلى 6. في نماذج أخرى، يمكن أن يكون لمائع الحفر وزن نوعي من 0.9 إلى 2.3 أو من 1.5 إلى 2.2.

بعد أن تم وصف موائع الحفر التي أساسها الزيت وفقاً للنماذج المختلفة، يتم الآن وصف طرق توضيحية لتحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت. في واحد أو أكثر من النماذج، تضم طرق تحضير مائع حفر أساسه الزيت خلط طور زيت، اختيارياً عامل استحلاب واحد على الأقل، وعامل ترطيب أو مادة خافضة للتوتر السطحي واحدة على الأقل لتكوين خليط أساس زيتي. تشتمل المادة الخافضة للتوتر السطحي الواحدة على الأقل على حمض كربوكسيلي carboxylic acidبه 10 أو أكثر من الوحدات التكرارية من الجلايكول. اختيارياً، يمكن إضافة واحد أو أكثر من معدِّلات الانسيابية.

اختيارياً، يمكن أن تضم طرق تحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت إضافة مادة مضافة للتحكم في فاقد المائع fluid-loss control additive واحدة على الأقل إلى خليط الأساس الزيتي oil base mixture. ويمكن إضافة مادة مضافة للتحكم في فاقد المائع واحدة على الأقل إلى خليط الأساس الزيتي بكمية توفر مائع حفر أساسه الزيت نهائي يحتوي على حوالي 0.5 بالوزن ٪ إلى حوالي 3.0 بالوزن ٪ من مائع الحفر الذي أساسه الزيت أو من 0.9 بالوزن ٪ إلى 2.0 بالوزن ٪ أو من

1.0 بالوزن ٪ إلى 1.5 بالوزن ٪ من المادة المضافة للتحكم في فاقد المائع، على أساس إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

في بعض النماذج، يمكن أن تضم طرق تحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت إضافة محلول ملحي brine solution إلى خليط الأساس الزيتي لتكوين خليط ثان. ويمكن إضافة المحلول الملحي إلى خليط الأساس الزيتي بكمية توفر مائع حفر أساسه الزيت نهائي يحتوي على حوالي 1.0 بالوزن ٪ إلى حوالي 10.0 بالوزن ٪ من محلول ملحي، على أساس إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

في واحد أو أكثر من النماذج، يمكن أن تضم طرق تحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت إضافة مادة تعديل وزن إلى الخليط الثاني لتكوين مائع الحفر الذي أساسه الزيت. يمكن إضافة مادة تعديل الوزن إلى الخليط الرابع بكمية توفر مائع حفر أساسه الزيت نهائي يحتوي على 1 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 20 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪، من 20 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 50 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪، من 50 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 60 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪، من 60 بالوزن ٪ إلى 75 بالوزن ٪، من 65 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪، أو من 70 بالوزن ٪ إلى 80 بالوزن ٪ مادة تعديل الوزن على أساس إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

قد تكون موائع الحفر التي أساسها الزيت التي تم وصفها في السابق، بما في ذلك موائع الحفر التي أساسها الزيت المحضرة وفقاً لنماذج طرق تحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت في الكشف الحالي، بالإضافة إلى موائع الحفر التي أساسها الزيت وفقا لنماذج الكشف الحالي لكن يتم تحضيرها بواسطة آليات أخرى مقبولة في المجال يدركها من يتمتع بالمهارة العادية، ملائمة جيداً للاستخدام في عمليات الحفر في التكوينات الجوفية، خصوصاً عمليات الحفر التي تتم في ظروف ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية عبارة عن ضغط حفرة بئر أكبر من 68.9 ميجا باسكال (10,000 رطل لكل بوصة مربعة) ودرجة حرارة حفرة بئر أكبر من 149 °م (300 °فهرنهيت). وبالتالي، يمكن أن تضم نماذج طرق الحفر في تكوين جوفي تحت ظروف عالية الضغط عالية درجة الحرارة باستخدام مائع الحفر الذي أساسه الزيت لحفر حفرة بئر في تكوين جوفي.

في طرق الحفر في تكوين جوفي، يضم مائع الحفر الذي أساسه الزيت مادة خافضة للتوتر السطحي كعامل ترطيب – تضم المادة الخافضة للتوتر السطحي حمض بولي إيثلين جلايكول كربوكسيلي به 10 أو أكثر من وحدات جلايكول التكرارية. تحت ظروف الضغط المرتفع ودرجة الحرارة المرتفعة،

والتي تضم درجة حرارة من 120 ْم (250 ْ فهرنهيت) إلى 205 ْ م (400 ْ فهرنهيت) وضغوطاً من 68.9 ميجا باسكال (10,000 رطل قوة لكل بوصة مربعة) إلى 137.8 ميجا باسكال (20,000 رطل لكل بوصة مربعة)، يمكن أن يكون لمائع الحفر الذي أساسه الزيت لزوجة أقل من لزوجة مائع حفر مقارن في نفس الظروف. بحسب الاستخدام في الطلب الحالي، يكون "مائع حفر مقارن" عبارة عن مائع حفر به نفس مكونات مائع الحفر الذي أساسه الزيت جميعاً بنسب وزن إلى بعضها البعض مطابقة لنسب وزن نفس المكونات إلى بعضها البعض في مائع الحفر الذي أساسه الزيت، باستثناء أن (1) مائع الحفر المقارن يفتقر إلى المادة الخافضة للتوتر السطحي؛ و(2) يتم تعديل واحدة من كمية زيت الأساس أو كمية عامل تعديل الوزن أو كليهما في مائع الحفر المقارن بحيث يكون لمائع الحفر المقارن وزن نوعي يوافق الوزن النوعي لمائع الحفر الذي أساسه الزيت وتكون به نسبة من الزيت إلى الماء توافق نسبة الزيت إلى الماء في مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الأمثلة

توضح الأمثلة التالية واحدة أو أكثر من السمات الإضافية للكشف الحالي والتي يتم وصفها في السابق. وينبغي إدراك أن هذه الأمثلة لا تهدف إلى تقييد مجال الكشف أو عناصر الحماية المرفقة بأي من الصور.

الإجراءات التجريبية:

تم استخدام المواد الكيميائية دون مزيد من التنقية ما لم تتم ملاحظة خلاف ذلك. تم تقطير تترا هيدرو فيوران قبل الاستخدام. تم تسجيل أطياف الرنين النووي المغناطيسي على مقياس طيفي Varian-Varian-Mercury spectrometer Mercury عبارة عن 500 ميجاهيرتز، يعمل بدرجة الحرارة المحيطة للمسبار. يتم إعطاء الإزاحات الكيميائية δ بالجزء في المليون وتكون بمرجعية المعيار الخارجي لتترا ميثيل سيلان.

