مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

[19] المملكة العربية السعودية SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ٣٧٠١
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٦/٠١/٠٣ هـ
الموافـــق: ٢٠١٤/١٠/٢٧ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: سبايرو كوتسونيس، سيد ايه. علي، إفيس لوريتز

[73] مالك البراءة : شلمبيرجر هولدنجز ليمتد
عنوانه: ص.ب/٧١، كرايجموير شامبيرز، روود تاون، تورتولا ، الجزر العذراء البريطانية
جنسيته: الجزر العذراء البريطانية

[74] الوكيل: سليمان ابراهيم العمار

[21] رقم الطلب: ١١٠٣١٠٤٦١

[22] تاريخ الإيداع : ١٤٣١/٠٦/١٥ هـ
الموافق : ٢٠١٠/٠٥/٢٩ م

[30] بيانات الأسبقية:

US	٦١/١٨٢٤١٢	٢٠٠٩/٠٥/٢٩ م

[51] التصنيف الدولي (IPC[8]) :
E21B 037/000

[56] المراجع:

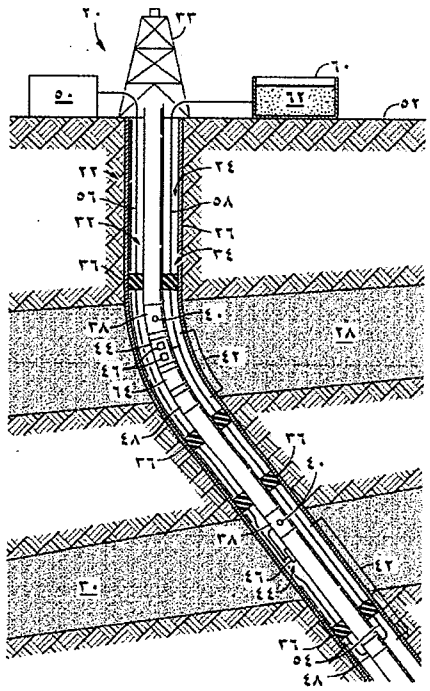
US	٢٠٠٣/٠٠٣٨٧٣٤	٢٠٠٣/٠٢/٢٧م
US	٢٠٠٣/٠٠٧١٩٨٨	٢٠٠٣/٠٤/١٧م

اسم الفاحص: حواس بن عبدالله محمد

[54] اسم الاختراع: نظام تثبيط ومراقبة مستمرة لقياس بئر
Continuous downhole scale monitoring and inhibition system

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بتوفير تقنية لتسهيل عملية مراقبة الظروف التي تتسبب في ترسب القشور حول معدات أسفل البئر downhole equipment. تُمكن التقنية أيضاً من حدوث تفاعل موضعي أسفل البئر للوصول إلى الجهد اللازم لترسيب القشور scale precipitation. يمكن تزويد نظام مراقبة وتثبيط قشور أسفل البئر downhole scale بوحدة قياس نمطية measurement module ووحدة حقن نمطية injection module. تعمل وحدة القياس النمطية على مراقبة مُتغير واحد على الأقل أسفل البئر دال على الجهد اللازم لتكون القشور. ووفقاً لمخرجات البيانات التي تم الحصول عليها من وحدة القياس النمطية، يتم تشغيل وحدة الحقن النمطية لتزويد أسفل البئر، بحُقن موضعية لمثبط للتفاعل الكيميائي inhibitor chemical.

عدد عناصر الحماية (٢٢)، عدد الأشكال (٤)



الشكل (١)

نظام تثبيط ومراقبة مستمرة لقياس بئر

Continuous downhole scale monitoring and inhibition system

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتم عادةً الحصول على مائع الهيدروكربون hydrocarbon fluid، على سبيل لمثال النفط والغاز الطبيعي، من التكوين الجيولوجي الجوفي subterranean geologic formation، والذي يشار إلية بالصهريج، بواسطة حفر حفرة البئر التي تخترق التكوين الحامل الحاوي للـ penetrates hydrocarbon-bearing formation. في العديد من الحالات، تقدم بيئة أسفل البئر ظروف تشغيل قاسية، على سبيل المثال درجات حرارة مرتفعة، والمواد الكيميائية الكاوية caustic chemicals وقيود حيزية متعرجة cramped space constraints، فيما يتعلق بمعدات أسفل البئر downhole equipment. بالإضافة إلى ذلك، تتطلب العديد من أدوات أسفل البئر الحديثة معدلات تفاوت خلوص قريبة نسبياً والعديد من دورات التشغيل لإنتاج مائع الهيدروكربون hydrocarbon fluid بفاعلية وكفاءة من الصهريج. يمكن أن تؤدي ظروف أسفل البئر إلى تكون قشور على أسطح العناصر المتزاوجة surfaces mating components ويمكن أن تؤثر على قدرة التحكم وعلى التشغيل الكامل لأداة أسفل البئر downhole tool وفقاً لمتغيرات التشغيل أو الظروف المتغيرة عند البئر. يمكن أن تؤدي قشور أسفل البئر downhole scale أيضاً إلى نقص في الإنتاج أو الأداء بسبب ممرات التدفق المسدودة.

ونتيجة لذلك، يتم استخدام تقنيات متعددة لتثبيط تكون القشور inhibit formation scale. وعلى الرغم من ذلك، تستمر القشور والمواد الدقائقية particulates الأخرى في إحداث قصور في المعدات

وفقد في إنتاجية البئر. يشتمل اقتراح لتثبيط القشور inhibiting scale على عملية حقن بجرعة محددة بمواد كيميائية لتثبيط القشور inhibiting scale من خلال خطوط حقن مواد كيميائية تمتد من السطح. ومع ذلك، يتمثل عيب هام لهذا الاقتراح في الاستخدام غير الفعال للمثبطات لأن ظروف الموقع وتقديم تراكم القشور لا يكون معروفاً على وجه التحديد ولا يمكن تحديده بدقة. بالتالي، يُفضل المُشغلين بشكل نمطي أن يخطأوا في الجزء التقديري وفي الحقن الزائد للمواد الكيميائية عن الحقن الناقص للمواد الكيميائية؛ ويؤدي الحقن الزائد المذكور إلى الاستخدام غير الفعال للمثبطات أو قد يتسبب في تأثيرات معاكسة نتيجة للتشبع الزائد للمثبطات oversaturation of inhibitors في الموائع الناتجة.

حتى في حالة زيادة حقن المواد الكيميائية المثبطة للقشور scale inhibiting chemicals، تظل العديد من حالات وظروف أسفل البئر تسمح بالنمو المتزايد للقشور. بالإضافة إلى ذلك، تنشأ مضاعفات إضافية عندما يتم تشغيل معدات عمليات إكمال أسفل البئر بعد بقائها راكدة لعدة شهور أو سنين لأن القشور يمكن أن تكون قد التصقت بالأجزاء.

الوصف العام للاختراع

بصفة عامة، يوفر الاختراع الحالي تقنية لمراقبة والتفاعل موضعياً مع الظروف التي تتسبب في ترسب القشور حول معدات أسفل البئر downhole equipment. في أحد النماذج، يتم تزويد نظام مراقبة وتثبيط قشور أسفل البئر downhole scale بوحدة قياس نمطية measurement module ووحدة حقن نمطية injection module. تعمل وحدة القياس النمطية على مراقبة مُتغير واحد على الأقل أسفل البئر دال على الجهد اللازم لتكون القشور. ووفقاً لمخرجات البيانات التي تم الحصول

عليها من وحدة القياس النمطية، يتم تشغيل وحدة الحقن النمطية measurement module لتزويد أسفل البئر، بحُقن موضعية لمثبط للتفاعل الكيميائي inhibitor chemical.

شرح مختصر للرسومات

سيتم فيما بعد وصف نماذج محددة لهذا الاختراع بالإشارة إلى الأشكال المرفقة، حيث تشير الأرقام المرجعية المتشابهة إلى عناصر متشابهة.

