مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

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

[11] رقم البراءة: ٢٣٦١
[45] تاريخ المنح: ١٤٣١/٠١/٠٦ هـ
الموافـــق: ٢٠٠٩/١٢/٢٣ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: روبرت بي. كيمبل

[73] مالك البراءة : بيكر هجز انكوربوريتد
عنوانه: ٢٩٢٩ الين باركواي، سويت٢١٠٠، ٧٧٠١٩، هيوستون، امريكا
جنسيته: امريكية

[74] الوكيل: سليمان ابراهيم العمار

[21] رقم الطلب: ٠٧٢٨٠٣٥٢

[22] تاريخ الإيداع : ١٤٢٨/٠٦/١٥ هـ
الموافق : ٢٠٠٧/٠٦/٣٠ م

[51] التصنيف الدولي (IPC^8) : E21B 34/06

[56] المراجع:

US	٢٠٠٢٠٥٠٣٥٤	٢٠٠٢/٠٥/٠٢م
US	٢٠٠٥٠٣٩٩١٤	٢٠٠٥/٠٢/٢٤م

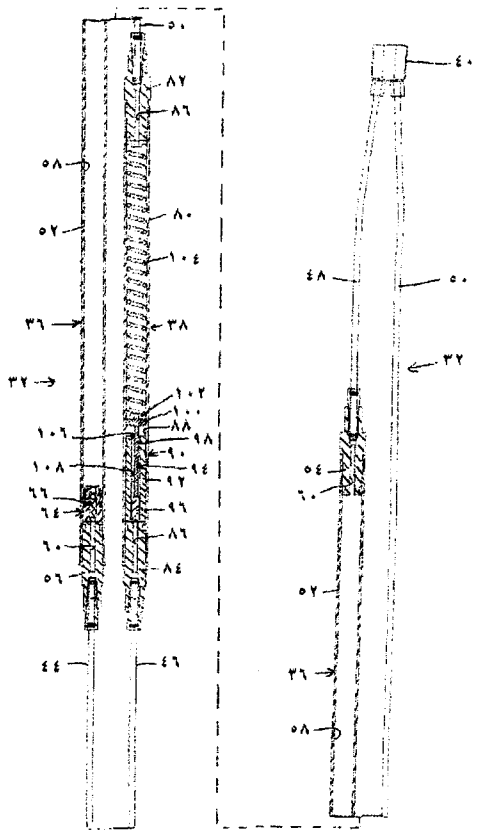
اسم الفاحص: بندر بن عتيق بن سنيد

[54] اسم الاختراع: صمام قياس هيدروليكي لتشغيل أدوات قاع البئر

Hydraulic metering valve for operation of downhole tools

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطرق وأنظمة لتشغيل صمام كمي منزلق أو أداة أخرى لقاع البئر تكون قابلة للتحرك محورياً بين عدد محدد من الزيادات بين وضعين محددين مثل وضعي الفتح والإغلاق. يتم وصف جهاز قياس به زوج من تجميعات قياس الكباس التي تعمل في مسارات تدفق مائع متوازية. وتقوم تجميعة قياس الكباس الأولي بتحريك الجلبة الكمية لأداة البئر من وضع الإغلاق الكلي إلى الوضع صفر. ويمكن بصورة متكررة زيادة ضغط تجميعة قياس الكباس الثانية وتخفيض ضغطها لقياس مقادير محددة مسبقاً من المائع fluid من مُشغِّل يقوم تتابعياً بتحريك الجلبة الكمية في الصمام الكمي على هيئة زيادات متتابعة نحو وضع الفتح الكلي.

عدد عناصر الحماية (١٦)، عدد الأشكال (٧)



الشكل (٥)

صمام قياس هيدروليكي لتشغيل أدوات قاع البئر

Hydraulic metering valve for operation of downhole tools

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع بأجهزة القياس الهيدروليكية hydraulic المستخدمة في تشغيل أجهزة قاع البئر، مثل صمامات كمية منزلقة.

يتم تشغيل عدد من أجهزة قاع البئر هيدروليكياً hydraulically. في الوقت الحالي، يلزم تشغيل تلك الأجهزة بطريقة متدرجة لتستجيب للتغيرات في ظروف قاع البئر. على سبيل المثال، يمكن أن تشتمل سلسلة أنابيب الحفر tubing string المستخدمة في الإنتاج على صمام كمي منزلق موصل بوصلة الإنتاج للتحكم في تدفق المائع fluid في سلسلة أنابيب الإنتاج. من المطلوب أن نكون قادرين على تحريك الجلبة الكمية المنزلقة من خلال الزيادات بين وضع الفتح والإغلاق. يسمح الضبط بتدفق المائع في سلسلة أنابيب الحفر tubing string عبر وصلة الإنتاج التي يتحقق اتزانها بتدفق المائع في سلسلة أنابيب الحفر من وصلات الإنتاج الأخرى.

تم عمل محاولات لاستخدام أدوات القياس للقيام بتشغيل أجهزة قاع البئر بطريقة يمكن ضبطها ومتدرجة . ولسوء الحظ، ثبت أن معظم تلك التجهيزات تكون معقدة من حيث البناء والتشغيل. على سبيل المثال، يصف طلب PCT/US00/12329 لشولتز وآخرين الذي بعنوان "نظام التحكم الهيدروليكي Hydraulic Control System لأدوات قاع البئر" نظام التحكم الهيدروليكي للعديد من تجميعات أدوات البئر التي تشتمل على أجهزة القياس. وتستخدم أجهزة القياس مضختين. تنقل إحدى المضختين المائع fluid من خط هيدروليكي

أول إلى مُشغِّل تجميعة أدوات البئر استجابة للترددات في الضغط على خط هيدروليكي Hydraulic ثاني، وتنقل المضخة الأخرى المائع من خط هيدروليكي ثاني إلى المُشغل استجابة للترددات في الضغط على الخط الهيدروليكي الأول. ونظراً لأن هذا النظام يتطلب العديد من المضخات الموصلة بخطوط هيدروليكية فإنه يصبح معقداً من حيث الاستخدام ومكلفاً.

تصف براءة الاختراع الأمريكية 6585051 الصادرة لبيركس Purkis عدد من أجهزة القياس المستخدمة في وسط قاع البئر لطرد قيمة معلومة من المائع في مُشغِّل أدوات البئر. وتكون أجهزة القياس معقدة نسبياً، وبالتالي يمكن أن تتعرض للفشل أثناء الاستخدام. بالإضافة إلى ذلك تشتمل العديد من أجهزة القياس الموصوفة على العديد من الحلقات اللدنة التي على هيئة حرف O للحصول على سدادات محكمة الغلق للمائع داخل أجهزة القياس. تتعرض الحلقات التي على هيئة حرف O للبلى والفشل أثناء التشغيل، وتجعل قياس حجم معلوم غير موثوق به.

