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 :

شركه الزيت العربية السعودية
SAUDI ARABIAN OIL COMPANY

براءة اختراع رقم : SA 8848

بتاريخ : 1443/03/21 هـ
الموافق : 2021/10/27 م

عن الإختراع المسمى :

تحسين مواقع المواد الخافضة للتوتر السطحي المرنة اللزجة (VES)
ذات درجة الحرارة المرتفعة باستخدام مواد غير عضوية

High Temperature Viscoelastic Surfactant (VES) Fluids Comprising Nanoparticle Viscosity Modifiers

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 8848 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1443/03/21 هـ
الموافـــق: 2021/10/27 م

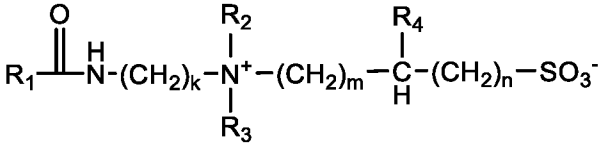
[21] رقـم الطلب: 518400406
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1440/03/02 هـ
الموافق: 2018/11/10 م
[30] بيانات الأسبقية:
US 62/335.377 2016/05/12 م
[72] اسم المخترع: ليمينج لي، سيهموس أوزدين، غايثان أ. المنتشري، فنغ ليانغ
[73] مالك البراءة: شركه الزيت العربية السعودية
عنـوانه: 1 ايسترين افنيو الظهران 31311، المملكة العربية السعودية
جنسيته: سعودية
[74] الوكيل: مكتب المحامي سليمان ابراهيم العمار

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2017/031195
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2017/05/05 م
[87] رقم النشر الدولي: WO 2017/196646 A1
تاريخ النشر الدولي: 2017/11/16 م
[51] التصنيف الدولي(IPC®):
C09K 008/068, E21B 043/026
[56] المراجع:
WO 2012160008, WO 2008036812
US 2008153720, EP 1634938
WO 2008151331

الفاحص: آمنه بنت ناصر الدوسري

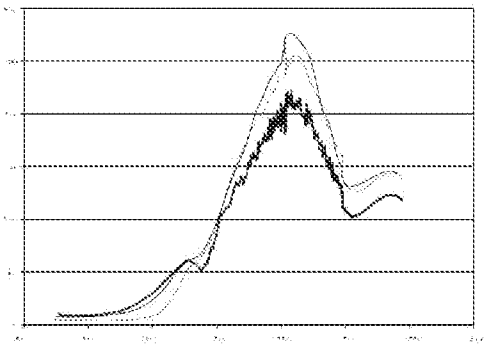
[54] اسم الاختراع: تحسين موائع المواد الخافضة للتوتر السطحي المرنة اللزجة (VES) ذات درجة الحرارة المرتفعة باستخدام مواد غير عضوية
High Temperature Viscoelastic Surfactant (VES) Fluids Comprising Nanoparticle Viscosity Modifiers

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالـي وفقًا لنموذج واحد أو أكـــــثر بوصـف مائع لزج مرن viscoelastic fluid لتكـوين جوفـي subterranean formation يشتـمل على: مادة خافضـة للتوتر السـطحي surfactant مرنة لزجـة viscoelastic لها الصيغة العامة:



حيـث تكون R1 عبـارة عن مجموعـة هيـدروكربون مشـبعة unsaturated hydrocarbon أو غير مشـبعة تحتوي على 17 إلـى 29 ذرة كـربون ويتـم انتقاء كـل من R2 وR3 بصورة منفصلة من سلسلة مستقيمة أو مجـموعـة ألكيـل alkyl أو هيـدروكســي ألكيـل hydroxyalkyl مترابطة تشتمل على 1 إلـــى 6 ذرات كـربـون ويـتـم انـتـقـاء R4 مـن مـجـمـوعـات H أو هيدروكسـيل hydroxyl أو ألكيل alkyl أو هيدروكسـي ألكيـل hydroxyalkyl تحتوي على 1 إلـــــى 4 ذرات كـربون؛ ويكـون k عبـارة عن رقـم صحيح من 2 إلـى 20، وm عبـــــارة عن رقم صحيح من 1 إلـــى 20، وn عبـارة عن رقـــم صحيح من صفر إلـى 20؛ وما لا يقل عن معـدِّل لزوجـة viscosity modifier جسـيمـات نانوية nanoparticle واحد على الأقل يشـــتمل على حجم جسيم من 0.1 إلـــى 500 نانو متـــر أو 0.1 إلى 100 نانـو متـر. الشكل (1)

عدد عناصر الحماية (15)، عدد الأشكال (2)



تحسين موائع المواد الخافضة للتوتر السطحي المرنة اللزجة (VES) ذات درجة الحرارة المرتفعة باستخدام مواد غير عضوية

High Temperature Viscoelastic Surfactant (VES) Fluids Comprising Nanoparticle Viscosity Modifiers

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

تتعلق نماذج الاختراع الحالي بشكل عام بالمائع fluid الذي يعمل على تكسير fracturing التكوينات الجوفية subterranean formations في خزانات الهيدروكربون hydrocarbon reservoirs لتحسين تدفق الهيدروكربونات flow of hydrocarbons لحفرة البئر wellbore في التكوين وتتعلق على نحو أكثر تحديدًا بموائع تكسير المواد الخافضة للتوتر السطحي surfactant اللزجة المرنة viscoelastic ذات درجة الحرارة المرتفعة حيث تشتمل على معدلات لزوجة viscosity modifiers ذات جسيمات نانوية nanoparticle .

يعتبر التكسير الهيدروليكي Hydraulic fracturing طريقة تحفيز للبئر حيث تشتمل على حقن مائع تكسير injecting a fracturing fluid في تكوينات جوفية بمعدلات وضغوط كافية لتمزيق التكوين الجوفي لإنتاج أو لتوسيع قنوات التدفق المضغوطة، أي شقوق fissures وتصدعات cracks وكسور طبيعية natural fractures وصدوع faults وقسمات أرضية ومستويات طبقية lineaments and bedding planes. يتم عادة استخدام موائع fluids الموائع اللزجة المرنة Viscoelastic fluids (VES) في تطبيقات حقل النفط oilfield مثل التكسير الهيدروليكي hydraulic fracturing.

وعلى وجه الخصوص، تعرض سوائل الموائع اللزجة المرنة Viscoelastic fluids (VES) كلاً من الأسلوب المرن والأسلوب اللزج بسبب بنية الجزئيات الغروية micelles structure المكونة في ظروف مختلفة. عند إخضاع مائع VES لضغط القص shear stress على سبيل المثال بواسطة مضخة pump ، يكون مائع VES قصًا تم ترفيعه لإنتاج مائع ذي لزوجة منخفضة low viscosity fluid ، حيث يكون أسهل بالنسبة للمضخة. عند إيقاف ضغط القص، يعود

مائع VES إلى ظروف لزوجة أعلى .نظرًا لأن مائع التكسير يحتوي على مادة حشو دعمي proppant تحافظ على فتح الكسر الهيدروليكي hydraulic fracture open المحث بعد تحرير الضغط، فإن اللزوجة المرتفعة higher viscosity تتيح لمائع VES تعليق ونقل مادة الحشو الدعمي proppant في الكسر fracture .

وفيما يتعلق بتجميع المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant، يشتمل مائع VES على جزيئات غروية تصبح معقدة لتكوين هلام لزج مرن viscoelastic gel ثلاثي الأبعاد 3-dimensional (3D) وتقييد حركة جزيئات المحلول solution molecules ، على سبيل المثال، المياه . ونظرًا للمزايا، مثل تلف التكوين الجوفي المنخفض وتعليق مادة الحشو الدعمي الجيدة وإمكانية الحمل والتوافق الجيد مع المحلول الملحي والمياه المنتجة، تم استخدام الموائع VESعلى نطاق واسع في عمليات حقول النفط بما في ذلك التكسير fracturing والإكمال completion والتحميض acidizing والتحكم في الرمال sand control وقطع المياه water shut-off.