يوضح شكل ١ نظام بئر يتم استخدامه في حفرة البئر ودمج نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system، وفقاً للنموذج الخاص بالاختراع الحالي؛

شكل ٢ عبارة عن توضيح تخطيطي لأحد أمثلة نظام مراقبة القشور وتثبيطها والذي يعمل بشكل مشترك مع مكون أسفل البئر downhole component، وفقاً للنموذج الخاص بالاختراع الحالي؛

شكل ٣ عبارة عن توضيح تخطيطي لنظام مراقبة القشور وتثبيطها في عدة مواقع والمنتشرة في حفرة البئر المفردة single wellbore، وفقاً للنموذج الخاص بالاختراع الحالي؛

شكل ٤ عبارة عن رسم بياني يوضح أحد أمثلة مراقبة القشور وإجراء تثبيطها، وفقاً للنموذج الخاص بالاختراع الحالي؛

الوصف التفصيلي :

في الوصف التالي، يتم توضيح العديد من التفاصيل لفهم الاختراع الحالي. مع ذلك، سيفهم أصحاب المهارة في المجال أنه يمكن تطبيق الاختراع الحالي بدون استخدام هذه التفاصيل وأن الاختلافات أو التعديلات المتعددة يمكن أن تكون ممكنة.

بصفة عامة يتعلق الاختراع الحالي بطريقة ونظام للكشف عن وتثبيط المواد الدقائقية المُتجمعة inhibiting build up particulates. في تطبيقات متنوعة، يمكن استخدام الطريقة أو النظام لمراقبة وتثبيط القشور المتراكمة inhibit build-up scale في مواقع أسفل البئر. ومع ذلك، يمكن استخدام التقنية في العديد من البيئات والتطبيقات الأخرى.

بصفة عامة، تشتمل التقنية الحالية على معدات، وصياغة و/أو تحليل البيانات، لتسهيل الكشف عن وتثبيط التجمعات غير المرغوب فيها على معدات أسفل البئر downhole equipment. على سبيل المثال، يمكن استخدام التقنية للمراقبة وللتفاعل الموضعي locally react في الوقت الفعلي مع الظروف التي تتسبب في ترسيب القشور scale precipitation حول معدات أسفل البئر، على سبيل المثال أدوات أسفل البئر. تشتمل نماذج متعددة على معدات لمراقبة وتثبيط القشور inhibiting scale مرتبطة بهياكل متعددة لمعدات أسفل البئر، مثل عمليات إكمال أسفل البئر. تشتمل الأنواع الشائعة للقشور على كبريتات calcium sulfate، وكبريتات barium sulfate، كبريتات strontium sulfate، و calcium carbonate، و aragonite، و siderite، وكبريتيد الحديد iron sulfide، وكبريتيد zinc sulfide وكلوريد sodium chloride.

يشتمل نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ككل على جهاز مراقبة به العديد من أجهزة الاستشعار sensors تم تصميمها لأخذ قياسات الظروف في الموقع والتي يمكن أن ترتبط بالمخاطرة الزائدة لتكون القشور. على سبيل المثال، يمكن أن تشتمل القياسات في الموقع على قياسات الضغط، وقياسات الحرارة، وقياسات معدل التدفق flow rate measurements، وقياسات قطفة ماء water cut measurements، و/أو قياسات خاصية معينة للمائع، مثل قياسات قيمة الـ pH، والتركيب الكيميائي chemical composition وخواص أخرى للمائع fluid. يؤدي وجود الماء في مائع الإنتاج production fluid hydrocarbon production fluid، في ظروف متنوعة، إلى تكون

القشور. بالتالي، توفر مراقبة قطفة الماء water cut في مائع الإنتاج production fluid الذي أساسه hydrocarbon بيانات تعتبر مفيدة في نماذج محددة لنظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system. ومع ذلك، يمكن استخدام القياسات الأخرى كبديل أو بالإضافة إلى الكشف عن قطفة الماء لتوفير المزيد من الدلالات لتراكم القشور أو الجهد اللازم لتراكم القشور على الأقل. بمجرد الكشف عن الحالة، على سبيل المثال تدفق الماء، فإن إدراك تغير المُتغير يُمكن الحقن المستهدف للمواد الكيميائية المثبطة inhibitor chemicals بالقرب من أداة أسفل البئر downhole tool التي تكون عرضة لتراكم القشور. تشتمل أمثلة مثبطات قشور مناسبة على مثبطات قشور من carbonate، مثل حمض pteroyl-L-glutamic، مركبات فوسفات معالجة بـ alkyl ethoxylated phosphates:

ethylene diamine tetramethyl phosphonic acid, hexamethylenediaminepenta (methylenephosphonic) acid, diethylenetriaminepenta (methylenephosphonic) acid, N-bis (phosphonomethyl) amino acid, N-substituted aminoalkane-1,1-diphosphonic acids, بها استبدال N-، ether diphosphonate، وoligomer لحمض phosphinicosuccinic؛ مثبطات قشور كبريتات sulfate scale inhibitors، مثل حمض polyepoxysuccinic، حمض polyaspartic، حمض polyamino، وبوليمرات متجانسة ومشتركة homopolymers and copolymers لحمض acrylic acid، polyvinyl sulfonate، وخليط من :

aminotri (methylenephosphonic acid and diethylenetriamine penta(methylenephosphonic acid, and polyposphate

مثبطات قشور كبريتيد sulfide scale inhibitors، مثل hydroxyethylacrylate/بوليمر مشترك copolymer لحمض acrylic acid (ZnS)؛ أو مثبطات ملح salt inhibitors، مثل nitrilotriacetamide وأملاحه، potassium ferrocyanide، وخليط urea و ammonium chloride.

يمكن إنشاء نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system بحيث يمكنه تقليل طبقات القشور التي تكونت بالفعل. وبعبارة أخرى، بدلاً من قياس الظروف التي يمكن أن تؤدي إلى تكون القشور يمكن تصميم أجهزة الاستشعار sensors بحيث تكشف عن كمية القشور الفعلية المتراكمة على مكونات معينة. بمجرد الكشف عن كمية القشور المتراكمة، يمكن حقن مذيبات solvents مناسبة موضعياً لإزالة الترسبات المتكونة. يمكن أيضاً جمع هذه الطريقة مع الاستخدام الوقائي للمثبطات إذا كان هذا مطلوباً. بواسطة الكشف المباشر عن كمية القشور الفعلية المتراكمة على مكونات معينة، يتم الحصول على معلومات قيمة للمساعدة في بدأ إجراءات إضافية، عند الحاجة، والتي تهدف إلى إزالة القشور بواسطة طرق التدخل التقليدية، مثل مجموعة أنابيب ملتفة، جرار بئر، كبل الحفر، أو طرق الكبلات غير الكهربائية الرفيعة. في بعض التطبيقات، يمكن حذف نظام حقن مثبط يعمل أوتوماتيكياً automated inhibitor injection system ويمكن إنجاز عملية إزالة القشور بواسطة طرق بديلة. يمكن أن يكون هذا مفيداً إذا كانت خطورة القشور المتراكمة صغيرة نسبياً و/أو إذا كان الاستثمار المبدئي initial investment لنظام الحقن المتحكم controlled injection system فيه مضموناً. وتشتمل أمثلة مواد إذابة القشور scale dissolvers على مواد إذابة القشور من carbonate، مثل :

hydrochloric acid, acetic acid, formic acid, glutamic acid diacetic acid, ethylenediaminetetraacetic acid, and hydroxyethylethylenediaminetriacetic acid

ومواد إذابة القشور من الكبريتيك sulfate scale dissolvers، مثل :

diethylenetriaminepentaacetic acid, and diethylenetriaminepentaacetic acid(penta potassium salt)

ومواد إذابة القشور من الكبريتيد sulfide scale dissolvers، مثل hydrochloric acid، diammonium dihydrogen ethylenediaminetetraacetate؛ ومواد إذابة من الملح salt dissolvers، مثل الماء.

في بعض النماذج، يمكن أن يشتمل نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system على أنظمة متعددة. على سبيل لمثال، يمكن أن يشتمل نظام مراقبة القشور وتثبيطها على أجهزة المراقبة متعددة وأجهزة حقن متعددة multiple injection devices لتوفير تحكم في، على سبيل المثال، بئر منتجة عند مستويات صهريج محددة. في بعض التطبيقات، يتم خلط المادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical التي يتم حقنها مع تدفق الإنتاج قبل تخفيف تراكم القشور بفاعلية. يُمكن استخدام أنظمة متعددة من قياس ظروف إنتاج القشور عند مواقع مختلفة محل الاهتمام، على سبيل المثال حول معدات قابلة للتحرك أو قابلة للضبط، بينما يتم حقن عوامل تثبيط القشور inhibiting scale قبل الموقع المطلوب. يمكن أن يوفر فصل عملية القياس عن عملية الحقن منطقة خلط والتي تسمح بأن يتم خلط عامل أو عوامل التثبيط inhibitor agents جيداً مع تدفق الإنتاج قبل الوصول إلى الموقع المطلوب.

