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
شولومبيرجير اوليفيلد يو كيه ليمتد
Schlumberger Oilfield UK Limited

براءة اختراع رقم : SA 12144

بتاريخ : 1444/07/04 هـ
الموافق : 2023/01/26 م

عن الإختراع المسمى :

مركبات هيدروكسيد مزدوجة الطبقات لموائع حفر أساسها الزيت

LAYERED DOUBLE HYDROXIDES 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 12144 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1444/07/04 هـ
الموافق: 2023/01/26 م

[21] رقم الطلب: 520411368
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1441/06/22 هـ
الموافق: 2020/02/16 م
[30] بيانات الأسبقية:
62/545,663 US 2017/08/15 م
[72] اسم المخترع: محمد ، مسرة حليمة ، جرينويل ، هيو كريستوفر ، وتينج ، أندرو ، فيرابهادرابا مانوهارا جوديور ، هال ، جون أدريان ، العبيدي ، غسان سلمان ، هودر ، مايكل هايوارد
[73] مالك البراءة: 1)شركة الزيت العربية السعودية ، 2) شولومبيرجير اوليفيلد يو كيه ليمتد ، 3)دورهام يونيفيرسيتى.
عنوانه: 1)ص.ب 5000 ، 31311 الظهران ، المملكة العربية السعودية، 2) شولومبيرجير هاوس ، بوكينجهام جات ، جاتويك ايربورت، ويست سوسيكس ار اتش 6 0 ان زد ، المملكة المتحدة ، 3) ساوث رود، دورهام دى اتش 1 3 ال اى ، المملكة المتحدة
جنسيته: 1)سعودية ، 2) بريطانية ، 3)بريطانية
[74] الوكيل: تركي عبد الكريم عبد الرزاق العليوي

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2018/045907
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2018/08/09 م
[87] رقم النشر الدولي: WO/2019/036261
تاريخ النشر الدولي: 2019/02/21 م
[51] التصنيف الدولي(IPC[8]):
C09K 008/036
[56] المراجع:
WO 0149406, US 6475959

الفاحص: عبدالله بن حسين الغامدي

[54] اسم الاختراع: مركبات هيدروكسيد مزدوجة الطبقات لموائع حفر أساسها الزيت
LAYERED DOUBLE HYDROXIDES FOR OIL-BASED DRILLING FLUIDS

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطريقة تحضير وتركيبة مائع حفر أساسه الزيت oil-based drilling fluid. يشتمل مائع حفر أساسه الزيت على طور زيت أساسي مستمر، حيث يشتمل طور الزيت الأساسي المستمر على زيت أساسي، طور مائي مشتت aqueous dispersed phase، ومعدل انسيابية rheology modifier واحد على الأقل يشتمل على مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة كربونات مغنسيوم/ألومينيوم مُعدَل magnesium/aluminum (Mg/Al- carbonate layered-double hydroxide CO_3 LDH).

عدد عناصر الحماية (12)

مركبات هيدروكسيد مزدوجة الطبقات لموائع حفر أساسها الزيت

LAYERED DOUBLE HYDROXIDES FOR OIL-BASED DRILLING FLUIDS

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

تتعلق نماذج الكشف الحالي بصفة عامة بمائع حفر أساسه النفط oil-based drilling fluid للاستخدام في عمليات الحفر drilling operations ذات الضغط العالي والحرارة المرتفعة. وعلى نحو أكثر تحديدًا، تتعلق نماذج الكشف الحالي بموائع الحفر التي أساسها الزيت oil-based drilling fluids التي تشتمل على مركب هيدروكسيد سطحي مُعدَل مزدوج الطبقة به كربونات مغنيسيوم/ألومينيوم modified magnesium/aluminum carbonate layered double hydroxide (Mg/Al-CO_3 LDH) كمعدل انسيابية rheology modifier.

تشتمل عمليات الحفر لحفر حفرة بئر جديدة لاستخلاص الهيدروكربون hydrocarbon، على سبيل المثال، على الممارسة الشائعة المتمثلة في الدوران المستمر لمائع الحفر (والذي يُعَرف بدلًا من ذلك بإسم طين الحفر drilling mud) خلال حفرة البئر أثناء عملية الحفر drilling operation. يتم ضخ مائع الحفر إلى أنبوب الحفر drill pipe إلى قاع حفرة البئر حيث يتدفق مائع الحفر بعد ذلك إلى أعلى من خلال الفراغ الحلقي annular space بين جدار حفرة البئر wellbore wall وأنبوب الحفر، وفي النهاية يتدفق من حفرة البئر حيث يتم استخلاصه للمعالجة الثانوية. على نحو محدد، يتم معالجة مائع الحفر ميكانيكيًا أو كيميائيًا لإزالة المواد الصلبة الملتقطة وفتات الحفر drill cuttings من مائع الحفر وقبل إعادة تدوير سائل الحفر العائد من خلال حفرة البئر.

نظرًا للطبيعة الدوارة لمائع الحفر ووظيفته في التقاط المواد الصلبة وفتات الحفر أثناء عمليات الحفر، يجب أن تتدفق موائع الحفر على نحو حر باستخدام لزوجة منخفضة نسبيًا من أجل تسهيل الضخ مع وجود مادة كافية للاحتفاظ ونقل فتات الحفر والمواد الصلبة الأخرى. كما يجب أن يكون لسائل الحفر قوة جل كافية لتعليق المواد الصلبة وفتات الحفر إذا توقف دوران مائع الحفر لمنع تراكم المواد الصلبة في

قاع حفرة البئر. من المحتمل أن تؤدي المواد الصلبة المتراكمة في قاع حفرة البئر إلى تشويش الحفر بالإضافة إلى الانسداد الموجود في مسار تدفق مائع الحفر.

يكون الحفر في الآبار العميقة معقدًا بسبب الظروف الجيولوجية التي تتضمن ضغوط عالية ودرجات حرارة مرتفعة high pressures and high temperatures (HPHT). عادةً ما يتضمن التعريف المحدد للصناعة لظروف الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة درجة حرارة حفرة بئر أعلى من 300 درجة فهرنهايت (149 درجة مئوية) وضغط حفرة بئر أكبر من 10.000 رطل لكل بوصة مربعة (68.9 ميجا باسكال).

يتعلق الطلب الدولي رقم 1أ0149406 بمجال عوامل تعديل الانسيابية rheology modification agents للاستخدام بموائع مائية أو موائع أساسها الماء، وبشكل محدد أكثر بتحضير تركيبات تُظهر ميوعة تعتمد على الإجهاد fluidity stress-dependent وعوامل مفيدة في تحضير هذه التركيبات.

تتعلق براءة الاختراع الأمريكية رقم 1ب6475959 بطريقة للتحكم بالانسيابية لأطوار مائع fluid phases وتركيبة ملائمة لهذا الغرض.

<u>الوصف العام للاختراع</u>

وبالتالي، هناك احتياجات مستمرة لموائع الحفر ومعدلات انسيابية موائع الحفر التي تكون مستقرة حراريًا في ظروف الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة ولها خصائص انسيابية مناسبة للاستخدامات في عمليات معالجة الآبار. قد تعزز معدلات الانسيابية Rheology modifiers، عند إضافتها إلى موائع الحفر التي أساسها الزيت، من خصائص الانسيابية، مثل خصائص "جل سهل التفتت fragile gel" وسلوك تخفيف القوام بالقص.

بناءً على ذلك، تشتمل بعض نماذج هذا الكشف على مائع حفر أساسه الزيت يشتمل على طور زيت أساسي مستمر، حيث يشتمل الطور الزيت الأساسي المستمر على زيت أساسي، طور مائي مشتت aqueous dispersed phase، ومعدل انسيابية واحد على الأقل يشتمل على مركب هيدروكسيد مُعدَل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم.

تشتمل نماذج أخرى لهذا الكشف على طرق لتحضير مائع حفر أساسه الزيت، حيث تتضمن الطريقة خلط زيت أساسي، مادة استحلاب واحدة على الأقل، وعامل ترطيب واحد على الأقل لتكوين طور زيت أساسي مستمر؛ وإضافة معدل انسيابية واحد على الأقل إلى طور الزيت الأساسي المستمر لتكوين حفر أساسه الزيت، حيث يحتوي معدل الانسيابية الواحد على الأقل على مركب هيدروكسيد مُعدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنيسيوم/ألومينيوم.

الوصف التفصيلي:

سيتم الآن تحديد نماذج محددة من موائع الحفر التي بها معدلات الانسيابية. يجب أن يكون مفهومًا أنه يمكن أن تجسيد معدلات الانسيابية وموائع الحفر لهذا الكشف في أشكال مختلفة ويجب عدم تفسيرها على أنها مُقيَدَة بالنماذج المحددة المذكورة في هذا الكشف. بدلا من ذلك، يتم توفير نماذج بحيث يكون هذا الكشف شامل وكامل، وسينقل نطاق الموضوع بالكامل إلى أولئك المهرة في المجال.

لحفر بئر جوفي subterranean well، يتم إدخال سلسلة حفر drill string، بما في ذلك لقمة حفر drill bit ووصلات حفر drill collars للإثقال على لقمة الحفر، إلى حفرة تم حفرها مسبقًا ويتم تدويرها لجعل لقمة الحفر تثقب الصخر عند قاع الحفرة. تقوم عملية الحفر بإنتاج شظايا صخور. لإزالة شظايا الصخور من قاع حفرة البئر، يتم ضخ مائع حفر، مثل مائع حفر أساسه الزيت، إلى أسفل من خلال سلسلة الحفر إلى لقمة الحفر. يقوم سائل الحفر بتبريد لقمة الحفر، ويوفر التزليق، ويرفع شظايا الصخور المعروفة باسم فتات الحفر بعيدا عن لقمة الحفر. يحمل مائع الحفر شظايا الصخور إلى أعلى بينما يتم إعادة توزيع مائع الحفر إلى السطح. على السطح، تتم إزالة فتات الحفر من مائع الحفر بواسطة عملية ثانوية، ويتم إعادة توزيع مائع الحفر مرة أخرى أسفل سلسلة الحفر إلى قاع حفرة البئر لجمع المزيد من فتات الحفر.