يتعلق الطلب الدولي رقم 160008 /2010 بالتركيبات المرنة اللزجة السميكة thickened viscoelastic واستخداماتها. يتم تكثيف المواد الهلامية gels وفقًا للاختراع بعامل إكساب قوام الذي يشتمل على يروكاميدو بروبيل هيدروكسي بوبيل سلفوبيتائين erucamidopropyl hydroxypropyl sulfobetaine .

يتعلق الطلب الامريكي رقم 2008/153720 بالموائع المائية aqueous fluids التي تم تحولها إلى هلام gelled بمواد خافضة للتوتر السطحي surfactant اللزجة المرنة viscoelastic المستخدمة أثناء عمليات حفر واستخلاص الهيدروكربون، وبشكل أكثر تحديدًا، في إحدى التجسيدات غير المقيدة، يتعلق بالطرق ومواد الإضافة لتعليق المواد الصلبة في مثل هذه الموائع المائية التي تم تحولها إلى هلام بواسطة مادة خافضة للتوتر السطحي لزجة مرنة.

يتعلق الطلب الاوروبي رقم 1634938 بالموائع اللزجة المرنة، على وجه الخصوص، موائع تحفيز stimulation fluids حقول لزجة مرنة viscoelastic oilfield.

يتعلق الطلب الدولي رقم 2008/036812 بالموائع المائية اللزجة المرنة المستخدمة أثناء عمليات استخلاص الهيدروكربون hydrocarbon recovery، وبشكل أكثر تحديدًا، في إحدى التجسيدات غير المقيدة، يتعلق بالطرق ومواد الإضافة لتثبيت وتحسين مثل هذه الموائع المائية اللزجة المرنة.

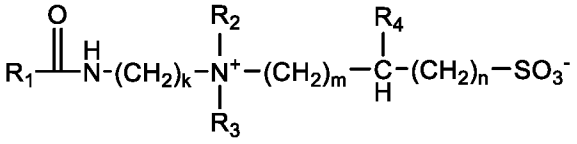
يتعلق الطلب الدولي رقم 2008/151331 بالموائع المائية اللزجة المرنة المستخدمة أثناء عمليات استخلاص الهيدروكربون، وبشكل أكثر تحديدًا، في إحدى التجسيدات، يتعلق بالطرق ومواد الإضافة لزيادة لزوجة الموائع المحولة إلى هلام بمواد خافضة للتوتر السطحي لزجة مرنة.

ومع ذلك، يكون لأنظمة المائع اللزجة المرنة الحالية حد درجة حرارة حوالي 121 درجة مئوية والتي يعد المائع بتجاوزها غير مناسب لاستخدام التكسير.

الوصف العام للاختراع

يوفر الجانب الأول من الاختراع مائع مرن لزج لتكوين جوفي يشتمل على:

مادة خافضة للتوتر السطحي surfactant مرنة لزجة viscoelastic وفقًا للصيغة (I):



حيث تكون R1 عبارة عن مجموعة هيدروكربون مشبعة أو غير مشبعة تحتوي على 17 إلى 29 ذرة كربون ويتم انتقاء كل من R2 و R3 بصورة منفصلة من سلسلة مستقيمة أو مجموعة ألكيل متفرعة أو هيدروكسي ألكيل hydroxyalkyl من 1 إلى 6 ذرات كربون، ويتم انتقاء R4 من مجموعات H أو هيدروكسيل hydroxyl أو ألكيل alkyl أو هيدروكسي ألكيل hydroxyalkyl تحتوي على 1 إلى 4 ذرات كربون؛ ويكون k عبارة عن رقم صحيح من 2 إلى 20، و m عبارة عن رقم صحيح من 1 إلى 20، و n عبارة عن رقم صحيح من 0 إلى 20؛

ومحلول ملحي brine solution ؛ و

وما لا يقل عن معدِّل لزوجة viscosity modifier جسيمات نانوية nanoparticle واحد على الأقل يشتمل على حجم جسيم من 0.1 إلى 500 نانو متر أو 0.1 إلى 100 نانو متر حيث يشتمل معدِّل لزوجة جسيمات نانوية واحد على الأقل على أنابيب نانوية كربونية carbon nanotubes ، و أكسيد الزركونيوم الرباعي Zirconium oxide (ZrO2) جسيمات نانوية nanoparticles ، أو توليفات منها.

يوفر جانب آخر من الاختراع معدل لزوجة جسيمات نانوية واحد على الأقل غير بوليمري non-polymeric.

يوفر جانب آخر من الاختراع المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة التي تشتمل على يروكاميدو بروبيل هيدروكسي بوبيل سولتايين erucamidopropyl hydroxypropylsultaine.

يوفر جانب آخر من الاختراع مائع مرن لزج يشتمل على مذيب solvent.

يوفر جانب آخر من الاختراع انتقاء المذيب من الماء أو الكحول alcohol أو توليفات منهم.

يوفر جانب آخر من الاختراع الكحول alcohol الذي يشتمل على ألكيل أوكسي أحادي الهيدروجين monohydric alkyloxy ودايول diol أو تريول triol أو توليفة منهم.

يوفر جانب آخر من الاختراع المائع المرن اللزج الذي يشتمل على 0.5% إلى 20% بالحجم، أو 2% إلى 8% بالحجم، أو 3% إلى 6% بالحجم بوزن المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة.

يوفر جانب آخر من الاختراع المائع اللزج المرن الذي يشتمل على 1% إلى 50% بالوزن أو 10% إلى 40% بالوزن أو 15% إلى 35% بالوزن من الملح في المحلول.

يوفر جانب آخر من الاختراع المحلول الملحي الذي يشتمل على واحد أو أكثر من الأملاح المعدنية metal salts أو الهاليدات المعدنية metal halides ، اختياريًا حيث يشتمل المحلول الملحي brine solution على واحد أو أكثر من القلويات alkali أو الهاليدات المعدنية الأرضية القلوية alkaline earth metal halides ، أو حيث تشتمل الهاليدات المعدنية metal

halides على كلوريد الكالسيوم calcium chloride أو بروميد الكالسيوم calcium bromide أو بروميد الزنك zinc bromide أو توليفات منها.

يوفر جانب آخر من الاختراع المائع اللزج المرن الذي يشتمل على من 0.001% إلى 5% بالوزن، 0.01% إلى 2% بالوزن، أو 0.04% إلى 0.24% بالوزن من معدل لزوجة جسيمات نانوية.

يوفر جانب آخر من الاختراع معدل اللزوجة الذي يحتوي على حجم جسيمي من 10-60 نانو متر.

يوفر جانب آخر من الاختراع مائع لزج مرن viscoelastic fluid الذي يشتمل على مادة خافضة للتوتر السطحي surfactant إضافية واحدة على الأقل، ويفضل حيث تشتمل المادة الخافضة للتوتر السطحي الإضافية على مادة خافضة للتوتر السطحي كاتيونية cationic surfactant أو أنيونية anionic أو غير أيونية non-ion أو مذبذبة amphoteric أو توليفة منهم.