بالإشارة إلى شكل ١ بشكل عام، يتم توضيح نموذج لنظام بئر ٢٠ وهو منتشر في البئر ٢٢. يتم تحديد البئر ٢٢ بواسطة حفر البئر ٢٤ والذي يمكن تبطينه باستخدام بطانة أو غلاف ٢٦. في النموذج الموضح، تمتد حفرة البئر في منطقة جوفية وخلال تكوينات صهريج واحد أو أكثر، مثل تكوينات الصهريج ٢٨، ٣٠. تحتوي الصهاريج ٢٨، ٣٠ موائع إنتاج مطلوبة، مثل النفط و/أو

الغاز. بناءً على بيئة وترتيب الصهاريج ٢٨، ٣٠، يمكن أن يكون لحفرة البئر ٢٤ أقسام عمودية أو منحرفة ممتدة خلال مناطق الصهريج. في النموذج الموضح، على سبيل المثال، تشتمل حفرة البئر ٢٤ على أقسام حفرة بئر منحرفة أو جانبية وهي تمثل واحد أو أكثر من أقسام حفرة البئر الجانبية lateral wellbore sections.

يتم توصيل سلسلة معدات أسفل البئر downhole equipment string ٣٢، على سبيل المثال سلسلة أنابيب إكمال completion tubing، في أسفل البئر من المنصة السطحية أو أي معدات انتشار deployment equipment أخرى ٣٣ ويمكن أن تشتمل على معدات أسفل بئر متعددة ٣٤، مثل معدات إكمال عمليات أسفل البئر. على سبيل المثال، تشتمل معدات إكمال عمليات أسفل البئر ٣٤ على أجهزة عزل متعددة plurality isolation devices ٣٦، مثل الحشوات packers، يتم نشرها لعزل مناطق أسفل بئر محددة، مثل الصهاريج الممتدة على أكثر من منطقة ٢٨، ٣٠. يمكن أن تشتمل معدات أكمال أسفل البئر ٣٤، أو أي معدات أخرى لأسفل البئر على واحد أو أكثر من أدوات أسفل البئر ٣٨ والتي يمكن أن يكون بها أجزاء متحركة تكون عُرضة للتراكم المحتمل للقشور. في العديد من التطبيقات، تشتمل أداة أسفل بئر واحدة على الأقل ٣٨ على صمام valve ٤٠، مثل صمام التحكم في الدفق flow control valve. ومع ذلك، يمكن أن تشتمل أداة أسفل البئر downhole tool ٣٨ على مجموعة أنابيب إكمال عرضة لتراكم القشور.

تشتمل معدات أسفل البئر downhole equipment ٣٤ أيضاً على نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢. يتم تصميم النظام ٤٢ لمراقبة واحد أو أكثر من متغيرات أسفل البئر الدالة على إمكانية تراكم القشور وأيضاً لتتفاعل موضعياً بالنسبة لأداة أسفل بئر محددة ٣٨. يمكن أن يشتمل التفاعل الموضعي local reaction على حقن مثبط للقشور

injecting a scale inhibitor بالقرب من أداة أسفل البئر للتفاعل downhole tool reaction مع أداة أسفل البئر downhole tool، وبالتالي منع، أو تحديد و/أو إزالة ترسيب القشور scale precipitation.

في النموذج الموضح، يمكن أن يشتمل نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ على وحدة مراقبة نمطية monitoring module ٤٤ بها جهاز استشعار sensors ٤٦ أو أكثر تم تصميمه للكشف عن متغير بئر واحد على الأقل والذي يدل على التراكم أو تراكم القشور المحتمل على أداة أسفل البئر الموضعية local downhole tool ٣٨.

يوضح شكل ١ نظام مراقبة القشور وتثبيطها ٤٢ علوي والذي يتم فيه تصميم وحدة المراقبة النمطية ٤٤ في صورة جهاز ثانوي مقترن مباشرة داخل سلسلة معدات أسفل البئر downhole equipment string ٣٢. ومع ذلك، يمكن أن يكون لوحدة المراقبة النمطية ٤٤ وأجهزة الاستشعار ٤٦ العديد من الأشكال. على سبيل المثال، يتم توضيح نظام مراقبة القشور وتثبيطها ٤٢ سفلي مزود بأجهزة استشعار مستقلة independent sensors ٤٦.

بناءً على خواص البيئة الجوفية subterranean environment والاستخدام المحدد، يمكن تصميم أجهزة الاستشعار ٤٦ للكشف عن متغيرات متعددة تدل على ظروف تؤدي إلى تراكم القشور. على سبيل المثال، يمكن تصميم أجهزة الاستشعار ٤٦ للكشف عن الفروقات بين الضغط، ودرجة الحرارة، ومعدل التدفق flow rate، وقطفة الماء water cut أو تركيبات متعددة منها و/أو متغيرات أسفل بئر أخرى. وكما ذكر أعلاه، يمكن استخدام الكشف عن قطفة الماء في مائع الهيدروكربون المنتج produced hydrocarbon fluid في العديد من التطبيقات كدليل قوي لتكون القشور المحتمل على أداة أسفل البئر downhole tool القريبة ٣٨. يمكن أيضاً تصميم أجهزة الاستشعار sensors للكشف عن تراكم القشور بعد حدوث الترسبات بالفعل على مكونات

محددة أو أقسام الاختبار. قد يكون هذا الاقتراح مميزاً أو متمماً في الحالات التي يكون في عملية إزالة القشور سهل التحكم فيها عن منع تكون القشور.

بالإشارة مرة أخرى لشكل ١، يشتمل كل نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ أيضاً على وحدة حقن نمطية injection module أو أداة ٤٨ التي تعمل بالاشتراك مع وحدة المراقبة النمطية monitoring module ٤٤. على سبيل المثال، يمكن معالجة مخرجات بيانات جهاز الاستشعار التي تم الحصول عليها من وحدة المراقبة النمطية ٤٤ بواسطة نظام تحكم ٥٠ ويتم استخدامها لتحديد تكون القشور المحتمل. يتم استخدام نظام التحكم ٥٠ لتنشيط وحدة الحقن النمطية المناظرة corresponding injection module ٤٨ للاستخدام الموضعي لمادة كيميائية مثبطة للقشور scale inhibitor chemical. على سبيل المثال، يمكن أن يكون نظام التحكم ٥٠ عبارة عن نظام أساسه وحدة معالجة موضوعه على سطح الموضع ٥٢، كما هو موضح، أو عند موضع أسفل البئر. على سبيل المثال، يمكن دمج نظام التحكم ٥٠ داخل أو يتم يتم وضعه بالقرب من واحد أو أكثر من وحدات الحقن النمطية ٤٨ للتحكم في وحدات حقن نمطية فردية أو متعددة individual or multiple injection modules. ونتيجة لذلك، يمكن اتخاذ قرار الحقن أسل البئر لوحدة حقن نمطية واحدة أو أكثر من خلال إشارات تحكم يتم إرسالها بواسطة خط اتصال مباشر أو لاسلكياً.

تتيح البيانات التي تم الحصول عليها بواسطة وحدة المراقبة النمطية ٤٤ والتي يتم توفيرها لنظام التحكم ٥٠ سيطرة دقيقة على وحدة الحقن النمطية measurement module ٤٨ لوضع الكمية المناسبة من المثبط الكيميائي chemical inhibitor للحفاظ على التشغيل المستمر لأداة أسفل البئر المناظرة corresponding downhole tool ٣٨. في تطبيقات محددة، يتيح تشغيل البيانات في الوقت الفعلي من وحدة المراقبة النمطية monitoring module ٤٤ تنفيذ الحقن الأوتوماتيكي

implement automatic في الوقت الفعلي لكميات مناسبة من المادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical من خلال وحدة الحقن النمطية measurement module ٤٨. في تطبيقات أخرى، يمكن استخدام نظام التحكم ٥٠ وفقاً للبيانات التي تم الحصول عليها من وحدات المراقبة النمطية ٤٤ ليتم اختيارياً إرسال أمر سطحي إلى وحدة أو وحدات حقن نمطية injection module or modules محددة ٤٨.