مثال 1: الإجراءات العامة لتحضير مركبات أميد بولي إيثلين جلايكول polyethylene glycol amides وفقاً للصيغة (IV):

الطريقة A_1. إلى دورق مزود بسدادة Dean-Stark مغطي بمكثف ارتجاع reflux condenser (5 جم، 19.49 مللي مول) تمت إضافة حمض بالميتيك palmitic acid، حمض بوريك boric acid (0.06 جم، 0.97 مللي مول) وتولوين toluene (57 مل). إلى خليط التفاعل المقلَّب stirred reaction mixture، تمت إضافة n–بيوتيل أمين n-butyl amine (2.10 مل، 21.44 مللي مول) دفعة واحدة.

تم تسخين خليط التفاعل طوال الليل عند الارتجاع. أتيح للخليط التبريد إلى درجة حرارة الغرفة ثم تم صبه مع التقليب في هكسان مما يؤدي إلى الترسيب الفوري لمادة صلبة، حيث تم ترشيحها وتم غسيلها بهكسان للحصول على الأميد المرغوب فيه (4.92 جم، 15.79 مللي مول، 81٪).

طريقة B_1. تمت إضافة كلوريد أوكساليل Oxalyl chloride (3.59 مل) إلى محلول من حمض بالميتيك (0.50 جم، 1.94 مللي مول) في تولوين (14 مل) وتم إرجاع الخليط لمدة 4 ساعات. تمت إزالة المذيب وتمت إذابة المادة المتخلفة في تولوين (10 مل). تمت إضافة تراي إيثيل أمين Triethylamine (3.5 مل، 25 مللي مول) و n –بيوتيل أمين (0.57 مل، 5.82 مللي مول) وتم تقليب الخليط عند درجة حرارة الغرفة لمدة 12 ساعة. تمت إزالة المذيب وتمت إذابة المادة المتخلفة في 10٪ حمض هيدروكلوريد مائي. تم استخلاص الطبقة المائية aqueous layer باستخدام داي كلورو ميثان وتم تجفيف الطبقة العضوية organic layer (كبريتات مغنسيوم)، وتم ترشيحها وتركيزها للحصول على أميد amide (0.43 جم، 1.38 مللي مول، 70٪).

^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ = 5.38 (s, 1H, NH), 3.25 (td, 2H, J = 7.1, 5.8 Hz, $NHCH_2$), 2.17-2.12 (m, 2H, CH_2CO), 1.61 (p, 2H, J = 7.4 Hz, CH_2CH_2CO), 1.51-1.44 (m, 2H, $NHCH_2CH_2$), 1.37-1.21 (m, 26H, CH_3CH_2, $CH_3(CH_2)_{12}$), 0.92 (t, 3H, J = 7.3 Hz, $NH(CH_2)_3CH_3$), 0.89-0.85 (m, 3H, $CH_3(CH_2)_{14}$). ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$): δ = 173.09 (CO), 39.21 ($NHCH_2$), 36.96 ($COCH_2$), 31.95 (CH_2), 31.81 (CH_2), 29.71 (CH_2), 29.71 (CH_2), 29.71 (CH_2), 29.71 (CH_2), 29.71 (CH_2), 29.67 (CH_2), 29.63 (CH_2), 29.51 (CH_2), 29.38 (CH_2), 29.33 (CH_2), 25.88 (CH_2), 22.71 (CH_2), 20.09 (CH_2), 14.16 (CH_3), 13.77 (CH_3).

مثال 2: الإجراء العام لتحضير مركبات أميد بولي إيثلين جلايكول وفقاً للصيغتين (I) و (II):

تم تحضير بولي إيثيلين جلايكول N–أوكتيل أميد Polyethylene glycol N-octyl amide على النحو المبين لمركبات أميد amides وفقاً للصيغة (IV) (طريقة B_1) من حمض بولي إيثيلين جلايكول كربوكسيلي (0.2 جم، 0.13 مللي مول) و N–أوكتيل أمين N-octylamine (0.04 مل، 0.26 مللي مول) باستخدام كلوريد أوكساليل (0.48 مل، 2.87 مللي مول) وتم الحصول على تراي إيثيل أمين (0.55 مل، 3.92 مللي مول). تم الحصول على بولي إيثيلين جلايكول N–أوكتيل أميد بناتج 73٪ (0.16 جم، 0.09 مللي مول).

^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ = 8.06 (br, 2H, 2NH), 4.18 (s, 4H, $2CH_2CO$), 3.67-3.65 (m, 128H, $(CH_2CH_2O)_{32}$), 2.99-2.95 (m, 4H, $2CH_2NH$), 1.78-1.74 (m, 4H, $2CH_2CH_2NH$), 1.34-1.22 (m, 20H, $2(CH_2)_5CH_3$), 0.90-0.85 (m, 6H, $2CH_2CH_3$). ^{13}C NMR (100 MHz,

$CDCl_3$): δ = 172.30 (CO), 71.20 ($COCH_2$), 70.61 (OCH_2CH_2O), 40.16 (CH_2NH), 31.75 (CH_2), 29.08 (CH_2), 29.01 (CH_2), 27.67 (CH_2), 26.60 (CH_2), 22.61 (CH_2), 14.10 (CH_3).

مثال 3: الإجراء العام لتحضير إيثر بولي إيثيلين جلايكول نونيل polyethylene glycol nonyl ether تمت إضافة هيدريد الصوديوم Sodium hydride (NaH) (0.062 جم، 2.6 مللي مول) إلى محلول من بولي إيثيلين جلايكول polyethylene glycol (3 جم، 2 مللي مول، 1500 جم/ مول) في تتراهيدروفيوران (20 مل). بعد 30 دقيقة من التقليب في درجة حرارة الغرفة، بروميد نونيل nonyl bromide (0.45 مل، 2.4 مللي مول) ببطء وتم تقليب الخليط عند درجة حرارة الغرفة طوال الليل. تمت إضافة ميثانول وتمت إزالة المذيب تحت ضغط مخفض ثم تمت إذابة المادة المتخلفة في داي كلورو ميثان. تم غسيل الطبقة العضوية بالماء، وتم تجفيفها باستخدام كبريتات المغنسيوم، وتم ترشيحها، وتم تركيزها تحت التفريغ وتمت إذابة المادة المتخلفة في أدنى كمية من داي كلورو ميثان وتمت إضافة هكسان تحت التقليب. تمت استخلاص الراسب بالترشيح وتم غسيله بهكسان للحصول على إيثر بولي إيثيلين جلايكول نونيل (2.82 جم، 1.74 مللي مول، 87٪).