يوفر جانب آخر من الاختراع طريقة معالجة تكوين جوفي مخترق بواسطة حفرة بئر بمائع لزج مرن يشتمل على:

خلط مادة خافضة للتوتر السطحي لزجة مرنة وفقًا للصيغة (I) على النحو المحدد في عنصر الحماية 1؛ ومعدل لزوجة جسيمات نانوية على النحو المحدد في عنصر الحماية 1، ومحلول ملحي لإنتاج مائع لزج مرن؛ و

إدخال المائع اللزج المرن في التكوين الجوفي من خلال حفرة البئر، حيث يتم إخضاع مائع المعالجة إلى درجات حرارة أكبر من 121 درجة مئوية

يوفر جانب آخر من الاختراع مائع المعالجة الذي يتم إخضاعه لدرجات حرارة أكبر من 135 درجة مئوية

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

يوضح الشكلان 1 و2 منحنى خط قاعدي لمائع لزج مرن. يشتمل المائع اللزج المرن،" مائع الخط القاعدي"، كما هو موضح بالخط الأسود السميك (نظرًا للشرطة المائلة العكسية) في الشكلين 1 و2 على 5 HT VES %ومحلول ملحي .

الشكل 1 عبارة عن مخطط لزوجة بالسنتي بواز بمعدل قص 100 في الثانية كوظيفة لدرجة حرارة بالدرجة المئوية .تشتمل عينة المائع اللزج المرن على مائع خط قاعدي ومائع خط قاعدي بـ 2.7 كيلو جران لكل ألف لتر خط صلب داكن ومائع الخط القاعدي بـ 5.4 كيلو جرام لكل ألف لتر خط صلب رمادي على التوالي للأنابيب النانوية الكربونية.

الشكل 2 عبارة عن مخطط لزوجة بالسنتي بواز بمعدل قص 100 في الثانية كوظيفة درجة حرارة بالدرجة المئوية. تشتمل العينات على مائع خط قاعدي ومائع خط قاعدي بـ 1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من المادة النانوية أكسيد الزركونيوم الرباعي Zirconium oxide (ZrO2) ومنحى محسوب بإضافة عينة لمنحنى خط قاعدي ومنحنى جسيم نانوي ZrO2 بـ 1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر تم تمثيله بخط متقطع .

النماذج المبينة في الأشكال ذات طبيعة توضيحية ولا يتمثل الغرض منها في الحد من عناصر الحماية. علاوة على ذلك، سوف تتضح سمات فردية للأشكال بشكل كامل من خلال الوصف التفصيلي.

الوصف التفصيلي:

سيتم الآن وصف نماذج خاصة للطلب الحالي. وقد يتم، مع ذلك، تجسيد هذا الكشف في العديد من الصور المختلفة ولا يجب اعتباره مُقيدًا بالنماذج التي يتم عرضها في هذا الكشف. ولكن هذه النماذج يتم توفيرها بحيث يكون هذا الكشف مستفيضًا ومكتملًا، ويقدم نطاق الموضوع بالكامل للمتخصصين في المجال التقني.

إذا لم يتم تحديد خلاف ذلك، فإن جميع المصطلحات التقنية والعلمية المُستخدمة في هذا الطلب تتضمن نفس المعنى كما يُفهم عادةً بواسطة ذوي المهارة العادية في المجال. وتكون المصطلحات المستخدمة في الوصف بغرض وصف النماذج الخاصة فقط ولا تهدف لأن تكون مُقيدة. وفقًا

للوصف وعناصر الحماية الملحقة، تفيد الأسماء المعرفة والنكرة العموم، ما لم يشر السياق إلى خلاف ذلك.

وكما هو مستخدم في هذا الكشف، يتم استخدام" تقريبًا "لمعالجة التقلب وانعدام الدقة المتعلقة عادة بالقياسات، مثل القياسات المتعلقة بظروف التفاعل .على سبيل المثال، عندما يشير المصطلح "تقريبًا "إلى نسبة، فإن" تقريبًا "يشتمل على زائد أو أقل من 1%. وعندما يشير المصطلح" تقريبًا " إلى درجة حرارة أو نطاق درجة حرارة، فإن المصطلح" تقريبًا "يشتمل على زائد أو أقل بـ 10 درجات. يتم فهم كشف أي نطاقات في الوصف وعناصر الحماية كتضمين النطاق ذاته وأي شيء مندرج ضمن النطاق، بالإضافة إلى النقاط النهائية. ما لم تتم الإشارة إلى العكس، فإن الخصائص الرقمية الموضحة في المواصفة وعناصر الحماية هي قيم تقريبية يمكن أن تتنوع بناءً على الخواص المفضلة المراد الحصول عليها في تجسيدات الكشف الحالي. على الرغم من أن النطاقات والمتغيرات الرقمية التي تحدد نطاقًا واسعًا للكشف عبارة عن مقاربات، يتم تحديد القيم الرقمية في الأمثلة المحددة على نحو يتسم بالدقة قدر الإمكان. إلا أن قيم رقمية، على الرغم من ذلك، تحتوي بشكل ضمني على أخطاء معينة تنتج بالضرورة من خطأ في القياسات الخاصة بها.

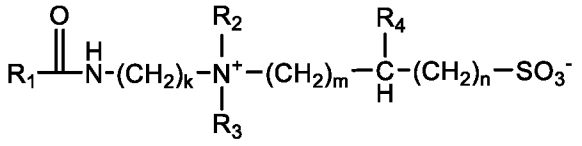
كما هو مستخدم في هذا الكشف، يشتمل مصطلح" المياه "على مياه منزوعة الأيونات ومياه مقطرة أو مياه قليلة الملوحة أو محلول ملحي أو مياه عذبة أو مياه ينابيع أو مياه صنبور أو مياه معدنية أو مياه خالية بشكل أساسي من الشوائب.

يتم توجيه نماذج الكشف الحالي لمعالجة التكسير الهيدروليكي للتكوينات الحاوية للغاز والنفط الجوفية وتتعلق بشكل عام بالموائع أو التركيبات اللزجة المرنة وطرق استخدام هذه الموائع أو التركيبات .يوضح هذا الكشف مائع مادة خافضة للتوتر السطحي لزجة مرنة تعمل على الاحتفاظ بلزوجة عالية عند درجة حرارة 93 درجة مئوية أو أعلى. يزيد مزيج المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة ومعدل لزوجة الجسيمات النانوية والمحلول الملحي من اللزوجة عند استخدام القليل من المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة ذات درجة الحرارة المرتفعة يمكن استخدام مائع المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة في هذا الكشف لتحفيز أو تعديل نفاذية التكوينات الجوفية بموائع ثقب وموائع إكمال وموائع صيانة وموائع تحميض والحشو بالحصباء والتكسير وما شابه ذلك.

يمكن أن تختلف لزوجة المائع اللزج المرن حسب إجهاد أو معدل الشد المستخدم .في حال تشويهات الشد، فمن الشائع بدرجة كبيرة أن تنخفض لزوجة المائع مع زيادة معدل القص أو جهد القص. تتم الإشارة إلى هذا السلوك كـ" تخفيف القص ."يمكن أن تسبب المواد الخافضة للتوتر السطحي اللزوجة والمرونة في الموائع ويمكن أن تظهر سلوك تخفيف القص. وعلى سبيل المثال، عندما يتم تمرير هذا المائع عبر مضخة أو بالقرب من لقمة حفر دوارة، يكون المائع في بيئة معدل قص عالية ويتم تقليل اللزوجة مما يسفر عن ضغوط احتكاك منخفضة وتوفير في طاقة الضخ. عند إزالة الضغط، يعود المائع إلى حالة لزوجة أعلى.