يمكن إنشاء وحدة الحقن النمطية ٤٨ في أشكال متعددة مع صمامات valves متعددة يمكن التحكم فيها، أو فوهات orifices، أو أي مكونات أخرى مُصممة لإتاحة حقن المثبط المطلوب، أو مواد الإذابة dissolving، أو المادة أو المواد الكيميائية. في أحد النماذج، تشتمل وحدة الحقن النمطية ٤٨ على جهاز حقن ثانوي injection sub مدمجة مباشرةً في سلسلة معدات أسفل البئر downhole equipment string ٣٢، كما هو موضح في نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ في شكل ١. في هذا النموذج، يقوم جهاز الحقن الثانوي injection sub ٤٨ بحقن المادة الكيميائية المثبطة injection of inhibitor chemical قبل أداة أسفل البئر downhole tool للسماح بخلط المادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical مع مائع البئر المنتج والتدفق إلى أداة أسفل البئر ٣٨ للتفاعل مع الأداة. في نماذج أخرى، نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ السفلي الموضح، يمكن أن يقوم تقوم وحدة الحقن النمطية ٤٨ بحقن واحدة أو أكثر من المواد الكيميائية المثبطة inhibitor chemicals مباشرةً في أداة أسفل البئر المناظرة corresponding downhole tool ٣٨ من خلال خطوط حقن ٥٤ أو أي ممرات حقن injection passages أخرى مناسبة.

بغض النظر عن التصميم المحدد لوحدة الحقن النمطية measurement module ٤٨، تتيح مراقبة واحد أو أكثر من متغيرات أسفل البئر، مثل الضغط، ودرجة الحرارة، ومعدل التدفق flow rate،

وقطفة الماء water cut و/أو كمية القشور المتراكمة، ضبط الصمامات valves أو آلية تحكم أخرى داخل وحدة الحقن النمطية ٤٨ على نحو ملائم لحقن الكمية الدقيقة precise amount من المادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical للتخلص من و/أو منع تكون القشور. على سبيل المثال، يمكن إمداد كل وحدة حقن نمطية injection module ٤٨ بالقدرة من خلال توفير طاقة كهربائية من خلال خط اتصال ٥٦ موجه إلى أسفل البئر إلى واحد أو أكثر من وحدات الحقن النمطية ٤٨ من نظام التحكم ٥٠ أو من مصدر قدرة آخر مناسب. يمكن أن يشتمل خط الاتصال ٥٦ أيضاً على خطوط إشارة بيانات لنقل إشارات البيانات من واحد أو أكثر من وحدات المراقبة النمطية ٤٤ و/أو نقل إشارات الأوامر إلى وحدات الحقن النمطية ٤٨ و/أو وحدات نظام التحكم النمطية control system modules ٥٠ الموضوعة أسفل البئر. يمكن أيضاً أن يشتمل خط الاتصال ٥٦ المستخدم لنقل البيانات على خط اتصال لاسلكي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن إمداد مادة كيميائية مثبطة للقشور scale inhibitor chemical أو أكثر في وحدات الحقن النمطية من خلال خط اتصال منفصل أو مجمع ٥٨ موجه إلى أسفل البئر من نظام إمداد supply system ٦٠ يحتوي على واحد أو أكثر من المواد الكيميائية المثبطة للقشور scale inhibiting chemicals ٦٢.

في بعض التطبيقات، يمكن أيضاً أن يشتمل نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ على وحدة خلط نمطية mixing module ٦٤، مثل جهاز خلط ثانوي mixing sub، مصمم لتحسين عملية خلط المواد الكيميائية المثبطة للقشور ٦٢. على سبيل المثال، يمكن تصميم وحدة الخلط النمطية ٦٤ لتعزيز عملية خلط المواد الكيميائية المثبطة للقشور ٦٢ مع مائع الإنتاج المتدفق flowing production fluid، مثل النفط، للحصول على تشتيت فعال للمادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical فوق أداة أسفل البئر downhole tool ٣٨. في تطبيقات أخرى، يمكن تصميم وحدة الخلط النمطية mixing sub ٦٤ لخلط واحد أو أكثر من المواد

الكيميائية المثبطة للقشور scale inhibiting chemicals ٦٢ مع بعضها البعض و/أو مع مائع الإنتاج المتدفق flowing production fluid لتعزيز التخلص من و/أو منع القشور. يجب ملاحظة أنه يمكن تصميم وحدة الإمداد supply ٦٠، وخطوط الاتصال ٥٨ ونظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ ككل لوضع المادة الكيميائية المثبطة للقشور إما بشكل مخلوط أو بشكل مستقل.

بالإشارة إلى شكل ٢ بشكل عام، يتم توضيح أحد أمثلة نظام مراقبة القشور وتثبيطها ٤٢ وهو موصول في سلسلة معدات أسفل البئر downhole equipment string ٣٢ للاشتراك مع أداة أسفل البئر downhole tool ٣٨ القريبة. في هذا المثال، تكون أداة أسفل البئر ٣٨ عبارة عن صمام تحكم في التدفق flow control valve والذي يمكن تشغيله بشكل انتقائي للتحكم في التدفق بامتداد سلسلة معدات أسفل البئر . يتم إنشاء كل من وحدة القياس النمطية measurement module ٤٤، ووحدة الحقن النمطية ٤٨ ووحدة الخلط النمطية mixing sub ٦٤ في صورة أجهزة ثانوية subs متصلة مباشرةً في سلسلة معدات أسفل البئر ٣٢. تكون وحدة الخلط النمطية ٦٤ عبارة عن وحدة خلط نمطية غير مضرة non-invasive mixer module والتي تقوم بفصل وحدة المراقبة النمطية monitoring module ٤٤ من وحدة الحقن النمطية measurement module ٤٨ ويمكن تصميمها لتوفير إسقاط للحد الأدنى من الضغط بطول وحدة الخلط النمطية والسماح بالمرور من خلال أدوات التدخل. كما هو موضح، يمكن إقران المكونات داخل سلسلة معدات أسفل البئر ٣٢ في موقع قبل صمام التحكم في التدفق flow control valve ٤٠.

تم تصميم وحدة القياس النمطية measurement module لقياس واحد أو أكثر من المتغيرات الدالة على تكون القشور، كما تمت مناقشته أعلاه. يمكن جمع القياسات مع نماذج متعددة، والبيانات المعروفة لعلم خصائص الصخور (مثل الكربونات العُرضة لتكون القشور) وبيانات عن تركيب

المائع المنتج produced fluid لسهيل عملية التحليل بواسطة نظام تحكم ٥٠ أساسه وحدة معالجة. على سبيل المثال، يتم إنتاج بعض الآبار باستخدام طرق الغمر بماء البحر والتي تزيد من خطر تكون القشور بسبب إمكانية حدوث التلوث بماء البحر من آبار الإنتاج. تؤدي هذه المعلومة إلى الإنشاء والاستخدام المناسب لكل من وحدة المراقبة النمطية monitoring module ٤٤ ونظام التحكم ٥٠ للاستخدام المناسب لحقن المادة الكيميائية المثبطة injection of inhibitor chemical. كما تمت مناقشته أعلاه، يمكن استخدام نظام التحكم ٥٠ لعمل تعديلات أوتوماتيكية في الوقت الفعلي لنظام حقن المادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical injection regime على أساس مخرجات البيانات بواسطة وحدة المراقبة النمطية ٤٤.

في تطبيقات محددة، يتأثر اختيار فواصل زمنية مناسبة أو مثلى لجدول/نظام الحقن بوجود الماء. في حالة عدم وجود الماء في مائع الإنتاج المتدفق flowing production fluid، لا يكون هناك حاجة إلى عوامل لتثبيط القشور scale inhibiting agents، على الأقل في بعض البيئات. بالتالي، يتم تصميم نماذج محددة لنظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ لتستجيب لوجود الماء، أو أي دلالات أخرى لتكون القشور، وللبدء والتعطيل الاختياري لجدول الحرق على أساس متغيرات أسفل البئر المذكورة. وغالباً ما يتضمن اختيار فواصل زمنية مناسبة أو مثلى للحقن تحديد كمية ونوع المادة الكيميائية أو الخليط الكيميائي المراد حقنه.

