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

[11] رقم البراءة: ٤٣٠
[45] تاريخ المنح: ١٤٢٦/٠٩/٠٢هـ
الموافق: ٢٠٠٥/١٠/٠٥م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: دالجيت سين جيل ، ويلهلموس كريستيانوس ماريا لوبك ، روبرت بروس ستيورات ، جاكوبوس بتروس ماريا فان لي

[73] مالك البراءة: شل انترناشيونال ريسيرش ماتسابيج بي. في .
عنوانه: ٣٠كارل فان بيلاندتلان ، ذي يوج ، ٢٥٩٦ اتش آر ، هولندا

[74] الوكيل: ناصر علي كدسة

[21] رقم الطلب: ٩٦١١٦٠٥٥٩

[22] تاريخ الإيداع : ١٤١٦/٠٩/١٠هـ
الموافق : ١٩٩٦/٠١/٣٠م

[51] التصنيف الدولي[٧] :
Int. Cl.[7]: E21B 29/08

[56] المراجع:

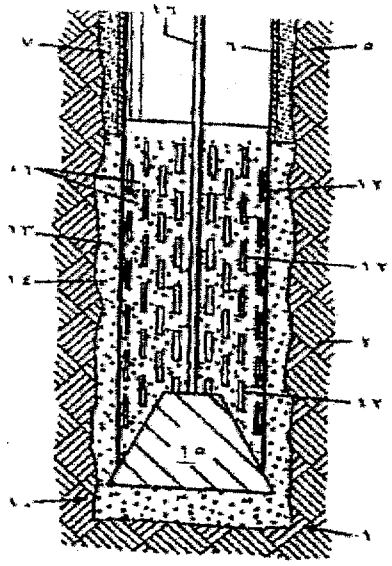
براءة أمريكية	٥٣٤٨٠٩٥	١٩٩٤/٠٩/٢٠م
براءة أمريكية	٥٣٦٦٠١٢	١٩٩٤/١١/٢٢م

اسم الفاحص : صقر بن ناصر الفطيماني

[54] اسم الاختراع: طريقة لعمل تغليف casing لثقب الحفر borehole

[57] الملخص: يتعلق هذا الاختراع بطريقة لتغليف casing ثقب حفر borehole معد في تكوين تحت الأرض underground formation وهي طريقة تتضمن الخطوات: (أ) تركيب بطانة أنبوبية tubular liner في ثقب الحفر بحيث تكون هذه البطانة قابلة للتمدد شعاعيا radially expandable في ثقب الحفر حتى يكون لها وهي في وضع التمدد الشعاعي العديد من الفتحات openings التي تكون متراكبة في الاتجاه الطولي للبطانة، (ب) تمديد البطانة شعاعيا في ثقب الحفر، (ج) تركيب جسم من مادة لاصقة مائعة fluidic sealing material قابلة للتصلب hardenable في ثقب الحفر إما قبل الخطوة (ب) أو بعدها حتى تملأ المادة اللاصقة الفتحات المذكورة وتغلفها بشكل جوهري، ويتم اختيار المادة اللاصقة بحيث تتصلب في تلك الفتحات وبذلك تزيد من مقاومة انضغاط البطانة compressive strength .

١٣ عنصر حماية ، شكلين



الشكل (١)

طريقة لعمل تغليف casing لثقب الحفر borehole

الوصف الكامل

خلفية الاختراع:

يتعلق هذا الاختراع بطريقة لتغليف casing ثقب حفر borehole معد في تكوين تحت الأرض underground formation حيث يكون هذا الحفر مثلا عبارة عن حفرة بئر wellbore لإنتاج البترول أو الغاز أو الماء وتقليديا عند عمل مثل هذه الآبار يتم تركيب عدد من الأغلفة casings في ثقب الحفرة لمنع انهيار collapse جدار الحفرة ولمنع الدفق الخارجي outflow غير المرغوب لسائل الحفر drilling fluid في التكوين الأرضي أو الدفق الداخلي inflow للسائل من التكوين الأرضي إلى ثقب الحفر، وحيث يتم حفر ثقب الحفر على مراحل فإن الغلاف الذي يلزم تركيبه في مرحلة ثقب الحفر الأدنى يحتاج إلى التخفيض من خلال غلاف سبق تركيبه لمرحلة ثقب الحفر الأعلى، و ينتج عن ذلك أن يصبح غلاف المرحلة السفلية ذا قطر diameter أصغر من غلاف المرحلة الأعلى، وبذلك تصبح الأغلفة متداخلة على شكل تلسكوبي و تتناقص أقطارها بإتجاه الأسفل، وتوضع أطواق أسمنتية cement annuli بين السطوح الخارجية للأغلفة وجدار ثقب الحفر لمنع التسرب من جدار ثقب الحفر إلى هذه الأغلفة، ونتيجة لهذا التنظيم المتداخل يحتاج الأمر إلى قطر كبير نسبيا لثقب الحفر بالجزء العلوي منه، وهذا القطر الكبير لثقب الحفر يتضمن تكاليف زائدة نتيجة استخدام معدات التغليف الثقيلة ولقم حفر كبيرة وكميات زائدة من سائل الحفر و قطاعات الثقب drill cuttings، وعلاوة على ذلك يحتاج الأمر إلى زمن أكبر لبريمة الحفر drilling rig بسبب الحاجة إلى ضخ الأسمنت وتصلبه.

يكشف طلب براءة الاختراع الدولية رقم ٩٣/٢٥٧٩٩ عن طريقة لعمل غلاف في قطاع من ثقب حفر معد في تكوين تحت الأرض حيث يتم تركيب عنصر أنبوبي tubular element في صورة غلاف داخل قطاع ثقب الحفر يتمدد شعاعيا radially expanded باستخدام عمود دوران expansion mandrel تمدد ويستمر تمدد الغلاف حتى يتلامس مع جدار ثقب الحفر ويشوه التكوين الصخري المحيط بشكل مرن، واختياريا عند حدوث اجتراف washout في

جدار ثقب الحفر أثناء الثقب أو عند مواجهة تكوينات قصيفة brittle formations أثناء الثقب يتم ضخ الاسمنت في مساحة حلقية حول الغلاف في موقع مثل هذا الإجتراف أو تلك التكوينات القصيفة.

على أنه بالرغم من أن الطريقة المعروفة تتغلب على مشكلة التغليف التقليدي التي يتناقص بها قطر مقاطع التغليف في الاتجاه لأسفل إلا أنه لا تزال هناك حاجة إلى طريقة لتغليف ثقب الحفر تحتاج إلى حمل أخف لتمديد العنصر الأنبوبي والتي يتحقق بها لصق محسن بين الغلاف والتكوين الأرضي المحيط.

يكشف طلب براءة الاختراع الدولية ٩٣/٢٥٨٠٠ عن وضع بطانة إنتاج production liner في ثقب الحفر حيث تحتوي هذه البطانة على فتحات متراكبة طوليا lognitudinally overlapping openings تتمدد شعاعيا في ثقب الحفر بحيث تعمل بطانة الإنتاج هذه كمصفاة أثناء إنتاج سائل الهيدروكربون hydrocarbon fluid المتدفق من التكوين الأرضي المحيط من خلال الفتحات إلى البطانة، ومن الضروري بالنسبة لبطانة الإنتاج هذه أن يتم الحفاظ على اتصال السائل fluid communication بين داخل البطانة والتكوين الأرضي المحيط، أي أنه من اللازم تجنب وجود لاصق sealing مانع للتسرب بين بطانة الإنتاج و التكوين المحيط، وهو ما يتعارض مع هدف هذا الاختراع الذي يتجه إلى توفير لاصق مانع للتسرب محسن بين الغلاف والتكوين الأرضي المحيط، وهدف آخر لهذا الاختراع هو توفير طريقة لعمل تغليف له مقاومة انهيار محسنة، كما أن هذا الاختراع يهدف أيضا إلى توفير طريقة لعمل تغليف يسمح باختلاف أصغر لقطر ثقب الحفر بين الجزء العلوي والجزء السفلي منه.