عند درجات الحرارة المرتفعة، يزداد متوسط الطاقة الحركية للجزيئات في المائع مما يسبب المزيد من الانقطاعات في بنية الجزيئات الغروية لـ VES وعمليات جذب للجزيئات الغروية. يمكن أن يخفض هذا لزوجة المائع بشكل عام. وبشكل عام، ترتبط زيادة درجة الحرارة بالانخفاض اللوغاريتمي في الوقت المطلوب لتحويل الجهد المساوي تحت جهد ثابت. بمعنى آخر، يستغرق الأمر عملاً أقل لتمديد المادة اللزجة المرنة لمسافة مساوية عند درجة حرارة أعلى مما تقوم به عند درجة حرارة أقل .يمكن لإضافة جسيمات نانوية منتقاة للمائع تحسين لزوجة المائع عند درجات حرارة مرتفعة. قد يتم إلحاق الجسيمات النانوية المنتقاة، من خلال قوى مثل قوى فاندر فال van der Waals forces ، على الفور بجزئيات غروية متعددة لـ HT VES في المائع، وبالتالي تقوية الشبكة ثلاثية الأبعاد للجزيئات النانوية لـ. HT VES

يكون نموذج موضح في هذا الكشف عبارة عن مائع لزج مرن لتكوين جوفي يشتمل على مادة خافضة للتوتر السطحي وفقًا للصيغة (I) والمحلول الملحي ومعدل لزوجة الجسيمات النانوية .



(1)

حيث في الصيغة(I) ، يكون R1 عبارة عن مجموعة هيدروكربون مشبع أو غير مشبع تحتوي على 17 إلى 29 ذرة كربون. حيث النماذج الأخرى، يكون R1 عبارة عن مجموعة هيدروكربون مشبع أو غير مشبع تحتوي على 18 إلى 21 ذرة كربون .R1 يمكن أن يكون أيضًا أليفات دهنية lipids من زيوت أو دهون طبيعية تحتوي على قيمة يود تتراوح من 1 إلى 140 .يمكن أن

تتراوح قيمة اليود، التي تحدد درجة عدم التشبع، ما بين 30 إلى 90، أو في النماذج الأخرى، يحتوي R1 على قيمة يود من 40 إلى 70 .يمكن تقييد R1 بطول سلسلة فردية أو يمكن أن يكون طول سلسلة مختلطة مثل تلك المجموعات المشتقة من دهون طبيعية ومخزون بترول أو نفط. يمكن أن تشتمل الدهون الطبيعية natural fats أو مخزون البترول petroleum stocks على ألكيل شحم حيواني tallow alkyl أو ألكيل شحم حيواني مجمد hardened tallow alkyl أو ألكيل بذر اللفت rapeseed alkyl أو ألكيل بذر لفت مجمد hardened rapeseed alkyl أو ألكيل زيت الصنوبر tall oil alkyl أو ألكيل زيت الصنوبر المجمد hardened tall oil alkyl وألكيل الكوكا coco alkyl أو الأوليل oleyl أو يروسيل erucyl أو ألكيل صويا soya alkyl أو مزيج منها.

في أحد النماذج، يتم انتقاء الصيغة (I) للمادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة وكل من R2و R3 بصورة منفصلة من سلسلة مستقيمة أو مجموعة ألكيل أو هيدروكسي ألكيل مرتبطة تحتوي على 1 إلى 6 ذرات كربون وفي النماذج الأخرى من 1 إلى 4 ذرات كربون وفي نموذج آخر من 1 إلى 3 ذرات كربون .يتم انتقاء R4 من مجموعة H أو هيدروكسيل أو ألكيل أو هيدروكسي ألكيل تحتوي على 1 إلى 4 ذرات كربون ويمكن انتقاؤها من إيثيل ethyl أو هيدروكسي إيثيل hydroxyethyl أو هيدروكسيل hydroxyl أو ميثيل methyl على سبيل المثال وليس الحصر من قائمة المجموعات هذه.

تحتوي الصيغة (I) للمادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة على معادلات متغيرة K و M و .Nفي نموذج، تكون المعادلة K عددا صحيحًا من 2 إلى 20 وفي نماذج أخرى، من 2 إلى 12 وفي نموذج آخر من 2 إلى 4. المعادلة M عبارة عن عدد صحيح من 1 إلى 20 وفي نماذج أخرى من 1 إلى 12 وفي نموذج آخر من 1 إلى 6 وفي بعض النماذج، يمكن أن يكون M أيضًا عددًا صحيحًا من 1 إلى 3 .المعادلة N عبارة عن عدد صحيح من صفر إلى 20 أو من 0 إلى 12 أو من 0 إلى 6. في بعض النماذج، N عبارة عن عدد صحيح من 0 إلى 1 .

يكون نموذج واحد للمادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة هو يروكاميدو بروبيل هيدروكسي بوبيل سولتين erucamidopropyl hydroxypropylsultaine ؛ المعروف تجاريًا باسم Armovis EHS®المقدم من Akzo Nobel. في بعض النماذج، تشتمل الصيغة (I) أيضًا

على مادة خافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة ذات درجة حرارة مرتفعة. في نموذج واحد أو أكثر، يشتمل معدل اللزوجة في هذا الكشف على جسيمات نانوية غير بلمرية.

يمكن أن تشكل المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة على تركيزات أقل من المواد الخافضة للتوتر السطحي الأخرى .هذا السلوك الانسيابي الخاص يكون بشكل أساسي بسبب أنواع تجميعات المواد الخافضة للتوتر السطحي الموجودة في الموائع .في الموائع منخفضة اللزوجة، تجتمع جزيئات المواد الخافضة للتوتر السطحي في الجزيئات الغروية الكروية .حيث في الموائع اللزجة المرنة، تكون الجزيئات الغروية، التي يمكن وصفها هنا على أنها في شكل دودي، أو الجزيئات الغروية على شكل خيط أو قضيب، موجودة ومتشابكة .يمكن أن تشكل هذه الجزيئات الغروية على شكل دودة المرنة الطويلة في وجود الملح وبالتشابك، شبكة متنقلة وتحول الخصائص اللزجة المرنة إلى محلول. يمكن أن تعمل هذه الجزيئات الغروية كعوامل تحكم في التغليظ والانسيابية في الأنظمة المائية. تكون الجزيئات الغروية الدودية الشكل في توازن حراري مع المونومرات الخاصة بها. وبالتالي، يستجيب التجميع الذاتي للجزيئات الغروية (وبالتالي، طولها ومرونتها) للتغييرات في المادة الخافضة للتوتر السطحي والتركيز الملحي بالإضافة إلى التغيرات في درجة الحرارة .

يتضمن المائع اللزج المرن في هذا الكشف نسبة أقل حسب وزن المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة. يمكن أن يختلف مقدار المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة في المائع اللزج المرن .في بعض النماذج، يحتوي المائع للزج المرن على 0.5% بالوزن إلى 20% بالوزن من المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة .حيث في نموذج آخر، يشتمل المائع للزج المرن على 2% بالوزن إلى 8% بالوزن من المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة . تشتمل النماذج الأخرى لمائع المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة على مائع لزج مرن يحتوي على 3% بالوزن إلى 6% بالوزن من المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة.