بناءً على البيئة التي يتم فيها استخدام نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system، يمكن تصميم وحدة القياس النمطية measurement module ٤٤ لمراقبة المتغيرات الإضافية أو البديلة. على سبيل المثال، يمكن لوحدة القياس النمطية مراقبة: فروق الضغط عبر مجموعة الأنابيب (الحيز الحلقي مقابل القُطر الداخلي annulus versus internal)؛ وموضع صمام التحكم في التدفق flow control valve أو أي أداة أسفل بئر أخرى؛ والحالة الفنية

لمكونات الإكمال؛ أو أي متغيرات أخرى التي قد توفر الدلالات المطلوبة في بيئة معينة. في بعض البيئات، على سبيل المثال، يمكن أن تكون مراقبة المقاومة مفيدة في تحديد تراكم القشور.

على نحو مشابه، يمكن تصميم وحدة حقن المادة الكيميائية النمطية chemical injection module لتلائم أنواع متعدد من البيئات والتطبيقات. في بعض التطبيقات، يكون لكل وحدة حقن مادة كيميائية نمطية ٤٨ خطي اتصال، مثل خطوط الاتصال ٥٦، ٥٨، الموجهة من السطح والمتصلة بالوحدة النمطية module. يمكن أيضاً تصميم وحدة حقن المادة الكيميائية النمطية بحيث تتنوع جرعة المادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical التي يتم حقنها و/أو لغلق خط الحقن تماماً. في بعض البيئات، يتم تصميم وحدة الحقن النمطية بحيث تتنوع جرعة المادة الكيميائية المثبطة من خلال جهاز متغير إلكترونياً ٦٦، مثل صمام valve يمكن التحكم فيه أو منفذ متغير، بينما في بعض الحالات تبقى فتحة المنفذ ثابتة. إذا ظلت فتحة المنفذ ثابتة، يمكن أن تغيير الجرعة بواسطة تقنيات أخرى، مثل استخدام التوصيل بنبضات أو عند فواصل زمنية. يمكن استخدام هذه التقنيات أو تقنيات أخرى للتحكم في توصيل المادة الكيميائية المثبطة ٦٢ بشكل فردي أو بشكل مشترك.

في بعض التطبيقات، يُعد مطلوباً قياس ومراقبة متغيرات أسفل البئر في أكثر من موقع للحصول على تمثيل أفضل للظروف في مواقع مختلفة بطول البئر ٢٢. يتيح أيضاً هذا النوع من الأنظمة المتعددة حقن المادة الكيميائية المثبطة injection of inhibitor chemical في عدة مواقع لتخفيف نمو القشور على المعدات عند مواقع متعددة بطول سلسلة معدات أسفل البئر downhole equipment string ٣٢.

في هذه التطبيقات، ينتفع نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ ككل بمجموعة من الأنظمة التي بها العديد من وحدات المراقبة النمطية monitoring modules

٤٤ ووحدات الحقن النمطية injection modules ٤٨ لإتاحة التحكم في حقن مثبطات القشور scale inhibitors في مواقع متعددة، كما هو موضح في المثال التخطيطي لشكل ٣.

في النموذج الموضح في شكل ٣، يتم توضيح نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ متعدد يتم فيه نشر العديد من وحدات المراقبة النمطية ٤٤ ووحدات الحقن النمطية ٤٨ في مواقع متعددة ٦٨ بطول سلسلة معدات أسفل البئر downhole equipment string ٣٢. في هذا المثال، يتم توضيح كل توليفة فريدة من وحدة مراقبة نمطية ٤٤ ووحدة حقن نمطية ٤٨ (ووحدة خلط نمطية mixing module ٦٤ محتملة) في صورة نظام حقن في ظروف معينة condition and injection (CI) ٧٠. تكون عدة أنظمة CI على الأقل بالقرب من أداة أسفل بئر مناظرة corresponding downhole tool ٣٨ ويمكن وضعها قبل الأداة ٣٨ مباشرةً أو بعدها.

في بعض التطبيقات، يمكن وضع واحد أو أكثر من نظم الـ CI ٧٠ بشكل منفصل عن أدوات أسفل البئر ٣٨. على سبيل المثال، لا يتم بالضرورة نشر نظم الـ CI ٧٠ وأدوات أسفل البئر المناظرة في علاقة أحادية. بدلاً من ذلك، يمكن أن تستخدم هذه التطبيقات أعداد مختلفة من نظم الـ CI ٧٠ وأدوات أسفل البئر ٣٨. بالإضافة إلى ذلك، يمكن ربط نظم الـ CI ٧٠ بشكل مجمع في نظام التحكم ٥٠ للتحكم الفردي و/أو التحكم المشترك. كنتيجة لذلك، يكون النظام المتعدد قابل للتكيف بالنسبة لمجموعة مناسبة لحالات أسفل البئر. على سبيل المثال، إذا دلت معلومات المراقبة التي تم الحصول عليها من نظام CI واحد والموجود عند أحد المواقع ٦٨ على وجود حالات تكون قشور، يمكن حقن المادة الكيميائية المثبطة injection of inhibitor chemical ٦٢ عند موقع منفصل قبلي ٦٨. يمكن اختيار موقع الحقن القبلي للسماح بوجود مسافة بين موقع الحقن وأداة أسفل البئر downhole tool محل الاهتمام ٣٨ وذلك ليختلط بفاعلية مع مائع الإنتاج production fluid وتخفيف أفضل لتكون القشور في الموقع البعدي. ومع ذلك، في تطبيقات أخرى، يمكن أن تحدث

مراقبة حالة/متغير حفرة البئر وحقن المادة الكيميائية المثبطة إلى حدٍ كبير في لنفس الموقع ٦٨ مثل أداة أسفل البئر محل الاهتمام ٣٨. في بعض التطبيقات، يمكن أن تكون نقطة الحقن injection point بعد أداة أسفل البئر محل الاهتمام ٣٨.

وفقاً لأحد النماذج، يتم إنشاء نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ واحد على الأقل حيث يكون نظام الحقن الموزع له نظم الـ CI ٧٠ متعددة. في هذا المثال، تقوم وحدات المراقبة النمطية monitoring modules ٤٤ أيضاً بمراقبة معدلات التدفق النطاقية monitor zonal flow لتحديد التناسب النسبي لمائع الحقن relative proportion of injection fluid المطلوب عند كل موقع لنظام الـ CI. يمكن أن يكون استخدام هذا النوع من النماذج مفيداً عند مزج موائع الإنتاج production fluids الموجودة بين الأقسام المختلفة لنظم الـ CI ٧٠، كما هو الحال عند استخدام صمامات التدفق الدائمة permanent flow valves للتحكم في العمليات التي تحدث من مناطق الصهريج المستقلة المتعددة.

في بعض نماذج نظام مراقبة القشور وتثبيطها ٤٢، يكون عدد خطوط الاتصال، مثل خطوط الاتصال ٥٦، ٥٨، الممتدة من الموقع السطح ٥٢ محدوداً. على سبيل المثال، يمكن ربط قدرة كهربائية مفردة وخط اتصال ٥٦ مع خط حقن مادة كيميائية مفرد single chemical injection line ٥٨ لحمل القدرة، والبيانات ومادة كيميائية مثبطة inhibitor chemical للعديد من وحدات المراقبة النمطية monitoring modules ٤٤ ووحدات حقن نمطية injection modules ٤٨ مقترنة ببعضها البعض على التوالي. بناءً على البيانات التي يتم الحصول عليها من وحدات المراقبة النمطية المفردة individual monitoring modules ٤٤، يمكن استخدام نظام التحكم ٥٠ للحصول على تحكم مناسب وإشارات قدرة لوحدات حقن نمطية محددة ٤٨ لحقن المواد الكيميائية المثبطة ٦٢ من خلال حط حقن مواد كيميائية فردي ٥٨.

في تطبيقات البئر المتعددة، تشتمل عمليات إكمال أسفل البئر ٣٤ أيضاً على معدات مراقبة وتحكم في الصهريج لها قدرة على استرجاع القياسات في الموقع، مثل قياسات الضغط، وقياسات درجة الحرارة ومعلومات تشغيل الصمام valve من أجهزة استشعار sensors لتحديد موقع صمام التحكم في التدفق flow control valve، وأنواع أخرى من القياسات /المعلومات. يمكن أيضاً إرسال هذه المعلومات إلى نظام التحكم ٦٠ وتشغيلها بالاشتراك مع البيانات التي تم الحصول عليها من وحدات المراقبة النمطية monitoring modules ٤٤ لتسهيل تحكم أفضل في حقن المادة الكيميائية المثبطة injection of inhibitor chemical ٦٢ من خلال وحدات حقن نمطية محددة ٤٨. في هذا النموذج، يمكن إقران خطوط اتصال إضافية additional communication lines، مثل خطوط القدرة وخطوط البيانات، مع نظام التحكم ٥٠.