بالإضافة إلى ذلك، تقيس كل أجهزة القياس في الفن السابق المائع على هيئة مدخلات مائع على جهاز قاع البئر. يمكن أن يتسبب ذلك في حدوث مشكلات في بعض المواقف.

يواجه الاختراع الحالي مشكلات الفن السابق.

الوصف العام للاختراع

يقدم الاختراع أجهزة وطرقاً لتشغيل صمام كمي منزلق أو أي أداة قاع البئر تتحرك محورياً بين عديد محدد من الزيادات بين وضعين محددين مثل وضعي الفتح والإغلاق. يتم وصف جهاز قياس به زوج من تجميعات قياس مكبس تعمل في مسارات تدفق مائع fluid متوازية. وتكون تجميعة قياس المكبس الأول عبارة عن تجميعة مكبس عند "الموضع صفر"، الذي عند تشغيلها، تتحرك الجلبة الكمية لأداة البئر من موضع الإغلاق

الكامل إلى الموضع صفر. وتكون تجميعة قياس المكبس الثاني عبارة عن تجميعة مكبس متزايدة، يمكن ضبط ضغطها بصورة متكررة وكذلك إزالة الضغط لقياس مقادير محددة مسبقاً للمائع من المُشغِّل تتابعياً لتحريك الجلبة الكمية للصمام الكمي في زيادات تتابعية نحو وضع الفتح الكامل. يمكن تحريك الصمام الكمي للخلف إلى موضع الإغلاق الكامل من خلال الضبط العكسي لجهاز القياس.

في جوانب أخرى، يتعلق الاختراع بطرق تشغيل أداة قاع البئر، مثل صمام كمي منزلق، باستخدام أجهزة قياس هيدروليكية لذلك يتم ضبط الأداة في زيادات بين وضعين محددين، مثل وضعي الفتح والإغلاق. عند التطبيق، يكون جهاز القياس وطرق الاختراع الحالي أقل تعقداً من تجهيزات قياس الفن السابق، وتجعل طبيعة المكونات المستخدمة جهاز القياس أقل عرضة للمشكلات المستحثة بالبلي، مثل تلف السدادات الحلقية اللدنة التي على هيئة حرف O.

تتمثل فائدة أخرى لتجميعة القياس وفقاً للاختراع الحالي في أن تجميعة القياس يمكن تداخلها بطريقة تشغيلية لأي من خط "الفتح" (مدخل المائع) أو خط "الإغلاق" (مخرج المائع fluid) لمُشغِّل أداة البئر وذلك لتشغيل أداة البئر. في نموذج مفضل حالياً، يتم توصيل تجميعة القياس بمخرج مائع مُشغِّل أداة البئر لقياس المائع الخارج من المُشغِّل بمقادير معروفة متزايدة حتى يتم تشغيل أداة البئر بطريقة متزايدة متدرجة .

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

سوف يقدر بالفعل أصحاب المهارة العادية في الفن فوائد الاختراع وغيرها من جوانب أخرى حيث أنها تصبح أيضاً أكثر فهماً بالرجوع إلى الوصف التفصيلي التالي عند النظر إليها بالإضافة إلى الرسومات المصاحبة التي تشير فيها الرموز المرجعية المتشابهة إلى عناصر مشابهة أو مماثلة في العديد من الأشكال والرسومات حيث:

الشكل رقم (١) عبارة عن منظر تخطيطي لنظـــام أداة قاع البئر تحتوي على صمام كُمّي منزلق موصل بصمام قياس هيدروليكي Hydraulic metering valve وفقاً للاختـراع الحالي.

الشكل رقم (٢) عبارة عن منظر تخطيطي للتجهيـــزة الموضحة في الشـكل رقم (١)، ويكون حالياً الصمام الكمي المنزلق sliding sleeve valve في الموضع صفر.

الشكل رقم (٣) عبارة عن منظر تخطيطـــي للتجهيـــزة الموضـــحة فـــي الأشـكال (١، و٢)، ويكون حالياً الصمام الكمي المنزلق sliding sleeve valve في الموضـــع المفتوح جزئياً.

الشكل رقم (٤) عبارة عن منظـــر تخطيطي للتجهيزة الموضـــحة في الأشـــكال مـــن (١ إلى ٣)، ويكون حالياً الصمام الكمـــي المنزلق sliding sleeve valve في الموضع المفتوح كلية.

يقدم الشكلان (٥أ – ٥ب) منظراً جانبياً، ومنظر قطـــاع عرضي لصمام القياس الهيدروليكي Hydraulic metering valve التوضـــيحي، حيث يكون في حالة عدم ضـــبط الضغط كما هو موضح في نظـــام أداة البئر well tool system المبينة في الأشـكال من (١ إلى ٣)، ويتم إنشاؤها وفقاً للاختراع الحالي.

توضح الأشكال من (٦ أ– ٦ب) منظر جانبي وقطاع عرضـــي للجهاز الموضح في الشكلين ٥ أ– ٥ب في الموضع ذي الضغط المضبوط.

الشكل رقم (٧) هو عبارة عن منظر قطاع عرضي مكبر للكباس الحر free piston المستخدم في الجهاز الموضح في الشكلين (٥أ – ٥ب) والمكونات المحيطة.

الوصف التفصيلي

توضح الأشـــكال (من ١ إلى ٤) نظام أداة البئر well tool system ١٠ التي تشتمل على مُشغِّل أداة البئر ١٢ وأداة البئر ذات الصـلة ١٤. وتكون أداة البئر ١٤ متنوعة بحيث يمكن تشغيلها بطريقة بها خطوات بين موضـــعين أو وضعين محددين. تمت ملاحـظة أنه يتم تخطيطاً توضيح مكـــونات النظام ١٠، ومن حيث التطبيـق سوف يتم دمجها في غلاف أو غاطس واحد أو أكثر (غير موضـــحين) في سلسلة أنابيب إنتاج حفـرة البئر أو أداة بئر مشابهة. يتجسد أحد أمثلة مُشغِّل أداة البئر المناسـبة ١٢ في المُشغِّل الهيدروليكي Hydraulic للصـــمام الكمي المنزلق "HCM-A" وهو متاح تجارياً من Baker Oil Tools of Houston, Texas. يتم توفير المُشغِّل ١٢ بخط "فتح" هيدروليكي ١٦ وخط " إغلاق " هيدروليكي ١٨. وذلك على النحو الموصوف بالكامل فيما يلي، وتتم زيادة ضغط المائع fluid داخل خط "الفتح" الهيدروليكي ١٦ لتحريك أداة البئر ١٤نحو وضع الفتح، وتتم زيادة ضغط المائع داخل خط "الإغـلاق" ١٨ لتحريك أداة البئر ١٤ نحو وضع الإغلاق.