على الرغم من أن المواد الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة يمكن أن تشكل شبكات بتركيزات منخفضة مقارنة بالمواد الخافضة للتوتر السطحي الأخرى، فإنه يمكن للمواد الخافضة للتوتر السطحي الأخرى ومعدلات اللزوجة مثل الأنابيب النانوية الكربونية أو الجسيمات النانوية لأكسيد الزيركونيوم المرتبطة بالجزيئات الغروية للمواد الخافضة للتوتر السطحي في المحاليل اللزجة المرنة

المائية أن تشكل بشكل أفضل الشبكات التي تعلق أو تمنع مادة الحشو الداعمي من الترسب. في حال ترسب مادة الحشو الداعمي بسرعة، فإنها يمكن أن تترسب في الجزء السفلي من الكسر وسد الكسر وتقليل الإنتاجية. عندما تكون الجسيمات النانوية في تكوين مسحوق، فإنها تكون قادرة بشكل أفضل على التشتيت والتجمع مع الجزيئات الغروية ونتيجة لذلك، قد يزيد هذا اللزوجة بما يتجاوز القيم المتوقعة .يعتمد تكوين المسحوق، الذي يشتمل على معدلات لزوجة جسيمات نانوية، على حجم جسيمات نانوية وبشكل خاص قطر جسيمات نانوية .في نموذج، يكون حجم جسيم معدل لزوجة الجسيمات النانوية من 0.1 نانومترو500 نانومتر .في نموذج آخر، يكون حجم الجسيم من 10 إلى 60 نانومتر .في نماذج أخرى، يكون حجم الجسيم من 20 إلى 50 نانومتر.

توضح الجسيمات النانوية مواد تحتوي على ما لا يقل عن وحدة واحدة ذات حجم (في بُعد واحد على الأقل) من 1 إلى 1000 نانو متر 9 – 10 متر ولكن عادة من 1 إلى 100 نانو متر، وهو تعريف مقبول لمقياس نانوي .يشتمل المصطلح" مواد نانوية "على مصطلحات أخرى على سبيل المثال وليس الحصر :الجسيمات النانوية والأنابيب النانوية والقضبان النانوية والكرات النانوية أو توليفة منها .القضبان النانوية عبارة عن بنية نانوية صلبة ذات بعد واحد وتفتقر إلى مركز داخلي مجوف يعطي للأنابيب النانوية بنية أنبوبية .في نموذج، يشتمل المائع اللزج المرن على معدل لزوجة جسيم نانوي، حيث يشتمل أيضًا على مادة نانوية واحدة أو أكثر مثل أنابيب نانوية كربونية أو قضبان نانوية من أكسيد الزنك أو جسيمات نانوية من ZrO2 أو توليفة منها .في بعض النماذج، يشتمل معدل لزوجة الجسيم النانوي على تركيبات زيركونيوم zirconium بحجم النانو أو مركبات التيتانيوم titanium أو مركبات السيزيوم cesium أو مركبات الألومونيوم aluminum أو مركبات البورون boron أو مركبات القصدير tin أو مركبات الكالسيوم calcium أو مركبات الماغنيسيوم magnesium أو مركبات الحديد iron أو مركبات الكروم chromium أو مركبات السيليكا silica أو توليفة منهم.

وكما ذكر في الفقرة السابقة، يشتمل المائع اللزج المرن على معدلات لزوجة جسيمات نانوية .في نموذج، يتراوح معدل لزوجة الجسيمات النانوية من 45 جرام لكل ألف لتر (حوالي 0.001% بالوزن) إلى 5% بالوزن .في نموذج آخر، يشتمل المائع اللزج المرن على حوالي 0.04% إلى

0.24% بالوزن من معدل لزوجة جسيمات نانوية وفي النماذج الأخرى 0.01 %إلى 2% بالوزن لمعدل لزوجة الجسيمات النانوية .

في بعض النماذج، تمت إضافة المواد الخافضة للتوتر السطحي الإضافية إلى المائع اللزج المرن .يمكن لإضافة المادة الخافضة للتوتر السطحي الإضافية تحسين لزوجة أو تأثير تكوين الجزيئات الغروية عند ضغوط أو درجات حرارة متغيرة أو تغييرات أخرى في الظروف. تشتمل قائمة غير محدودة من المواد غير الخافضة للتوتر السطحي المحتملة على مواد خافضة للتوتر السطحي الكاتيونية cationic surfactants أو أنيونية anionic أو غير أنيونية non-ionic أو حمضية قاعدية amphoteric أو مفوتيرية zwitterionic أو توليفة منها.

يتم تأيين الملح عند وضعه في المحلول ويمكن للأيونات المضادة المتوافقة مع المادة الخافضة للتوتر السطحي اختراق الجزء الداخلي الكاره للمياه للجزيئات الغروية التي تتطلب تجميعًا ذاتيًا . التركيزات المختلفة للمحلول الملحي أو المحاليل الملحية تؤثر على تجميعة الجزيئات الغروية بشكل مختلف .في نموذج واحد، يشتمل المائع اللزج المرن على 1% بالوزن إلى 50% بالوزن من الملح في المحلول الملحي .في نموذج آخر، يشتمل المائع اللزج المرن على 10 % بالوزن إلى 40% بالوزن من الملح في المحلول الملحي وتشتمل النماذج الأخرى بنسبة 15% بالوزن إلى 35% بالوزن من الملح في المحلول الملحي .عادة، يحتوي المائع على حوالي 1 إلى 6% بالوزن من مادة خافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة و1إلى 50% بالوزن من الملح والنسبة المتبقية تكون بصورة أساسية من المياه.

وكما هو موضح في الفقرات السابقة، يمكن للأملاح المختلفة والتركيزات الملحية أن تؤثر على تكوين الجزيئات الغروية .يشتمل المحلول الملحي في المائع اللزج المرن على ملح معدني واحد أو أكثر .في بعض النماذج، يمكن أن تشتمل الأملاح المعدنية على قلويات أو هاليدات معدنية أرضية قلوية alkaline earth metal halides .تشتمل قائمة غير محدودة من الهاليدات المعدنية على: كلوريد الكالسيوم أو بروميد الكالسيوم أو بروميد الزنك أو توليفة منها .يمكن أن تختلف متوالية إضافة المكونات .على سبيل المثال، قبل إضافة الملح في المحلول الملحي للمحلول، يمكن جمعها مع المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة للجسيمات النانوية لتكوين تركيبة مسحوقية وعند إضافته إلى المحلول أو المذيب، فإن التركيبة المسحوقية تتشتت بسرعة .

يمكن أن تزيد المذيبات المتعددة أو توليفة المذيبات من أداء المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة .يشتمل المذيب على مياه أو كحول أو توليفة منهما .يشتمل الكحول على ألكيل أوكسي أو دايول أو تريول أو توليفة منهم. تشتمل أمثلة مذيبات الألكيل أوكسي على سبيل المثال وليس الحصر على ميثانول methanol وإيثانول ethanol وبروبانول propanol وبتانول butanol. جزيئات الجليكول Glycol molecules عبارة عن كحولات ثنائي الهيدرات dihydric alcohols أو دايولات diols وتشتمل قائمة غير محدودة من مذيبات الدايول diol solventsعلى جليكول الإيثيلين ethylene glycol وجليكول البوتيلين butylene glycol أو جليكول ثنائي الإيثيلين diethylene glycol أو الجليسرينglycerin وجليكول البروبيلين propylene glycol وجليكول رباعي الميثيلين tetramethylene glycol وجليكول رباعي ميثيل الإيثيلين tetramethylethylene glycol وجليكول رباعي الإيثيلين trimethylene glycol وما شابه ذلك.