وصف عام للاختراع:

يوفر هذا الاختراع طريقة لتغليف ثقب حفر معد في تكوين تحت الأرض حيث تتضمن هذه الطريقة الخطوات التالية:

(أ) تركيب بطانة أنبوبية في ثقب الحفر تكون قابلة للتمدد شعاعيا في هذا الثقب بحيث يكون بهذه البطانة أثناء تمددها الشعاعي العديد من الفتحات المتراكبة في الاتجاه الطولي للبطانة.

(ب) تمديد البطانة شعاعيا في ثقب الحفر.

(ج)تركيب جسم من مادة لاصقة مائعةfluidic sealing قابلة للتصلب في ثقب الحفر قبل الخطوة (ب) أو بعدها حتى تملأ المادة اللاصقة تلك الفتحات وبذلك تقوم بغلقها

جوهريا، مع اختيار المادة اللاصقة بحيث تتصلب في الفتحات وبذلك تزيد من مقاومة انضغاط البطانة.

بذلك تمكن طريقة هذا الاختراع من وضع قطاعات تغليف ذات قطر متجانس uniform diameter حتى يمكن تجنب التنظيم المتداخل الذي تتضمنه أساليب التغليف التقليدية، وبطريقة هذا الاختراع يتحقق لصق مانع للتسرب مضمون بين البطانة وجدار ثقب الحفر بينما تمكن فتحات البطانة تمددا شعاعيا كبيرا لهذه البطانة، وبعد تصلب المادة اللاصقة تشكل البطانة بالفتحات المملوءة بالمادة اللاصقة تغليفا مستمرا ومقوى لثقب الحفر، ومن المناسب أن تكون البطانة مصنوعة من الصاج ويمكن توفيرها مثلا في صورة قطاعات بطانة موصولة أو ملفوفة.

علاوة على ذلك، تكون القوة الشعاعية المطلوبة لتمديد البطانة أقل من القوة المطلوبة لتمديد التغليف المصمت solid casing الخاص بالطريقة المعروفة.

ميزة أخرى لطريقة هذا الاختراع هي أن البطانة بعد تمددها يكون لها قطر نهائي أكبر من قطر أداة التمدد الموضوعة، ويشار إلى الفرق بين القطر النهائي الدائم والقطر الأكبر لأداة التمدد باسم فائض التمدد الدائم permanent surplus expansion.

و من الملائم تركيب المادة اللاصقة في ثقب الحفر بعد تمدد البطانة شعاعيا. و تتحقق مقاومة إضافية للبطانة عن طريق تزويد المادة اللاصقة بألياف مقوية reinforcing fibers.

في حالة بقاء جزء من جسم المادة اللاصقة بداخل البطانة فمن المناسب إزالة هذا الجزء من الداخل بعد تمدد البطانة، مثلا بنزع هذا الجزء بالمثقاب إلى الخارج بعد تصلب المادة اللاصقة.

يمكن أن تتمدد البطانة شعاعيا حتى تتلامس مع جدار ثقب الحفر، أو بدلا من ذلك حتى يبقى فراغ حلقيannular space بين البطانة وجدار ثقب الحفر حيث يتمدد جسم المادة اللاصقة السائلة القابلة للتصلب في ذلك الفراغ الحلقي.

<u>شرح مختصر للرسومات:</u>

يتم وصف الاختراع أكثر عن طريق الأمثلة وبمزيد من التفصيل بالرجوع إلى الرسومات المصاحبة والتي بها:

شكل "١" يوضح تخطيطيا مقطعيا مستعرضا طوليا لثقب حفر له قطاع غير مغلف يلزم تزويده بتغليف يشتمل على بطانة بها فتحات متراكبة طوليا.

شكل "٢" يبين جزءا من شكل "١" حيث تم تمديد جزء من البطانة.

الوصف التفصيلي:

يظهر شكل "١" الجزء السفلي لثقب حفر "١" محفور في تكوين تحت الأرض ٢ ، وثقب الحفر ١ له قطاع مغلف ٥ و مزود بتغليف ٦ مثبت بجداره بواسطة طبقة من الاسمنت ٧ و جزء غير مغلف ١٠.