^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ = 3.80-3.55 (m, 138H, $(CH_2CH_2O)_{34}$, CH_2CH_2OH), 3.50-3.35 (m, 4H, CH_2CH_2O, CH_2OH), 2.59-2.56 (m, 1H, OH), 1.57-1.32 (m, 4H, $CH_2CH_2CH_2O$), 1.28-1.24 (m, 10H, $(CH_2)_5CH_3$), 0.88-0.84 (m, 3H, CH_2CH_3).

طريقة A_2. تم إرجاع بروميد تترابيوتيل آمونيوم Tetrabutylammonium bromide (0.29 جم، 0.92 مللي مول)، إيثر بولي إيثيلين جلايكول نونيل (2.78 جم، 1.71 مللي مول، 1626 جم/ مول) وبيرمنجانات البوتاسيوم potassium permanganate (2.16 جم، 13.69 مللي مول) في خليط من داي كلورو ميثان (95 مل)، حمض أسيتيك acetic acid (3.8 مل) وماء (56 لتر لمدة 24 ساعة. تم تبريد المحلول وتمت إضافة 1 مولار حمض هيدروكلوريد (95 مل) متبوع بإضافة كبريتيت الصوديوم sodium sulphite (2.43 جم). تم استخلاص الطور المائي باستخدام داي كلورو ميثان. تم تجفيف المستخلصات العضوية المجمعة combined organic extracts باستخدام كبريتات مغنسيوم، وتم ترشيحها وتمت إزالة المذيب. تمت إذابة المادة المتخلفة في أدنى كمية من داي كلورو ميثان وتمت إضافة هكسان تحت التقليب. تم استخلاص الراسب بالترشيح وتم غسيله بهكسان للحصول على مادة خافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (V) (2.60 جم، 1.58 مللي مول، 93٪).

طريقة B_2. تم تسخين إيثر بولي إيثيلين جلايكول نونيل (0.75 جم، 0.46 مللي مول، 1626 جم/ مول)، 2،2،6،6-تتراميثيل بيبريدين-1-أوكسيل 2,2,6,6-tetramethyl piperidine-1-oxyl (0.014

جم، 0.09 مللي مول) وحمض نيتريك nitric acid (0.018 مل، 70٪) عند 40 °م في داي كلورو ميثان (3.5 مل) لمدة 12 ساعة تحت جو من الأكسجين oxygen. تمت إضافة الماء وتم استخلاص الطبقة المائية بداي كلورو ميثان. تم تجفيف المستخلص العضوي organic extract باستخدام كبريتات مغنسيوم، وتم ترشيحه وتمت إزالة المذيب للحصول على مادة خافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (V) (0.73 جم، 0.44 مللي مول، 97٪).

^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ = 4.16 (s, 2H, CH_2CO), 3.67-3.64 (m, 132H, $(CH_2CH_2O)_{33}$), 3.46-3.42 (m, 2H, CH_2O), 1.62-1.53 (m, 4H, $CH_2CH_2CH_2O$), 1.36-1.20 (m, 10H, $(CH_2)_5CH_3$), 0.89-0.85 (m, 3H, CH_2CH_3). ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$): δ = 171.56 (CO), 71.35 ($COCH_2$), 70.58 (OCH_2CH_2O), 69.04 (OCH_2CH_2), 31.90 (CH_2), 29.66 (CH_2), 29.58 (CH_2), 29.51 (CH_2), 29.30 (CH_2), 26.11 (CH_2), 22.70 (CH_2), 14.14 (CH_3).

مثال 4: تخليق حمض بولي إيثيلين جلايكول ثنائي الكربوكسيل polyethylene glycol dicarboxylic acid، مادة خافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (VI):

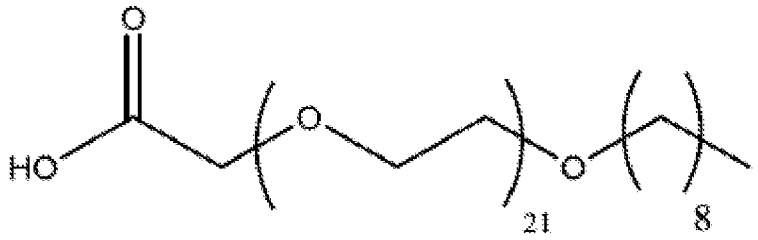
تم تحضير مادة خافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (VI) على النحو المبين للمادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (V) (طريقة A_2) من بولي إيثيلين جلايكول (27 جم، 18 مللي مول، 1500 جم/ مول) في وجود بروميد تترابيوتيل آمونيوم (3.13 جم، 9.70 مللي مول) وبيرمنجانات البوتاسيوم (17.06 جم، 108 مللي مول) في خليط من داي كلورو ميثان (1001 مل)، حمض أسيتيك (39.90 مل) وماء (600 مل). تم الحصول على الحمض ثنائي الكربوكسيل dicarboxylic acid بناتج 77٪ (21.17 جم، 13.86 مللي مول).

الطريقة B_3. تم تحضير مادة خافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (VI) على النحو المبين للمادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (V) (طريقة B_2) من بولي إيثيلين جلايكول (2 جم، 1.33 مللي مول، 1500 جم/ مول) في وجود 2، 2، 6، 6-تتراميثيل بيبريدين-1-أوكسيل (0.08 جم، 0.53 مللي مول) وحمض نيتريك (0.1 مل، 70٪) في داي كلورو ميثان (10 مل). تم الحصول على الحمض ثنائي الكربوكسيل بناتج 92٪ (1.87 جم، 1.22 مللي مول).

^{1}H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ = 4.16 (s, 4H, $2COCH_2$), 3.69-3.64 (m, 128H, $(CH_2CH_2O)_{32}$). ^{13}C NMR (100 MHz, $CDCl_3$): δ = 171.40 (CO), 71.30 (CH_2COOH), 70.56 (OCH_2CH_2O).