يمكن تضمين مواد الإضافة الإضافية في المائع اللزج المرن لزيادة تكوين الجزيئات الغروية أو زيادة اللزوجة أو تحسين طول الهلام، وهو ما يعد ضرورة قوية لصدع الهلام .يمكن أن تحتوي الموائع اللزجة المرنة في هذا الكشف أيضًا على مادة إضافة واحد أو أكثر مثل المواد الخافضة للتوتر السطحي والأملاح، على سبيل المثال كلوريد البوتاسيوم والعوامل المضادة للفوم ومثبطات القياس ومثبطات التآكل ومواد الإضافة لفقد السائل ومبيدات البكتيريا. يتمثل الغرض من مادة التكسير في" تكسير "أو تخفيض لزوجة مائع التكسير بحيث يمكن استخلاص مائع التكسير هذا بسهولة أكثر من الكسر أثناء التنظيف. تعتبر مواد التكسير مختلفة عن الجسيمات النانوية في هذه الجسيمات النانوية المثبتة التي تثبط أو تمنع تحلل ما لا يقل عن VES واحد. في بعض النماذج، يمكن للموائع اللزجة المرنة التي تحتوي على جسيمات نانوية أيضًا أن تشتمل على مادة مادة تكسير .تشتمل مادة مادة التكسير على مادة تكسير مغلفة .يمكن أن تشتمل مواد الإضافة الإضافية على سبيل المثال وليس الحصر على عديد الإلكتروليت مثل عديد الكتيونات وعديد الأنيونات وبوليمرات أمفوتيرية مثل عديد أكريلاميدات أمفوتيرية وبوليمرات مشتركة ومواد خافضة للتوتر السطحي أخرى.

وعلاوة على ذلك، يمكن أن يشتمل المائع اللزج المرن كما هو موضح في هذا الكشف، على مواد إضافة محتملة موضحة مسبقًا ويمكن أن تشتمل أيضًا على مواد مخصصة لتحديد التدفق الرجعي لمادة الحشو الداعمي بعد اكتمال عملية التكسير عن طريق تكوين حزمة مسامية في منطقة تكسير. يمكن أن تكون هذه المواد، التي يطلق عليها مثبطات التدفق الرجعي لمادة الحشو الداعمي "معروفة في المجال، مثل تلك المتاحة من Schlumberger تحت اسم PROPNET®.

يكون نموذج واحد موضح في هذا الكشف عبارة عن طريق معالجة تكوين جوفي تم اختراقه بواسطة حفرة البئر بمائع لزج مرن يشتمل على: إضافة مادة خافضة للتوتر السطحي لزجة مرنة ومعدل لزوجة جسيمات نانوية لمحلول ملحي لإنتاج المائع اللزج المرن .وبالتالي، يتم وضع المائع اللزج المرن في التكوين الجوفي من خلال حفرة البئر، حيث يتم إخضاع المائع اللزج المرن ذي درجة الحرارة المرتفعة لدرجات حرارة أكبر من 121 درجة مئوية .

في نموذج واحد أو أكثر، يتم إخضاع المائع اللزج المرن ذي درجة الحرارة المرتفعة لدرجات حرارة أعلى من 135 درجة مئوية وفي نماذج أخرى، يتم إخضاع المائع اللزج المرن ذي درجات الحرارة المرتفعة إلى درجات حرارة أعلى من 148.8درجة مئوية .

الأمثلة

المثال 1

في هذا المثال، تم إعداد المائع اللزج المرن ذي الخط القاعدي بواسطة إضافة 5% بالوزن من المادة الخافضة للتوتر السطحي اللزجة المرنة ذات درجة الحرارة المرتفعة high (HT VES) temperature viscoelastic surfactant (Armovis® EHS) في 30% بالوزن من المحلول الملحي كلوريد الكالسيوم Calcium chloride (CaCl2) وعلى نحو أكثر تحديدًا، تم خلط 40.7 مليلتر من مياه الصنبور و26.8 جرام من CaCl2•2H2O و2.6 مليلتر من HT VESلتكوين مائع خط قاعدي. تم قياس لزوجة المائع من درجة حرارة الغرفة بحوالي 176.6 درجة مئوية عند معدل قص 100 لكل ثانية (s−1) مقياس لزوجة من نوع Fann50 وتم تخطيطه في الشكل 1. في العينة الثانية، تم خلط 2.7 كيلو جرام لكل ألف لتر من الأنابيب

النانوية الكربونيةCNT) ، الأنابيب النانوية الكربونية متعددة الحوائط، 95% بالوزن و30-50 نانومتر OD ، بواسطة.Cheap Tubes Inc ، مع 5% شوائب يعتقد أنها تكون مسحوق كربون) مع مائع الخط القاعدي. تم قياس اللزوجة على نحو مشابه من درجة حارة غرفة إلى 176.6 درجة مئوية وتم تخطيط ذلك في الشكل 1. في العينة الثالثة، تم خلط 5.4 كيلو جرام لكل ألف لتر من نفس الأنابيب النانوية الكربونية مع مائع الخط القاعدي. تم قياس اللزوجة على نحو مشابه من درجة حارة غرفة إلى 176.6 درجة مئوية وتم تخطيط ذلك في الشكل 1. تم تحسين اللزوجة، المتوسطة بين حوالي 121 درجة مئوية و 176.6 درجة مئوية ، بحوالي 20% مع إضافة 2.7 كيلو جرام لكل ألف لتر من الأنابيب الناوية الكربونية وتم تحسينها بحوالي 26% مع إضافة 5.4 كيلو جرام لكل ألف لتر من الأنابيب النانوية الكربونية. عندما تمت إضافة الأنابيب النانوية الكربونية وتم خلطها بنفس المحلول الملحي كلوريد الكالسيوم Calcium chloride(CaCl2) بمعدل 30% بدون جزيئات الموائع اللزجة المرنة Viscoelastic fluids (VES) ، كان تشتيت الأنابيب النانوية الكربونية رديئًا في المائع حيث يفضل أن تظل الأنابيب النانوية في تجميعات. مع إضافة HT VES في المائع، تم تحسين التشيت بدرجة كبيرة وتم إعداد الأنابيب النانوية الكربونية لتوزيعها بالتساوي في المائع .

المثال 2

في المثال الأول، تم إعداد المائع اللزج المرن ذي الخط القاعدي بواسطة إضافة 5% بالوزن HT VES (Armovis® EHS)في 30% بالوزن من المحلول الملحي كلوريد الكالسيوم Calcium chloride(CaCl2) وعلى نحو أكثر تحديدًا، تم خلط 40.7 مليلتر من مياه الصنبور و26.8 جرام من CaCl2•2H2O و2.6 مليلتر من HT VES لتكوين مائع خط قاعدي. تم قياس لزوجة المائع من درجة حرارة الغرفة بحوالي 176.6 درجة مئوية عند معدل قص 100 لكل ثانية s-1 بقياس لزوجة من نوع Fann50 وتم تخطيطه في الشكل 2. في العينة الثانية، تم خلط 1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من المادة النانوية أكسيد الزركونيوم الرباعي Zirconium oxide (ZrO2) بواسطة US Research Nanomaterials, Inc., 99.95%, 20 نانو متر (مع مائع خط قاعدي لزج مرن. تم قياس اللزوجة على نحو مشابه من درجة حارة غرفة إلى 176.6 درجة مئوية وتم تخطيط ذلك في الشكل 2. تم تحسين اللزوجة، المتوسطة ما بين حوالي 121درجة

مئوية و176.6 درجة مئوية ، بواسطة حوالي 24% مع إضافة 1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من الجسيمات النانوية من .ZrO2 في العينة الثالثة، تمت إضافة 1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من نفس المواد النانوية لاكسيد الزركونيوم الرباعي Zirconium oxide (ZrO2) إلى نفس 30% من المحلول الملحي كلوريد الكالسيوم Calcium chloride(CaCl2) بدون الموائع اللزجة المرنة Viscoelastic fluids (VES) .تم قياس اللزوجة على نحو مماثل من درجة حرارة الغرفة إلى 176.6 درجة مئوية. تمت إضافة لزوجة المائع اللزج المرن VES القاعدي في الاختبار الأول ولزوجة 1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من المادة النانوية ZrO2 في الاختبار الثالث حسابيًا (الإضافة البسيطة) وتم تخطيط ذلك في الشكل2 ، كما هو ممثل بالخط المتقطع. يوضح الخط المتقطع لزوجة أقل عند المقارنة باللزوجة الفعلية في مائع العينة اللزجة المرنة التي تحتوي على كل من HT VES و1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من المادة النانوية ZrO2 لدرجات حرارة أكبر من حوالي 121 درجة مئوية .وهذا يفيد أن هناك تأثير تآزري في المائع بين HT VES المادة النانوية ZrO2 لتحسين لزوجة المائع عند درجات حرارة مرتفعة.