تشتمل موائع الحفر على طين حفر، موائع حشوة packer fluids، وموائع إكمال completion fluids. بصفة عامة، تخدم موائع الحفر عددًا من الوظائف، مع اختلاف أنواع الموائع المتخصصة في وظيفة أو وظائف معينة. في نموذج واحد أو أكثر، يقوم مائع الحفر الذي أساسه الزيت بتعليق فتات الحفر ومواد التثقيل وينقل القطع

إلى سطح حفرة البئر باستخدام مائع الحفر الذي أساسه الزيت. بالإضافة إلى ذلك، قد يمتص مائع الحفر الذي أساسه الزيت الغازات الموجودة في حفرة البئر، مثل ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide (CO_2)، كبريتيد الهيدروجين hydrogen sulfide (H_2S)، والميثان methane (CH_4)، وينقلها إلى سطح حفرة البئر لإطلاقها، احتجازها، أو حرقها. بالإضافة إلى ذلك، قد توفر موائع الحفر التي أساسها الزيت قوةً إلى سلسلة الحفر، مما يخفف التوتر على سلسلة الحفر بينما يزيد طول حفرة البئر. في واحد أو أكثر من النماذج، يوفر مائع الحفر الذي أساسه الزيت أيضًا وظيفة التبريد والتزليق لتبريد وتزليق لقمة وسلسلة الحفر المستخدمة في عمليات الحفر. في نماذج أخرى، قد يتحكم مائع الحفر الذي أساسه الزيت في الضغوط السطح الثانوي. على نحو محدد، قد يوفر مائع الحفر الذي أساسه الزيت ضغطًا هيدروستاتيكيًا في حفرة البئر لتوفير الدعم إلى الجدران الجانبية لحفرة البئر ومنع الجدران الجانبية من الانهيار أو حدوث فجوة في سلسلة الحفر. بالإضافة إلى ذلك، قد يوفر مائع الحفر الذي أساسه الزيت ضغط هيدروستاتيكي في حفرة البئر لمنع الموائع في تكوينات أسفل البئر من التدفق إلى حفرة البئر أثناء عمليات الحفر.

في ظروف معينة قصوى لأسفل البئر، مثل درجة الحرارة الزائدة أو التكوينات الصعبة، يمكن تغيير بعض خصائص مائع الحفر. على سبيل المثال، قد يؤدي تفاعل مائع حفر مع تكوين به طين منتفخ، محتوى مواد صلبة زائد، أو كلاهما، أو تعرض مائع الحفر لأقصى درجات حرارة أسفل البئر، إلى جعل مائع الحفر رقيقًا أو سميكًا، زيادة أو نقص اللزوجة على نحو مفرط، أو أي توليفة مما سبق. على سبيل المثال، قد يمر مائع حفر مستخدم في عمليات التشغيل ذات الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة بدرجة حرارة حفرة بئر تكون أكبر من 300 درجة فهرنهايت (149 درجة مئوية) وضغط حفرة بئر يكون أكبر من 10000 رطل لكل بوصة مربعة (68.9 ميجا باسكال) مما يكون عبارة عن تعريف معرف بالصناعة لظروف الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة. في ظروف الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة، قد تتحلل موائع الحفر أو تمر بتغييرات انسيابية غير مرغوب فيها.

يتم صياغة نماذج مائع الحفر الذي أساسه الزيت لتوفير مائع انسيابية مناسب لعمليات حفر الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة. على نحو محدد، تم صياغة موائع الحفر التي أساسها الزيت ليكون لها لزوجة أكبر عند معدلات قص أقل من موائع الحفر التي أساسها الزيت لـ الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة المتاحة تجاريًا، بالإضافة إلى لزوجة منخفضة عند معدلات القص الأعلى من موائع الحفر التي أساسها الزيت للضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة المتاحة تجاريًا. عادةً ما تكون معدلات القص المنخفضة أقل من 10 ثانية$^{-1}$ وعادةً ما تكون معدلات القص العالية أكبر من 100 ثانية$^{-1}$. تزيد اللزوجة الأكبر عند معدلات القص المنخفضة من قدرة مائع الحفر الذي أساسه الزيت لحمل فتات الحفر عند توقف عمليات الحفر. بالمقابل، تقلل اللزوجة الأقل لموائع الحفر التي أساسها الزيت عند معدلات القص المرتفعة من الطاقة المطلوبة لتدوير مائع الحفر الذي أساسه الزيت أثناء عمليات الحفر.

في واحد أو أكثر من النماذج، يشتمل مائع حفر أساسه الزيت على طور زيت أساسي، طور مائي مشتت، ومعدل انسيابية واحد على الأقل. يشتمل معدل الانسيابية الواحد على الأقل على مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات layered-double hydroxide carbonate (LDH). في بعض النماذج، يكون معدل انسيابية واحد على الأقل عبارة عن أو يشتمل على مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات. في بعض النماذج، يكون مركب الهيدروكسيد مزدوج الطبقة والذي به كربونات عبارة عن أو يشتمل على مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم. قد يكون لمركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم صيغة تجريبية $[Mg_{1-x}Al_x(OH)_2](CO_3)_{x/3}\cdot mH_2O$، حيث يتراوح x من 0.1 إلى 0.4 ويتراوح m من 0.1 إلى 0.6. في بعض النماذج، على سبيل المثال، يمكن تعديل مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم نفسه، أو سطح جسيمات المركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم. في بعض نماذج موائع الحفر التي أساسها الزيت، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت على ما يتراوح من 0.05٪ بالوزن إلى 5.0٪ بالوزن،

من 0.1٪ بالوزن إلى 1.0٪ بالوزن، أو من 0.1٪ بالوزن إلى 0.5٪ بالوزن من مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم، بناءً على الوزن الإجمالي للمائع الذي أساسه الزيت.

يمكن تحضير جسيمات معدل انسيابية . مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم عن طريق تكوين ملاط أو محلول مائي من مركب مغنسيوم magnesium compound ومركب ألومينيوم aluminum compound. يمكن إضافة واحد أو أكثر من المركبات الأساسية إلى الملاط أو المحلول المائي لتكوين خليط تفاعل. قد يشتمل مركب أساسي واحد على الأقل على ملح كربونات carbonate salt وملح بيكربونات bicarbonate salt. يتم تسخين خليط التفاعل عند درجة حرارة تفاعل خاصة بزمن تفاعل لتكوين هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم. على سبيل المثال، قد يشتمل مركب الألومينيوم على $Al(OH)_3$، Al_2O_3، $Al(NO_3)_3$ أو $AlCl_3$. على سبيل المثال، قد يشتمل مركب المغنسيوم على $Mg(OH)_2$، $Mg(NO_3)_2$، $MgCl_2$، أو MgO. في أحد الأمثلة، قد يكون مركب المغنسيوم عبارة عن $Mg(NO_3)_2$ وقد يكون ملح الألومينيوم aluminum salt عبارة عن $Al(NO_3)_3$. في بعض النماذج، على سبيل المثال، قد يكون ملح المغنسيوم magnesium salt وملح الالومينيوم عبارة عن هيدرات hydrate مثل $Al(NO_3)_3{\cdot}9H_2O$ أو $Mg(NO_3)_3{\cdot}6H_2O$. يشتمل المركب الأساسي على ملح كربونات أو ملح بيكربونات. هناك أمثلة على أملاح الكربونات carbonate salts تشتمل على Na_2CO_3 و $NaHCO_3$. بالإضافة إلى ملح الكربونات وملح البيكربونات، قد يشتمل المركب الأساسي على نحو اختياري على قلوي مثل $Mg(OH)_2$، $Al(OH)_3$، أو NaOH.

قد يشتمل تحضير معدل انسيابية مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم الخاص بمائع الحفر لهذا الكشف على خطوات اختيارية وإضافية. اختياريًا، يمكن ضبط الرقم الهيدروجيني للملاط، المحلول المائي، أو خليط التفاعل باستخدام واحد أو أكثر من المركبات الأساسية أو أحد المحاليل الحمضية، مثل NaOH. قد يحتوي الملاط، المحلول المائي، أو خليط التفاعل على رقم هيدروجيني أولي يتراوح من 7 إلى 12، ويمكن ضبط الرقم الهيدروجيني الأولي ليتراوح من 7

إلى 10.5، من 7 إلى 10، من 9 إلى 12، من 9 إلى 10.5، من 9 إلى 10، من 9.5 إلى 12، من 9.5 إلى 10.5، من 9.5 إلى 10، من 7.5 إلى 9، من 7.5 إلى 9.5، أو من 10 إلى 12. يقلل ضبط الرقم الهيدروجيني من تآكل الأعضاء الأنبوبية tubulars.

قد يتضمن الملاط الأساسي، المحلول المائي، أو خليط التفاعل لتحضير مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم نسبة مولية مغنسيوم/ألومينيوم تكون 5: 1، 4: 1، 3: 1، 2: 1. تم إضافة أيون الكربونات بنسبة مولية تتعلق بنسبة مغنسيوم/ألومينيوم. في واحد أو أكثر من النماذج، قد تكافئ النسبة المولية لأيون الكربونات النسبة المولية لألومينيوم في المركب.

قد تتراوح درجة حرارة التفاعل لتحضير مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم من 40 درجة مئوية إلى 180 درجة مئوية أو من 140 درجة مئوية إلى 160 درجة مئوية. قد يكون زمن التفاعل هو 12 ساعة على الأقل. في بعض النماذج، يتراوح زمن التفاعل من 12 إلى 50 ساعة أو من 16 إلى 25 ساعة.

قد يكون الطور المستمر الذي أساسه الزيت عبارة عن أي مائع مثل زيت أو محلول يحتوي على زيت وواحد أو أكثر من المركبات العضوية أو غير العضوية الذائبة في الزيت أو غير قابلة للامتزاج على نحو كامل مع الزيت. قد يشتمل الطور المستمر الذي أساسه الزيت على زيت أساسي واحد على الأقل. قد يشتمل الطور المستمر الذي أساسه الزيت على مركبات الإستر esters، مركبات الإثير ethers، مركبات الأسيتال acetals، مركبات داي ألكيل كربونات dialkylcarbonates، مركبات الهيدروكربون hydrocarbons، أو توليفات منها.

يمكن اختيار الزيت الأساسي من المنتجات البترولية الطبيعية أو الزيت التخليقي. قد يتكون الزيت التخليقي أو المنتج البترولي الطبيعي من مركبات الهيدروكربون مثل مركبات n–بارافين n-paraffins، مركبات أيزو بارافين iso-paraffins، مركبات ألكان حلقية cyclic alkanes، مركبات ألكان متفرعة branched alkanes، أو خلائط منها. قد يشتمل الزيت الأساسي على زيوت مستخلصة من البترول petroleum، مثل

الزيـوت المعدنيـة mineral oils، زيـوت الـديزل diesel oils، مركبـات أوليفـين olefins متفرعـة، مركبـات البـولي أوليفـين polyolefins، إسـترات الأحمـاض الدهنيـة esters fatty acids، مركبـات الإثيـر ethers ذات السلسـلة المسـتقيمة أو المتفرعـة أو الحلقيـة للأحمـاض الدهنيـة fatty acids، أو الزيـوت الأخـرى المستخلصـة مـن البتـرول أو توليفـات أخـرى منهـا. يمكـن أن يشـتمل الزيـت الأساسـي أيضًـا على زيـوت مستخلصـة مـن الحيوانـات أو النباتـات، مثـل زيـت السـفرة، علـى سـبيل المثـال. قـد تشـتمل الزيـوت الأساسـية أيضًـا على زيـوت أخـرى، علـى سـبيل المثـال لا الحصـر، مركبـات بـولي داي أورجـانو سيلوكسـان polydiorganosiloxanes، مركبـات سيلوكسـان siloxanes، مركبـات أولجـانو سيلوكسـان organosiloxanes، زيـوت أخـرى أساسـها سـيليكون silicone-based oils، أو توليفـات منهـا. فـي بعـض النمـاذج، يكـون الزيـت الأساسـي عبـارة عـن أي زيـت يتم تضمينه في موائع الحفر التقليدية لاستخدامات الحفر drilling applications.