[٠٠١٩] في النماذج المفضلة حالياً، وكما هو موضح في الأشـــكال من (١ إلى ٤)، تشتمل أداة البئر ١٤ على صمام كمي منزلـــق، ومن النوع المعروف في الفن. في هذا النموذج يشتمل الصمام الكمـــي المنزلق عامة على غلاف اسطواني ٢٠ وجلبة أنبوبية ٢٢ تكون قابلة للتحرك بالنسبة للغلاف ٢٠. وتتحكم منافذ تدفـــق المائع fluid التي يمكن تراصها في تدفق المائع بين الجـزء الخارجي النصـــف قطري للغـلاف ٢٠ في الصمام الكمي ١٤ وثقب التدفق الداخلي ٢٤ للغلاف ٢٠. ويحتوي الغـــلاف ٢٠ على منافذ المائع ٢٦ التي بها سدادات مائع داخلية ٢٨ متواجـــدة على كل جانب محوري منها. ويكـــون للجلبة الكمية ٢٢ منافذ جانبية ٣٠ موضوعة عبرها. في موضـــع الإغلاق الكلي، الموضح في الشكل رقم (١)، لا تتحاذى المنافذ ٣٠ للجلبة ٢٢ مع المنافذ ٢٦ للغـــلاف ٢٠، ويتم حجب تدفق المائع بين الجـــزء الخارجي النصف قطري للغـــلاف ٢٠ وحفرة التدفق ٢٤ بواســطة سدادات

سدادات المائع ٢٨. في وضـــع الفتح الكلي (الشـــكل رقم (٤)) يتم بالكامل تحاذي المنافذ ٣٠ للجلبة الكمية ٢٢ مع المنافـــذ ٢٦ لغلاف ٢٠، ويسمح ذلك بأقصى تدفق للمائع عبر الصمام الكمي ١٤. في المواقـــف التي يعمل فيها الصـــمام الكمي ١٤ كمخنق تدفـــق مائع داخل سلسلة أنابيب الإنتاج، فـــإن من المطلـــوب تحريك الجلبة الكمية ٢٢ بطـــريقة متدرجة بين المواضع المتوسطة بين مواضـــع الفتح والإغلاق الكلي. يســـمح ذلك بضـــبط مقدار تدفق المائع المطـــلوب ضبطه استجابة لتغير ظروف البئر، مثل زيادة مقدار محتوى المـــاء في مائـــع الإنتاج الـــذي يتم الحصـــول عليـــه من التكـــوين المحيط والحاجـــة إلى مضـــاهاة الإنتـــاج الذي يتم الحصول عليه من إحـــدى التكوينات بذلك الذي يتم الحصـــول عليه من تكوينات أخرى.

يوصل جهاز قياس هيدروليكي Hydraulic metering device ، تتم الإشـــارة إليه عامة بـــ ٣٢، بخط مغلق، أو مخرج مائع fluid ، ١٨ من مشـــغل الصمام الكمي ١٢. بالرجوع أيضاً إلى الأشكال من (١ إلى ٤)، يشتمل جهـــاز القياس ٣٢ عامة على مرشح قبلي ٣٤، وزوج من تجميعات قياس الكباس ٣٦، ٣٨، ومرشح بعدي ٤٠. ويتداخل المرشح البعدي ٤٠ بطريقة تشغيلية مع خط آخـــر للتحكم الهيدروليكي Hydraulic ٤٢ يمتد إلى سطح حفرة البئر (غير موضحة). ويوصل مجرى المائع الهيدروليكي ٤٤ المرشح القبلي ٣٤ بتجميعة قياس الكباس الأولي ٣٦، ويوصـــل مجرى المائع الهيدروليكـــي ٤٦ المرشح القبلي ٣٤ بتجميعة قياس الكباس الثانية ٣٨. وبالإضافة إلى ذلك، يوصل مجرى المائـــع الهيدروليكي ٤٨ تجميعة قياس الكباس الأولي ٣٦ بالمرشح البعدي ٤٠، في حين أن مجـــرى المائع ٥٠ يوصل تجميعة قياس الكباس الثانية ٣٦ بالمرشح البعدي ٤٠. من الملاحظ أن المرشـــحات القبلية والبعدية ٣٤، ٤٠ تعمل كمرشحات مائع للمساعدة في إزالة الفتات من المائـــع الهيدروليكي في النظام وأيضاً تعمل على فصل تدفق المائع في مساري تدفـــق متوازيين. سوف يتم فصل المائع الخارج من المشغل ١٢ من خلال مخـــرج المائع ١٨ بواسطة المرشح

القبلي ٣٤ لذلك يمر المائـــع في كل من تجميعة قياس الكباس الأولي ٣٦ وتجميعة قياس الكباس الثانية ٣٨. وبالعكس، يتدفق المائع في الاتجاه العكسي، عبر خط التحكم ٤٢، وسوف يفصل المرشح البعدي ٤٠ تدفق المائع إلى مساري تدفق متوازيين يمرا عبر كل من تجميعة قياس الكباس الأولي ٣٦ وتجميعة قياس المائع الثاني ٣٨. بالتالي، هناك مسارات تدفق متوازية عبر جهاز القياس ٣٢.

يتم بوضوح تناول أجـــزاء جهـــاز القياس الهيدروليكي ٣٢ في الأشـكال (٥أ- ٥ب و٦أ- ٦ب). وتتم الإشارة إلى تجميعة قياس الكباس الأولى ٣٦ بتجميعة "الموضع صفر"، وتشتمل على غلاف كباس أنبوبي ٥٢ به غاطس طـــرفي علوي وسفلي ٥٤، ٥٦ على التوالي، وعند نهايات محورية متقابلة منها. ويتم تحديد غرفـــة الكباس ٥٨ داخل الغلاف ٥٢ والغواطس الطرفية ٥٤، ٥٦. وكل غاطس طرفي ٥٤، ٥٦ يحتوي على ممر تدفق مائع fluid محوري ٦٠ يتحدد فيه للسماح للمائـــع بالدخول أو الخروج من غرفة الكباس ٥٨. بالتالي يعمل الغاطس الطرفي ٥٤ كمخرج للمائـــع إلى غرفة الكباس ٥٨ في حين أن الغاطس الطرفي ٥٦ يقدم مدخل للمائع. تحتجـــز غرفة الكباس ٥٨ الكباس الحر "عند الموضع صفر" ٦٤ الذي يكون قابل للتحرك بطريقة منزلقـــة داخل الغرفة ٥٨. ويحتوي الكباس الحر ٦٤ على صـــمام لا رجعي ذي نابض منحرف ٦٦ يسمح بتدفق ذي اتجاه واحد عبر الكباس الحر ٦٤. وتتضـــح بالفعل تفاصيل إنشاء الكباس الحـــر ٦٤ والصمام اللارجعي ٦٦ بالرجوع إلى الشـــكل رقم (٧). كما هو موضـــح في الطلب الحالي، يتم تبييت الصمام غير الرجعي ٦٦ داخل مسار التدفـــق ٦٧ في الجسم ٦٨ للكباس الحر ٦٤، ويشتمل على عضو كروي للصمام valve ball member ٧٠ ينحرف في مقابل كرسي الصـــمام ٧٢ بواسطة نابض قابل للانضغاط ٧٤. من الملاحظ أن سدادات المائع الحلقية ٧٦ تحيط بالجسم ٦٨ في الكباس ٦٤ للحصـــول على سدادة مائـــع في مقابل الغلاف ٥٢.