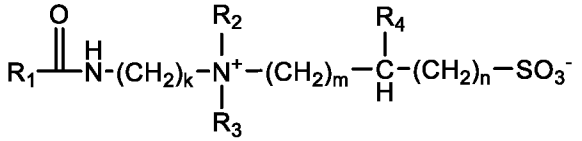
وفي شكل 2، تمت إضافة لزوجة مائع الخط القاعدي ولزوجة 1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من المادة النانوية ZrO2 حسابيًا بواسطة إضافة بسيطة وتم تخطيط ذلك في الشكل 2. توضح النتيجة المتوقعة لزوجة أقل عند المقارنة باللزوجة النظرية في مائع العينة اللزجة المرنة التي تحتوي على كل من HT VES و1.8 كيلو جرام لكل ألف لتر من المادة النانوية ZrO2 لدرجات حرارة أكبر من حوالي 121 درجة مئوية. وهذا يفيد أن هناك تأثير تآزري في المائع بين HT VES المادة النانوية ZrO2 لتحسين لزوجة المائع عند درجات حرارة مرتفعة. قد يتم إلحاق الجسيم النانوي ZrO2، من خلال قوى مثل قوى فاندر فال، على الفور بجزئيات غروية متعددة لـ HT VES في المائع، وبالتالي تقوية الشبكة ثلاثية الأبعاد للجزيئات النانوية لـ.HT VES

ينبغي أن يكون واضحًا للمتخصصين في المجال التقني أنه يمكن إجراء العديد من التعديلات والتحويرات على النماذج الموصوفة بدون الخروج عن طبيعة الموضوع ونطاقة. وبالتالي فإن أحد الأغراض يتمثل في أن تشمل المواصفة تعديلات وتحويرات النماذج الموصوفة شريطة أن تقع هذه التعديلات والتحويرات في نطاق عناصر الحماية الملحقة وما يعادلها.

عناصر الحماية

1 - مائع لزج مرن viscoelastic fluid لتكوين جوفي subterranean formation يشتمل على:

مادة خافضة للتوتر السطحي surfactant لزجة مرنة viscoelastic وفقًا للصيغة (I):



حيث تكون R1 عبارة عن مجموعة هيدروكربون hydrocarbon مشبعة saturated أو غير مشبعة unsaturated تحتوي على 17 إلى 29 ذرة كربون carbon atoms ويتم انتقاء كل من R2 و R3 بصورة منفصلة من سلسلة مستقيمة أو مجموعة ألكيل alkyl متفرعة أو هيدروكسي ألكيل hydroxyalkyl من 1 إلى 6 ذرات كربون carbon atoms ، ويتم انتقاء R4 من مجموعات H أو هيدروكسيل hydroxyl أو ألكيل alkyl أو هيدروكسي ألكيل hydroxyalkyl تحتوي على 1 إلى 4 ذرات كربون carbon atoms ؛ ويكون k عبارة عن رقم صحيح من 2 إلى 20، و m عبارة عن رقم صحيح من 1 إلى 20، و n عبارة عن رقم صحيح من 0 إلى 20؛

ومحلول ملحي brine solution؛ و

وما لا يقل عن معدِّل لزوجة viscosity modifier جسيمات نانوية nanoparticle واحد على الأقل يشتمل على حجم جسيم من 0.1 إلى 500 نانو متر أو 0.1 إلى 100 نانو متر حيث يشتمل معدِّل لزوجة viscosity modifier جسيمات نانوية nanoparticle واحد على الأقل على أنابيب نانوية كربونية carbon nanotubes ، و جسيمات نانوية nanoparticles لاكسيد الزركونيوم الرباعي Zirconium oxide (ZrO2) جسيمات نانوية nanoparticles ، أو توليفات منها.

2 - المائع اللزج المرن viscoelastic fluid للتكوين الجوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يكون معدل لزوجة جسيمات نانوية واحد على الأقل غير بوليمري non-polymeric.

3 - المائع اللزج المرن viscoelastic fluid للتكوين الجوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث تشتمل المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant اللزجة المرنة

viscoelastic على يروكاميدو بروبيل هيدروكسي بوبيل سولتايين erucamidopropyl hydroxypropylsultaine.

4 – المائع اللزج المرن viscoelastic fluid للتكوين الجوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يشتمل على مذيب solvent أيضًا.

5 – المائع اللزج المرن viscoelastic fluid للتكوين الجوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 4، حيث يتم انتقاء المذيب solvent من المياه أو الكحول alcoholأو توليفات منهما.

6 – المائع اللزج المرن viscoelastic fluid للتكوين الجوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 5، حيث يشتمل الكحول alcohol على ألكيل أوكسي أحادي الهيدروجين monohydric alkyloxy ودايول diol أو تريول triol أو توليفة منهم.

7 – المائع اللزج المرن viscoelastic fluid لتكوين جوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يشتمل المائع اللزج المرن viscoelastic fluid على 0.5% إلى 20% بالحجم أو 2% إلى 8% بالحجم أو 3% إلى 6% بالحجم بوزن المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant اللزجة المرنة viscoelastic .

8– المائع اللزج المرن viscoelastic fluid لتكوين جوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يشتمل المائع اللزج المرن viscoelastic fluid على 1% إلى 50% بالوزن أو 10% إلى 40% بالوزن أو 15% إلى 35% بالوزن من الملح في المحلول.

9 – المائع اللزج المرن viscoelastic fluid للتكوين الجوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يشتمل المحلول الملحي على واحد أو أكثر من الأملاح المعدنية metal salts أو الهاليدات المعدنية metal halides ، اختياريًا حيث يشتمل المحلول الملحي

brine solution على واحد أو أكثر من القلويات alkali أو الهاليدات المعدنية الأرضية القلوية alkaline earth metal halides ، أو حيث تشتمل الهاليدات المعدنية metal halides على كلوريد الكالسيوم calcium chloride أو بروميد الكالسيوم calcium bromide أو بروميد الزنك zinc bromide أو توليفات منها.

ereof.

10 - المائع اللزج المرن viscoelastic fluid لتكوين جوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يشتمل المائع اللزج المرن viscoelastic fluid على من 0.001% إلى 5% بالوزن، 0.01% إلى 2% بالوزن، أو 0.04% إلى 0.24% بالوزن من معدل لزوجة viscosity جسيمات نانوية nanoparticle.

11- المائع اللزج المرن viscoelastic fluid لتكوين جوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يحتوي معدل اللزوجة viscosity على حجم جسيمي من 10-60 نانو متر.

12- المائع اللزج المرن viscoelastic fluid للتكوين الجوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث يشتمل على مادة تكسير breaker material أيضًا.