يمكن أن تنتفع بعض النماذج بواحد أو أكثر من خطوط حقن المواد الكيميائية chemical injection lines ٥٨ التي تستخدم للحصول على صيغ مختلفة للمواد الكيميائية المثبطة inhibitor chemicals ٦٢ لمهام منع/إزالة القشور المتنوعة أسفل البئر. في هذا النموذج، يمكن برمجة نظام التحكم ٥٠ للحصول على حقن متحكم فيه لجرعة مناسبة من كل من المواد الكيميائية المثبطة المتعددة variety of inhibitor chemicals ٦٢، وبالتالي السماح بأن يتم حقن المواد الكيميائية وفقاً للظروف المحيطة. ينبغي أيضاً ملاحظة أنه يمكن توفير خطوط الاتصال الإضافية، مثل القدرة، والبيانات وخطوط الحقن، لتحقيق وفرة تتيح التشغيل المستمر إذا تضررت خطوط الاتصال المفردة أثناء إدخالها. يمكن أيضاً أن يؤدي استخدام خطي قدرة /بيانات كهربائيين أو أكثر إلى تقليل تأثير الضوضاء الطاهر على خطوط الاتصال.

بالإشارة إلى شكل ٤ بشكل عام، يتم توفير مثال تشغيلي فيما يتعلق باستخدام نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ لمراقبة موقع حفرة البئر وللتفاعل

موضعياً في الوقت الفعلي للظروف التي تتسبب في ترسيب القشور scale precipitation حول معدات أسفل البئر downhole equipment. على الرغم من ذلك، ينبغي ملاحظة، أنه يمكن استخدام العديد من الإجراءات التشغيلية بناءً على بيئة وتصميم النظام الكلي للتحكم في القشور overall scale control system، مثل عدد وحدات المراقبة النمطية monitoring modules ٤٤ ووحدات الحقن النمطية injection modules ٤٨. في هذا المثال المحدد، يتم أولياً قياس ومراقبة واحد أو أكثر من متغيرات موقع أسفل البئر من خلال وحدة مراقبة نمطية واحدة على الأقل ٤٤، كما هو مشار إلية في المربع ٧٢.

تتم معالجة مخرجات البيانات التي تم الحصول عليها بواسطة وحدة مراقبة نمطية ٤٤ واحدة على الأقل من خلال نظام تحكم أساسه وحدة معالجة ٥٠ لتحديد تكون القشور المحتمل، كما هو مشار إلية في المربع ٧٢. يمكن أن ينتفع نظام التحكم ٥٠ من مجموعة متنوعة من البيانات، مثل بيانات عن قطفة الماء water cut، التي يتم الحصول عليها بواسطة وحدة المراقبة النمطية ٤٤ وربما من أجهزة استشعار sensors أخرى في عملية إكمال أسفل البئر ٣٤.

تتم معالجة البيانات وإذا تم تحديد تكون القشور أو تكون قشور محتمل، يتم حقن مادة (مواد) كيميائية مثبطة للقشور scale inhibitor chemical(s) ٦٢ في أسفل البئر بكميات محددة في واحد أو أكثر من المواقع المحددة من خلال وحدة حقن نمطية injection module ٤٨ واحدة على الأقل، كما هو مشار إلية في المربع ٧٦. عند حقن المادة الكيميائية المثبطة للقشور scale inhibitor chemical بدقة، يتم إنجاز استخدام المادة الكيميائية ولا يزال في الوقت نفسه يتيح تفاعل كافٍ لمثبط القشور scale inhibitor مع مكون أسفل البئر downhole component محل الاهتمام ٣٨، كما هو مشار إلية في المربع ٧٨. ويسمح هذا بالتشغيل المستمر، الذي يمكن الاعتماد عليه لمكون أسفل البئر محل الاهتمام ٣٨، كما هو مشار إلية في المربع ٨٠. ينبغي ملاحظة أنه يمكن تصميم

واحد أو أكثر من المواد الكيميائية المثبطة ٦٢ لإزالة القشور و/أو منع ترسيب القشور scale precipitation على أداة أسفل البئر downhole tool.

يمكن إنجاز الكشف عن أو تثبيط تكون القشور inhibit formation scale في بيئات متعددة مع العديد من ترتيبات المكونات. على سبيل المثال، يمكن إنشاء نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system ٤٢ في تشكيلات مختلفة مع العديد من أنواع المكونات والتي يتم تضمينها في عمليات إكمال أسفل البئر أو أي معدات أسفل البئر downhole equipment أخرى. يمكن إنجاز مراقبة متغيرات أسفل البئر التي تدل على تكون القشور بواسطة العديد من أجهزة الاستشعار sensors وفقاً للبيئة، مثل نوع التكون المحيط ونوع نظام التحكم المنفذ control system implemented. يمكن تحقيق التحكم في عملية حقن المادة الكيميائية المثبطة injection of inhibitor chemical بواسطة العديد من أنواع أجهزة الحقن الثانوية injection subs أو أجهزة حقن أخرى.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن تشغيل وحدة الحقن النمطية كهربائياً injection module electrically أو هيدروليا hydraulically أو بطريقة أخرى للتحكم في مجموعة متنوعة من الصمامات valves، والفوهات orifices، والمنافذ ports، أو أي سمات أخرى قادرة على التحكم في كمية المادة الكيميائية المثبطة inhibitor chemical المحددة التي سيتم حقنها للتفاعل مع أداة أسفل البئر المناظرة corresponding downhole tool.

يمكن أن يكون لنظام التحكم العديد من التشكيلات والبرامج لمعالجة البيانات المستقبلة من واحد أو أكثر من وحدات المراقبة النمطية monitoring modules ولممارسة التحكم في وحدات الحقن النمطية المناظرة corresponding injection modules. في العديد من التطبيقات، يتم تصميم نظام

التحكم لممارسة التحكم الأوتوماتيكي، في الوقت الفعلي وحدات الحقن النمطية injection modules على أساس البيانات التي تم الحصول عليها في الوقت الفعلي من وحدات المراقبة النمطية من خلال خط اتصال مناظر corresponding communication line.

٥ على الرغم من أنه تم وصف القليل من نماذج الاختراع الحالي بالتفصيل أعلاه، سيقدر أصحاب المهارة في المجال بسهولة أن العديد من التعديلات ستكون ممكنة بدون البتعاد عن المعلومات الواردة في هذا الاختراع. وفقاً لذلك، سيتم إدراج هذه التعديلات ضمن نطاق الاختراع كما هو موضح في عناصر الحماية.

عناصر الحماية

١ ١- نظام للكشف عن تكون القشور والتحكم فيها في حفرة بئر يشتمل على:

٢ سلسلة أنابيب إكمال completion tubing منتشرة في حفرة البئر، تشتمل سلسلة أنابيب

٣ إكمال على:

٤ مكون أسفل البئر downhole component المُعرض لتكون القشور؛ و

٥ نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system به وحدة قياس

٦ نمطية measurement module قادرة على الكشف عن متغير واحد على الأقل أسفل البئر

٧ يدل على إمكانية تراكم القشور؛ وأداة حقن مادة كيميائية chemical injection tool لحقن

٨ مادة كيميائية مثبطة للقشور injecting scale inhibitor chemical في حفرة البئر للتفاعل

٩ مع مكون أسفل البئر وفقاً للمخرجات التي يتم الحصول عليها من وحدة القياس النمطية ،

١٠ وخلاَّطة مائع تم وضعها في حفرة البئر لخلط المادة الكيميائية المثبطة للقشور scale

١١ inhibitor chemical.

١ ٢- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث يشتمل مكون أسفل البئر downhole

٢ component على مجموعة أنابيب إكمال completion tubing.

١ ٣- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث يشتمل مكون أسفل البئر downhole

٢ component على صمام تحكم في التدفق flow control valve.

١ ٤- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث تشتمل أداة حقن المادة الكيميائية chemical

٢ injection tool على جهاز حقن مادة كيميائية ثانوي chemical injection sub تم وضعه

٣ في سلسلة أنابيب الإكمال completions string.