تتم الإشارة إلى تجميعة قياس الكباس الثانيـــة ٣٨ بتجميعة الكباس المتزايدة وتشتمل على غلاف كباس أنبوبي ٨٠ به غاطس طـــرفي علوي وسفلي ٨٢، ٨٤ مثبتين عند أطراف محورية متقابلة. ويتم وضـــع مسارات المائع ٨٦ محورياً عبر كل واحد من الغواطس الطرفية ٨٢، ٨٤. ويتم تحديد غرفة الكباس المتزايد ٨٨ داخل غلاف الكباس ٨٠ بين الغواطس الطـــرفية ٨٢، ٨٤. يقدم الغاطـــس الطرفي ٨٤ مدخل مائع للغرفة ٨٨ في حين أن الغاطس الطرفي ٨٢ يقدم مخرج للمائع. وتحتوي غرفة الكباس ٨٨ على مضخة كباس متزايد، ويتم توضيحها عامة عند ٩٠. وتكون مضخة الكباس المتزايد ٩٠ مفيدة للقيام تتابعياً بإزاحة مقدار محدد مسبقاً ومعلوم من المائع fluid عبر غرفة الكباس ٩٩ لتجميعة الكباس المتزايد ٣٨ وتشتمل على جلبة كميـــة للكباس ٩٢ التي تحيط بصورة محورية بعضو الكباس ٩٤. يوضح عضو الكباس ٩٤ طرف تلقي ضغط مكبر ٩٦، وجزء عمود دوران ذي قطر منخفض ٩٨ ورأس كباس مكبرة ١٠٠. يكون عضو الكباس ٩٤ قابل للتحرك بالنسبة للجلبة الكمية ٩٢ بين الموضع المنكمش (الشكل رقم ٥أ) والموضع الممتد (الشـــكل رقم ٥ب). عند تحركه إلى الموضع الممتد، تقوم رأس الكباس المكبرة ١٠٠ بإزاحة مقدار من المائع عبر مخرج المائع في الغاطس الطرفي ٨٢، وبالتالي يتم سحب نفس مقدار المائع في مدخل المائع للغاطس ٨٤ من المشغل ١٢. وتتلامس رأس الكباس المكبرة ١٠٠ لعضو الكباس ٩٤ مع الجزء الطرفي ١٠٢ لعضو النابض المنضغط ١٠٤، الذي يتم وضـــعه داخل الغرفة ٨٨. ويقوم النابض ١٠٤ بإمالة عضو الكباس ٩٤ نحو موضع الانكمـــاش. على الرغم من أن النابض ١٠٤ الموضح في الرسومات عبارة عن نابض من النوع الحلـــزوني، فإن أصحاب المهارة في الفن يدركون إمكانية القيام بســـهولة باستخدام تصميمات نابض أخرى قابلة للانضـــغاط، بما في ذلك على ســـبيل المثال مجموعات من ورد Belleville أو نوابض مائـــع معروفة في الفن. عندما تتم زيادة ضغط المائع داخـــل مجرى المائع الهيدروليكي Hydraulic fluid ٤٦ فإنه يحمل جزء طرفي لتلقي الضغط ٩٦ لحث عضو الكباس ٩٤ على التحرك محورياً بالنسبة للجلبة الكمية ٩٢ نحو الموضع الممتد،

ويتم ضغط عضـــو النابض ١٠٤ بواسطة رأس الكباس ١٠٠ (أنظر الشكل ٦أ). من الملاحظ أنه في حين أنه يمكن وضع طرف تلقي الضغط ٩٦ لعضـو الكباس ٩٤ داخل الجلبة الكمية المحيطة ٩٢ بحيث يلاءم الإغـــلاق نسبياً، فإنه لا توجد سدادات لدنه أو غيرها من سدادات ضد المائع متواجدة بين عضـــو الكباس ٩٤ والجلبة الكمية ٩٢. ونتيجة لذلك، فإن من المتوقع أن بعض من ضـغط المائع fluid سوف يتســـرب بين غرفة الكباس ٩٤ والجلبة الكمية ٩٢ أثناء التشغيل.

بالرجوع إلى الأشكال من ١ إلى ٤، ســـوف يتم وصف العملية العامة لنظـام الأداة الكلـي ١٠ باستخدام جهاز القياس ٣٢. يتـم إدخـال نظام الأداة ١٠ في حفـــرة البئر (غير موضح) بحيث يكون الصمام الكلي المنزلق ١٤ في وضـــع الإغلاق الموضح في الشكل رقم ١. أثناء التشغيل يكون جهاز القياس في الحالة الأولية ذات الضـــغط غير المضبوط الموضحة في الأشكال ٥أ – ٥ب. عندما تكون هناك رغبة في تحريك الصمام الكمي ١٤ إلى وضع الفتح الجزئي، فإنه يتم تقليل ضغط المائـــع في خط التحكم الهيدروليكي Hydraulic ٤٢ بالنسبة للضغط المتواجد للخـــط الهيدروليكي ١٨. يؤدي الضغط التفاضلي على جعل الوضع صفر للكباس الحر ٦٤ إلى التحرك من الموضـــع الأولي مع التلامس بالطرف السفلي للغلاف ٥٦ إلى وضع الضـــغط المضبوط الموضح في الشكل ٦ أ. في الوضع ذي الضغط المضبوط، يتلامـــس الكباس الحر ٦٤ مع الطرف العلوي للغلاف أو يقترب منه ٥٤. ســـوف تؤدي هذه الحركة للكباس الحر ٦٤ إلى جعل المشغل ١٢ يقوم بتحريك الجلبة الكميه ٢٢ محورياً نحو الأسفل داخل غلافه لذلك يتم تحريك منافذ ٣٠ للجلبة الكمية ٢٢ إلى نقطة (كما هو موضح في الشكل رقم ٢) بحيث تكون قريبة من تداخل المنافذ ٢٦ للغـلاف ٢٠. يتم الإشارة إلى هذا الموضـــع بـــ "الموضع صفر". في نموذج مفضل سوف تؤدي حـــركة الكباس الحر ٦٤ إلى جعل الجلبة الكمية تقوم بإزاحة ١٠.٦٠٤ بوصة بالنسبة للغلاف ٢٠.