تم إنزال بطانة صاج ١١ مزودة بفتحات متراكبة طوليا إلى موقع مختار وهو في هذه الحالة طرف التغليف ٦ في الجزء غير المغلف ١٠ من ثقب الحفر ١، وقد تم توفير فتحات البطانة على شكل شقوق طولية longitudinal slots ١٢ حتى تشكل البطانة ١١ بطانة ذات شقوق متراكبة طوليا ١٢، وللإيضاح لم يتم إعطاء جميع الشقوق ١٢ أرقاما مرجعية، والطرف العلوي للبطانة المشقوقة ١١ مثبت بالطرف السفلي للغلاف ٦ بواسطة وسيلة وصل مناسبة (غير موضحة بالرسم).

في خطوة تالية يتم إيلاج مادة لاصقة قابلة للتصلب في صورة اسمنت مخلوط بألياف (غير موضح بالرسم) في البطانة ذات الشقوق ١١ حيث يكون الاسمنت جسما من الاسمنت ١٣ في ثقب الحفر ١ ، بينما يتدفق جزء من الاسمنت من خلال الشقوق ١٢ للبطانة ١١ وحول الطرف السفلى للبطانة ذات الشقوق إلى الفراغ الحلقي بين البطانة ذات الشقوق ١١ وجدار ثقب الحفر ١ ، مع بقاء جزء من الاسمنت في داخل البطانة ذات الشقوق ١١.

عند إيلاج الاسمنت في ثقب الحفر ١ تتمدد البطانة ذات الشقوق ١١ باستخدام عمود دوران تمدد ١٥، وعندئذ تنزل البطانة ذات الشقوق ١١ حتى الطرف السفلي للوتر ١٦ والارتكاز على عمود دوران التمدد ١٥، ولكي يتم تمديد البطانة ذات الشقوق ١١ يلزم تحريك عمود دوران التمديد ١٥ إلى أعلى في البطانة ذات الشقوق ١١ بسحب الوتر ١٦، وعند ما يكون عمود دوران التمدد ١٥ مستدقا في اتجاه تحريكه في البطانة ذات الشقوق ١١ يكون عمود دوران التمدد ١٥ المذكور عمود دوران تمدد مستدق لأعلى، علما بأن عمود دوران التمدد ١٥ قطره الأكبر أكبر من القطر الداخلي للبطانة ذات الشقوق ١١.

يبين شكل ٢ البطانة ذات الشقوق ١١ في صورة متمددة جزئيا، حيث قد تمدد الجزء السفلي لهذه البطانة، مع ملاحظة أن نفس الأجزاء المبينة بشكل ١ قد أخذت نفس الأرقام المرجعية. يتغير شكل الشقوق إلى فتحات تعطي الرقم ١٢ ، ويتحرك عمود دوران التمدد ١٥ على الأسمنت الموجود بداخل البطانة ذات الشقوق ١١ من خلال الشقوق ١٢ إلى الفراغ الحلقي

١٤، وحيث يصبح الفراغ الحلقي ١٤ أصغر بسبب تمدد البطانة ١١ يتم ضغط الاسمنت مقابل جدار ثقب الحفر ١ وتصبح البطانة المتمددة ١١ مطمورة بشكل كاف في الاسمنت.

بعد تمدد البطانة ذات الشقوق ١١ شعاعيا حتى أقصى طول لها يترك اسمنت الجسم الأسمنتي ١٣ ليتصلب ليتكون تغليف أسمنتي مقوى بالصاج حيث توفر الألياف تقوية إضافية للتغليف، ويمكن إزالة أي جزء من الجسم الأسمنتي المتصلب ١٣ الذي قد يبقى داخل البطانة ذات الشقوق ١١ منها بإنزال وتر ثقب drill string (غير موضح بالرسم) في البطانة ذات الشقوق ١١ وقطع الجزء من الجسم الأسمنتي ١٣. وبذلك يمنع هذا التغليف المقوى بالصاج انهيار التكوين الصخري المحيط بثقب الحفر ١ ويحمي التكوين الصخري من التفتت نتيجة ضغوط ثقب الحفر العالية التي قد تنشأ أثناء إجراء حفر لأجزاء أعمق بثقب الحفر. وميزة أخرى للتغليف الأسمنتي المقوى بالصاج هي أن البطانة الصاج تحمي الاسمنت من التآكل أثناء حفر أجزاء أعمق بالحفرة.