فـي بعـض النمـاذج، قـد يحتـوي مـائع الحفـر الـذي أساسـه الزيـت علـى 10.0٪ بـالوزن مـن الزيـت الأساسـي أو قـد يحتـوي علـى مـا يتـراوح مـن 10.0٪ بـالوزن إلـى 20.0٪ بـالوزن مـن الزيـت الأساسـي، بنـاءً علـى إجمـالي وزن مـائع الحفـر الـذي أساسـه الزيـت.

فـي نمـاذج أخـرى، قـد يحتـوي مـائع الحفـر الـذي أساسـه الزيـت علـى مـا يتـراوح تقريبًـا مـن 13.0٪ بـالوزن إلـى 17.0٪ بـالوزن أو مـن 14.0٪ بـالوزن إلـى 16.0٪ بـالوزن مـن الزيت الأساسي، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

قـد يكـون الطـور المـائي المشـتت لمـائع الحفـر الـذي أساسـه الزيـت عبـارة عـن أي مـائع غيـر قابـل للامتـزاج تمامًـا فـي الطـور المسـتمر الـذي أساسـه الزيـت. علـى سـبيل المثـال، قـد يكـون الطـور المـائي المشـتت عبـارة عـن مـاء أو محلـول يحتـوي علـى مـاء وواحـد أو أكثـر مـن المركبـات العضـوية أو غيـر العضـوية المذابـة فـي المـاء أو غيـر قابلـة للامتـزاج علـى نحـو كامـل مـع المـاء. فـي بعـض النمـاذج، قـد يحتـوي الطـور المـائي المشـتت علـى المـاء، بمـا فـي ذلـك المـاء العـذب، ميـاه الآبـار، المـاء المفلتـر، المـاء المقطـر، مـاء البحـر، المـاء المـالح، المـاء المنـتج، محلـول تكـوين ملحـي، نـوع آخـر مـن المـاء، أو توليفـات أخـرى مـن المـاء. فـي النمـاذج، قـد يحتـوي الطـور المـائي المشـتت aqueous dispersed phase علـى محلـول ملحـي، بمـا فـي ذلـك محلـول ملحـي طبيعـي

وصناعي. على سبيل المثال، يشتمل المحلول الملحي على ماء وملح مختاران من كلوريد الكالسيوم calcium chloride، بروميد الكالسيوم calcium bromide، كلوريد الصوديوم sodium chloride، بروميد الصوديوم sodium bromide، وتوليفات منها. في بعض النماذج، قد يشتمل الطور المائي المشتت على مركبات عضوية قابلة للذوبان في الماء water-soluble organic compounds، كإضافات أو شوائب مذابة في الماء. قد تشتمل المركبات العضوية القابلة للذوبان في الماء على: الكحول alcohols، الأحماض العضوية organic acids، الأمينات amines، مركبات الألدهيد aldehydes، مركبات الكيتون ketones، الاسترات esters، أو غيرها من المركبات العضوية القطبية القابلة للذوبان في الماء.

في واحد أو أكثر من النماذج، قد يحتوي مائع الحفر الذي أساسه الزيت على ما يتراوح تقريبًا من 1.0٪ بالوزن إلى 10.0٪ بالوزن تقريبًا من الطور المائي غير المستمر، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. في النماذج الأخرى، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت على ما يتراوح من 2.0٪ بالوزن إلى 7.0٪ بالوزن أو من 2.0٪ بالوزن إلى 5٪ بالوزن من الطور المائي غير المستمر.

قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على واحد أو أكثر من الإضافات. تشتمل الإضافات التمثيلية على واحد أو أكثر من عوامل الترطيب wetting agents، واحدة أو أكثر من مواد الاستحلاب emulsifiers، واحدة أو أكثر من معدلات الانسيابية، واحدة أو أكثر من الإضافات التي تتحكم بفقد المائع fluid-loss control additives، أو واحدة أو أكثر من مواد التثقيل المضافة weighting additive. قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على عوامل ضبط الرقم الهيدروجيني، مركبات إلكتروليتية electrolytes، مركبات جليكول glycols، مركبات جليسرول glycerols، مواد تشتيت مساعدة dispersion aids، عوامل تثبيط تآكل corrosion inhibitors، عوامل مزيلة للرغوة defoamers، إضافات أخرى أو توليفات من الإضافات معروفة أو مستخدمة في موائع الحفر التقليدية.

في واحد او أكثر من النماذج، قد يحتوي مائع الحفر الذي أساسه الزيت على مادة خافضة للتوتر السطحي مثل عامل ترطيب لتحسين استقرار المعلقات suspensions أو المستحلبات في مائع الحفر الذي أساسه الزيت. قد تشتمل عوامل الترطيب المناسبة على أحماض دهنية، إسترات فوسفات عضوية organic phosphate esters، مركبات إيميدازولين معدلة modified imidazolines، مركبات أميدو أمين amidoamines، مركبات سلفات الكيل عطرية alkyl aromatic sulfates، أو مركبات سلفونات sulfonates. على سبيل المثال، تكون مادة SUREWET®، التي تكون متوفرة تجاريًا من M-I SWACO, Houston, Texas، عبارة عن عامل ترطيب أساسه الزيت ومادة استحلاب ثانوية secondary emulsifier يمكن استخدامها لترطيب المواد الدقيقة وحفر المواد الصلبة لمنع ترطيب المواد الصلبة بالماء. علاوة على ذلك، قد تقوم مادة SUREWET® بتحسين الاستقرار الحراري، استقرار الانسيابية، التحكم في الترشيح، التحكم في استحلاب موائع حفرة البئر. تكون مادة VERSAWET®، المتوفرة تجاريًا من M-I LLC, Houston, Texas، عبارة عن عامل ترطيب فعال على نحو خاص في أنظمة الهيماتيت. هناك أحد الأمثلة لمائع الحفر الذي أساسه الزيت قد تشتمل اختياريًا على ما يتراوح من 0.1٪ بالوزن إلى 2.0٪ بالوزن من عامل ترطيب بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على ما يتراوح من 0.25٪ بالوزن إلى 0.75٪ بالوزن من SUREWET® بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على عوامل ترطيب معروفة ومُستخدَمَة في موائع الحفر التقليدية.

قد تشتمل موائع الحفر التي أساسها الزيت على واحدة أو أكثر من مواد الاستحلاب التي تسهل من تكوين مستحلب وتقلل من التوتر البين بين طور الزيت الأساسي لمائع لحفر الذي أساسه زيت والطور المائي المشتت لمائع الحفر الذي أساسه الزيت. في بعض النماذج، يمكن إضافة واحدة أو أكثر من مواد الاستحلاب إلى مائع الحفر الذي أساسه الزيت. هناك أمثلة على مواد الاستحلاب تشتمل على مواد خافضة للتوتر السطحي surfactants، مركبات ليجنو سلفونات lignosulfonates،

مركبات لجنيتية lignitic compounds، والمواد المستخلصة من الأحماض الدهنية الزيتية الطويلة tall oil fatty acids (TOFA). هناك أمثلة إضافية لمواد الاستحلاب تشتمل على مادة استحلاب معكوسة وعامل ترطيب بالزيت oil-wetting agent لأنظمة مائع الحفر drilling fluid systems التقليدي التخليقي مثل مادة LE SUPERMUL™ المتاحة تجاريًا من خلال Halliburton Energy Services, Inc. and MUL XT commercially available from M-I SWACO.

في واحد أو أكثر من النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على واحد أو مجموعة من المواد المستحلبة، وقد تتراوح إجمالي كمية المادة المستحلبة في مائع الحفر الذي أساسه الزيت من صفر ٪ بالوزن إلى 5 بالوزن ٪، من 0.1٪ بالوزن إلى 2.5٪ بالوزن، من 0.1٪ بالوزن إلى 2.0٪ بالوزن، من 0.1٪ بالوزن إلى 1٪ بالوزن، من 0.5٪ بالوزن إلى 2.5٪ بالوزن، من 0.5٪ بالوزن إلى 2٪ بالوزن، من 0.5٪ إلى 1.5٪ بالوزن، من 0.5٪ بالوزن إلى 1٪ بالوزن، من 0.75٪ بالوزن إلى 2.5٪ بالوزن، أو من 0.75٪ بالوزن إلى 2٪ بالوزن، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر.

يمكن أن يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على عامل تحكم في فقدان المائع fluid-loss control agent مما يقلل من كمية المادة المرشحة filtrate المفقودة من مائع الحفر إلى تكوينة سطح ثانوي. تشتمل أمثلة لعوامل التحكم في فقدان مائع fluid-loss control agents على ليجنيت أليف العضو (على سبيل المثال، المعالج بالأمين amine)، البنتونيت bentonite، البوليمرات المصنعة manufactured polymers، والمخففات thinners أو المواد المكافئة deflocculants. تشتمل الأمثلة الإضافية لعوامل التحكم في فقدان المائع على: VERSATROL™، VERSALIG™ RD، ECOTROL™ HT، ONETROL™ 789، EMI، و NOVATECH™ F، حيث يكون كل منها متاح تجاريًا من خلال MI SWACO, Houston, Texas, U.S.A؛ و ADAPTA® التي تكون متوفرة تجاريًا من خلال Halliburton Energy Services, Inc. في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على كلا HT ONETROL™ و RD ECOTROL™. في

بعض النماذج، عندما يتم تضمين عوامل التحكم في فقدان المائع في مائع الحفر الذي أساسه الزيت، قد تتراوح إجمالي كمية عوامل التحكم في فقدان المائع من 0.5٪ بالوزن تقريبًا إلى 3.0٪ بالوزن تقريبًا من مائع الحفر الذي أساسه الزيت، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر. في النماذج الأخرى، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت على ما يتراوح من 0.9٪ بالوزن إلى 2.5٪ بالوزن، أو من 1.0٪ بالوزن إلى 2.0٪ بالوزن.

قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على عامل تعليق suspending agent يضبط لزوجة مائع الحفر الذي أساسه الزيت لينتج نقطة خضوع عند معدل قص منخفض كافٍ لتعليق جميع مكونات مائع الحفر وبالتالي تجنب استقرار مكونات مائع الحفر. هناك أمثلة لعوامل التعليق suspending agents تشتمل على الأحماض الدهنية والمواد الليفية fibrous materials. في النماذج التي يشتمل فيها مائع الحفر الذي أساسه الزيت على عامل تعليق suspending agent، قد يحتوي مائع الحفر الذي أساسه الزيت على ما يتراوح من حوالي صفر٪ بالوزن إلى حوالي 1.0٪ بالوزن أو من 0.01 إلى 0.5٪ بالوزن، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر.