تتداخـــل تجميعات قياس الكباس الأول والثاني ٣٦، ٣٨ في توازي هيدروليكي Hydraulic. بالتالي سوف يؤدي أيضاً الاختلاف في الضـــــغط عبر جهاز القياس ٣٢ إلى جعل مضخة الكباس المتزايدة ٩٠ إلى التحرك من الموضع المبدئي الموضح في الشكل ٥ أ إلى الموضع ذي الضغط المضبوط الموضـــــح في الشكل ٦ أ، بالتالي تتم إزاحة مقدار إضافي للمائع fluid من المشغل ١٢ وبعد ذلك ســـــوف تقوم الجلبة ٢٢ بإزاحة مقدار إضافي بالنسبة للغلاف ٢٠ بحيث تتداخل المنافذ ٣٠ في الجلبة الكمية ٢٢ بدرجة طفيفة مع المنافذ ٢٦ للغلاف ٢٠ وتسمح بمقدار صـــــغير من المائع عبر الصمام الكمي ١٤. بالتالي سوف يتم فتح الصمام الكمي ١٤. من الملاحظ أنه عندما تكـــــون مضخة الكباس المتزايدة ٩٠ في الوضع للضغط المضـــــبوط، فإن الطرف المكبر لتلقي الضـــــغط ٩٦ في عضو الكباس ٩٤ سوف يؤدي إلى تقييد ١٠٦ في عمـــــود الدوران ١٠٨٧ المار عبر الجلبة الكمية ٩٢ بالتالي يتم تقييد حركة عضو الكباس ٩٤ بالنســـــبة للجلبة المحيطة ٩٢. عندما تمت إزاحة عضو الكباس ٩٤ بهذه الطريقة فإنه يتم ضـــــغط النابض ١٠٤ كما هو موضـــح في الشكل ٦ أ.

عندما تكون هناك رغبة للفتح الإضـــافي للصـــــمام الكمي ١٤ للسماح بتدفق المزيد من المائع، فإنه يتم أولاً بواسطة تقليل الضغط التفاضلي للمائع عبر جهاز القياس ٣٢ وبعد ذلك تتم زيادته. عندما يتم تقليل الضـــــغط التفاضلي، فإن النابض ١٠٤ لتجميعة الكباس المتزايدة ٣٨ سوف يحث عضو الكباس ٩٤ على الرجـــــوع إلى وضـــــعه الأولي غير المضغوط، كما هو موضـــــح في الشكل رقم ٥ أ. نظـــــراً لأنه لا توجد سدادات لدنه أو غيرها من السدادات محكمة الغلق ضد المائـــــع بين الطرف المكبر ٩٦ لغرفة الكباس ٩٤ والجلبة المحيطة ٩٢، فإن المائع fluid يمكنه أن يتســـــرب بين عضو الكباس ٩٤ والجلبة ٩٢ ويقوم بتسوية الضـــــغط، وبالتالي يســـــمح للنابض ١٠٤ بإرجاع عضو الكباس ٩٤ إلى وضعه الأصلي. يبقى الكباس الحر ٦٤ في تجميعة قياس الكباس ذي الموضـــــع صفر ٣٦ في موضع الضغط المضبوط، كمـــــا هو موضح في الشـــــكلين ٦ أ – ٦ ب.

عند هذه النقطة، يزداد الضغط التفاضلي عبر جهاز القياس ٣٢ وذلك حتى يؤدي إلى تشغيل مضـــخة الكباس المتزايدة ٩٠ مرة أخرى لذلك يتحرك عضو الكباس ٩٤ إلى الموضع الممتد الموضح في الشكل ٦ أ. يقيس هذا التشـــغيل مقدار إضافي للمائع من المشغل ١٢ ويحرك الجلبة الكمية ٢٢ للصـــمام الكمي sleeve valve ١٤ لمقدار متزايد إضافي نحو موضع الفتح الكلـــي المبين في الشكل رقم ٤. سوف يدرك أصحاب المهارة في الفن أن الضغط التفاضلي عبر جهـــاز القياس ٣٢ يمكن زيادته وتقليله بصورة متكررة وذلك لتحريك الجلبة الكمية ٢٢ بطريقة متدرجة إلى موضع الفتح الكلي المبين في الشكل رقم ٤.

لإرجاع الصمام الكلي المنزلق sliding sleeve valve ١٤ إلى وضع الإغـــلاق الكلي، فإنه يتم ضـــخ المائع الهيدروليكي Hydraulic fluid في مجرى المائع ٤٢ وذلك للحصـــول على ضغط تفاضلي عكســـي في جهاز القياس ٣٢. سوف يتم تحريك الموضع صفر للكباس الحر position free ٦٤ وذلك بواسطة ضغط المائـــع المتزايد على الموضع الموضح في الشكل ٥ أ. سوف يحث المائـــع الهيدروليكي الداخل إلى تجميعة قياس الكباس في الموضع صفر ٣٦ عضـــو كرة الصمام ٧٠ للصمام غير الرجعي ٦٦ في كرسي الصمام ٧٢ ويسمح بمرور المائع عبر الكباس الحـــر ويدخل ممر المائع ٦٠ للغاطس الطرفي ٥٦ والمشغل ١٢. يؤدي هذا المائـــع إلى إرجاع الصمام الكمي ١٤ إلى موضـــع الإغلاق الكلـــي المبين في الشكل رقم ١. يمكن تحريك الصمام الكمي ١٤ إلى موضع الإغـــلاق الكلي بهذه الطريقة وبغض النظـــر عن الوضع الذي عليه الصمام الكمي ١٤ في (الموضع صفر، الفتح الجزئي، الفتح الكلي).

في النموذج الذي تم وصفه يتم بطـــريقة تشغيلية تجميع جهـــاز القياس ٣٢ بمخرج المائع fluid ، أو خط "الإغلاق" ١٨ للمشغل ١٢. على الرغم من ذلك من الممكن تشغيل مشغل أداة البئر بواسطة تثبيت جهاز القيـــاس عند مدخـــل المائع، أو خط "الفتح" ١٦ للمشغل ١٢ وبالتالي يتم قياس المائـــع في المشغل ١٢ من جهاز القياس ٣٢. ينبغي فهم أنه سواء تم

توصيل جهاز القياس ٣٢ بجانب مدخـــل أو مخرج المشغل ١٢ أم لا، فإنـــه يقوم بتشغيل أداة البئر ١٤ بطريقة متدرجة بواسطة قياس مقادير معلومة من المائع عبر جهاز القياس ٣٢.