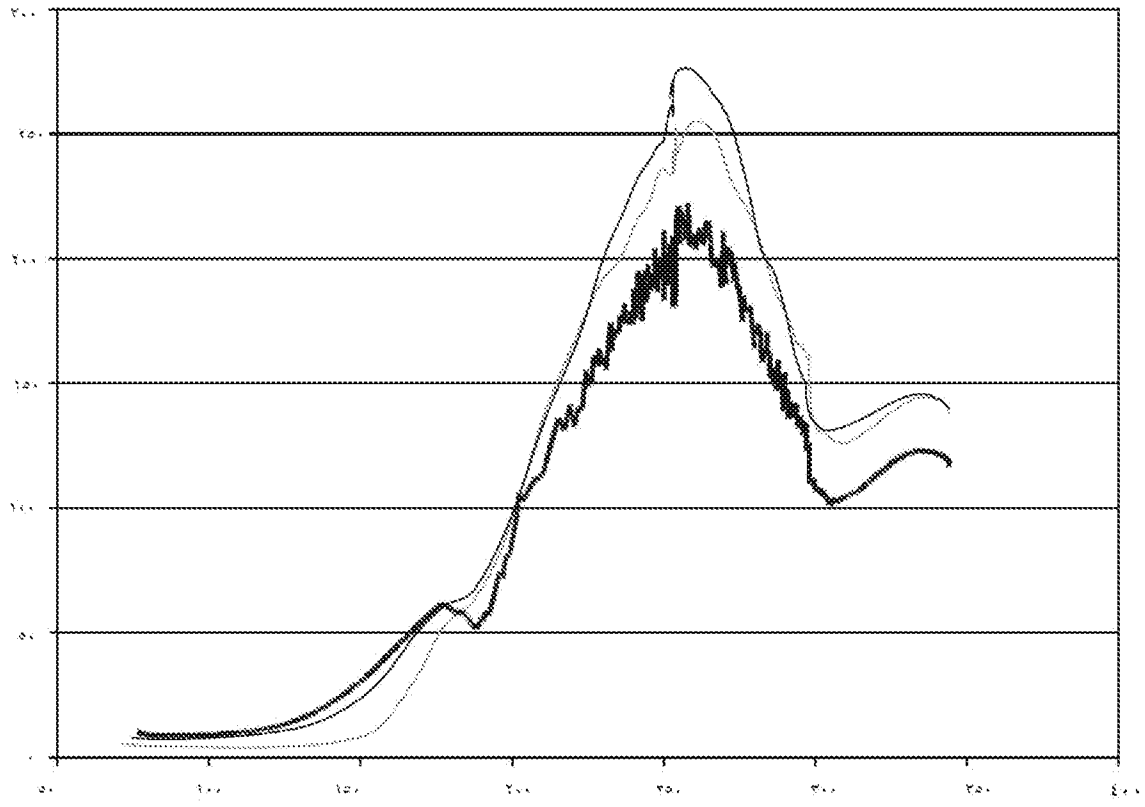
13- المائع اللزج المرن viscoelastic fluid لتكوين جوفي subterranean formation وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، يشتمل أيضًا على مادة خافضة للتوتر السطحي surfactant إضافية واحدة على الأقل، ويفضل حيث تشتمل المادة الخافضة للتوتر السطحي surfactant الإضافية على مادة خافضة للتوتر السطحي كاتيونية cationic أو أنيونية anionic أو غير أيونية non-ion أو مذبذبة amphoteric أو توليفة منهم.

14- طريقة معالجة تكوين جوفي subterranean formation مخترق بواسطة حفرة بئر wellbore بمائع لزج مرن viscoelastic fluid يشتمل على:

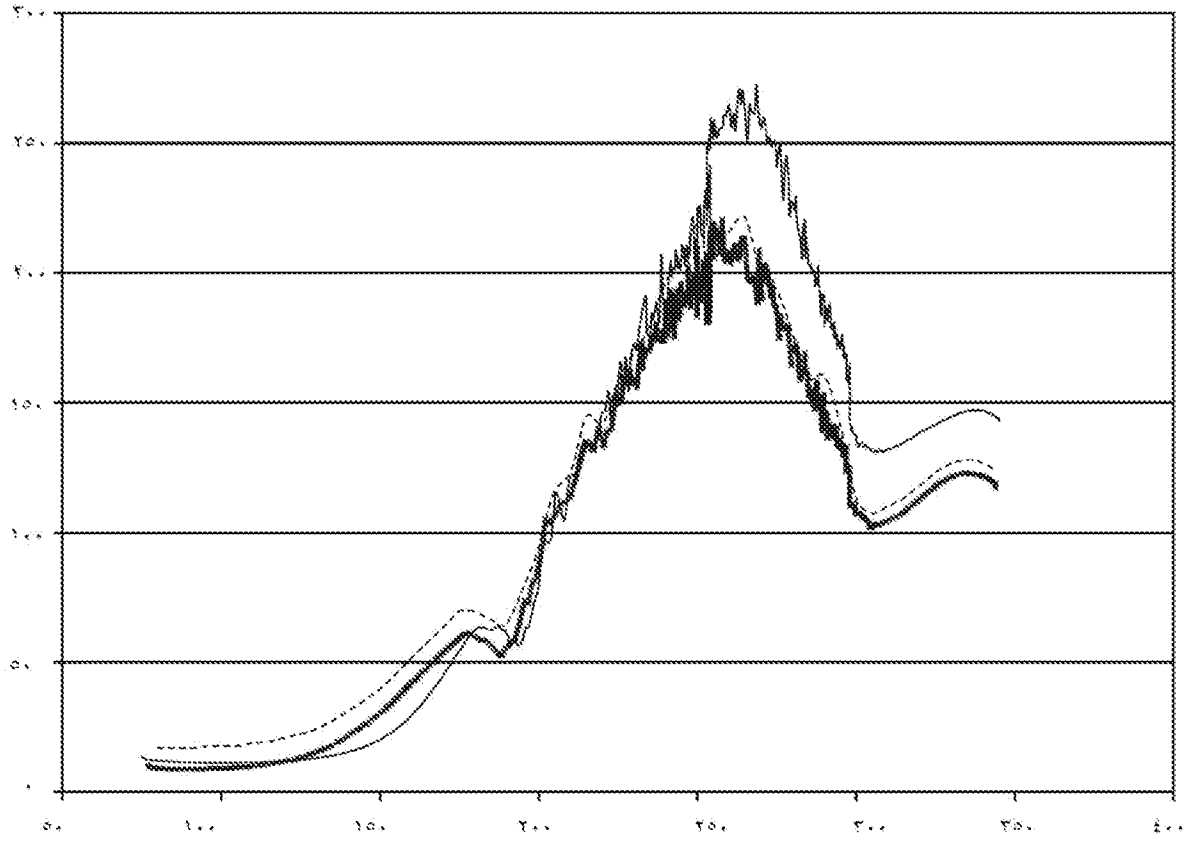
خلط مادة خافضة للتوتر السطحي surfactant لزجة مرنة viscoelastic وفقًا للصيغة (I) على النحو المحدد في عنصر الحماية 1؛ ومعدل لزوجة viscosity جسيمات نانوية nanoparticle على النحو المحدد في عنصر الحماية 1، ومحلول ملحي brine solution لإنتاج مائع لزج مرن viscoelastic fluid ؛ و

إدخال المائع اللزج المرن viscoelastic fluid في التكوين الجوفي subterranean formation من خلال حفرة البئر، حيث يتم إخضاع مائع المعالجة إلى درجات حرارة أكبر من 121 درجة مئوية.

15- طريقة معالجة تكوين جوفي subterranean formation تم اختراقه بواسطة حفرة البئر بمائع لزج مرن viscoelastic fluid وفقًا لعنصر الحماية رقم 14، حيث يتم إخضاع مائع المعالجة لدرجات حرارة أكبر من 135 درجة مئوية.



الشكل ١



الشكل ٢

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