في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على مادة تثقيل. قد تكون مادة التثقيل عبارة عن مادة صلبة جسيمية particulate solid مختارة ليكون لها جاذبية محددة specific gravity (SG) كافية لزيادة كثافة مائع الحفر بمقدار معين. يمكن استخدام مواد التثقيل للتحكم في ضغوط التكوين وللمساعدة في محاربة آثار الطين الصفحي المنتزع والمنتفخ التي يمكن مواجهتها في المناطق المجهدة. يمكن استخدام أي مادة أكثر كثافة من الماء ولا تؤثر سلبًا على الخواص الأخرى لمائع الحفر كمادة تثقيل. قد تحتوي مادة التثقيل على جاذبية محددة تتراوح من 2 إلى 6. هناك أمثلة لمواد التثقيل تشتمل، على سبيل المثال لا الحصر، على باريت barite ($BaSO_4$)؛ هيماتيت hematite (Fe_2O_3)؛ كربونات الكالسيوم calcium carbonate ($CaCO_3$)؛ سيديرات siderite؛ أكسيد حديد مُصنَّع manufactured iron oxide، مثل إلمينيت ilmenite ($FeO{\cdot}TiO_2$)، سيديريت siderite ($FeCO_3$)، سيليسيت celesite ($SrSO_4$)، ودولوميت dolomite ($CaCO_3{\cdot}MgCO_3$)؛ جالينا galena (PbS)،

ماجنيتايت magnetite (Fe_3O_4) ومواد تثقيل weighting materials أخرى، أو أي توليفة من مواد التثقيل المذكورة. قد تشتمل بعض نماذج مائع الحفر الذي أساسه الزيت على باريت على أنه مادة التثقيل weighting material.

قد تزيد مواد التثقيل الاختيارية أو عوامل ضبط الكثافة density adjusting agents لمائع الحفر الذي أساسه الزيت من وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، أو كثافة سائل الحفر الذي أساسه الزيت، أو كلاهما. في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت على ما يتراوح 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 مواد التثقيل بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. بصفة عامة، تعتبر كمية مادة التثقيل الاختيارية في مائع الحفر الذي أساسه الزيت كبيرة على نحو كافي لتحقيق كثافة مرغوبة من مائع الحفر الذي أساسه الزيت وتكون صغيرة على نحو كافي لتجنب مائع حفر أساسه الزيت ولا يمكن تدويره من خلال حفرة البئر.

قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على عامل ضبط الرقم الهيدروجيني. في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على مركب ألكالاين alkaline compound يزيد من الرقم الهيدروجيني لمائع الحفر الذي أساسه الزيت. هناك أمثلة لمركبات الألكالاين تشتمل، على سبيل المثال لا الحصر، على جير (هيدروكسيد كالسيوم calcium hydroxide أو أكسيد كالسيوم calcium oxide)، كربونات الصوديوم اللامائية soda ash (كربونات الصوديوم sodium carbonate)، هيدروكسيد الصوديوم sodium hydroxide، هيدروكسيد البوتاسيوم potassium hydroxide، قواعد قوية أخرى، أو توليفات من مركبات الألكالاين alkaline compounds. قد تتفاعل مركبات الألكالاين مع الغازات، مثل ثاني أكسيد الكربون، أو كبريتيد الهيدروجين، على سبيل المثال، في مائع الحفر الذي أساسه الزيت أثناء عمليات الحفر لمنع الغازات من هدرجة مكونات مائع الحفر

الذي أساسه الزيت. هناك بعض الأمثلة لموائع الحفر التي أساسها الزيت قد تشتمل اختياريًا على ما يتراوح من 0.1٪ بالوزن إلى 1.5٪ بالوزن، من 0.4٪ بالوزن إلى 1٪ بالوزن، أو من 0.6٪ بالوزن إلى 0.8٪ بالوزن من الجير. في نماذج معينة، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت على رقم هيدروجيني يتراوح من 7 إلى 12، من 7 إلى 10.5، من 7 إلى 10، من 9 إلى 12، من 9 إلى 10.5، من 9.5 إلى 12، من 9.5 إلى 10.5، من 9.5 إلى 10، من 7.5 إلى 9، من 7.5 إلى 9.5، أو من 10 إلى 12. في بعض النماذج، قد يتضمن مائع الحفر الذي أساسه الزيت رقم هيدروجيني يتراوح من 9 إلى 10.5.

في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على واحد أو أكثر من معدلات الانسيابية، مثل طين وعوامل إكساب اللزوجة بالإضافة إلى مركبات هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم. في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه زيت اختياريًا على طين هكتوريت، بولي أكريل أميد polyacrylamide، سيليلوز بولي أنيوني polyanionic cellulose، أو توليفات من عوامل إكساب اللزوجة viscosifiers تلك. في أحد النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه زيت اختياريًا على طين هكتوريت، على سبيل المثال VERSAGEL HT المتاح تجاريًا من MI-SWACO, Houston, TX. في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على طين آلف للهيدروكربونات organophilic clay، على سبيل المثال Bentone® 42 المتاحة تجاريًا من Elements Specialties Inc., Hightstown, NJ. هناك أحد الأمثلة لمائع حفر أساسه الزيت قد يشتل اختياريًا على ما يتراوح من صفر ٪ بالوزن إلى 2٪ بالوزن من معدل الانسيابية بالإضافة إلى المركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. في بعض النماذج، قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت اختياريًا على ما يتراوح من 0.25٪ بالوزن إلى 0.5٪ بالوزن من كلا VERSAGEL HT و Bentone 42 بناءً على إجمالي وزن مائع حفر أساسه الزيت. قد يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت

اختياريًا على عوامل إكساب لزوجة أخرى معروفة ومستخدمة في موائع الحفر التقليدية.

بعد أن سبق وصف موائع الحفر التي أساسها الزيت وفقًا لنماذج مختلفة، سيتم الآن وصف الطرق التوضيحية لتحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت. في واحد أو أكثر من النماذج، تشتمل طرق تحضير مائع الحفر الذي أساسه الزيت على خلط زيت أساسي، اختياريًا مادة استحلاب واحدة على الأقل، واختياريًا عامل ترطيب واحد على الأقل، لتشكيل طور زيت أساسي مستمر. يتم إضافة معدل انسيابية واحد على الأقل إلى طور الزيت الأساسي المستمر لتكوين مائع الحفر الذي أساسه الزيت. يحتوي معدل انسيابية واحد على الأقل على مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم، كما هو موضح مسبقًا.

اختياريًا، قد تشتمل طرق تحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت على إضافة مادة مضافة واحدة على الأقل؛ تشتمل المادة المضافة على مادة مضافة تتحكم في فقدان السوائل، محلول ملحي، مادة تثقيل، وتوليفة من المواد المضافة. يمكن إضافة المادة المضافة التي تتحكم في فقدان المائع في كمية توفر مائع حفر أساسه زيت نهائي يحتوي على ما يتراوح من 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 المتحكمة في فقدان المائع، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت. بعد إضافة المادة المضافة، يتم خلط مائع الحفر الذي أساسه الزيت بطريقة رجّ مناسبة، مثل التقليب الميكانيكي.

يمكن إضافة المحلول الملحي بكمية توفر مائع حفر أساسه الزيت نهائي يحتوي على ما يراوح من 1.0٪ بالوزن إلى حوالي 6.0٪ بالوزن بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

يمكن إضافة مادة التثقيل إلى الخليط الرابع بكمية توفَّر إلى مائع حفر أساسه الزيت نهائي يحتوي على ما يتراوح 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٪ إلى 80٪ بالوزن، من 65٪ بالوزن إلى 78٪ بالوزن، أو من 70٪ إلى 80٪ بالوزن من مادة التثقيل بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

تكون موائع الحفر التي أساسها الزيت المذكورة مسبقًا، بما في ذلك موائع الحفر التي أساسها الزيت المُحضَّرَة وفقًا لنماذج الطرق لتحضير موائع الحفر التي أساسها الزيت هذا الكشف لكن يتم تحضيرها بواسطة تقنيات أخرى مقبولة صناعيًا مفهومة لذي المهارة العادية، مناسبة تمامًا للاستخدام في عمليات الحفر في التكوينات الجوفية، وعلى نحو محدد عمليات الحفر التي تخضع لظروف الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة لحفرة بئر يكون ضغطها أعلى من 68.9 ميجا باسكال (10.000 رطل لكل بوصة مربعة) ودرجة حرارة حفرة بئر أعلى من 300 درجة فهرنهايت (149 درجة مئوية). بناءً على ذلك، قد تشتمل نماذج الطرق الخاصة بالحفر في التكوين الجوفي في ظروف عالية الضغط ومرتفعة الحرارة على استخدام مائع الحفر الذي أساسه الزيت لحفر حفرة بئر في تكوين جوفي.

في الطرق الخاصة بالحفر في تكوين جوفي، يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت على مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم كمعدل انسيابية. عند الظروف التي يكون فيها الضغط عالي وتكون درجة الحرارة مرتفعة، التي تتضمن درجة حرارة تتراوح من 250 درجة فهرنهايت (120 درجة مئوية) إلى 400 درجة فهرنهايت (205 درجة مئوية) وضغط يتراوح من 68.9 ميجا باسكال (10000 رطل لكل بوصة مربعة) إلى 137.9 ميجا باسكال (20.000 رطل لكل بوصة مربعة)، قد يتضمن مائع الحفر الذي أساسه الزيت لزوجة أقل من لزوجة مائع الحفر المقارن في نفس الظروف. كما هو مستخدم هنا، يكون "مائع الحفر المقارن" عبارة عن مائع حفر يحتوي على نفس المكونات مثل مائع الحفر الذي أساسه الزيت في وزن يتناسب مع بعضها البعض مطابق لنسب وزن نفس المكونات لبعضها البعض في مائع الحفر الذي أساسه الزيت، مع استثناءات (1) مائع الحفر المقارن الذي يفتقر إلى مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم؛ و (2) أحد أو كلا كميتي الزيت الأساسي أو كمية عامل التثقيل في مائع الحفر

المقارن الذي يتم ضبطه بحيث يكون لمائع الحفر المقارن جاذبية محددة تتطابق مع الجاذبية المحددة لمائع الحفر الذي أساسه الزيت ونسبة الزيت إلى الماء التي تطابق نسبة الزيت إلى الماء لمائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الأمثلة

توضح الأمثلة التالية واحدة أو أكثر من مزايا الكشف الحالي الإضافية الموصوفة مسبقًا. يجب فهم أنه ليس من المقرر أن تقوم تلك الأمثلة بتقييد نطاق الكشف أو عناصر الحماية الملحقة بأي طريقة.