بدلا من تحريك عمود دوران التمدد لأعلى في البطانة يمكن تحريكه لأسفل أثناء تمديد البطانة، وفي نموذج بديل آخر يستخدم عمود دوران قابل للانكماش والتمدد، وفي البداية يتم إنزال البطانة في ثقب الحفر ومن ثم تثبيتها وبعد ذلك يتم إنزال عمود دوران التمدد وهو في حالة الانكماش في البطانة، ثم يمدد عمود دوران التمدد ويسحب لأعلى لتمديد البطانة.

يمكن استخدام طريقة هذا الاختراع في قطاعات ثقب الحفر الرأسية أو المائلة أو الأفقية.

بدلا من استخدام عمود دوران التمدد المستدق الموصوف أعلاه يمكن استخدام عمود دوران تمدد مزود باسطوانات تكون صالحة للف على السطح الداخلي للبطانة عند لف عمود الدوران بحيث يلف عمود الدوران وفي نفس الوقت يتحرك محوريا في البطانة.

في نموذج بديل آخر يكون عمود دوران التمدد عبارة عن أداة تمدد هيدروليكية hyraulic expansion tool تنتفخ شعاعيا radially inflated عند تزويدها بضغط سائل fluid pressure مختار، و هنا تتضمن الخطوة (ب) لطريقة هذا الاختراع تزويد الأداة بهذا الضغط المختار.

يمكن وضع أي مادة لاصقة قابلة للتصلب ملائمة لتكوين جسم المادة اللاصقة المانعة للتسرب، مثل الأسمنت كالأسمنت البورتلاندي المستخدم تقليديا أو أسمنت خبث الأفران blast furnace slag cement أو راتنج مثل راتنج الايبوكسي epoxy resin، كذلك يمكن استخدام أي راتنج مناسب ينضج عند تلامسه بعامل إنضاج curing agent، مثلا بتزويد البطانة من الداخل أو من الخارج بطبقة أولى من الراتنج و طبقة ثانية من عامل الإنضاج بحيث عند تمدد

البطانة تضغط الطبقتان في فتحات البطانة و تمتزجا معا حتى يحث عامل الإنضاج الراتنج على الإنضاج.

ويمكن إيلاج المادة اللاصقة المانعة للتسرب في الفراغ الحلقي بين البطانة وجدار ثقب الحفر بدوران المادة اللاصقة في البطانة حول الطرف السفلي للبطانة ذات الشقوق وإلى الفراغ الحلقي، أو بدلا من ذلك يمكن دوران المادة اللاصقة في الاتجاه المعاكس، أي في الفراغ الحلقي وحول الطرف السفلي للبطانة وفي البطانة.

زودت البطانة في الوصف السابق بالعديد من الشقوق حيث يتسع عند التمدد الشعاعي للبطانة لتكوين الفتحات، ويحتاج الأمر إلى ضخ سائل في البطانة قبل تمددها الشعاعي حيث يمكن سد هذه الشقوق قبل التمدد الشعاعي للبطانة، مثلا بواسطة مادة لصق بولي يوريثان.

في نموذج بديل تزود البطانة بعديد من القطاعات ذات سماكة جدار منخفضة بحيث أثناء التمدد الشعاعي للبطانة ينقطع كل جزء له سماكة جدار منخفضة لتكوين إحدى هذه الفتحات، فمثلا يمكن أن يكون كل جزء ذي سماكة جدار منخفضة على شكل جزء في جدار البطانة، ويفضل أن يمتد كل جزء في الاتجاه الطولي للبطانة.