جهاز القياس الذي يتم إنشاؤه وفقاً للاختراع الحالـــي بسيط من حيث الإنشاء ويمكن الاعتماد عليه في التشغيل. بالإضافة إلى ذلك توجد عناصر لدنه قليلة مثل السدادات الحلقية التي على هيئة حرف O التي يتم الاحتياج إليها لتشغيل جهاز القياس، وبالتالي يكون الجهاز أكثر مقاومة للمشكلات المتعلقة بالبلى أو المشكلات المرتبطة ببيئات قاع البئر ذات درجة الحـــرارة المرتفعة.

سوف يدرك أصحاب المهارة في الفن إمكانيـــة إدخال العديد من التعديلات والتغييرات على التصميمات التوضيحية والنماذج الموصوفة في الطلب الحالي ويتم فقط تقييد الاختراع بعناصر الحماية التي تلي وأية مكافئات لها.

عناصر الحماية

١ ١- جهاز قياس للاستخدام a metering device في تشغيل أداة بئر well tool مصاحبة
٢ قابلة للإنجاز بطريقة مدرجة بقياس كميات من المائع fluid خلال خط
٣ تحكم، جهاز القياس metering device متضمن: أ) مجموعة قياس مكبس
٤ أولى a first piston metering assembly لقياس حجم أول من المائع fluid خلال خط التحكم،
٥ مجموعة قياس المكبس الأولى first piston metering assembly تتضمن: تسكين مكبس
٦ piston housing له مدخل fluid inlet مائع ومخرج مائع fluid outlet وحجرة مكبس
٧ piston chamber معرفة داخل التسكين؛ مكبس حر free piston قابل للتحريك مودع
٨ داخل حجرة المكبس piston chamber ؛ ب) مجموعة قياس مكبس ثانية
٩ second piston metering assembly لقياس حجم ثاني من المائع fluid خلال خط
١٠ التحكم، مجموعة قياس المكبس الثانية second piston metering assembly تتضمن: تسكين
١١ مكبس piston housing له مدخل مائع fluid inlet ومخرج مائع fluid outlet وحجرة مكبس
١٢ piston chamber متزايد معرفة داخل التسكين؛ ومكبس متزايد incremental piston لإزاحة
١٣ على نحو متعاقب الحجم الثاني من المائع fluid خلال حجرة المكبس المتزايد
١٤ incremental piston.

١ ٢- جهاز القياس وفقاً لعنصر الحماية ١ ، حيث به المكبس المتزايد incremental piston
٢ يتضمن: كم مودع sleeve disposed داخل حجرة المكبس المتزايد
٣ incremental piston chamber ، الكم sleeve له ممر مائع fluid مودع محورياً
٤ هناك خلاله؛ عضو مكبسa piston member قابل للتحريك مودع داخل ممر المائع fluid
٥ من الكم sleeve ، عضو المكبس piston member له قسم نهاية مستقبلة ضغط لاستقبال
٦ ضغط المائع fluid من مدخل المائع fluid inlet ، عضو المكبس piston member

أيضاً يكون قابل للتحريك بين وضع منكمش ووضع ممتد حيث به الحجم الثاني المذكور من المائع fluid يزاح ، وزنبرك spring لميل عضو المكبس piston member باتجاه الوضع المنكمش.

٣- جهاز القياس وفقاً لعنصر الحماية ١ ، حيث به المكبس الحر free piston يحتوي على ممر مائع fluid pathway للسماح للمائع fluid بالتدفق خلال المكبس الحر free piston ، وأيضاً يتضمن صمام اتجاه واحد check valve داخل ممر المائع fluid pathway للسماح بتدفق اتجاه واحد من المائع fluid خلال ممر المائع fluid pathway .

٤- جهاز القياس وفقاً لعنصر الحماية ١ ، حيث به مجموعات قياس المكبس piston metering assemblies الأولى والثانية تكون متصلة وفي توازى هيدروليكى hydraulic parallel.

٥- نظام أداة بئر a well tool system متضمن: أ) أداة بئر a well tool التي تكون قابلة للأجراء بتبديل المكون داخل أداة البئر well tool بين عدد متناه من الزيادات بين تشكيلين قاصيين؛ ب) جهاز قياس هيدروليكى a hydraulic metering device الذي يكون بشكل قابل للانجاز متصل إلى أداة البئر well tool بخط تحكم لتبديل المكون بشكل متزايد كما تقاس كميات المائع خلال خط التحكم، جهاز القياس يتضمن: مجموعة قياس مكبس أولى first piston metering assembly لإزاحة حجم أول من المائع fluid خلال خط التحكم؛ ومجموعة قياس مكبس ثانية second piston metering assembly متوازية مع مجموعة قياس المكبس

الأولى first piston metering assembly لإزاحة حجم ثاني من المائع fluid خلال خط التحكم.

٦- نظام أداة البئر well tool system وفقاً لعنصر الحماية ٥ ، حيث به أداة البئر well tool تتضمن صمام كم منزلق sliding sleeve valve والمكون يتضمن كم sleeve داخل صمام الكم المنزلق sliding sleeve valve ، والتشكيلين القاصيين يتضمنوا تشكيلات مفتوحة ومغلقة.

٧- نظام أداة البئر well tool system وفقاً لعنصر الحماية ٥ ، أيضاً يتضمن مشغل actuator لأداة البئر well tool وحيث به جهاز القياس الهيدروليكي hydraulic metering device يكون بشكل قابل للإنجاز متصل مع أداة البئر well tool بقياس المائع fluid خارج المشغل actuator لتحريك مكون أداة البئر well tool .

٨- نظام أداة البئر well tool system وفقاً لعنصر الحماية ٥ ، حيث به مجموعة قياس المكبس الأولى first piston metering assembly تتضمن: تسكين مكبس piston housing له مدخل مائع fluid inlet ومخرج مائع fluid outlet وحجرة مكبس piston chamber معرفة داخل التسكين؛ ومكبس حر free piston قابل للتحريك مودع داخل حجرة المكبس piston chamber.

٩- نظام أداة البئر well tool system وفقاً لعنصر الحماية ٥ ، حيث به مجموعة قياس المكبس الثانية second piston metering assembly تتضمن: تسكين مكبس piston housing له مدخل مائع fluid inlet ومخرج مائع fluid outlet وحجرة مكبس متزايد incremental piston chamber معرفة داخل التسكين؛ ومكبس متزايد

incremental piston لإزاحة على نحو متعاقب الحجم الثاني من المائع fluid خلال حجرة المكبس المتزايدincremental piston chamber .