المثال 1

تحضير مركبات الهيدروكسيد المزدوجة التي بها طبقة كربونات مغنسيوم/ألومينيوم Magnesium/Aluminum-Carbonate Layered Double Hydroxides

لتحضير هيدروكسيد مزدوج الطبقة لكربونات المغنيسيوم/الألومنيوم بنسبة مولية 2: 1 من مغنسيوم إلى ألومينيوم، و 100 مل لتر بتركيز 0.4 مولار من $Mg(NO_3)_2$، تم نقل 100 مل لتر بتركيز 0.2 مولار من $Al(NO_3)_3$ إلى السحاحة. تم شحن وعاء تفاعل سعته 1000 مل لتر بـ 100 مل لتر تركيز 0.03 مولار من محلول Na_2CO_3. تم إضافة محاليل نترات المعادن ببطء إلى محلول Na_2CO_3 بينما يتم تقليب خليط التفاعل. تم ضبط الرقم الهيدروجيني للتفاعل على الرقم الهيدروجيني 10 والمحافظة عليه باستخدام 1 نيوتين من هيدروكسيد الصوديوم. تم تقليب التفاعل بالكامل عند درجة حرارة تفاعل 65 درجة مئوية. بعد إضافة المحاليل، يصل عمر الملاط المنتج الناتج إلى 24 ساعة. بعد ذلك، تم غسل المنتج بكمية كبيرة من الماء لإزالة الصوديوم الزائد الموجود في العينة. تم إجراء تعديل سطح هيدروكسيد مزدوج الطبقة لكربونات المغنيسيوم/الألومنيوم المُحضَّر حديثًا عن طريق شطف العينة مرتين باستخدام 50 مل من أسيتيل أسيتون acetylacetonate لمدة دقيقتين تقريبًا. تم استخلاص العينة بالطرد المركزي متبوعًا بالتسخين في الفرن عند درجة حرارة 70 درجة مئوية طوال الليل.

المثال 2

دراسات انسيابية موائع الحفر

لمقارنة الخواص الفيزيائية وانسيابية مائع الحفر الذي يحتوي على هيدروكسيد مزدوج الطبقة لكربونات المغنيسيوم/الألومنيوم بتلك الخواص لمائع الحفر المحتوي على معدل انسيابية صناعي قياسي، تم تحضير اثنين من موائع الحفر: مائع الحفر من المثال 1 ومائع مقارن. يتوقف مائعي الحفر على نظام M-I SWACO RHADIANT™ الذي يتضمن مزيجًا من ثلاثة مواد استحلاب ناتجة، وعوامل تحكم في فقدان الموائع، ومعدل انسيابية مصمم على نحو محدد لصيغ المائع الذي أساسه الزيت. تم إعداد مائع حفر المثال 1 باستخدام SUREWET® كعامل ترطيب، SUREMUL® كمادة استحلاب، و هيدروكسيد مزدوج الطبقة لكربونات المغنيسيوم/الألومنيوم كمعدل انسيابية. تم تحضير المائع المقارن عن طريق استبدال هيدروكسيد مزدوج الطبقة لكربونات المغنيسيوم/الألومنيوم بـ Bentone 42 مع وزيادة كمية الزيت الأساسي.

تم صياغة اثنين من موائع الحفر يستخدمان المكونات التالية: Saraline 185V، مائع حفر تخليقي أساسه الزيت، متاح من خلال Shell؛ SUREMUL®، مادة استحلاب أميدو أمين amidoamine emulsifier، متاحة من خلال M-I SWACO, LLC (Houston, Texas, USA)؛ SUREWET®، عامل ترطيب، متاح من خلال M-I SWACO, LLC (Houston, Texas, USA)؛ MUL XT، مادة استحلاب للاستخدام في أنظمة المائع غير المائية non-aqueous fluid systems، متاحة من خلال M-I SWACO, LLC (Houston, Texas, USA); VERSAGEL HT،عامل إكساب لزوجة لطين هكتوريك hectorite clay viscosifier للمساعدة في تكوين قالب مرشح filtercake والتحكم في الترشيح، متاحة من خلال M-I SWACO, LLC (Houston, Texas, USA)؛ ONE-TROL™ HT، مادة مضافة تتحكم في ترشيح تنين معالج بالأمين مصممة للاستخدام في أنظمة مائع الحفر الذي أساسه الزيت والتخليقي، متاحة من خلال M-I SWACO, LLC (Houston, Texas, USA)؛ ECOTROL RD، مادة مضافة تتحكم في الترشيح مصممة للاستخدام في أنظمة مائع الحفر الذي أساسه الزيت والتخليقي، متاحة من خلال M-I SWACO, LLC (Houston, Texas,

M-I SWACO, LLC (Houston, USA)؛ وعامل تثقيل باريت، متاح من خلال Texas, USA).

بالإشارة إلى الجدول 1، تم تحضير اثنين من موائع الحفر بحوالي 771.9 جرام. يتم توفير كميات الصيغ والمكونات الأخرى في الجدول 1 الخاص باثنين من موائع الحفر. لتحضير موائع الحفر، تم مزج الزيت الأساسي، مواد الاستحلاب، وعوامل الترطيب معًا لمدة 10 دقائق خلال المرحلة الأولى، ثم أضيفت مُعدِّلات اللزوجة ومعدلات الانسيابية وتم مزجهما لمدة 20 دقيقة أخرى خلال المرحلة الثانية. بعد ذلك، في المرحلة 3، تم إضافة المواد المضافة للتحكم في فقدان المائع وخلطها لمدة 20 دقيقة، متبوعة بإضافة المحلول الملحي والمياه العذبة في المرحلة 4 والباريت في المرحلة 5، وخلطها لمدة 30 دقيقة و 40 دقيقة، بالترتيب. تحتوي هيدروكسيد مزدوج الطبقة لكربونات المغنيسيوم/الألومنيوم أو موائع الحفر في المثال 1 على واحد جرام من الزيت الأساسي أكثر من المائع المقارن لتوفير جاذبية محددة قدرها 2.20 ونسبة الزيت/الماء 90.0، وهي مطابقة لخصائص السائل المقارن.

الجدول 1: إجراء صياغة وخلط موائع الحفر التي أساسها زيت الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة

المكون	الوظيفة	هيدروكسيد مزدوج الطبقة لكربونات المغنيسيوم/ الألومنيوم (المثال 1) (جرام)	المائع المقارن (جرام)	طلب الخلط والزمن
Saraline 185V	الزيت الأساسي	122.0	122.0	Stage 1 (5 min)
SUREMUL	مادة استحلاب	10.0	10.0	
SUREWET	عامل ترطيب	4.0	4.0	
MUL XT	مادة استحلاب	4.0	4.0	
VERSAGEL HT	عامل إكساب اللزوجة	2.75	2.75	المرحلة 2 (10 دقائق)
Bentone 42	معدل انسيابية	صفر	2.75	
هيدروكسيد مزدوج به طبقة لكربونات المغنيسيوم/الألومنيوم	معدل انسيابية	2.75	صفر	

جير	التحكم في القلوية	6.0	6.0	
ONE-TROL HT	التحكم في فقد المائع	8.0	8.0	المرحلة 3 (10 دقائق)
ECOTROL RD	التحكم في فقد المائع	0.8	0.8	
$CaCl_2$ brine	الطور الداخلي	28.5	28.5	المرحلة 4 (15 دقائق)
ماء عذب	الطور الداخلي	5.9	5.9	
باريت	مادة التثقيل	577.3	577.2	المرحلة 5 (20 دقيقة)
الإجمالي		772	771.9	60 دقيقة
جاذبية نوعية		2.20	2.20	
نسبة الزيت/الماء (حجمية)		90.0 تقريبًا	90.0 تقريبًا	

عادةً ما يتم استخدام خصائص الانسيابية المقاسة بمقياس اللزوجة الدوراني على نحو شائع لاحتساب المكونات الهيدروليكية hydraulics لمائع الحفر. يتم استخدام مقياس اللزوجة الدوراني rotational viscometer لقياس نسبة القص/ضغط القص لمائع الحفر، والذي يتم من خلاله احتساب لزوجة المادة اللدنة والنقطة الناتجة مباشرةً. تم اختبار مائع الحفر المذكور في المثال 1 والمائع المقارن لتحديد خصائص الانسيابية قبل وبعد الجلفنة

على الساخن، والتي تعرف باسم تعتيق عالي الحرارة. كانت خواص الانسيابية المدروسة عبارة عن اللزوجة، قوة الجل، فقدان الموائع، اللزوجة اللدنة ونقطة خضوع موائع الحفر. تمت دراسة هذه الخصائص باستخدام مقياس Fann Model 35 VG Meter، وهو مقياس لزوجة دوراني. تم اختبار الاستقرار الكهربائي وسُمك قالب مرشح لموائع الحفر بأدوات أخرى موصوفة في الفقرات السابقة.

تم تعتيق مائع الحفر المذكور في المثال 1 والمائع المقارن بواسطة تقنية تعتيق مائع fluid aging technique ديناميكية ذي درجة حرارة مرتفعة، والمعروفة باسم الجلفنة على الساخن. تم إجراء هذه التقنية لتقييم التأثير الذي تقوم به درجات الحرارة التي تزيد عن 121.1 درجة مئوية (250 درجة فهرنهايت) على أداء موائع الحفر. تم جلفنة موائع الحفر التي أساسها الزيت تحت ضغط 1 ميجا باسكال (150 رطل لكل بوصة مربعة) (psi) عند 350 درجة مئوية لمدة 16 ساعة في خلية تعتيق aging cell. تحاكي الجلفنة على الساخن في نظام مضغوط المائع تحت ظروف الحفر، وبالتالي تعتيقها. عن طريق اختبار اللزوجة، قوى الجل، وخصائص الانسيابية الأخرى لموائع الحفر قبل وبعد الجلفنة على الساخن، يجب أن تدل النتائج على قدرة موائع الحفر على تحمل ظروف الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة في حفرة البئر.

تم قياس لزوجة مائع الحفر المذكور في المثال 1 والمائع المقارن عند 48.9 درجة مئوية (120 درجة فهرنهايت) في مقياس لزوجة دوراني. تم وضع 350 مل لتر من مائع الحفر المذكور في المثال 1 أو المائع المقارن في أكواب التسخين 35 Fann وتسخينها إلى 48.9 درجة مئوية (120 درجة فهرنهايت). تم اختبار مائع الحفر المذكور في المثال 1 وتم اختبار المائع المقارن عند معدلات القص 600، 300، 200، 100، 6، و3 دورة في الدقيقة لتحديد لزوجة كل مائع حفر بمعدل معين. تم إجراء هذا الاختبار قبل وبعد الجلفنة على الساخن. بصفة عامة، تدل اللزوجة الأعلى عند معدل القص المرتفع على الحاجة إلى مزيد من الطاقة لتحريك أو ضخ المائع. إن سائل الحفر ذو اللزوجة المنخفضة عند معدل قص مرتفع في حفرة البئر يكون أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة.

إن قوة الجل هي إجهاد القص الذي يتم قياسه عند معدل قص منخفض بعد أن يتم تعيين مائع الحفر على نحو خامد لفترة زمنية (عادةً 10 ثوانٍ و10 دقائق). توضح قوة الجل

قدرة مائع الحفر على تعليق المادة الصلبة ومادة التثقيل عند توقف الدوران في حفرة البئر. تم قياس قوى الجل لموائع الحفر قبل وبعد الجلفنة على الساخن. تم اختبار قوى جل مائع الحفر المذكور في المثال 1 والمائع المقارن عند 10 ثوانٍ و 10 دقائق وفقًا لـ American Petroleum Institute (API) Recommended Practice 13B-1، التي يتم تضمينها بالكامل في الكشف كمرجع.