مثال 5

لمقارنة الخصائص الفيزيائية والانسيابية لمائع حفر يحتوي على مركب حمض بولي إيثيلين جلايكول كربوكسيلي ("حمض بولي إيثيلين جلايكول polyethylene glycol (PEG)") مع تلك التي في مائع حفر يحتوي على عامل ترطيب عياري standard wetting agent في المجال، تم تحضير ثلاثة موائع حفر. كان لحمض بولي إيثيلين جلايكول البنية التالية:



كانت موائع الحفر الثلاثة على أساس نظام M-I SWACO RHADIANT™ يضم توليفة من ثلاثة مستحلبات خاصة وعوامل للتحكم في فاقد المائع مصممة بشكل خاص لصيغ موائع أساسها الزيت. تم تحضير مائع الحفر أ باستبدال SUREWET® بحمض بولي إيثيلين جلايكول وخفض كمية SUREMUL®. تم تحضير مائع حفر ثان، مائع الحفر ب، باستبدال SUREWET® بحمض بولي إيثيلين جلايكول وخفض كمية SUREMUL® في مائع الحفر. كان مائع الحفر ب به 20٪ من حمض بولي إيثيلين جلايكول أكثر من مائع الحفر أ وتضمن أيضاً كربونات الألمنيوم والمغنسيوم magnesium aluminum carbonate ($MgAlCO_3$). تم تحضير مائع الحفر المقارن، مائع الحفر ج، باستخدام SUREWET®، كعامل ترطيب، و SUREMUL®، كمستحلب.

تمت صياغة موائع الحفر الثلاثة بالمكونات التالية : Saraline 185V، مائع أساس للحفر من زيت تخليقي، متاح من Shell؛ SUREMUL®، مستحلب أميدو أمين amidoamine emulsifier، متاح من M-I SWACO، أل أل سى LLC (Houston, Texas, USA)؛ SUREWET®، عامل ترطيب، متاح من M-I SWACO، أل أل سى LLC (Houston, Texas, USA)؛ MUL XT، مستحلب للاستخدام في أنظمة موائع غير مائية non-aqueous fluid systems، متاح من M-I SWACO، LLC (Houston, Texas, USA)؛ VERSAGEL HT، طمي هكتوريت مكسِب للزوجة hectorite clay viscosifier للمساعدة في تكوين عجينة ترشيح filtercake والتحكم في الترشيح، متاح من M-I SWACO، LLC (Houston, Texas, USA)؛ ONE-TROL™ HT، مادة مضافة للتحكم في ترشيح filtration control additive تانين معالج بالأمين amine-treated tannin مصممة للاستخدام في أنظمة موائع الحفر من الزيت ومائع أساس تخليقي، متاحة من M-I SWACO، LLC (Houston, Texas, USA)؛

ECOTROL RD، مادة مضافة للتحكم في الترشيح مصممة للاستخدام في الزيت وأنظمة موائع الحفر ذات الأساس التخليقي، متاحة من M-I SWACO ، LLC (Houston, Texas, USA)؛ وعامل تعديل الوزن من باريت، متاح من M-I SWACO ، LLC (Houston, Texas, USA).

بالإشارة إلى جدول 1، كما يلي، تم تحضير ثلاثة موائع حفر بكميات 30.8 جم، 25.6 جم، و 25.7 جم باستخدام بار تقليب ممغنط magnetic stir bar. يتم توفير كميات الصيغ والمكونات الأخرى في جدول 1 لثلاثة موائع حفر. لتحضير موائع الحفر، تم خلط زيت الأساس، المستحلبات، وعوامل الترطيب معاً أولاً لمدة 10 دقائق أثناء المرحلة 1، ثم تمت إضافة معدِّلات اللزوجة viscosity modifiers ومعدِّلات الانسيابية وتم خلطها لمدة 20 دقيقة أخرى أثناء المرحلة 2. بعد ذلك، في المرحلة 3 تمت إضافة المواد المضافة للتحكم في فاقد المائع fluid-loss control additives وتم خلطها لمدة 20 دقيقة، متبوعة بمحلول ملحي وماء عذب في المرحلة 4 وباريت في المرحلة 5، حيث تم خلطها لمدة 30 دقيقة و 40 دقيقة، على الترتيب. أثناء المرحلة 2، تمت إضافة كربونات الألمنيوم والمغنسيوم كعامل لترقيق القوام إلى مائع الحفر ب. كانت كمية زيت الأساس المستخدمة والباريت مختلفة بشكل ضئيل لصيغة حمض بولي إيثيلين جلايكول لتوفير وزن نوعي عبارة عن 2.20 و نسبة زيت/ماء عبارة عن 90.0، بشكل مطابق للخصائص المقابلة لمائع الحفر المقارن.

جدول 1: إجراء الصياغة والخلط لموائع الحفر التي أساسها الزيت في ضغوطاً ودرجات حرارة عالية

المكون	الوظيفة	مائع مع حمض بولي إيثيلين جلايكول (مائع الحفر أ) (جم)	مائع مع حمض بولي إيثيلين جلايكول (مائع الحفر ب) (جم)	(مائع الحفر ج) المقارن (جم)	ترتيب الخلط والزمن
Saraline 185V	زيت أساس	4.0767	4.0567	4.8800	مرحلة 1 (10 دقائق)
SUREMUL	مستحلب	0.3333	0.3333	0.4000	
SUREWET	عامل ترطيب	0	0	0.1600	
حمض بولي إيثيلين جلايكول	عامل ترطيب	0.080	0.1000	0	
MUL XT	مستحلب	0.1333	0.1333	0.1600	
VERSAGEL HT	مكسِب للزوجة	0.0917	0.0917	0.1100	مرحلة 2 (20 دقيقة)
Bentone 42	معدِّل انسيابية Rheology Modifier	0.0917	0.0917	0.1100	
كربونات الألمنيوم والمغنسيوم	معدِّل انسيابية	0	0.0917	0	
جير	عامل تحكم في القلوية Alkalinity Control	0.2000	0.2000	0.2400	

ONE-TROL HT	عامل تحكم في فاقد المائع	0.2667	0.2667	0.3200	مرحلة 3 (20 دقيقة)
ECOTROL RD	عامل تحكم في فاقد المائع	0.0267	0.0267	0.0320	
محلول ملحي كلوريد الكالسيوم Calcium chloride ($CaCl_2$)	الطور الداخلي	0.9600	0.9600	1.1400	مرحلة 4 (30 دقيقة)
ماء عذب	الطور الداخلي	0.2000	0.2000	0.2360	
باريت	مادة لتعديل الوزن	19.2267	19.2267	23.0880	مرحلة 5 (40 دقيقة)
الإجمالي		25.6068	25.7785	30.8760	30.8760
الوزن النوعي		2.20	2.20	2.20	
نسبة الزيت/ الماء (حجمية)		90.0	90.0	90.0	

تُركت موائع الحفر في حالة ثبات بعد الخلط لمدة 17 ساعة ثم تم فحصها فيما يتعلق بالارتخاء وانفصال الموائع قبل قياسات الانسيابية. تم فحص انفصال الموائع والارتخاء بصرياً بينما تم أيضاً اختبار الارتخاء بإدخال ملعقة دقيقة في الطمي للتحقق مما إذا كانت الكمي له ملمس مماثل (صلب أو رخو) بشكل شامل من القمة إلى القاع وما إذا كان هناك انفصال وترسيب للمواد الصلبة. إذا كان هناك انفصال وترسيب للمواد الصلبة حينئذ يبدو الطمي رخواً في القمة ويزداد صلابة في القاع.