١٠- طريقة لتشغيل أداة بئر أسفل حفرة the method of operating a downhole well tool لها مكون الذي يكون محورياً قابل للتبديل بين عدد متناه من الزيادات بين تشكيلات مغلقة ومفتوحة، الطريقة تتضمن الخطوات من: أ) مرافقة جهاز قياس هيدروليكي a hydraulic metering device مع خط تحكم لأداة البئر well tool حتى أن المكون من أداة البئر well tool يبدل كما يقاس المائع fluid خلال خط التحكم؛ ب) ترتيب أداة البئر well tool وجهاز القياس metering device داخل ثقب البئر wellbore مع أداة البئر well tool في التشكيل المغلق؛ ج) تشغيل جهاز القياس metering device لتحريك المكون من أداة البئر well tool من التشكيل المغلق إلى وسط، تشكيل مفتوح جزئياً بـ؛ تشغيل مجموعة قياس مكبس أولى first piston metering assembly من جهاز القياس metering device لإزاحة حجم أول من المائع fluid خلال خط التحكم لتحريك المكون حتى أن أداة البئرwell tool تكون في وضع الصفر؛ وتشغيل مجموعة قياس مكبس ثانية second piston metering assembly من جهاز القياس metering device لإزاحة حجم ثاني من المائع fluid خلال خط التحكم لتحريك المكون حتى أن أداة البئر well tool تكون في وضع مفتوح جزئياً.

١١- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١٠ ، أيضاً يتضمن خطوة تشغيل أخر لجهاز القياس metering device لتحريك أداة البئر well tool إلى الوضع المفتوح كلياً.

١٢- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١٠ ، حيث بها الخطوة من إزاحة حجم أول من المائع fluid خلال خط التحكم تتضمن تحريك هيدروليكياً مكبس حر

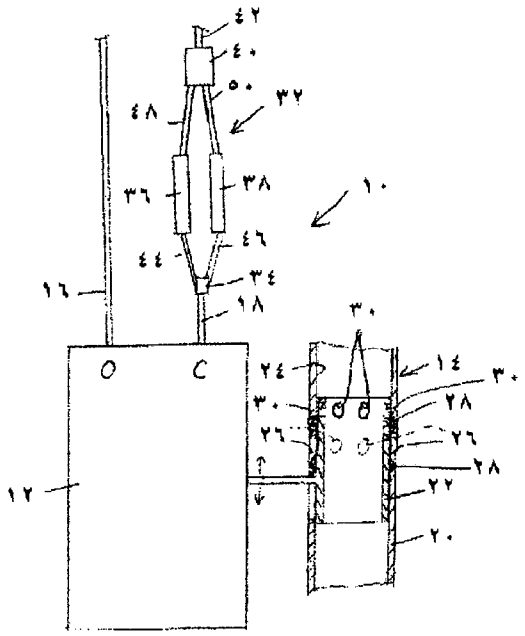
free piston hydraulically داخل حجرة المكبس piston chamber من مجموعة قياس المكبس الأولى first piston metering assembly.

١٣- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١٠ ، حيث بها الخطوة من إزاحة حجم ثاني من المائع fluid خلال خط التحكم تتضمن تحريك هيدروليكياً مكبس piston hydraulically hydraulically داخل حجرة المكبس piston chamber من مجموعة قياس المكبس الثانية second piston metering assembly .

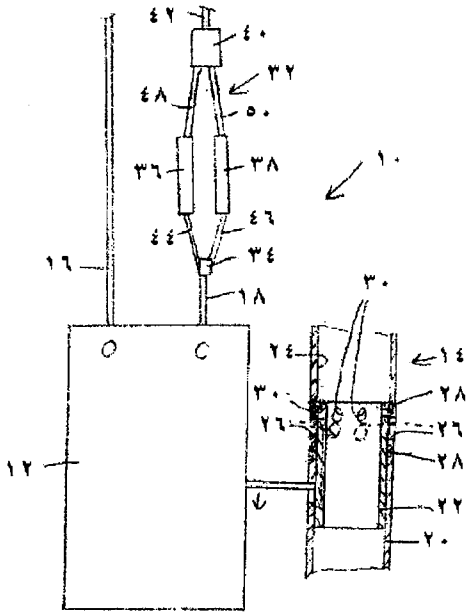
١٤- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١٠ ،حيث به جهاز القياس الهيدروليكى hydraulic metering device يكون مصاحب مع مخرج مائع fluid outlet من مشغل actuator لأداة البئر well tool ، وأداة البئر well tool تحرك باتجاه تشكيل مفتوح كما يقاس المائع fluid خارج المشغل actuator.

١٥- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١٠ ، أيضاً تضمن الخطوة من تحريك أداة البئر well tool إلى وضع مغلق كلياً.

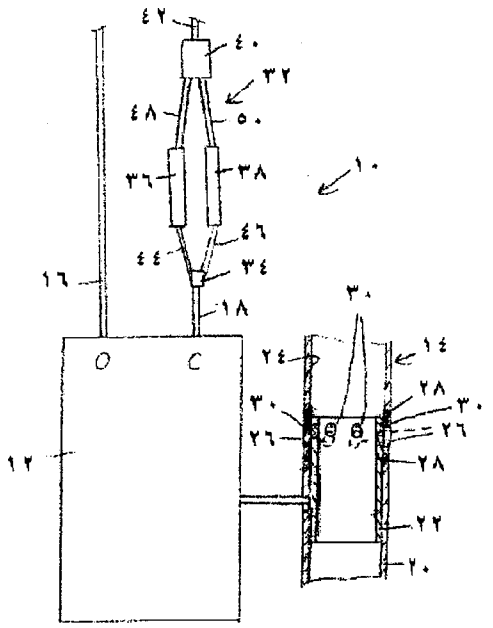
١٦- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية ١٥ ، حيث بها الخطوة من تحريك أداة البئر well tool إلى الوضع المغلق كلياً تتضمن: تدفق المائع fluid إلى مجموعة قياس المكبس الأولى first piston metering assembly ؛ فتح صمام الاتجاه الواحد check valve داخل مكبس حر free piston داخل مجموعة قياس المكبس الأولى first piston metering assembly لتدفق المائع fluid خلال المكبس الحر free piston وإلى المشغل actuator لأداة البئر well tool ، بذلك تغلق أداة البئر well tool .