ترتبط لزوجة المادة اللدنة لمائع بمقاومة تدفق هذا المائع بسبب التفاعلات الميكانيكية بين مكونات السائل. يمكن احتساب لزوجة المادة اللدنة لمائع الحفر بقياس إجهاد القص لمائع الحفر باستخدام مقياس لزوجة عند معدلات قص 5 هرتز (300 دورة في الدقيقة) و 10 هرتز (600 دورة في الدقيقة) وطرح اللزوجة 5 هرتز من لزوجة 10 هرتز كما هو موضح في المعادلة (1).

$$PV = (viscosity\ at\ 10\ Hz) - (viscosity\ at\ 5\ Hz) \quad \text{(المعادلة 1)}$$

يتم اختيار معدلات القص المرتفعة لهذا القياس لأن لزوجة موائع Bingham اللدنة تظهر سلوك أعلى خطيًا عند معدلات القص المرتفعة.

تمثل نقطة الخضوع yield point (YP) الحد الأدنى من إجهاد القص المطلوب لتدفق المائع. إذا تعرض مائع لإجهاد قص أقل من نقطة خضوع المائع، فسوف يتصرف المائع على أنه جسم صلب. إذا تعرض مائع لإجهاد قص عند نقطة خضوع مائع أو نقطة أعلى منها، سيتدفق المائع. تمثل نقطة الخضوع لقدرة حمل المائع. ستكون الموائع ذات نقاط الخضوع الأكبر قادرة على حمل المزيد من الكتلة. يمكن أن يحمل مائع حفر ذو نقطة خضوع أكبر كتلة أكبر من فتات حفر التكوين. يمكن تصميم نقطة خضوع مائع حفر لحالات محددة أو أنواع محددة من إزالة قطع التكوين عن طريق تغيير تركيبة المائع.

يتم تحديد نقطة خضوع مائع عن طريق استنتاج نموذج انسيابية Bingham اللدن لمعدل قص صفر وفقًا لـ American Petroleum Institute Recommended Practice 13B-1. يمكن احتساب نقطة خضوع مائع حفر من بيانات الانسيابية ولزوجة المادة اللدنة وفقًا للمعادلة (2)

$$YP = (viscosity\ at\ 5\ Hz) - PV \quad \text{المعادلة (2)}$$

يتم التعبير عن نقطة الخضوع على أنها قوة لكل منطقة، مثل أرطال قوة لكل 100 قدم مربع ($lbf/100ft^2$) أو نيتون لكل متر مربع newtons per square meter (N/m^2). يكون رطل واحد من القوة لكل 100 قدم مربع مساوي لحوالي 4788 نيوتين لكل متر مربع (1 رطل قوة/100 قدم مربع = 4788 نيوتن/متر مربع).

يقيس اختبار فقدان الموائع fluid loss (FL) ترشيح مائع الحفر مع درجة حرارة محيطة وضغط تفاضلي 0.7 ميجا باسكال (100 رطل لكل بوصة مربعة). عندما يكون لمائع الحفر خاصية فقد مائع جيدة، تكون النتيجة عبارة عن قالب طيني رقيقة وغير منفذة. تم إجراء اختبار ترشيح American Petroleum Institute أو اختبار فقدان الموائع على مائع الحفر المذكور في المثال 1 والمائع المقارن بعد تقنية التعتيق باستخدام جهاز ترشيح (جهاز OFITE® American Petroleum Institute filter press). تم وضع كل مائع حفر في غرف من الفولاذ المقاوم للصدأ بها فتحة في القاع. تم وضع ورقة ترشيح على الجزء السفلي وتم تعرض الطين إلى ضغط قدره 3.4 ميجا باسكال (500 رطل لكل بوصة مربعة) عند 176.7 درجة مئوية (350 درجة فهرنهايت) لمدة 30 دقيقة وتم تضاعف كميات الموائع التي تم جمعها عند التسجيل (انظر الجدول 3). تم مضاعفة النتائج لخلق مقارنة كافية مع اختبار الضغط المنخفض، الذي يحتوي على مرشح ضعف حجم درجة الحرارة المرتفعة وضغط مرشح الضغط. يكون حجم المادة الناتجة من الترشيح ضعف الاختبار الذي أساسه الزيت لدرجة الحرارة المرتفعة وعالي ضغط وفقًا لمعايير American Petroleum Institute.

يتم قياس الاستقرار الكهربائي electrical stability لمائع حفر أساسه الزيت من خلال تطبيق جهد تبديل كهربائي جيبي متزايد على نحو ثابت عبر زوج من أقطاب الألواح المسطحة المتوازية المغمورة في مائع الحفر الذي أساسه الزيت. سيظل التيار الناتج منخفضًا جدًا حتى يتم الوصول إلى قيمة حديّة للجهد الكهربائي. عند الجهد الكهربائي المذكور، يحدث التوصيل بين القطبين، مما يؤدي إلى زيادة سريعة في التيار. عندما يصل هذا التيار إلى 61 ميكرو أنجستروم، يتم قياس ذروة الجهد الكهربائي وعمل تقرير به على أنه ثابت كهربائيًا لمائع الحفر أو مادة أخرى. يتأثر الثبات الكهربائي لمائع حفر أساسه الزيت بعوامل مثل مقاومة طور الزيت المستمر، موصلية الطور غير المستمر

مثل الماء، المواد الصلبة أو الأملاح المذابة، خصائص المواد الصلبة المعلقة، درجة الحرارة، حجم القطيرات، أنواع المستحلبات أو المواد المضافة، خصائص العزل الكهربائي للموائع، وتاريخ القص للعينة التي يتم اختبارها. بصفة عامة، ترتبط زيادة بيانات الجهد الكهربي للثبات الكهربائي باستقرار مستحلب أكبر.

تم تقييم مائع الحفر الذي أساسه الزيت المذكور في المثال 1 والمائع المقارن مرتين، مرة واحدة قبل عملية الجلفنة على الساخن ومرة بعد عملية الجلفنة على الساخن، من أجل اللزوجة، قوة الجل، لزوجة المادة اللدنة plastic viscosity (PV)، نقطة الخضوع، والاستقرار الكهربائي electrical stability (ES) وفقًا للطرق الموضحة سابقًا. تم تسجيل أول مجموعات من القياسات قبل الجلفنة على الساخن وعرضها في الجدول 2. تم تسجيل المجموعات الثانية من القياس بعد الجلفنة على الساخن وعرضها في الجدول 3.

الجدول 2: موائع الحفر التي أساسها الزيت للضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة: الخصائص عند 48.9 درجة مئوية (120 درجة فهرنهايت) قبل الجلفنة على الساخن.

		المثال 1	المائع المقارن
اللزوجة (سنتي بواز)	600 دورة لكل دقيقة	124	152
	300 دورة لكل دقيقة	66	86
	200 دورة لكل دقيقة	47	62
	100 دورة لكل دقيقة	27	37
	6 دورة لكل دقيقة	6	9
	3 دورة لكل دقيقة	5	7
10 قوة جل نيوتن/متر مربع (1 رطل قوة/100 قدم مربع)		(7) 33.516	(7) 33.516
10 دقائق قوة جل نيوتن/متر مربع (1 رطل قوة/100 قدم مربع)		(10) 47.880	(8) 38.304
لزوجة المادة اللدنة (سنتي بواز)		58	66
نقطة الخضوع نيوتن/متر مربع (1 رطل قوة/100 قدم مربع)		(8) 38.304	(20) 95.760
الاستقرار الكهربائي (فولت)		1422	1173
سُمك قلب الترشيح (مل متر)		2.0-2.5~	2.5-3~

الجدول 3: موائع الحفر التي أساسها الزيت لـ الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة: الخصائص عند 48.9 درجة مئوية (120 درجة فهرنهايت) بعد الجلفنة على الساخن.

		المثال 1	المائع المقارن
اللزوجة (سنتي بواز)	600 دورة لكل دقيقة	106	149
	300 دورة لكل دقيقة	54	80
	200 دورة لكل دقيقة	39	55
	100 دورة لكل دقيقة	22	32
	6 دورة لكل دقيقة	5	6
	3 دورة لكل دقيقة	4	5
10 قوة جل نيوتن/متر مربع (1 رطل قوة/100 قدم مربع)		(6) 28.728	(7) 33.516
10 دقائق قوة جل نيوتن/متر مربع (1 رطل قوة/100 قدم مربع)		(7) 33.516	(7) 33.516

لزوجة المادة اللدنة (سنتي بواز)	52	69
نقطة الخضوع نيوتن/متر مربع (1 رطل قوة/100 قدم مربع)	(2) 9.576	(11) 52.688
الأستقرار الكهربائي (فولت)	1212	402
الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة فقد الموائع (مل لتر) عند نتائج يتم مضاعفتها عند 176.7 درجة مئوية (350 درجة فهرنهايت)	5.2	6.8

ترتبط بيانات تخفيف القص الواردة في الجدول 2 والجدول 3 باللزوجة في السعة خلال عملية الحفر، حيث يكون السائل الأقل لزوجة على نحو عام مرغوبا أكثر من السائل اللزج. تكون حلقة بئر الزيت عبارة عن أي فراغ بين أي أنابيب، سلاسل أو أغلفة. تمثل قراءة القرص على 35 Fann بسرعة دوران تبلغ 100 دورة في الثانية اللزوجة في الحلقة، وبالتالي تكون الكثافة المكافئة المتداولة. كما هو مبين في الجدول 2 والجدول 3، يتضمن مائع الحفر في المثال 1 لزوجة أقل من مائع المقارنة قبل وبعد الجلفنة على الساخن عند 100 دورة في الدقيقة. يتضمن مائع الحفر في المثال 1 لزوجة أقل من اللزوجة المقاسة عند 600 دورة في الدقيقة، 300 دورة في الدقيقة، 200 دورة في الدقيقة، 100 دورة في الدقيقة، 3 دورة في الدقيقة. كانت اللزوجة بعد الجلفنة على الساخن لمائع الحفر المذكور في المثال 1 أقل من المائع المقارن عند 6 دورة في الدقيقة بعد الجلفنة على الساخن. يرجع الانخفاض في لزوجة مائع الحفر في المثال 1 بالمقارنة مع لزوجة المائع المقارن إلى معدل الانسيابية، وهو عبارة عن مركب هيدروكسيد معدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم. وبالتالي، كان مائع الحفر الذي يحتوي على

مركب هيدروكسيد معدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم معدل أقل عرضة للانخفاض الحراري مقارنة بالسائل المقارن.

كانت قوى جل مائع الحفر المذكور في المثال 1 والمائع المقارن بعد 10 ثوانٍ وبعد 10 دقائق قبل وبعد الجلفنة على الساخن تُقدَّر بحوالي 33.516 نيوتن/متر مربع (7 رطل لكل بوصة مربعة/100 قدم مربع) مما يدل على أن الموائع تكون مستقرة حراريًا.