تم اختبار قيم لزوجة موائع الحفر باستخدام مقياس انسيابية Rheometer مقنن الشد والإجهاد Discovery. كان الشكل الهندسي المستخدم عبارة عن ألواح 25 مم متوازية من صلب لا يصدأ خشن rough stainless steel نتيجة وجود الباريت في العينة. تم تعيين الفجوة إلى 300 ميكرومتر. تم إجراء قياسات اللزوجة كدالة في معدل القص من 0.004 إلى 2000 ث$^{-1}$ عند صفر ْم و50 ْم ما

لم يتم بيان خلاف ذلك (انظر شكل 1). عند عدم فرض أي قوة، تحولت موائع الحفر الثلاثة إلى جل وكانت قوية بما يكفي لحمل مواد الحفر الصلبة ومواد تعديل الوزن مثل الباريت. توفر تجارب معدل القص معلومات لزوجة مفيدة للمائع وما إذا كان المائع له قيم قص صفرية أم يرق بالقص. ولقد بينت تجارب معدل القص أيضاً معدل قص يتغير عنده شكل موائع الحفر.

يتم توفير نتائج من اختبار اللزوجة، النسبة المئوية للإجهاد، الارتخاء، واختبار انفصال الموائع، في جدول 2-4.

جدول 2: موائع الحفر التي أساسها الزيت في ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية: قيم اللزوجة عند صفر ْم

مائع الحفر الذي أساسه الزيت عند 0 ْم	اللزوجة عند معدلات قص عبارة عن 10.22 ث$^{-1}$	اللزوجة عند معدلات قص عبارة عن 170 ث$^{-1}$
مائع الحفر أ	2660	516
مائع الحفر ب	2537	551
المقارن ج	4280	626

جدول 3: موائع الحفر التي أساسها الزيت في ضغوطاً عالية ودرجات حرارة عالية: قيم اللزوجة عند 50 ْم

مائع الحفر الذي أساسه الزيت عند 50 ْم	اللزوجة عند معدلات قص عبارة عن 10.22 ث$^{-1}$	اللزوجة عند معدلات قص عبارة عن 170 ث$^{-1}$
مائع الحفر أ	695	145
مائع الحفر ب	390	101
المقارن ج	358	128

في جدول 2، احتفظ مائعا الحفر أ وب بسلوكهما اللدن اللزج عند 0 ْم وكانت لهما قيم لزوجة أقل عند معدلات القص المنخفضة والمرتفعة مقارنة بمائع الحفر ج المقارن. على هذا النحو، يمكن اعتبار مائعي الحفر أ وب أيضاً مناسبين لعمليات الحفر في درجة حرارة منخفضة واعتبارهما مائعي

حفر أفضل من مائع الحفر ج المقارن، لأن وجود لزوجة أعلى عند درجات الحرارة المنخفضة يتطلب قدرة مفرطة لبدء الحفر، وكذلك أثناء الحفر.

في شكل 1، أظهر مائعا الحفر أ، ب ومائع الحفر المقارن ج سلوك انخفاض القوام بالقص بغض النظر عن صيغتهما وعند درجات الحرارة المختبرة. ومع ذلك، عند 50 °م يكون لمائعي الحفر أ وب قيم لزوجة أكبر عن معدلات قص منخفضة عبارة عن 10.22 ث$^{-1}$، وهو ما يتيح لموائع الحفر أن تحمل المواد الصلبة أثناء الثبات بشكل أفضل من مائع الحفر المقارن ج. بالإضافة إلى ذلك، تغير شكل مائعي الحفر أ وب عند حوالي نصف الإجهاد بالمقارنة بمائع الحفر ج. أظهر مائعا الحفر أ و ب خصائص أنواع الجل الهش، والتي تتطلب طاقة أقل لقطعها. تطابقت النتائج في جدول 3 مع شكل 1 في أن مائعا الحفر أ وب اللذين لهما معدل قص يبلغ 10.22 ث$^{-1}$ أظهرا قيم لزوجة أعلى من مائع الحفر ج. عند 170 ث$^{-1}$ كان لمائع الحفر ب لزوجة أقل من مائع الحفر ج بينما كان لمائع الحفر أ لزوجة أعلى بقليل.

في جدول 3، عكست قيم اللزوجة احتمال ارتخاء المائع. وتوفر قيم اللزوجة الأعلى نسب جل أفضل. كان لمائع الحفر أ لزوجة أعلى بقليل من مائع الحفر المقارن ج بمعدل قص عبارة عن 170 ث$^{-1}$ ولزوجة أعلى من مائع الحفر المقارن ج ومائع الحفر ب بمعدلات قص منخفضة. قلت لزوجة مائع الحفر أ أيضاً أسرع مع زيادة معدلات القص بحيث اقتربت من مائع الحفر المقارن ج عند معدل قص مرتفع وتغير شكلها عند نفس قيم إجهاد مائع الحفر ب تقريباً.

جدول 4: موائع الحفر التي أساسها الزيت: النسبة المئوية للإجهاد والفصل

مائع الحفر الذي أساسه الزيت	النسبة المئوية للإجهاد عند 50 °م	الارتخاء	انفصال المائع
مائع الحفر أ	0.201	لا	لا
مائع الحفر ب	0.200	لا	هامشي
المقارن ج	0.399	لا	هامشي

لم يظهر مائعا الحفر أ وب ارتخاء، ولم يظهر مائع الحفر أ انفصالاً للمائع بعد الثبات لمدة 17 ساعة من التحضير. تغير شكل مائعي الحفر أ وب عند نصف الإجهادات strains المطلوبة لمائع

الحفر ج، على النحو المبين في جدول 4 والأشكال 2-3. لذا، احتاجا لقدرة أقل لبدء الدوران. بشكل إضافي على النحو المبين في شكل 3، يصبح مائع الحفر ب أكثر ميوعة (G" > G') عند إجهادات أقل من مائع الحفر ج، وهو ما يتطلب قدرة أقل من أثناء الدوران. في شكل 4، أكدت زوايا الطور phase angles لمائع الحفر أ ومائع الحفر ب أيضاً أن موائع الحفر هذه تصبح أكثر ميوعة عند إجهادات أقل من مائع الحفر ج.