٤٢
٤٠
٥٠
٣٢
٤٨
٣٨
٣٦
١٠
٤٦
٤٤
٣٤
١٦
١٨
٣٠
١٤
٣٠
٢٨
٢٦
٢٤
٣٠
٢٦
٢٨
٢٢
١٢
٢٠
O
C

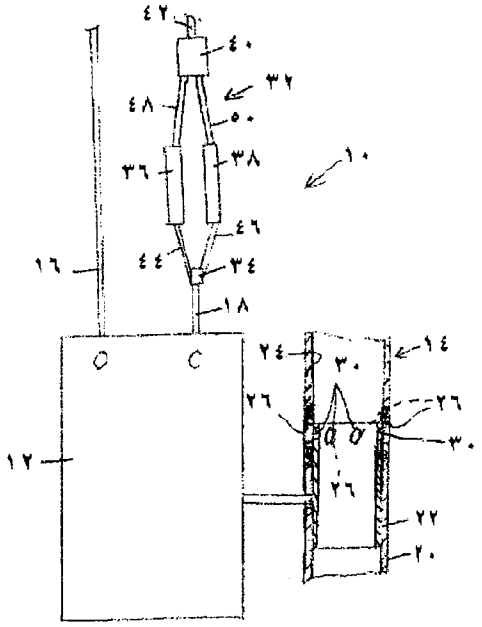
شكل رقم (١)



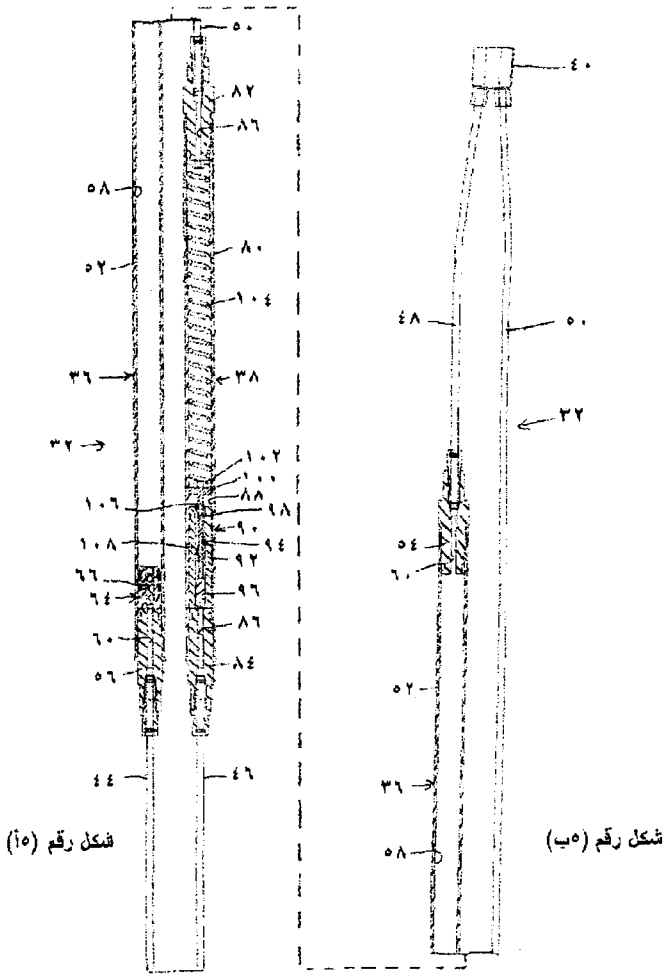
شكل رقم (٢)


٤٢
٤٠
٣٢
٤٨
٥٠
٣٦
٣٨
١٠
٤٦
٤٤
٣٤
١٦
١٨
٣٠
١٤
٢٤
٢٨
٣٠
٣٠
٢٦
٢٦
١٢
٢٨
٢٢
٢٠
O
C

شكل رقم (٣)

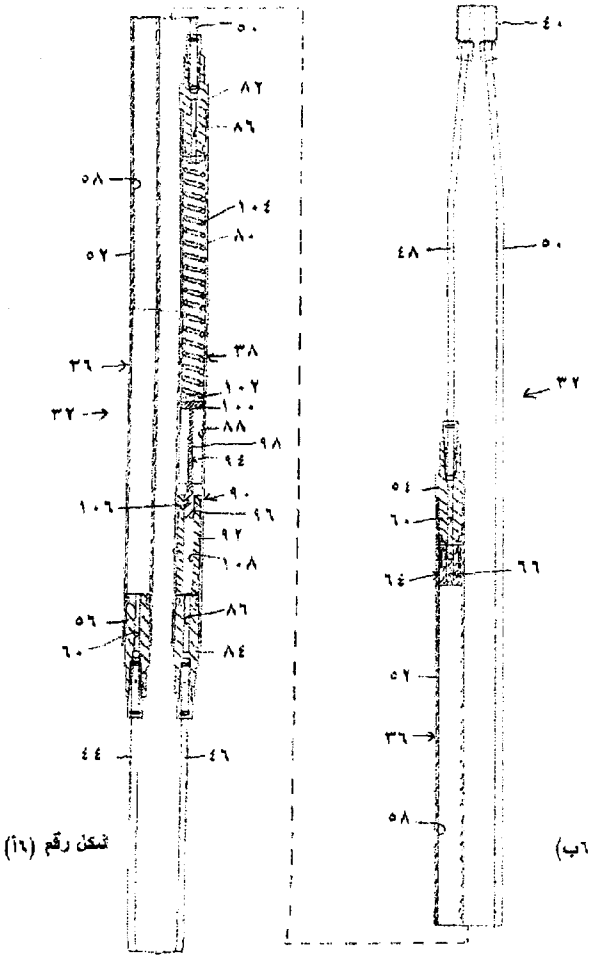


شكل رقم (٤)



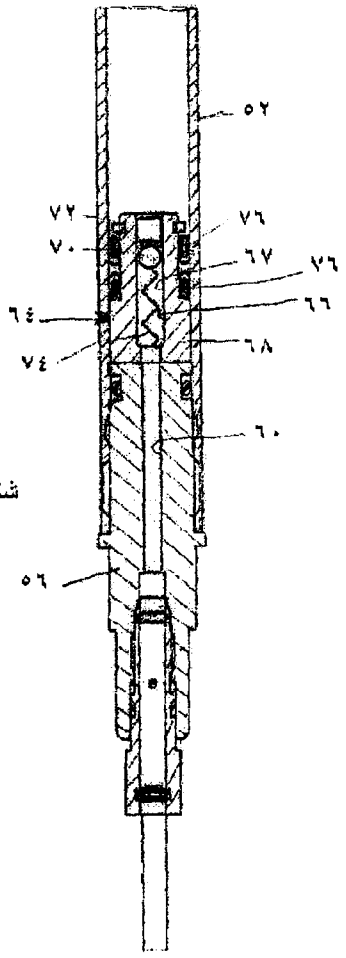
شكل رقم (٥أ)

شكل رقم (٥ب)



شكل رقم (٦أ)

شكل رقم (٦ب)



شكل رقم (٧)