عناصـــــر الحمـــــــاية

١- طريقة لعمل تغليف casing في ثقب حفر borehole في تكوين تحت الأرض underground formation، حيث تتضمن الطريقة الخطوات التالية:

أ- تركيب بطانة أنبوبية tubular liner في ثقب الحفر borehole على أن تكون هذه البطانةliner قابلة للتمدد شعاعياexpandable radially في ثقب الحفرborehole حتى تكون للبطانة liner أثناء تمددها الشعاعيradial expansion العديد من الفتحات المتراكبة في الاتجاه الطولي للبطانة.

ب- تمديد البطانةliner شعاعيا في ثقب الحفر borehole.

ج- تركيب جسم من مادة لاصقة سائلة fluidic sealing قابلة للتصلب في ثقب الحفر borehole قبل الخطوة (ب) أو بعدها، حتى تملأ المادة اللاصقة تلك الفتحات وبذلك تغلفها جوهريا، مع اختيار المادة اللاصقة sealing بحيث تتصلب في الفتحات وبذلك تزيد من مقاومة انضغاط البطانة liner.

٢- طريقة عنصر الحماية رقم "١"، حيث يتم تركيب المادة اللاصقة selaing في ثقب الحفرborehole بعد التمدد الشعاعي للبطانة.

٣- طريقة عنصر الحماية رقم "١" أو رقم "٢"، حيث يزود جسم المادة اللاصقة sealing بألياف مقوية reinforcing fibres تقوي المادة اللاصقة بعد تصلبها.

٤- طريقة أي من عناصر الحماية من رقم "١" إلى رقم "٣"، حيث تمدد البطانة liner شعاعيا باستخدام عمود دوران expansion mandrel تمدد يكون قطره الأكبر أكبر من القطر الداخلي للبطانةliner قبل تمددها، بحيث يتحرك عمود الدوران expansion mandrel محوريا في البطانة.

٥- طريقة أي من العناصر من "١" إلى "٤"، حيث تختار المادة اللاصقة القابلة للتصلب من المجموعة المكونة من الاسمنت والاسمنت البورتلندي واسمنت خبث الأفران blast furnace slag cement والراتنج resin الايبوكسي epoxy والراتنج الذي ينضج عند تلامسه مع عامل إنضاج curing agent.

٦- طريقة أي من العناصر من "١" إلى "٥"، حيث تكون البطانة liner مزودة بالعديد من الأجزاء ذات سماكة جدار منخفضة، بحيث عند تمدد البطانة شعاعيا ينقطع كل جزء بسماكة جدار منخفضة لتكوين إحدى الفتحات.

٧- طريقة عنصر الحماية رقم "٦"، حيث يشكل كل جزء بسماكة جدار منخفضة حزا في جدار البطانة liner.

٨- طريقة عنصر الحماية رقم "٧" حيث يمتد كل حز في الاتجاه الطولي للبطانة liner.