أدى مائع الحفر الذي أساسه الزيت المذكور في المثال 1 الذي يحتوي على مركب هيدروكسيد معدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم المعدل إلى انخفاض في لزوجة المواد المرنة عند المقارنة بالمائع المقارن. كما هو موضح مسبقًا، تمثل نقطة الخضوع الإجهاد أو الطاقة اللازمة لتحريك المائع. كان نقطة الخضوع لمائع الحفر المذكور في المثال 1 هو 8 سنتي بواز قبل الجلفنة على الساخن و20 سنتي بواز بعد الجلفنة على الساخن. كان نقطة الخضوع للسائل المقارن هو 20 سنتي بواز قبل الجلفنة على الساخن و11 سنتي بواز بعد الجلفنة الساخن. يرجع نقصان نقطة الخضوع إلى مركب هيدروكسيد معدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم المعدل في مائع الحفر المذكور في المثال 1. وبالتالي، يتطلب مائع الحفر المذكورفي المثال 1 طاقة أقل لتدوير مائع الحفر من معدلات الانسيابية المتاحة تجاريا بدلا من مركب هيدروكسيد معدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم المعدل، على سبيل المثال بينتون 42، الموجود في المائع المقارن.

يتضمن مائع الحفر الذي أساسه الزيت المذكور في المثال 1 فقد للمائع عند درجة حرارة 121.1 درجة مئوية (250 درجة فهرنهايت) يُقدَّر بـ 5.2 مل لتر (الضعف). يتضمن المائع المقارن فقد مائع يُقدَّر ب 6.8 مل لتر. يرجع انخفاض فقد المائع إلى معدل الانسيابية، هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم المُعدَّل. وبالتالي، لا تتضمن موائع الحفر المطابقة، لكنها تحتوي على معدل انسيابية متاح تجاريًا، مستحلب مستقر أو مائع حفر منفصل إلى ماء فصل وطبقات زيت.

يمكن توفير دليل إضافي على استقرار المستحلب في بيانات الاستقرار الكهربائي. يحتوي مائع الحفر المذكور في المثال 1 على خصائص استقرار كهربائية تُقدَّر بـ 1422 فولت قبل الجلفنة على الساخن و1212 فولت بعد الجلفنة على الساخن. كان الاستقرار

الكهربائي للمائع المقارن يُقدَّر بـ 1173 فولت قبل الجلفنة على الساخن و 402 فولت بعد الجلفنة على الساخن. بالإضافة إلى ذلك، يكون الفرق في الاستقرار الكهربائي بين مائع الحفر المذكور في المثال 1 والمائع المقارن أكثر من 800 فولت. يدل ذلك على أن مائع الحفر في المثال 1 يكون أكثر استقرارًا حراريًا من المائع المقارن. قد ترجع زيادة الاستقرار الكهربائي قبل وبعد الجلفنة على الساخن والاستقرار الحراري الأكبر إلى مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم المعدل. وبالتالي، يتضمن مائع الحفر المحتوي على هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم المعدل استقرارًا أفضل للمستحلب وكان أكثر استقرارًا حراريًا من المائع المقارن، الذي يحتوي على معدل الانسيابية التجارية ولكنها متطابقة.

يتم توجيه الاختراع الحالي إلى واحد على الأقل من الجوانب التالية.

الجانب 1: مائع حفر أساسه زيت: طور زيت أساسي مستمر، حيث يشتمل طور الزيت الأساسي المستمر على زيت أساسي؛ طور مائي مشتت؛ ومعدل انسيابية واحد على الأقل يشتمل على مركب هيدروكسيد معدل مزدوج الطبقة به كربونات ألومينيوم/مغنسيوم.

الجانب 2: مائع الحفر الذي أساسه الزيت للجانب 1، حيث يشتمل مركب الهيدروكسيد مزدوج الطبقة والذي به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم على نسبة مولية 2: 1 مغنسيوم إلى ألومينيوم.

الجانب 3: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب 1 أو 2، حيث يتم تحضير مركب الهيدروكسيد مزدوج الطبقة والذي به كربونات ألومينيوم/مغنسيوم عن طريق: خلط مركب مغنسيوم، مركب ألومنيوم، محلول مائي لتشكيل محلول أولي؛ إضافة مركب أساسي واحد على الأقل إلى المحلول الأولي لتكوين محلول تفاعل، حيث يشتمل المركب الأساسي الواحد على الأقل على ملح كربونات أو ملح بيكربونات؛ اختياريا ضبط الرقم الهيدروجيني باستخدام محلول؛ وتسخين محلول التفاعل عند درجة حرارة التفاعل لوقت التفاعل لتكوين مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم.

الجانب 4: مائع الحفر الذي أساسه الزيت لأي جانب من الجوانب السابقة، يتم فيها اختيار الزيت الأساسي من زيت أساسي مختار من زيت تخليقي يشتمل على إستر أو أوليفين، زيت ديزل، زيت معدني، حيث يشتمل فيه الزيت التخليقي، زيت الديزل، أو

الزيت المعدني على مركبات هيدروكربون مختارة من مركبات n- بارافين، مركبات أيزو بارافين، مركبات ألكان حلقية، مركبات ألكان متفرعة، أو خلائط منها.

الجانب 5: مائع حفر أساسه الزيت لأي جانب من الجوانب السابقة، حيث يكون به نسبة زيت إلى ماء بالحجم تتراوح من 50: 50 إلى 95: 5.

الجانب 6: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، حيث يشتمل أيضًا على مادة مضافة واحدة على الأقل مختارة من مواد الاستحلاب، عوامل الترطيب، عوامل التحكم في القلوية، عوامل التحكم في فقد المائع، عوامل تعليق، عوامل ضبط الوزن، عوامل ضبط الكثافة، أو توليفات منها.

الجانب 7: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل أيضًا على مادة استحلاب واحدة على الأقل، عامل ترطيب واحد على الأقل، عامل تحكم في القلوية واحد على الأقل، عامل تحكم في فقد المائع واحد على الأقل، عامل تعليق واحد على الأقل، وعامل ضبط كثافة واحد على الأقل.

الجانب 8: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، فيه يحتوي الطور المائي المشتت على محلول ملحي مختار من كلوريد الكالسيوم، بروميد الكالسيوم، كلوريد الصوديوم، بروميد الصوديوم، وتوليفات منها.

الجانب 9: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، حيث يشتمل على ما يتراوح من 0.1٪ بالوزن إلى 1.0٪ بالوزن من معدل الانسيابية، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 10: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، ما يتراوح من 10٪ بالوزن إلى 17٪ بالوزن من الزيت الأساسي.

الجانب 11: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، ما يتراوح من 0.5٪ بالوزن إلى 2.0٪ بالوزن من مادة الاستحلاب.

الجانب 12: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، ما يتراوح من 0.2٪ بالوزن إلى 0.6٪ بالوزن من عامل الترطيب.

الجانب 13: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، ما يتراوح من 0.2٪ بالوزن إلى 1.0٪ بالوزن من معدل الانسيابية.

الجانب 14: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، ما يتراوح من 0.5٪ بالوزن إلى 1.5٪ بالوزن من المادة المضافة التي تتحكم في فقد المائع.

الجانب 15: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، ما يتراوح من 2.5٪ بالوزن إلى 5٪ بالوزن من المحلول الملحي.

الجانب 16: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، يشتمل، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت، ما يتراوح من 65.0٪ بالوزن إلى 78.0٪ بالوزن من مادة التثقيل المضافة.

الجانب 17: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، حيث يقوم مائع الحفر الذي أساسه الزيت بعضر الخصائص المادية المناسبة لاستخدام مائع الحفر الذي أساسه الزيت في ظروف درجة الحرارة المرتفعة والضغط العالي أثناء عمليات الحفر.

الجانب 18: مائع الحفر الذي أساسه الزيت وفقًا لأي جانب من الجوانب السابقة، حيث تشتمل ظروف درجة الحرارة المرتفعة والضغط العالي على ضغط حفرة بئر أكبر من 68.9 ميجا باسكال (10.000 رطل لكل بوصة مربعة) ودرجة حرارة حفرة بئر أكبر من 148.9 درجة مئوية (300 درجة فهرنهايت).

الجانب 19: طريقة لتحضير مائع حفر أساسه الزيت، حيث تشتمل الطريقة على: خلط زيت أساسي، عند مادة استحلاب واحدة على الأقل، وعامل ترطيب واحد على الأقل لتكوين طور زيت أساسي مستمر؛ وإضافة معدل انسيابية واحد على الأقل إلى طور

الزيت الأساسي المستمر لتكوين مائع حفر أساسه زيت، حيث يشتمل معدل انسيابية واحد على الأقل على مركب هيدروكسيد معدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم.

الجانب 20: الطريقة وفقًا للجانب 19، يشتمل مائع الحفر الذي أساسه الزيت أيضًا على مادة مضافة واحدة على الأقل مختارة من مادة مضافة تتحكم في فقد المائع، محلول ملحي، مادة تثقيل واحدة مضافة على الأقل، معدل انسيابية، وتوليفات منها.

الجانب 21: الطريقة وفقًا للجانب 19 أو 20، حيث يتم تحضير مركب كربونات المغنسيوم/الألومينيوم carbonate magnesium/aluminum ($Mg/Al-CO_3$) المُعدَل عن طريق: خلط مركب مغنسيوم، مركب ألومنيوم، ومحلول مائي لتشكيل محلول أولي؛ إضافة مركب أساسي واحد على الأقل إلى المحلول الأولي لتكوين محلول تفاعل، حيث يشتمل المركب الأساسي الواحد على الأقل على ملح كربونات أو ملح بيكربونات؛ اختياريا ضبط الرقم الهيدروجيني باستخدام محلول؛ وتسخين محلول التفاعل عند درجة حرارة التفاعل لوقت التفاعل لتكوين مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم.

الجانب 22: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 21، يشتمل فيها طور الزيت الأساسي المستمر على زيت أساسي مختار من زيت تخليقي يشتمل على إستر أو أوليفين، زيت ديزل، زيت معدني، حيث يشتمل فيه الزيت التخليقي، زيت الديزل، أو الزيت المعدني على مركبات هيدروكربون مختارة من مركبات n- بارافين، مركبات أيزو بارافين، مركبات ألكان حلقية، مركبات ألكان متفرعة، أو خلائط منها.

الجانب 23: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 22، حيث تشتمل على ما يتراوح من 0.1٪ بالوزن إلى 1.0٪ بالوزن من معدل الانسيابية، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 24: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 23، حيث يتم اختيار المحلول الملحي فيها من كلوريد الكالسيوم، بروميد الكالسيوم، كلوريد الصوديوم، بروميد الصوديوم، وتوليفات منها.

الجانب 25: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 24، حيث تشتمل على ما يتراوح من 10٪ بالوزن إلى 20٪ بالوزن من الزيت الأساسي، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 26: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 25، حيث تشتمل على ما يتراوح من 0.1٪ بالوزن إلى 2.0٪ بالوزن من مادة الاستحلاب، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 27: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 26، حيث تشتمل على ما يتراوح من 0.1٪ بالوزن إلى 2.0٪ بالوزن من عامل الترطيب، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 28: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 27، حيث تشتمل على ما يتراوح من 0.5٪ بالوزن إلى 3.0٪ بالوزن من المادة المضافة المتحكمة في فقدان المائع، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 29: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 28، حيث تشتمل على ما يتراوح من 2.0٪ بالوزن إلى 6.0٪ بالوزن من المحلول الملحي، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 30: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 19 إلى 29، حيث تشتمل على ما يتراوح من 20٪ بالوزن إلى 80٪ بالوزن من مادة التثقيل المضافة، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر الذي أساسه الزيت.