٥- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث تشتمل أداة الحقن الكيميائي chemical injection tool على وحدة حقن نمطية injection module ويشتمل خلاط المائع fluid mixer على وحدة خلط نمطية mixing module، حيث يتم وضع الوحدة النمطية للخلط لفصل قياسات الوحدة النمطية measurement module عن الوحدة النمطية للحقن injection module.

٦- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث يتم وضع وحدة القياس النمطية measurement module بالقرب من مكون أسفل البئر downhole component.

٧- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث يشتمل نظام مراقبة القشور وتثبيطها scale monitoring and inhibition system على العديد من وحدات القياس النمطية measurement modules والعديد من أدوات حقن المادة الكيميائية chemical injection tools.

٨- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث يتم تشغيل وحدة القياس النمطية measurement module وأداة حقن المادة الكيميائية chemical injection tool في الوقت الفعلي فيما يتعلق بالتغيرات في متغير أسفل بئر downhole parameter واحد على الأقل.

٩- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث تكشف وحدة القياس النمطية measurement module عن قطفة ماء Water cut.

١٠- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث تكشف وحدة القياس النمطية measurement module عن التغيرات في الضغط.

١١- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث تكشف وحدة القياس النمطية measurement module عن التغيرات في درجات الحرارة.

١٢- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ١، حيث تكشف وحدة القياس النمطية measurement module عن التغيرات في معدلات التدفق flow rate.

١٣- طريقة لتقليل تكون القشور في حفرة بئر، تشتمل على:

قياس متغير واحد على الأقل لبئر في موقع مقترن بمكون للبئر؛

تحديد ظروف إمكانية تكون القشور على أساس القياسات الخاصة بمتغير واحد على الأقل؛

حقن مادة كيميائية مثبطة للقشور injecting scale inhibitor chemical وفقاً لأمر نظام تحكم، على أساس ظروف إمكانية تكون القشور، في المنطقة التي تتسبب في تفاعل المادة الكيميائية المثبطة للقشور scale inhibitor chemical مع مكون البئر؛ و

خلط المواد الكيميائية المثبطة للقشور باستخدام خلاط مائع fluid mixer تم وضعه في حفرة البئر.

١٤- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم ١٣، حيث تشتمل عملية القياس الكشف عن قطفة ماء في مائع الهيدروكربون المنتج produced hydrocarbon fluid.

١٥- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم ١٣، حيث تشتمل عملية القياس الكشف عن التغييرات في درجة الحرارة، والضغط والتدفق.

١٦- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم ١٣، حيث تشتمل عملية القياس مراقبة متغير واحد على الأقل بالإضافة إلى وحدة قياس نمطية measurement module يتم وضعها في أسفل البئر بالقرب من مكون البئر.

١٧- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم ١٣، حيث تشتمل عملية الحقن على حقن خليط من المواد الكيميائية المثبطة للقشور scale inhibiting chemicals.

١٨- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم ١٣، حيث تشتمل عملية الحقن على حقن أوتوماتيكي automatically injecting في الوقت الفعلي على أساس التغيرات في متغير واحد على الأقل.

١٩- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم ١٣، تشتمل أيضاً على توجيه كل من خط كهربائي electrical line وخط حقن مادة كيميائية chemical injection في وحدة حقن مادة كيميائية نمطية chemical injection module للحصول على كل من المادة الكيميائية المثبطة للقشور scale inhibitor chemical والقدرة لوحدة حقن المادة الكيميائية النمطية.

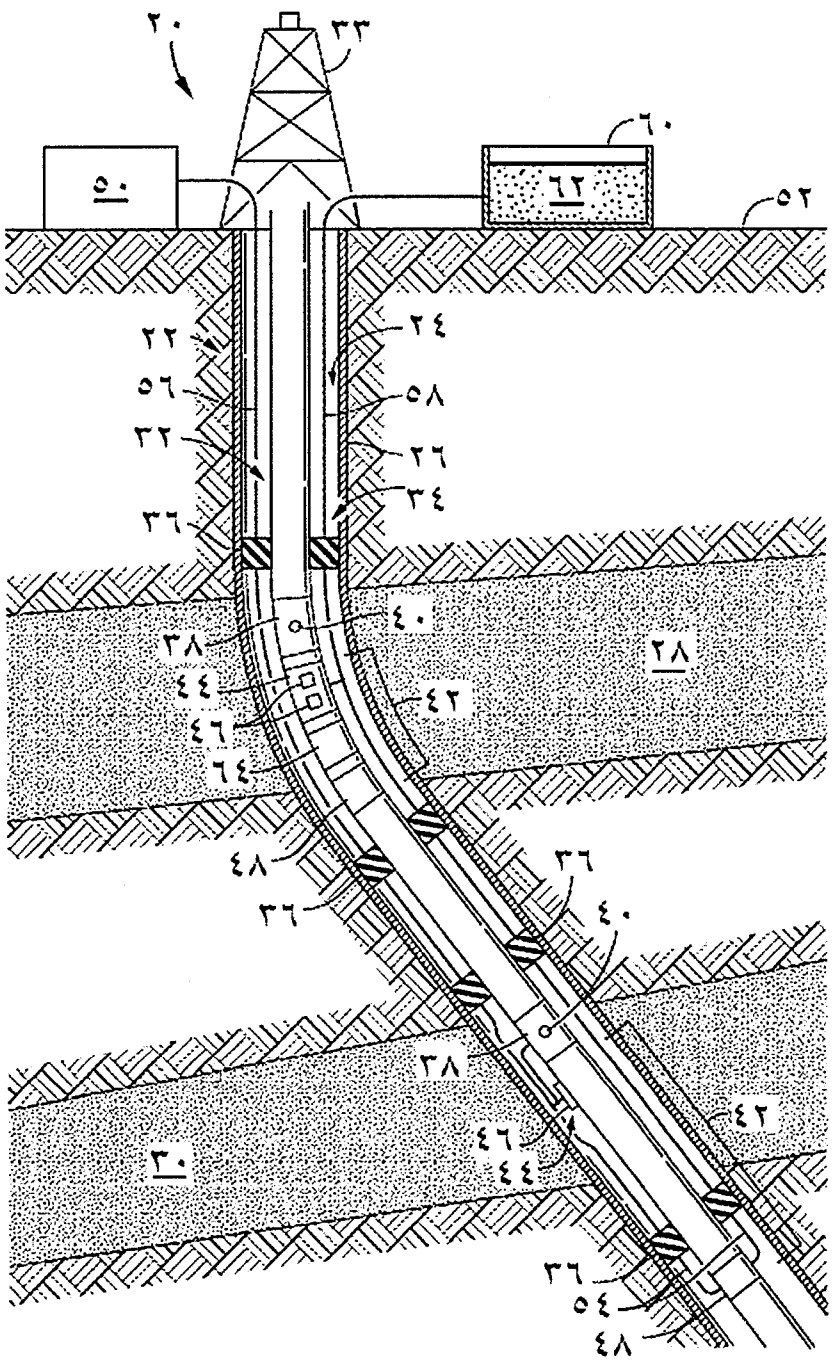
٢٠- نظام، يشتمل على:

نظام مراقبة وتثبيط قشور أسفل البئر downhole scale يشتمل على مجموعة من وحدات القياس النمطية measurement modules والتي تقوم بمراقبة متغير واحد أسفل البئر على الأقل دال على إمكانية تكون القشور في أحد أقسام حفرة البئر على الأقل؛ ومجموعة من وحدات الحقن النمطية injection modules، حيث يتم تشغيل وحدات الحقن النمطية في الوقت الفعلي، على أساس مخرجات البيانات التي يتم الحصول عليها بواسطة وحدات القياس النمطية ، لتوفير حقن موضعي local injection لأسفل البئر بأجزاء نسبية مقننة من مادة كيميائية عند مواقع مختلفة لحفرة البئر.