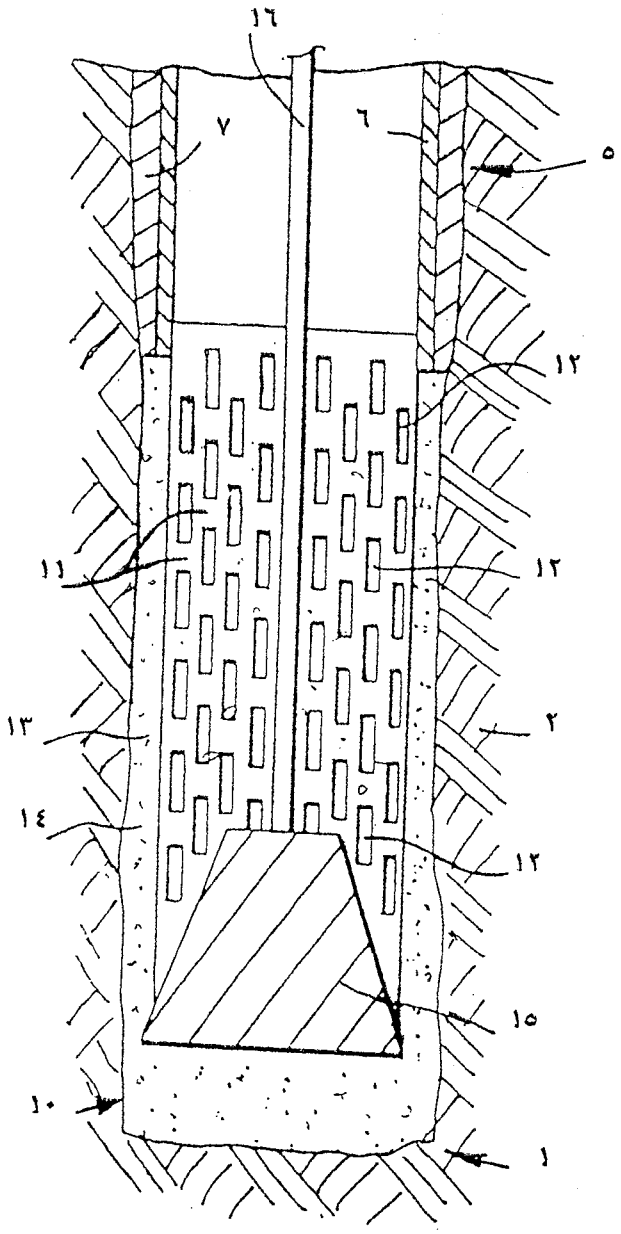
٩- طريقة أي عنصر من عناصر الحماية من رقم "١" إلى رقم "٥"، حيث تزود البطانة بالعديد من الشقوق slots حتى يتسع كل شق أثناء التمدد الشعاعي للبطانة radial expansion of liner لتكوين إحدى الفتحات المذكورة.

١٠-طريقة عنصر الحماية رقم "٩"، حيث تمتد تلك الشقوق في الاتجاه الطولي للبطانة liner.

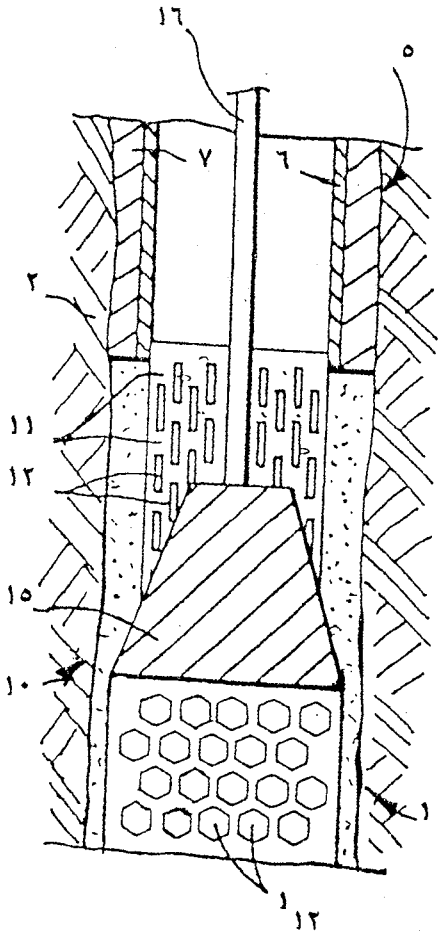
١١-طريقة عنصر الحماية رقم "٩" أو رقم "١٠"، حيث تلصق الشقوق قبل التمدد الشعاعي للبطانة radial expansion of liner، حتى يمكّن السائل من حث التدفق في البطانة liner.

١٢-طريقة عنصر الحماية رقم "١١"، حيث تلصق الشقوقslots بمادة بولي يوريثان polyurethane لاصقة.

١٣-طريقة أي من عناصر الحماية من رقم "١" إلى رقم "١٢"، حيث بعد التمدد الشعاعي للبطانة radial expansion of liner في ثقب الحفرborehole يبقى فراغ حلقي annular space بين البطانة lner وجدار ثقب الحفر وبذلك يمتد جسم المادة اللاصقة السائلة القابلة للتصلب hardenable fluidic sealing في ذلك الفراغ الحلقي.



شكل (١)



شكل (٢)