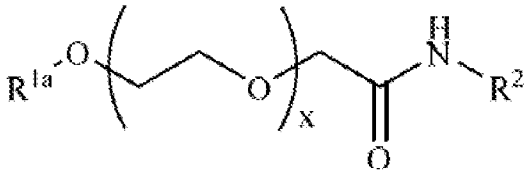
أظهرت نتائج الاختبارات المبدئية أن مائعي الحفر أ و ب أفضل في حمل المواد الصلبة في حالة الثبات بقيم لزوجة أعلى عند معدلات القص المنخفضة ولكن بقيم لزوجة أقل عند معدلات قص مرتفعة مقارنة بمائع الحفر المقارن ج عند درجات حرارة مرتفعة. تؤدي قيم اللزوجة الأقل لمائعي الحفر أ وب عند درجات حرارة منخفضة مقارنة بمائع الحفر ج إلى أن يكون مائعا الحفر هذين مناسبين أيضاً لعملية حفر عند درجة حرارة منخفضة لأن مائعي الحفر هذين يتطلبان قدرة أقل لبدء الدوران وأثناء الدوران مقارنة بمائع الحفر ج.

في الأشكال 2-4، تمت مراقبة قياسات معامل التخزين storage modulus (G')، معامل الفاقد loss modulus(G") وزاوية الطور كدالة في النسبة المئوية للإجهاد بتردد ثابت عبارة عن 1 راديان ث$^{-1}$ ودرجات حرارة عبارة عن صفر ْم و50 ْم من نسبة مئوية للإجهاد عبارة عن 0.01 إلى 10000 للتعرف على منطقة اللدونة واللزوجة الخطية. يتضمن الاختبار فرض توترات اهتزازية تصاعدية incremental oscillating stresses صغيرة (بدوران في اتجاه عقارب الساعة ثم ضد عقارب الساعة) على الطمي ومراقبة استجابة إجهاده (أو تغير شكله) الناتجة. ويمكن استخدام هذه القياسات أيضاً في التعرف على قوة بنية التشتت dispersion structure (ثبات الترسيب) واللدونة.

ينبغي ملاحظة أن هناك عامل ترطيب أقل في مائع الحفر أ مما يجعله مائع حفر خام بدرجة أكبر. بالإضافة إلى ذلك، يكون مائع الحفر أ أكثر لزوجة في حالة الثبات عند درجات حرارة مرتفعة مقارنة بمائع الحفر ج ومائع الحفر ب، وهو ما يتيح لمائع الحفر أ حمل الفتات وغير ذلك من المادة الجسيمية مقارنة بموائع الحفر الأخرى.

ينبغي إدراك أنه يتم وصف الجوانب المختلفة لتركيبة المائع الذي أساسه الزيت، طريقة تحضيرها، وطريقة حفر بئر جوفية باستخدامها ويمكن استخدام هذه الجوانب مع جوانب أخرى متنوعة.

في جانب أول، يوفر الكشف مادة خافضة للتوتر السطحي لها الصيغة (I):

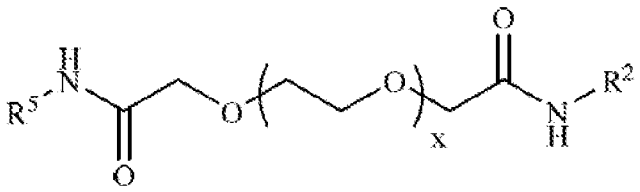


(I)

في الصيغة (I)، تكون R^{1a} عبارة عن H-، ألكيل، أو أريل؛ ويكون الحد السفلي x عبارة عن عدد صحيح من 21 إلى 453؛ وR^2 عبارة عن ألكيل أو أريل.

في جانب ثان، يوفر الكشف المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للجانب الأول، حيث يتم اختيار الحد السفلي x من 30 إلى 100.

في جانب ثالث، يوفر الكشف المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للجانب الأول أو الثاني، حيث تكون R^{1a} عبارة عن شق $-CH_2-CO-NHR^5$ ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي بنية وفقاً للصيغة (II):



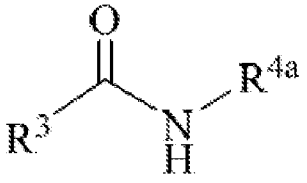
(II)

في الجانب الثالث في الصيغة (II)، تكون R^5 عبارة عن ألكيل، أريل، ألكيل به استبدال أريل، أو أريل به استبدال ألكيل؛ ويتم تعريف R^2 و x في الصيغة (I).

في جانب رابع، يوفر الكشف المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للجانب الثالث، وفيه يكون الحد السفلي x بين 30 و40؛ وتكون R^2 وR^5 على حدة عبارة عن (C_1-C_{12}) هيدروكربيل (C_1□C_{12})hydrocarbyl يتم اختياره من مجموعة ميثيل، إيثيل، 1-ميثيل إيثيل، بروبيل، n–بيوتيل، 1،1-داي ميثيل إيثيل، بنتيل، هكسيل، هبتيل، أوكتيل، نونيل، ديسيل، يونديسيل، ديوديسيل.

في جانب خامس، يوفر الكشف المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للجانب الثالث، وفيه يكون الحد السفلي x عبارة عن 32؛ وتكون R^2 وR^5 عبارة عن n–أوكتيل.

في جانب سادس، يوفر الكشف مائع حفر أساسه الزيت. يضم مائع الحفر الذي أساسه الزيت طور زيت؛ طوراً مائياً؛ ومادة خافضة للتوتر السطحي واحدة على الأقل لها الصيغة (III).

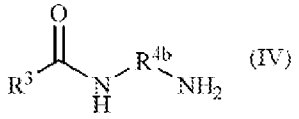


(III)

في الجانب السادس في الصيغة (III)، تكون R^3 عبارة عن (C_2–C_{500}) ألكيل أو أريل؛ وتكون R^{4a} عبارة عن (C_4–C_{500})ألكيل أو (C_4–C_{500}) هيدروكربيل غير متجانس.

في جانب سابع، يوفر الكشف مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقاً للجانب السادس، حيث R^3 عبارة عن ألكيل خطي غير متفرع، به 15 ذرة كربون؛ وتكون R^{4a} عبارة عن n–بيوتيل.