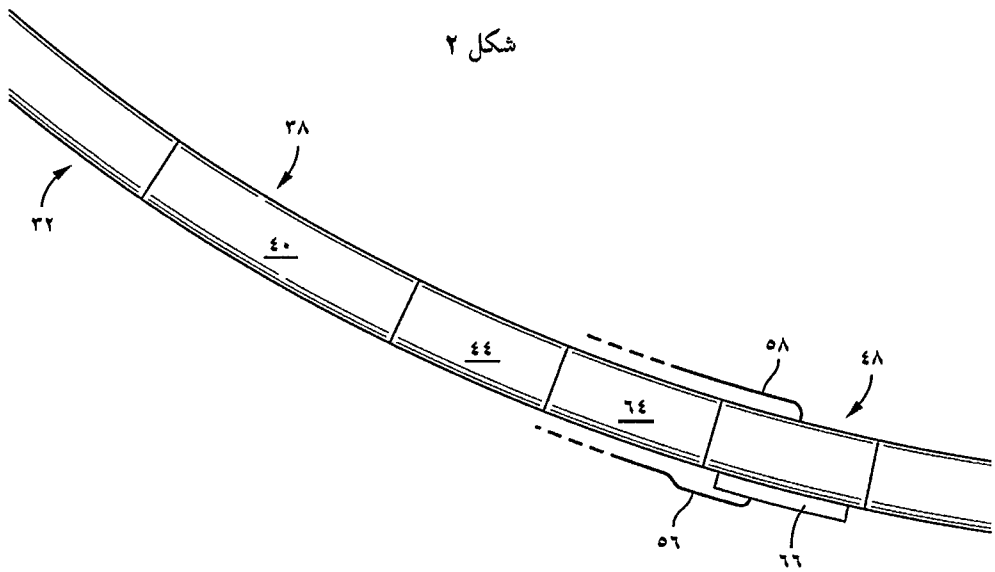
٢١- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ٢٠، حيث يشتمل أيضاً على صمام للتحكم في التدفق flow control valve يتم وضعه ليعمل بالتعاون مع كل وحدة حقن نمطية injection module بحيث تقوم وحدة الحقن النمطية measurement module بحقن المادة الكيميائية لتختلط بالموائع المنتجة التي تتدفق بواسطة صمام التحكم في التدفق flow control valve.

٢٢- النظام وفقاً لعنصر الحماية رقم ٢٠، حيث يشتمل أيضاً على نظام تحكم قادر على اتخاذ قرار حقن في أسفل البئر للتحكم في وحدة حقن نمطية injection module واحدة على الأقل.

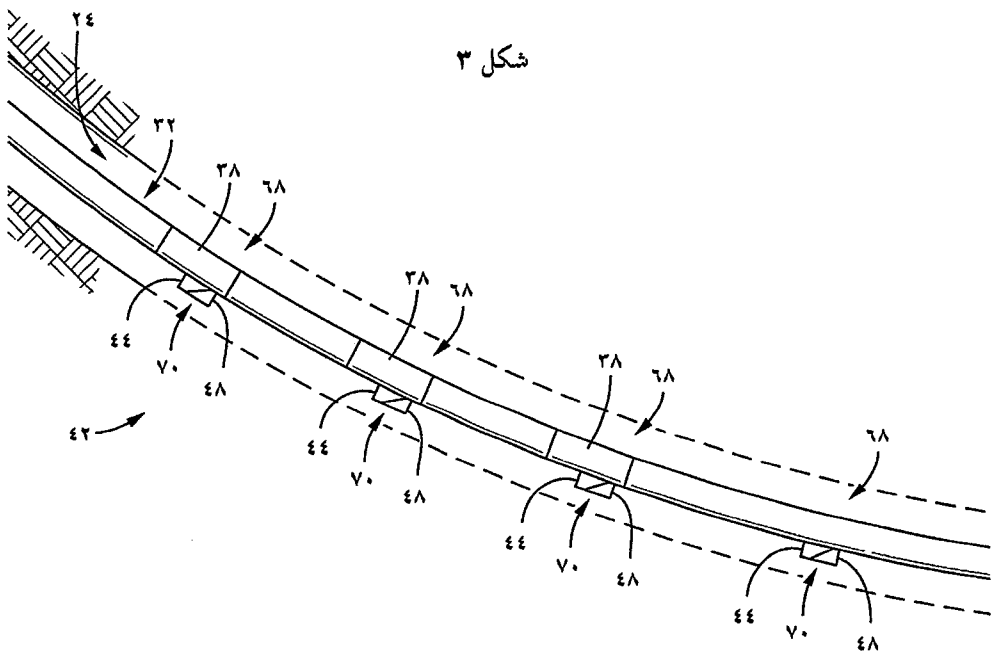
شكل ١


٢٠
٣٣
٦٠
٥٠
٦٢
٥٢
٢٢
٥٦
٣٢
٣٦
٢٤
٥٨
٢٦
٣٤
٤٠
٣٨
٤٤
٤٦
٦٤
٤٢
٢٨
٤٨
٣٦
٣٦
٤٠
٣٨
٤٢
٤٦
٤٤
٣٠
٣٦
٥٤
٤٨

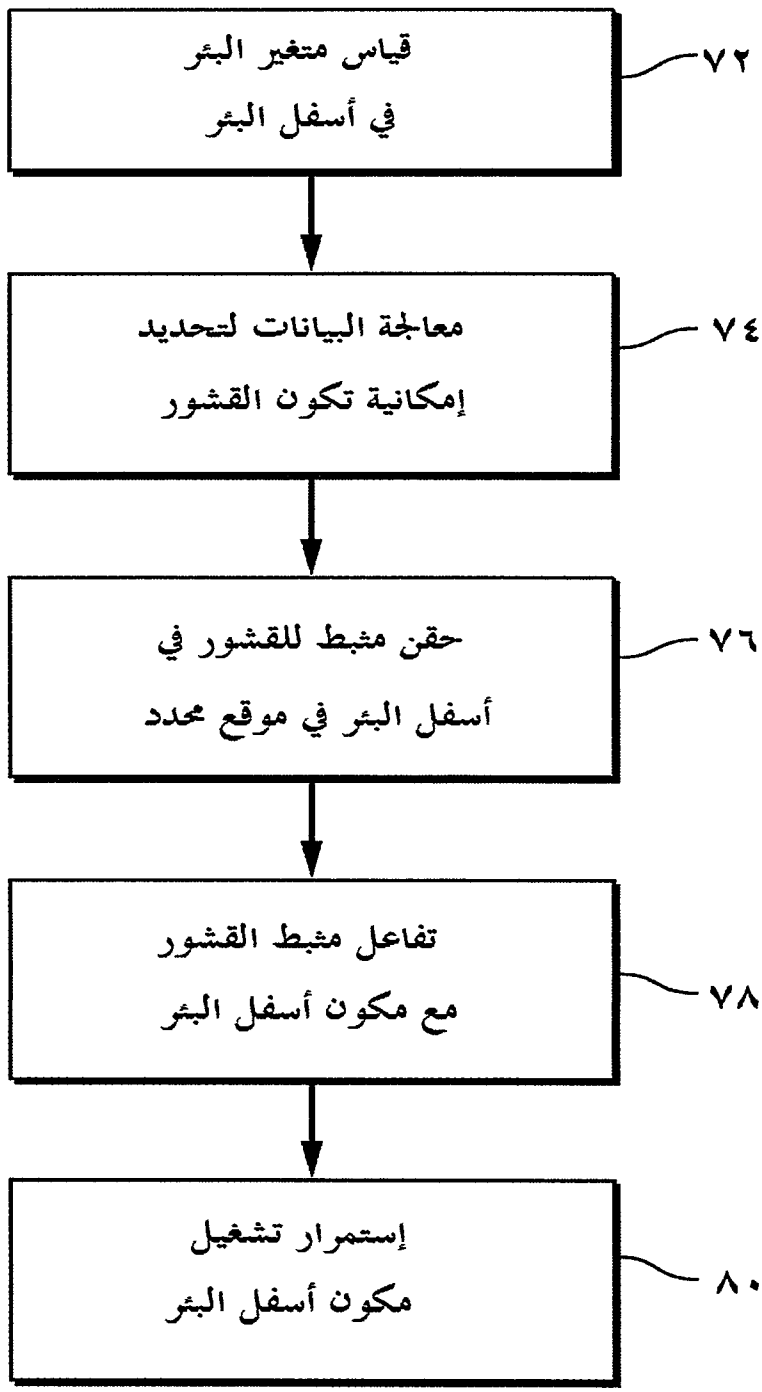
شکل ۲



شکل ۳



شكل ٤


قياس متغير البئر
في أسفل البئر
٧٢
معالجة البيانات لتحديد
إمكانية تكون القشور
٧٤
حقن مثبط للقشور في
أسفل البئر في موقع محدد
٧٦
تفاعل مثبط القشور
مع مكون أسفل البئر
٧٨
إستمرار تشغيل
مكون أسفل البئر
٨٠