الجانب 31: طريقة لحفر تكوين جوفي في ظروف ضغط عالي ودرجة حرارة مرتفعة، حيث تشتمل الطريقة على: توفير أو استخدام في حفر حفرة البئر إلى التكوين الجوفي مائع حفر أساسه زيت وفقًا لأي جانب من الجوانب من 1 إلى 18.

الجانب 32: الطريقة وفقًا للجانب 31، تشتمل فيها ظروف الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة على ضغط حفرة بئر أكبر من 68.9 ميجا باسكال (10.000 رطل لكل بوصة مربعة) ودرجة حرارة حفرة بئر أكبر من 148.9 درجة مئوية (300 درجة فهرنهايت).

الجانب 33: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجانبين 31 أو 32، والتي فيها يكون لمائع الحفر الذي أساسه الزيت الذي به معدل انسيابية، في ظروف الضغط العالي ودرجة

الحرارة المرتفعة، لزوجة منخفضة، مقارنةً بمائع حفر به جاذبية نوعية مطابقة ونسبة ماء إلى زيت ومكونات مطابقة في النسب المطابقة لمائع الحفر الذي أساسه الزيت لكنها تفتقر لمعدل الانسيابية.

الجانب 34: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 31 إلى 33، والتي فيها يكون لمائع الحفر الذي أساسه الزيت الذي به معدل انسيابية، في ظروف الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة، لزوجة منخفضة، مقارنةً بمائع حفر به جاذبية نوعية مطابقة ونسبة ماء إلى زيت ومكونات مطابقة في النسب المطابقة لمائع الحفر الذي أساسه الزيت لكنها تفتقر لمعدل الانسيابية.

الجانب 35: الطريقة وفقًا لأي جانب من الجوانب من 31 إلى 34، والتي فيها يكون لمائع الحفر الذي أساسه الزيت الذي به معدل انسيابية، في ظروف الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة، استقرار كهربائي، مقارنةً بمائع حفر به جاذبية نوعية مطابقة ونسبة ماء إلى زيت ومكونات مطابقة في النسب المطابقة لمائع الحفر الذي أساسه الزيت لكنها تفتقر لمعدل الانسيابية.

الجانب 36: طريقة لحفر تكوين جوفي، تشتمل الطريقة على: عملية حفر في حفرة بئر في وجود مائع حفر أساسه الزيت تشتمل على: زيت أساسي؛ مادة مضافة واحدة على الأقل مختارة من مادة استحلاب، مادة تثقيل، مادة فقد مائع مضافة، عوامل إكساب اللزوجة، أو مركب قلوي؛ ومن 0.1٪ بالوزن إلى 1٪ بالوزن، بناءً على إجمالي وزن مائع الحفر، لمركب الهيدروكسيد مزدوج الطبقة والذي به كربونات ألومينيوم/مغنسيوم.

الجانب 37: الطريقة وفقًا للجانب 36، تشتمل أيضًا على إضافة مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات المغنسيوم/الألومينيوم إلى مائع الحفر قبل أو أثناء عملية حفر حفرة البئر.

الجانب 38: الطريقة وفقًا لأي من الجوانب من 35 إلى 37، والتي يتم فيها إضافة المركب الذي يتضمن مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقة به كربونات المغنسيوم/الألومينيوم إلى مائع الحفر أثناء عملية الحفر في حفرة البئر.

الجانب 39: الطريقة وفقًا لأي من الجوانب من 35 إلى 38، والتي يشتمل مائع الحفر فيها على استقرار كهربائي يتراوح من 1200 فولت إلى 1500 فولت وقوة جل 10 ثانية

تتـــراوح مـــن 4.788 نيـــوتن/متر مربـــع (1 رطـــل قـــوة/100 قـــدم مربـــع) إلـــى 47.880 نيـوتن/متر مربـع (10 رطـل قـوة/100 قـدم مربـع) كمـا هـو محـدد وفقًـا لطـرق االختبـار المـوفَرَة في API RP 13B-1.

سيتضـح لـذوي المهـارة فـي المجـال أن عمليـات التعـديل والتغيـرات المختلفـة يمكـن القيـام بهـا في النمـاذج الموصـوفة هنـا بـدون الخـروج عـن نطـاق وفحـوى الموضـوع المحمـي بعناصـر الحمايـة. وبالتـالي يكـون مـن المقـرر لوصـف الاختـراع تغطيـة التعـديلات وتسـاعد تغيـرات النمـاذج المختلفـة الموصـوفة هنـا علـى تـوفير تلـك النعـديلات والتغيـرات الموجـودة فـي نطـاق عناصر الحماية وما يكافئها.

عناصر الحماية

1. طريقة لحفر بئر بتكوين جوفي subterranean well، تشتمل الطريقة على:

ضخ مائع بحفرة بئر wellbore في وجود مائع حفر أساسه زيت oil-based drilling fluid تحت ظروف ضغط عالي ودرجة حرارة عالية تشتمل على ضغط حفرة بئر wellbore تتجاوز 68.9 ميجا باسكال (10.000 رطل لكل بوصة مربعة) ودرجة حرارة حفرة بئر wellbore تتجاوز 148.9 درجة مئوية (300 درجة فهرنهايت)، تشتمل على:

من 14% بالوزن إلى 16% بالوزن طور زيتي قاعدي مستمر base oil continuous phase، اعتماداً على الوزن الإجمالي لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid، حيث يشتمل طور الزيت القاعدي المستمر base oil continuous phase على زيت قاعدي base oil؛

من 0.75% بالوزن إلى 2% بالوزن مستحلب emulsifier، اعتماداً على الوزن الاجمالي لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid؛

من 0.2% بالوزن إلى 0.6% بالوزن عامل ترطيب wetting agent، اعتماداً على الوزن الإجمالي لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid؛

من 0.6% بالوزن إلى 0.7% بالوزن عامل ضبط درجة الحموضة pH adjuster (الرقم الهيدروجيني pH)، اعتماداً على الوزن الإجمالي لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid؛

من 2% بالوزن إلى 5% بالوزن طور مشتت مائي aqueous dispersed phase، اعتماداً على الوزن الإجمالي لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid؛

من 0.1% بالوزن إلى 0.5% بالوزن معدل انسيابية rheology modifier يشتمل على مركب هيدروكسيد مزدوج الطبقات مغنسيوم مخفف/كربنات ألومونيوم Mg/Al-CO_3) magnesium/aluminum carbonate layered-double hydroxide LDH)، اعتماداً على الوزن الإجمالي لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid؛ و

من 70% بالوزن إلى 80% بالوزن مادة تثقيل weighting material اعتماداً على الوزن الإجمالي لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid.

2. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، تشتمل كذلك على إضافة مركب هيدروكسيد معدَّل مزدوج الطبقة به كربونات مغنسيوم/ألومينيوم magnesium/aluminum carbonate layered double hydroxide compound إلى مائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid قبل أو أثناء تنفيذ الحفر بحفرة البئر wellbore.

3. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون الزيت الأساسي base oil عبارة عن زيت تخليقي synthetic oil يشتمل على إستر ester أو أوليفين olefin.

4. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل عامل الاستحلاب emulsifier على عوامل خفض للتوتر السطحي surfactants، منظفات detergents، لجنوسلفونات lignosulfonates، مركبات ليجنيت lignitic compounds، مواد مشتقة من أحماض دهنية لزيت الصنوبر الراتينجي tall oil fatty acids، أو توليفات منها.

5. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل عامل الترطيب wetting agent على أحماض دهنية fatty acids، استرات فوسفات عضوية organic phosphate esters، مركبات إميدازولين مخففة modified imidazolines، مركبات أميدوأمين amidoamines، كبريتات عطرية قلوية alkyl aromatic sulfates، مركبات كبريتية sulfonates، أو توليفات منها.

6. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل عامل ضبط الحموضة pH pH adjuster على الجير lime.

7. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid pH من 9 إلى 10.5.

8. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل الطور المشتت المائي aqueous dispersed phase على ماء نقي ومحلول كلوريد كلسيوم ملحي calcium chloride brine.

9. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل مائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid على نسبة من 2.0% بالوزن إلى 6.0% بالوزن محلول كلوريد كلسيوم ملحي calcium chloride brine.

10. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يكون لمركب هيدروكسيد مزدوج الطبقات مغنسيوم مخفف/كربنات ألومونيوم magnesium/aluminum carbonate layered-double hydroxide (Mg/Al-CO_3 LDH) صيغة تجريبية $[Mg_{1-x}Al_x(OH)_2](CO_3)_{x/3}\cdot mH_2O$، حيث x تكون من 0.1 إلى 0.4 و m من 0.1 إلى 0.6.

11. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يشتمل عامل التثقيل weighting material على كبريتات الباريوم barite.

12. الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث:

يكون الزيت الأساسي base oil عبارة عن زيت تخليقي synthetic oil يشتمل على إستر ester أو أوليفين olefin؛

يشتمل عامل الاستحلاب emulsifier على عوامل خفض للتوتر السطحي surfactants، منظفات detergents، لجنوسلفونات lignosulfonates، مركبات ليجنيت lignitic compounds، مواد مشتقة من أحماض دهنية لزيت الصنوبر الراتينجي tall oil fatty acids، أو توليفات منها؛

يشتمل عامل الترطيب wetting agent على أحماض دهنية fatty acids، استرات فوسفات عضوية organic phosphate esters، مركبات إميدازولين مخففة modified

alkyl imidazolines، مركبات أميدوأمين amidoamines، كبريتات عطرية قلوية aromatic sulfates، مركبات كبريتية sulfonates، أو توليفات منها؛

يشتمل عامل ضبط الحموضة pH adjuster على الجير lime؛

يكون لمائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid pH من 9 إلى 10.5؛

يشتمل الطور المشتت المائي aqueous dispersed phase على ماء نقي ومحلول كلوريد كلسيوم ملحي calcium chloride brine؛

يشتمل مائع الحفر الذى أساسه الزيت oil-based drilling fluid على نسبة من 2.0% بالوزن إلى 6.0% بالوزن محلول كلوريد كلسيوم ملحي calcium chloride brine؛

يكون لمركب هيدروكسيد مزدوج الطبقات مغنسيوم مخفف/كربنات ألومونيوم magnesium/aluminum carbonate layered-double hydroxide (Mg/Al-CO_3 LDH) صيغة تجريبية $[Mg_{1-x}Al_x(OH)_2](CO_3)_{x/3}\cdot mH_2O$، حيث x تكون من 0.1 إلى 0.4 و m من 0.1 إلى 0.6؛ و

يشتمل عامل التثقيل weighting material على كبريتات الباريوم barite.

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