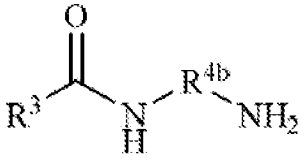
في جانب ثامن، يوفر الكشف مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقاً للجانب السادس، حيث تكون R^{4a} عبارة عن شق R^{4b}-NH_2- ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي بنية وفقاً للصيغة (IV):



(IV)

في الجانب الثامن في الصيغة (IV)، تكون R^3 عبارة عن (C_2–C_{500}) ألكيل أو أريل؛ وتكون R^{4b} عبارة عن (C_4–C_{500}) ألكيلين أو أريلين.

في جانب تاسع، يوفر الكشف مادة خافضة للتوتر السطحي. تكون المادة الخافضة للتوتر السطحي وفقاً للصيغة (IV):



(IV)

في الصيغة (IV)، تكون R^3 عبارة عن (C_2–C_{500}) ألكيل أو أريل؛ وتكون R^4 عبارة عن (C_4–C_{500}) ألكيلين، أريلين، أو توليفات منهما.

قائمة التتابع

"أ""اللزوجة (باسكال.ث)، المائع ج، عند صفر °م

اللزوجة (باسكال.ث)، المائع أ، عند صفر °م

اللزوجة (باسكال.ث)، المائع ب، عند صفر °م

اللزوجة (باسكال.ث)، المائع ج، عند 50°م

اللزوجة (باسكال.ث)، المائع أ، عند 50°م

اللزوجة (باسكال.ث)، المائع ب، عند 50°م"

"ب" اللزوجة (باسكال.ث)

"ج" معدل القص (ث)

"د" "G' (باسكال)، المائع ج، عند 50°م

G"" (باسكال)، المائع ج، عند 50°م

G' (باسكال)، المائع أ، عند 50°م

G"" (باسكال)، المائع أ، عند 50°م"

"هـG' (باسكال)، G" (باسكال)

"و"النسبة المئوية للاجهاد

"ز ""G' (باسكال)، المائع ج، عند 50°م

G"" (باسكال)، المائع ج، عند 50°م

G' (باسكال)، المائع ب، عند 50°م

G"" (باسكال)، المائع ب، عند 50°م"

"ح" "زاوية الطور (°)، الكائع ج، عند 50°م

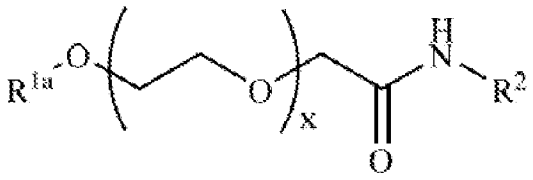
زاوية الطور (°)، الكائع أ، عند 50°م

زاوية الطور (°)، الكائع ب، عند 50°م"

"ط" زاوية الطور (°)

عناصر الحماية

1- مادة خافضة للتوتر السطحي surfactant لها الصيغة (I):



(I)

حيث

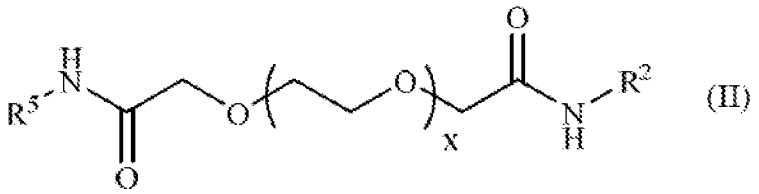
R^{1a} عبارة عن H-، ألكيل alkyl، أو أريل aryl؛

x عبارة عن عدد صحيح من 21 إلى 453؛

R^2 عبارة عن ألكيل alkyl أو أريل aryl.

2- المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث يتم اختيار x من 30 إلى 100.

3- المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث تكون R^{1a} عبارة عن شق $-CH_2-CO-NHR^5$- ويكون للمادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant بنية وفقاً للصيغة (II):



(II)

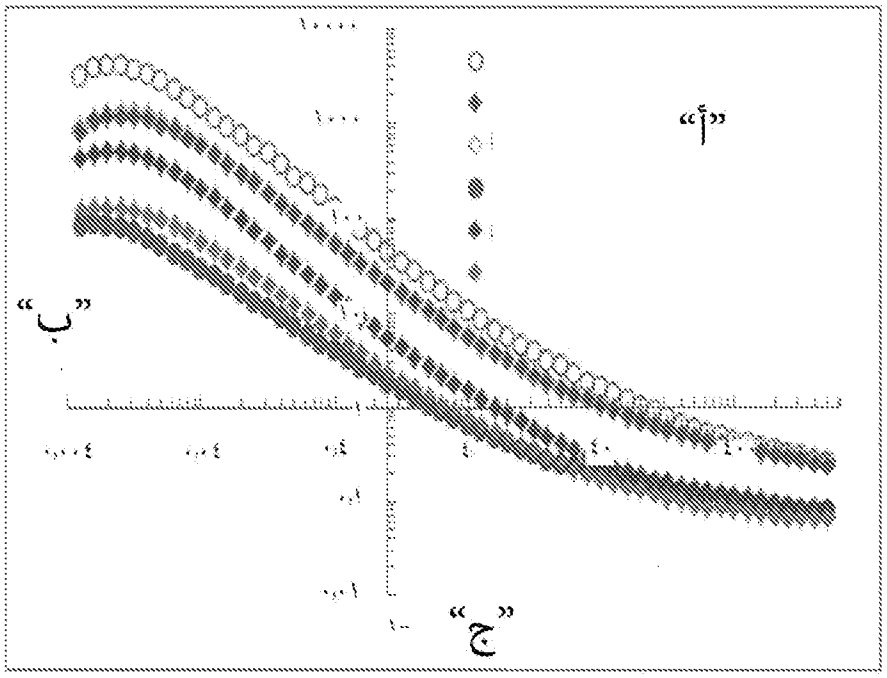
حيث: R^5 عبارة عن ألكيل alkyl، أريل aryl، ألكيل به استبدال أريل alkyl substituted aryl، أو أريل به استبدال ألكيل aryl substituted alkyl؛ ويتم تعريف R^2 و x في الصيغة (I).

4- المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant وفقاً لعنصر الحماية رقم 3، حيث: x بين 30 و40؛ وR^2 وR^5 على حدة عبارة عن (C_1-C_{12}) هيدروكربيل (C_1-C_{12})hydrocarbyl يتم اختياره من مجموعة ميثيل methyl، إيثيل ethyl، 1-ميثيل إيثيل 1-methylethyl، بروبيل propyl، n-بيوتيل n-butyl، 1،1-داي ميثيل إيثيل 1,1-dimethylethyl، بنتيل pentyl، هكسيل hexyl، هبتيل heptyl، أوكتيل

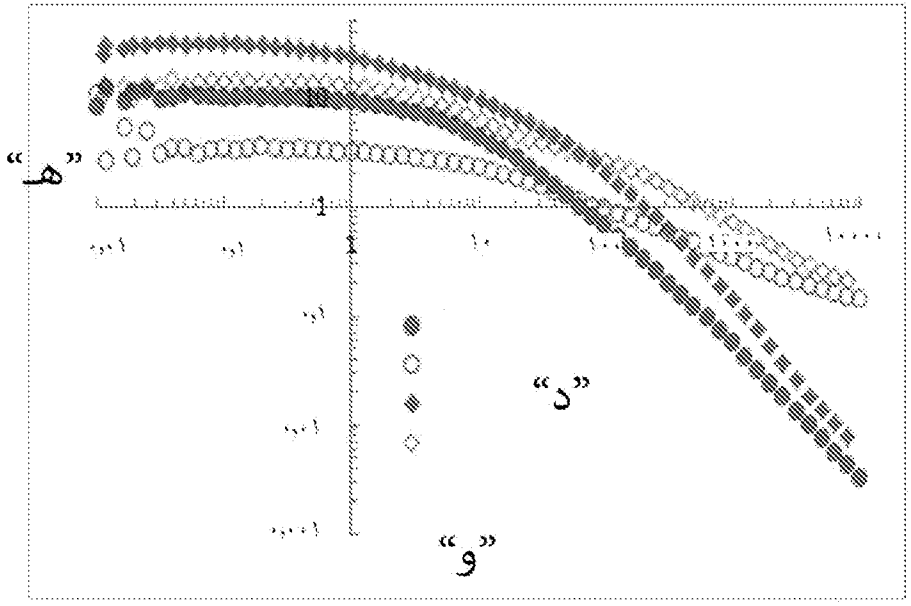
octyl، نونيل nonyl، ديسيل decyl، يونديسيل undecyl، ديوديسيل duodecyl.

5- المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant وفقاً لعنصر الحماية رقم 3، حيث: x عبارة عن 32؛ R^2 وR^5 عبارة عن n-أوكتيل n-octyl.

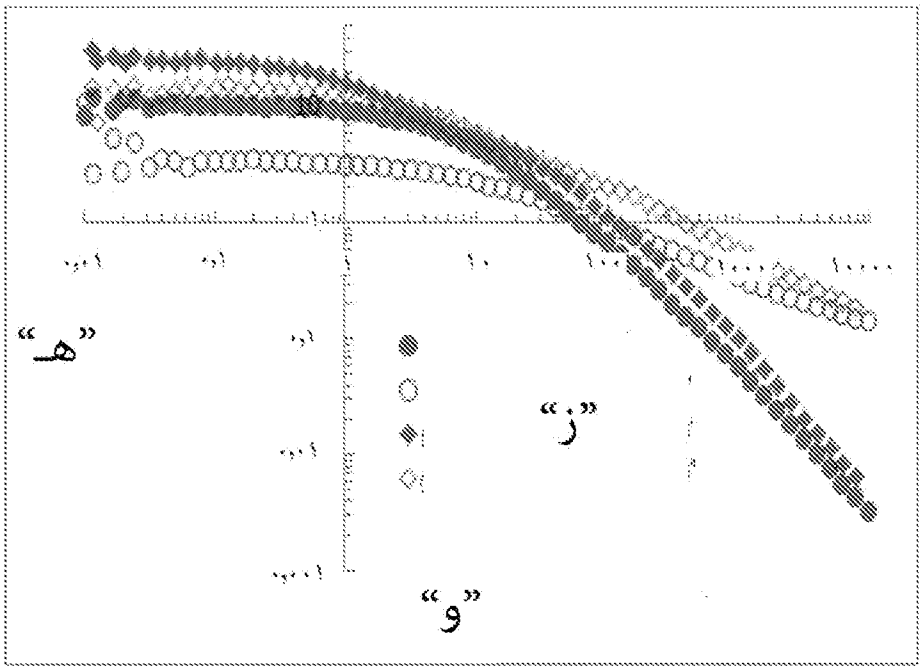
5



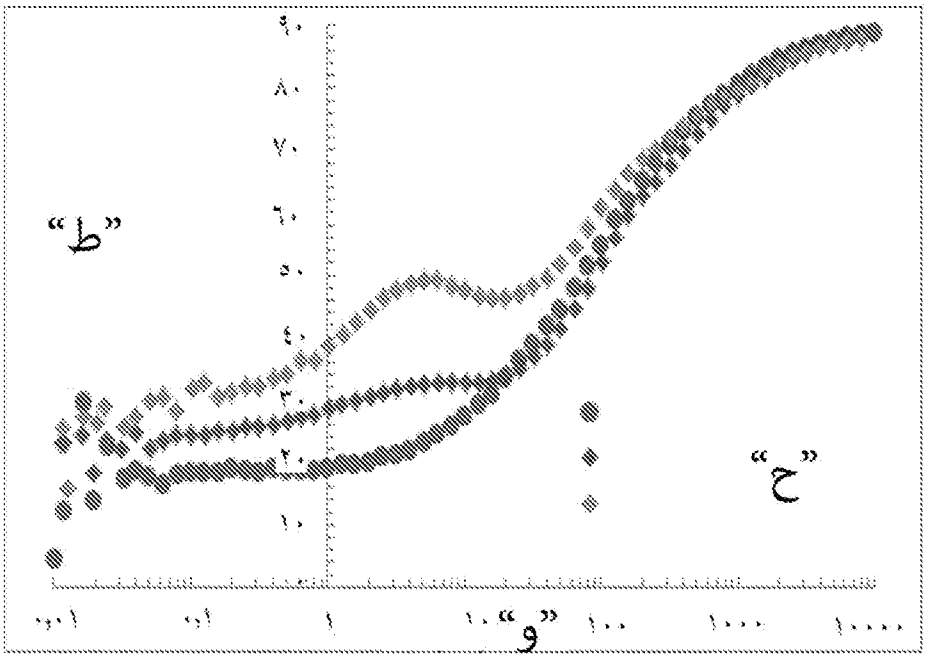
شكل ١



شكل ٢



شكل ٣



شكل ٤

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA