مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

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

[11] رقم البراءة: ٤٠٠٥
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٦/٠٧/٠٤ هـ
الموافـــق: ٢٠١٥/٠٤/٢٣ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: كريستوفر برايكي، جير لوندي، روجير انطونسين
[73] مالك البراءة: اي - تك أيه اس
عنوانه: كانالفين٨، روينيبيرج، النرويج
جنسيته: نرويجية
[74] الوكيل: سليمان ابراهيم العمار

[21] رقم الطلب: ١١١٣٢٠١٩٢
[22] تاريخ الإيداع: ١٤٣٢/٠٣/٠٩ هـ
الموافق: ٢٠١١/٠٢/١٢ م

[30] بيانات الأسبقية:

NO	٢٠١٠٠٢١١	٢٠١٠/٠٢/١١م

[51] التصنيف الدولي (IPC[8]):
E21B 034/014, E21B 034/000

[56] المراجع:

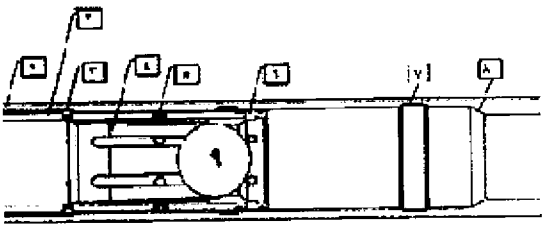
US	٢٤٥٤٨٣٩	١٩٤٨/١١/٣٠م
US	٤٨٦٢٩٦٦	١٩٨٩/٠٩/٠٥م
US	١٦٣٨٢٠/٢٠٠٤	٢٠٠٤/٠٨/٢٦م

اسم الفاحص: احمد بن سعد الاسمري

[54] اسم الاختراع: قاعدة كرة قابلة للتمدد
Expandable ball seat

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بجهاز منشط بإسقاط كرة، حيث يتم وضع قاعدة الكرة ball seat (٤) بصورة مركزية وقابلة للانزلاق محورياً axially slidably disposed ضمن جلبة خارجية outer sleeve (١) ذات سطح اسطواني داخلي internal cylindrical surface أول، حيث تشتمل قاعدة الكرة (٤) على واحدة على الأقل من العروات الممتدة قطرياً radially extending lug (٦)، والتي تمتد في وضع أول إلى الداخل قطرياً من السطح الاسطواني الداخلي internal cylindrical surface، وبالتالي يتم تحديد قطر أول لقاعدة كرة ball seat أقل من قطر كرة الإسقاط drop ball. وتشتمل الجلبة sleeve (١) على أخدود groove (٧) واحد على الأقل في سطحها الداخلي، ويمكن استقبال العروة lugs (٦) في الأخدود (٧)، وبالتالي يتم تحديد قطر ثانٍ لقاعدة الكرة يكون على الأقل مساوياً لقطر كرة الإسقاط drop ball (٩).

عدد عناصر الحماية (١١)، عدد الأشكال (١٢)



الشكل (٣)

قاعدة كرة قابلة للتمدد

Expandable ball seat

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بقاعدة كرة قابلة للتمدد expandable ball seat للاستخدام في الآبار الجوفية subterranean wells ، وبصفة خاصة الآبار المستخدمة لإنتاج الهيدركربونات production of hydrocarbons من التكوينات الجوفية subterranean formations .

لإنتاج الهيدركربونات، أي النفط oil و/ أو الغاز gas ، من خزانات المياه الجوفية subterranean reservoirs ، يتم توفير بئر يمتد من خلال عدة طبقات من الصخور في تكوين rock in a formation is provided . ويتم عادةً تصميم البئر بواسطة حفر ثقب حفر drilling a borehole يمتد على مسافة من خلال الصخور rock ، إدراج غلاف من الصلب steel casing في حفرة البئر wellbore وتمليطه إلى التكوين cement it to the formation . يشتمل التمليط Cementing عادةً على ضخ الاسمنت الرطب pumping wet cement باستمرار من خلال البطانات الأنبوبية tubular liner وغلاف، إلى الخارج من خلال صمام عائم أو كم منزلق floating or sliding sleeve valve وحتى من خلال الحلقة التي يتم تشكيلها بواسطة التكوين والغلاف قبل ترك الأسمنت ليتصلب. يتم حفر المقطع التالي في التكوين في مد الغلاف الموجود. ثم يتم تعليق بطانة في الخارج عن طريق علاقة بطانة، وتمليطها بالتكوين. وتتكرر هذه العملية حتى تصل بئر تشتمل على عدد من المقاطع بأقطار متناقصة إلى العمق المطلوب. بشكل نمطي يتم فصل واحدة أو أكثر من طبقات التكوين التي تحتوي على المواد الهيدروكربونية hydrocarbons ، وبشكل نمطي طبقات منتجة بواسطة الصخور التي لا تحمل النفط أو الغاز gas . للوصول إلى موائع التكوين، يمكن

اختراق الغلاف عند أعماق مناظرة للطبقات المنتجة، ويمكن تصدع التكوين هيدروليكياً formation may be hydraulically fractured لتسهيل تدفق المائع flow of fluid من التكوين في بئر الإنتاج. يمكن أن تتفرع أيضاً الآبار الأفقية horizontal wells إلى الخارج من بئر الإنتاج الرأسية vertical production well ، وتمتد على بعد عدة كيلومترات من خلال طبقة تحتوي على المواد الهيدروكربونية hydrocarbons .

يتم تزويد أنبوب إنتاج production pipe داخل الغلاف أو البطانة، ويمكن تقسيم البئر المكتملة إلى عدة مناطق إنتاج باستخدام الحشوات packers . تتحكم الصمامات valves في تدفق المائع flow of fluid خلال التمليط. تتحكم صمامات أخرى في تدفق المائع في جزء من أنبوب الإنتاج المقابل لمنطقة الإنتاج. في العملية، يمكن خلط المائع المتدفق من عدة مناطق بمعدلات مختلفة ونقله إلى أعلى في أنبوب الإنتاج إلى السطح.

لزيادة كمية و/أو المعدل الذي يتم عنده إنتاج الهيدركربونات من منطقة، يمكن حقن مواد كيميائية chemicals injected مختلفة في التكوين. يمكن أن تكون المادة الكيميائية عبارة عن الماء، ومحلول ملحي brine ، وأحماض acids ومذيبات solvents ومواد خافضة للتوتر السطحي surfactants الخ، ويمكن حقنها من خلال بئر إنتاج، أو من خلال واحدة أو أكثر من آبار الحقن التي يمكن تزويدها على مسافة من بئر الإنتاج. وهكذا، يمكن أن يشتمل حقل النفط oil أو الغاز gas النمطي على واحدة أو أكثر من آبار الإنتاج، وعدم وجود آبار حقن injection wells أو وجود الكثير. وفي بعض الحالات، يمكن أن تعمل بئر الحقن على سبيل المثال على حقن الماء أو الغاز gas في العديد من المناطق لزيادة الضغط في الخزان. يمكن أيضاً حقن مواد إضافة مختلفة لتقليل لزوجة المائع في منطقة معينة. وتعرف هذه الطرق مجتمعة باسم منطقة "الحث"، والغرض منها هو تعزيز الانتاج من المنطقة. ولا تعتبر طرق معينة لحث منطقة جزءا من الاختراع الحالي،

وبالتالي لم يتم وصفها بمزيد من التفصيل في هذا الكشف. ومع ذلك، ينبغي إدراك أن توفير أكبر عدد من نقاط الحقن في منطقة الحقن يمكن أن يساعد في توزيع الموائع و/ أو مواد الإضافة الكيميائية في المنطقة.

يمكن أيضاً أن تساعد امكانية تقسيم بئر في مزيد من المناطق بطريقة مريحة واقتصادية في الإنتاج. على سبيل المثال، إذا تم حقن الماء من خلال بئر حقن وانفصاله من خلال التكوين عند نقطة معينة على طول الفرع الأفقي للبئر، ويمكن أن يتجاوز محتوى الماء في المائع الذي تم إنتاجه بسرعة مستوى محدد مسبقاً، ويسفر عن قرار بإغلاق هذا الفرع الخاص. ومع ذلك، يمكن أن يوجد جيوب كبيرة من النفط oil والغاز gas متروكة في التكوين خارج منطقة اختراق الماء. وبالتالي، يمكن تزويد الصمامات valves والحشوات packers لتكون قادرة على عزل قطاع أو منطقة معين في بئر أفقية في وقت لاحق يحدث فيه هذا الموقف. من ناحية أخرى، فإن تكلفة الصمامات والوقت المطلوب لفتح عدد كبير من الصمامات عندما يتم تكون المنطقة في حيز الإنتاج يمكن أن تحد من عدد من القطاعات أو المناطق لكل فرع. في المقابل، قد يؤدي هذا في مناطق "خاملة" كبيرة نسبياً تحتوي على مواد هيدروكربونية لا يمكن استرجاعها.

كما هو مبين أعلاه، يتم استخدام أجهزة ميكانيكية مختلفة خلال التصميم والإكمال والإنتاج، على سبيل المثال علاقات بطانة، وحشوات وصمامات بأحجام وتصميمات مختلفة. وتتمثل واحدة من الطرق المتعددة لتشغيل الجهاز الميكانيكي في بئر عن طريق استخدام كرة الإسقاط، التي يتم إسقاطها أو ضخها مع المائع إلى أسفل في البئر حتى يستقر على قاعدة الكرة. ثم، يعمل الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure على المعدات ويؤدي إلى الحركة النسبية بين جزئين، وتعمل هذه الحركة على تنشيط الجهاز. وتكون الأجهزة التي تم تنشيطها بواسطة كرات الإسقاط أو أغراض

أخرى مماثلة غير مكلفة نسبياً، ولا تحتاج إلى قطع الإنتاج بصورة مكلفة، مثل ذلك الناتج عندما يجب تشغيل سلسلة تشغيل أو أداة تشغيل في البئر tool must be run into the well.

يتم استخدام المصطلحات، "كرة إسقاط drop ball " و "قاعدة كرة ball seat "، بصورة ملائمة في هذه الوثيقة، حيث تكون كرات الإسقاط هي الوسيلة الأكثر لأجهزة التنشيط في البئر هيدروليكياً activating devices in the well hydraulically . ومع ذلك، ينبغي إدراك أنه يتم وضع أغراض مكافئة أخرى مستخدمة لنفس الغرض أيضا في الاعتبار. على سبيل المثال، يمكن إدراج سدادة إبرية في تدفق المائع flow of fluid مباشرة قبل الأسمنت عند تمليط بطانة بالتكوين خلال اكمال البئر. تتميز السدادة الإبرية بجسم اسطواني لفصل الأسمنت من المائع أدناه، ولها بشكل نمطي أنف مخروطية مستديرة rounded conical nose مشابهة لكرة الإسقاط. عندما تستقر الإبرة على قاعدة متصلة بالصمام seat connected to the valve ، يتم إغلاق المائع الذي يتم تدويره خلال البطانة، ويتراكم الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure خلف الإبرة. عند وصول الضغط إلى مستوى محدد مسبقاً، تنفصل مسامير القص أو ما شابه ذلك، التي منعت في الأصل الحركة النسبية بين الأكمام الداخلية والخارجية للصمام، فواصل. ثم ينزلق الكم المنزلق إلى أسفل ويفتح صمام التمليط، وبذلك يسمح بدخول الأسمنت الحلقة الموجودة بين البطانة والتكوين. بعد الاستخدام، يمكن كسر الإبرة بصورة تقليدية، على سبيل المثال بواسطة لقمة حفر عندما يتم تصميم المقطع التالي من البئر. بطريقة مماثلة، يمكن استخدام كرة الإسقاط للغرض نفسه. وهكذا، تعمل الإبرة نفس وظيفة كرة الإسقاط حيث تستقر على قاعدة، وبالتالي إغلاق تدير المائع بحيث يمكن أن يعمل الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure على الجهاز.

يمكن استخدام سلسلة من كرة الإسقاط series of drop ball لتشغيل الصمامات وأجهزة أخرى في أوقات ومواقع مختلفة. على سبيل المثال، يمكن استخدام سلسلة من كرات الإسقاط لتشغيل سلسلة

من الصمامات valves في مناطق مختلفة لفتح أو إغلاق الانتاج من مناطق مختلفة في طور انتاج البئر. تقليدياً، يتم ذلك من خلال تقليل أقطار قواعد الكرة مع زيادة العمق واستخدام كرات لها أحجام مختلف. ثم، تتجاوز كرة الإسقاط التي لها قطر معين كل القواعد التي لها أقطار أكبر وتستقر على القاعدة الأولى التي يبلغ قطرها أقل من قطر الكرة. وبمجرد أن تعمل الكرة على إغلاق التدير، يتراكم الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure خلفها، ويمكن استخدامه لتنشيط الجهاز، على سبيل المثال عن طريق كسر مسمار القص و/ أو توفير بعض الحركة النسبية بين الأجزاء داخل الجهاز.

ومع ذلك، يوجد حد لعدد من أحجام مختلفة للكرة التي يمكن استخدامها في بئر. إذاً، على سبيل المثال، تقترب أقطار اثنين من الكرات جداً من بعضها البعض، حتى يمكن أن تسبب قطعة صغيرة من الحطام أو الرمال أو الحصى استقرار الكرة على قاعدة بقطر أكبر قليلاً من القاعدة المقصودة، وبالتالي تنشيط الجهاز الخطأ عن غير قصد. وبالتالي، يجب أن يوجد أدنى فرق في القطر بين كرات الإسقاط لاستخدامها في تطبيق معين. وهذا يحد أيضاً من عدد قطع المعدات التي يمكن تشغيلها بواسطة كرات الإسقاط التقليدية أو المقاعد في بئر معينة. بشكل نمطي، يمكن استخدام حوالي ٢٠ قاعدة أو أقل من قواعد الكرة في بئر واحدة للسبب الذي تمت مناقشته أعلاه.

يزداد حجم و/ أو عمق الخزانات الحديثة، وذلك باستخدام كرات الإسقاط بطريقة تقليدية تصبح غير عملية. على سبيل المثال، يمكن أن تمتد البئر ٢٠٠٠ متر أو أكثر بصورة عمودية و/ أو أفقية. باستخدام الحد الأقصى من ٢٠ كرة إسقاط drop ball لها أحجام مختلفة، يصبح متوسط المسافة بين أجهزة التي يتم تنشيطها بكرة إسقاط ١٠٠ متر أو أكثر. وهذا قد يتجاوز سمك منطقة الإنتاج. ولأن صمام واحدا على الأقل ينبغي أن يتحكم في تدفق المائع flow of fluid من كل منطقة

إنتاج، يكون أقل من ٢٠ صمام يعمل بكرة متاحاً للاستخدام في الآبار الأفقية horizontal wells المتفرعة ففي منطقة (مناطق) الإنتاج.

وفي بعض الحالات قد يكون من المفيد أو الضروري توفير أكثر من صمام للتحكم في تدفق مائع التكوين في أنبوب الإنتاج، مما يعمل على تقليل عدد الصمامات valves التي يتم تنشيطها بكرة المتاحة لمناطق أخرى و/ أو الآبار الأفقية horizontal wells الأبعد من ذلك. سرعان ما يصبح استخدام معدات تعمل بواسطة وسائل أخرى مكلفاً، حيث تكون المحركات الكهربية بحاجة إلى التعامل مع درجات الحرارة والضغط في الآبار العميقة، تصبح البطانات الهيدروليكية أكبر الخ. ومن ثم، يكون من المفيد توفير نظام حيث يمكن أن تعمل إحدى كرات الإسقاط على فتح عدد غير محدد من الصمامات في بئر رأسية أو أفقية valves in a vertical or horizontal well.

إذا وجدت طريقة لفتح عدد غير محدد من الصمامات valves بواسطة إحدى كرات الإسقاط على سبيل المثال في إحدى مناطق الإنتاج و/ أو فرع أفقي، ويمكن تثبيت عدد كبير من الصمامات غير مكلفة. يمكن أن يعمل هذا بحيث أنه عند تحفيز منطقة بحيث يمكن حقن المائع من خلال عدد كبير من نقاط الحقن، ولسحب مائع التكوين في أنبوب الانتاج من خلال عدد تعسفي من الصمامات.

وهكذا، يتمثل الهدف الرئيسي للاختراع الحالي في توفير جهاز قادر على تنشيط عدد تعسفي من الأجهزة التي تعمل بكرة الإسقاط باستخدام كرة إسقاط drop ball واحدة فقط.

وعلى وجه الخصوص، يكون من الممكن تثبيت عدد أكبر من الصمامات لزيادة عدد نقاط الحقن في بئر حقن. كما يكون من الممكن زيادة عدد الصمامات في بئر أفقية طويلة، لأن كل واحد منها يمكن فتحها بسرعة باستخدام كرة إسقاط drop ball واحدة فقط. على سبيل المثال، إذا انفصل الماء في وقت لاحق، يمكن اغلاق منطقة صغيرة نسبياً، مما يحد من المنطقة "الساكنة dead zone " أو

جيب من الكربونات المائية التي لا يمكن ارجاعها من التكوين. ويمكن أن يتم مثل هذا الإغلاق لصمامات معينة باستخدام طرق معروفة في الفن، على سبيل المثال من خلال توفير صمامات بتجهيزات قياسية لأدوات تقليدية، وتشغيل أداة في البئر بواسطة أنبوب ملفوف، خط أملس، جرار بئر أو أداة تشغيل الخ.

٥ **الوصف العام للاختراع**

يتم تحقيق الهدف الرئيسي من خلال توفير جهاز يعمل بواسطة كرة إسقاط drop ball حيث يتم وضع قاعدة كرة الإسقاط بصورة مركزية ومحورياً بصورة قابلة للانزلاق في كم خارجي يشتمل على، وجه اسطواني أولي داخلي، حيث تشتمل القاعدة على عروة lugs واحدة على الأقل منحازة إلى الخارج، والتي عندما تجاور الوجه الاسطواني الأولي الداخلي تمتد إلى الداخل قطرياً وتحدد قطر أول لقاعدة كرة أقل من قطر كرة الإسقاط الأول، و وتشتمل الجلبة sleeve على أخدود groove واحد على الأقل في سطحها الداخلي، والعروة عند استقبالها في الأخدود، تعمل على تحديد قطر ثانٍ للقاعدة يكون على الأقل مساوياً لقطر كرة الإسقاط.

وحيث يزداد قطر القاعدة إلى قطر قاعدة ثان، تمر كرة الإسقاط (أو إبرة أو كائن مشابه dart or similar object)، ويستمر إلى الجهاز التالي الذي يتم تشغيله بكرة، حيث يتم تكرار العملية. وبالتالي، يمكن استخدام إحدى الكرات لتشغيل عدد غير محدد من الأجهزة لها أقطار قاعدة مماثلة، على سبيل المثال كل الصمامات valves أو الأجهزة من نوع معين في منطقة. ومع ذلك، يمكن بشكل ملائم توفير كرات مختلفة الحجم على النحو الوارد في الفن السابق. في الاختراع الحالي، يمكن استخدام كرة واحدة لفتح عدد غير محدد من الصمامات في منطقة إنتاج، بينما يمكن استخدام الكرة التالية الأكبر لتشغيل أي عدد من الأجهزة في منطقة الإنتاج الموضحة أعلاه. وهكذا، يمكن تثبيت أي عدد مرغوب فيه من الصمامات أو الأجهزة الأخرى التي تعمل بكرة إسقاط

drop ball في منطقة إنتاج، مما يعمل بصورة كبيرة على تقليل عدد من الصمامات valves المكلفة التي يتم تشغيلها بواسطة وسائل أخرى و/ أو تحسين الانتاج من منطقة.

وفي سمة أخرى، يوفر الاختراع الحالي طريقة لاستخدام الجهاز.

وفي سمة أخرى أيضاً، يشتمل الاختراع الحالي على طريقة لتنشيط وتعطيل عدد غير محدد من الأجهزة التي تعمل بكرة إسقاط drop ball في بئر باستخدام كرة إسقاط فردية single drop ball.

شرح مختصر للرسومات

يتم بالكامل شرح الاختراع في الوصف المفصل التالي بالإشارة إلى الرسومات المرفقة التي تشير فيها الأرقام المتشابهة إلى أجزاء متشابهة أو مكافئة، وفيها:

شكل (١) عبارة عن منظر تخطيطي لبئر تشتمل على عدة مناطق وفروع؛

توضح الأشكال (٢-٥) صمام يتم تنشيطه بكرة إسقاط drop ball باستخدام الاختراع في عدة مراحل أثناء التنشيط؛

يوضح شكل (٦) جهاز على الأشكال ٢-٥ في المرحلة النهائية، حيث يتم تحرير كرة الإسقاط، و

توضح الأشكال (٧-١٢) التفاصيل المختلفة للجهاز.

الوصف التفصيلي:

شكل (١) عبارة منظر تخطيطي لقطاع عرضي من نظام بئر تستخدم في إنتاج الهيدروكربونات، أي النفط oil و/ أو الغاز gas ، من خزان جوفي subterranean reservoir . يتم حفر ثقب أو حفرة بئر hole or wellbore ١٠١ من خلال عدة طبقات من الصخور في تكوين rock in a

formation is provided . في الشكل رقم ١، يتم توضيح اثنين من الطبقات ١٠٠ و ٢٠٠. يتم تبطين حفرة البئر wellbore باستخدام غلاف من الصلب steel casing ١٠٢، يتم تمليطه إلى التكوين cement it to the formation . في الشكل ١، تحتوي الطبقات ١٠٠ و ٢٠٠ على الهيدروكربونات، ويمكن فصلها بواسطة طبقات صخور لا تحتوي على النفط oil أو الغاز gas.

يمكن خرق الغلاف ١٠٢ على أعماق مناظرة للطبقات المنتجة ١٠٠ و ٢٠٠، ويمكن استخدام التصدع الهيدروليكي لإنتاج وفتح شقوق في التكوين لتسهيل تدفق المائع flow of fluid من التكوين في بئر الإنتاج. يمكن أن تتفرع أيضاً الآبار الأفقيةhorizontal wells ١٠٠'، ١٠٠ " و ٢٠٠' خارج بئر الإنتاج الرأسية vertical production well أيضا، وتمتد على بعد عدة كيلومترات من خلال طبقة ١٠٠، ٢٠٠ التي تحتوي على المواد الهيدروكربونية hydrocarbons.

ويتم بشكل نمطي توفير أنبوب إنتاج production pipe ١٠٣ داخل الغلاف أو بطانة casing or liner ١٠٢، و يمكن تقسيم البئر المكتملة في عدة مناطق إنتاج باستخدام الحشوات packers (لم يتم توضيحها). تتحكم الصمامات valves ١١٠أ – ج، و٢١٠ أ- ج... في شكل ١ في تدفق المائع flow of fluid من تكوين ١٠٠، و٢٠٠ إلى جزء من أنبوب الإنتاج المناظر لمنطقة الإنتاج. وتكون الصمامات عموما من تصميم أو أنواع مختلفة، على سبيل المثال صمامات كمية منزلقة sliding sleeve valves وصمامات فراشة butterfly valves وصمامات كرة لها أحجام وتصميمات مختلفة تستخدم لأغراض مختلفة كما هو معروف في الفن. عند التشغيل، يمكن خلط المائع المتدفق من مناطق متعددة (كما هو موضح بواسطة الأسهم ١٢٠) بمعدلات مختلفة ونقلها في أنبوب الإنتاج إلى السطح production pipe to the surface ١٠.

لزيادة الكمية و/ أو المعدل الذي يتم عنده إنتاج الهيدروكربونات من منطقة hydrocarbons are produced from a zone ، يمكن تزويد واحدة أو أكثر من آبار الحقن injection wells ٣٠٠ على

مسافة من بئر الإنتاج. وتعمل بئر حقن على إدراج المائع في واحدة أو أكثر من المناطق، على سبيل المثال لزيادة الضغط في الخزان أو لتوفير بعض التركيبة الكيميائية، ويمكن أن يتم بطريقة مماثلة لبئر الإنتاج. ويمكن أن يشتمل حقل نفط أو غاز نمطي على واحدة أو أكثر من آبار الإنتاج وعدم وجود آبار حقن injection wells أو المزيد منها.

٥ وكما ذكر أعلاه، يمكن استخدام أجهزة مختلفة مثل الصمامات الكمية المنزلقة sliding sleeve valves، والصمامات الخانقة butterfly valves المزودة بقرص وصمامات كرة ball valves لها أحجام وتصميمات مختلفة، للتحكم في تدفق مائع ولأغراض أخرى. وبصورة ملائمة، من المقرر أن يشتمل مصطلح "جهاز يعمل بكرة " على هذه الأجهزة وغيرها عند تشغيلها هيدروليكياً hydraulically باستخدام كرة إسقاط drop ball ، إبرة أو جهاز مماثل dart or similar device .

١٠ تشتمل كل هذه الأجهزة على قاعدة يمكن أن تستقر عليها الكرة، والإبرة أو جهاز مشابه.

شكل ٢ يوضح صمام كمي منزلق باستخدام نموذج مفضل ٤ من قاعدة كرة ball seat وفقا للاختراع. يتم فتح الصمام الكمي المنزلق عندما تتم محاذاة الثقوب في الأكمام open when holes in the sleeves ١ و٢، و إغلاقها عند عدم محاذاة الثقوب. وبالتالي، يمكن تشغيل الصمام بواسطة إزاحة محورية بسيطة، ويتم وضعه جيداً لأغراض التوضيح. ومع ذلك، ينبغي إدراك أنه

١٥ يمكن استخدام الاختراع مع أي جهاز يتم تشغيله بكرة. يشتمل الجهاز على الشكل ٢ على كم خارجي ١ له سطح داخلي به جزأين: سطح اسطواني داخلي internal cylindrical surface وأخدود حلقي annular groove ٧ بقطر أكبر قليلاً يتم تعديله لاستقبال واحدة أو أكثر من العروات lugs ٦ على النحو المبين أدناه.

ويتم وضع جلبة منزلقة sliding sleeve ٢ بصورة مركزية داخل جلبة خارجية within the outer

٢٠ sleeve ١. وتكون الجلبة المنزلقة ٢ قادرة على الانزلاق محوريا على الوجه الداخلي للجلبة ١،

ويتم ربطها بقفص ٤ لتنفيذ قاعدة كرة ball seat كما هو موضح في الشكل ١٠ أدناه. يتم الاحتفاظ بصمام خاص في شكل ٢ في وضع مغلق طبيعي خلال تركيب صمام في بئر، ويتم تصميمه ليتم فتحه عند تنشيطه. ويمكن بالطبع احتجاز نموذج آخر في وضع مفتوح أثناء التثبيت، ويتم تصميمه ليتم إغلاقه عند تنشيطه. وفي كلتا الحالتين، يمكن ربط العناصر بمسامير قص، يتم تصميمها ليتم كسرها عندما يتم استخدام قوة محددة مسبقاً عليها. في الشكل ٢، يتم احتجاز قفص قاعدة الكرة ball seat cage ٤ في الجلبة الداخلية inner sleeve ٢ من مسامير القص ٣. تشتمل مسامير القص ٣ عل رؤوس متجاورة في الكتف الداخلية على الجلبة الخارجية، وبالتالي احتجاز الجلبة الداخلية ٢ في الجلبة الخارجية ١ حتى يتم استخدام قوة تنشيط. يتم استخدام قوة التنشيط عندما تستقر كرة ٩ على القاعدة وتمنع تدفق المائع flow of fluid محوريا على طول الصمام. ثم بعد ذلك يتراكم الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure خلف الكرة، حتى يوفر قوة كافية لكسر مسامير القص shear pins ٣. يوضح شكل ٣ الجهاز من الشكل ٢ حيث تستقر كرة إسقاط drop ball ٩ على القاعدة. يتم تزويد القاعدة بأصابع مرنة على القفص ٤ الذي يتم كبسه قطريا الى الداخل بواسطة عروة lugs ٦ عندما تجاور العروة السطح الاسطواني الداخلي للجلبة الخارجية inner cylindrical surface of the outer sleeve ١. في الشكل ٣، تتحرك الجلبة الداخلية inner sleeve ٢ بالنسبة للجلبة الخارجية outer sleeve ، بحيث يمكن دفع رؤوس مسامير القص قطرياً إلى الداخل shear pins can be pushed radially inwards. وباستخدام رؤوس الاحتجاز خارج المسار retaining heads out of the way ، يتم السماح للجلبة الداخلية inner sleeve ٢ بالانزلاق محوريا في الجلبة الخارجية allowed to slide axially within the outer sleeve ١ إلى الموضع الموضح في الشكل ٤. ويتم توضيح آلية الإطلاق الأولى هذه بواسطة رؤوس المسامير heads of the pins ٣ التي تتجاوز كتف صغيرة على الوجه الداخلي من الجلبة الخارجية interior face of

the outer sleeve ١. ومع ذلك، ينبغي إدراك أن مسامير القص يمكن أن توفر آلية إطلاق أولى في نموذج آخر.

في الشكل ٤، يعمل القفص ٤ مع الكرة (٩) على سحب الجلبة الداخلية inner sleeve ٢ على طول الجلبة الخارجية along the outer sleeve (١). وتكون العروات lugs ٦ عند الموضع المحوري للأخدود الحلقي axial position of an annular groove ٧ بقطر ممتد extended diameter. في نموذج آخر، يمكن أن تتكسر العروات lugs ٦ عند هذه النقطة أو تتحرك إلى الخارج وفي الأخدود ٧، وبالتالي إطلاق الكرة ٩. ومع ذلك، في النموذج الحالي، يتم أيضاً منع العروات lugs ٦ من الامتداد في الأخدود ٧. ويمكن القيام بذلك بعدة طرق، على سبيل المثال من خلال توفير سدادات stoppers ٥ بين الأصابع والجلبة الخارجية fingers and the outer sleeve ، وبالتالي منع الأصابع من الانثناء إلى الخارج قطرياً. وهذا يمنع العروات lugs ٦ من الامتداد في الأخدود حتى نقل الجلبة الداخلية inner sleeve محوريا بعد السدادات ٥ كما هو موضح في الشكل ٥. بدلا من ذلك، يمكن منع العروات من الامتداد في الأخدود ٧ من خلال توفير نطاق قابل للكسر حول الأطراف البعيدة للأصابع ٤١ الموضحة على شكل ١٠. وهكذا، تتميز قاعدة الكرة أيضاً بقطر أصغر. وهذا يتيح أيضاً تراكم الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure حتى تكون القوى التي تعمل على الكرة والقاعدة كافية لتنشيط آلية إطلاق ثانية second release mechanism ، والتي قد تكون ملائمة لضمان الحد الأدنى من القوة المطلوبة المحددة مسبقاً لضمان تشغيل الجهاز بشكل صحيح. يمكن أن تكون آلية الإطلاق الثانية هذه عبارة عن مسامير قص، و نطاق قابل للكسر، عروات أو آليات إطلاق أخرى معروفة في الفن. وهكذا، في النموذج المثالي الحالي، يمكن تصميم مسامير القص ليتم كسرها بقوة تكون مضمونة لسحب صمام الجلبة المنزلق المفتوح بالكامل.

في الشكل. ٥، يتم إطلاق القفص ٤ من الجلبة الداخلية inner sleeve بواسطة آلية إطلاق ثانية second release mechanism ، على سبيل المثال بواسطة مسامير القص المكسورة ٣. تحركت القاعدة ٤ أيضاً بصورة بعدية حتى تم إيقافها بواسطة السدادات stoppers ٥، التي تربط عند هذه النقطة طرف القفص ٤، أو على وجه أخص الحلقة ٤٠ على شكل ١٠. في نموذج بديل، يمكن منع القفص من التحرك بصورة بغعدية بواسطة كتف ٨. الآن، يمكن كبس العروات lugs ٦ إلى الخارج قطرياً في الأخدود ٧.

في الشكل ٦، يتم كبس العروات ٦ إلى الخارج قطرياً في الأخدود ٧ المزود على السطح الداخلي للجلبة الخارجية ١. يعمل هذا على تمديد قاعدة الكرة إلى قطر حيث لم تعد تحتجز الكرة ٩. ويتم توضيح ذلك بواسطة الكرة ٩ في موضع بعدي، أي إلى اليمين في الأشكال، من القفص ٤. يمكن أن تستمر الكرة ٩ إلى الجهاز التالي، والتي بالطبع يمكن أن يكون لها نفس القطر على القاعدة مثل تلك التي تم الكشف عنها مسبقاً.

عن طريق تزويد سلسلة من صمامات الأجهزة الأخرى بقاعدة كرة ball seat وفقا للاختراع، يمكن استخدام كرة واحدة في هذه الطريقة لتشغيل عدد غير محدد من الأجهزة.

وينبغي إدراك أن نموذج صمام الجلبة المنزلق للتمثيل فقط. ويمكن أن يقع تطبيق آخر لقاعدة الكرة وفقاً للاختراع داخل صمام خانق بقرص أو صمام الكرة، الذي يتم فيه استخدام حركة دوارة بدلاً من الحركة الخطية التي سبق الكشف عنها، لتنشيط الجهاز. لنقل الحركة الخطية لكرة الإسقاط بصورة طبيعية، يمكن توفير زوج من الأكتاف الحلزونية على الأكمام الداخلية والخارجية. عندما يتم إطلاق القاعدة بواسطة آلية إطلاق أولى، تتحرك القاعدة ٤ حتى ترتبط الأكتاف الحلزونية (لم يتم توضيحها) ببعضها البعض. ثم، يتم السماح للضغط الهيدروليكي خلف كرة الإسقاط بالتراكم بصورة كافية لضمان التدوير النسبي بين الجلبات. ويمكن استخدام هذا التدوير لتدوير لوحة دائرية في

صمام خانق بقرص أو كرة في صمام بكرة. ويمكن محاذاة آلية الإطلاق الثانية، الموضحة على النحو الوارد أعلاه كمسمار قص shear pin مكسور، أيضاً بالتساوي عبارة عن كلابات منحازة قطرياً أو وسيلة أخرى معروفة في الفن. ويتمثل الغرض من آليات الإطلاق ببساطة في ضمان توافر قوة كافية لتشغيل الجهاز بشكل صحيح قبل الخطوة التالية في تشغيل جهاز أو قبل أن يتم إطلاق كرة الإسقاط أيضاً بصورة بعدية.

شكل ٧ يوضح جلبة عمومية خارجية generalized outer sleeve ١. لم يتم توضيح أية ثقوب في الجلبة لتوضيح أنه يمكن استخدام قاعدة الكرة الخاصة بالاختراع في أي جهاز يعمل بكرة، ليس فقط في صمام جلبة منزلق. يمكن أن تشتمل الجلبة الخارجية ١ على لولب قياسي في كلا الطرفين للإدراج في سلسلة أنبوبية، مثل أنبوب الإنتاج، بطانة أو غلاف، قبل أن يتم إدراجها في حفرة البئر wellbore كجزء من السلسلة الأنبوبية. تتمثل مميزات أهمية الاختراع الحالي في سطحه الداخلي الذي يشتمل على واحد أو أكثر من الأخاديد ٧ لاستقبال العروات lugs ٦ كما نوقش بالإشارة إلى الأشكال ٢ -٦.

يوضح الشكل ٨ جلبة داخلية للصمام المنزلق inner sleeve for a sliding valve ، مثل ذلك الذي تمت مناقشته أعلاه. تشتمل الجلبة على جزء اسطواني رئيسي cylindrical main portion به منافذ تمتد قطرياً radially extending ports ٢٢. يشتمل أحد الأطراف على جزء طرفي end part ٢١ له نصف قطر ممتد. تعمل الكتف المتكونة بين الاسطوانة الرئيسية والجزء الطرفي ٢١ على إيقاف الجلبة stops the sleeve ٢ من التحرك بصورة بعدية حيث ترتبط بالكتف المناظرة على الوجه الداخلي للغلاف الخارجي. ويمكن استخدام هذا لتنشيط آلية الإطلاق الأولى المذكورة أعلاه إذا تم السماح بحركة محورية نسبية بين القفص cage ٤ والجلبة sleeve ٢.

ويبين الشكل ٩ نموذجاً لمسمار pin ٣ يستخدم لتوضيح آليات الإطلاق الأولى والثانية في الوصف بالإشارة إلى الأشكال ٢- ٦. ومن المقرر أن يوضح الرأس المدبب من المسمار tapered head of pin ٣ آلية الإطلاق الأولى first release mechanism. في أحد النماذج تتم محاذاة المسمار الموضح في شكل ٩ إلى الخارج قطرياً. عندما يرتبط الوجه المدبب للرأس بالكتفعلى السطح الداخلي للجلبة الخارجية، يتم كبس المسمار ٣ قطرياً إلى الداخل مقابل قوة، على سبيل المثال قوة زنبرك spring force . يمكن ضبط الوجه المدبب والانحياز لتوفير آلية إطلاق أولى لإطلاق القفص ٤ عندما يتم تحقيق قوة أو ضغط أول. وبوضوح، يمكن استخدام آليات إطلاق مماثلة في صورة كلابات زنبركية منحازة أو أجهزة مماثلة لتنفيذ آلية الإطلاق. وينبغي أيضا إدراك أن عندما يوفر مسمار القص ٣ آلية إطلاق في الأمثلة المذكورة أعلاه، يمكن ألا تشتمل بعض النماذج على آلية إطلاق ثانية second release mechanism . يمكن أن تشتمل نماذج أخرى على آلية إطلاق ثانية مختلفة، على سبيل المثال مسمار منحاز أو عروة lugs .

الشكل ١٠ يبين قفص ٤ متكون من عدد من أصابع ٤١ موازية لبعضها البعض، ومرتبطة بحلقة ٤٠ عند أحد الأطراف. تكون الحلقة ٤٠ قبلية عند استخدام القفص، ويتم تزويد قاعدة كرة ball seat داخل القفص مقابل الحلقة ٤٠. ويمكن أن تكون الأصابع غير مرنة، على سبيل المثال متكونة من مادة تخضع لعملية تشويه لدنة عندما يتم ثني الأصابع إلى الداخل. في هذه الحالة يمكن أن توفر القوة المطلوبة لإعادة ثنيها جزء أو كل المقاومة المطلوبة لمنع العروات lugs ٦ من دخول الأخدود ٧ في الشكل ٤، عندما لا يتم احتجاز القفص ٤ حتى الآن بواسطة السدادات stoppers ٥ أو الكتف ٨. بدلا من ذلك، يمكن أن تكون الأصابع مرنة وتوفر قوة موجهة قطرياً إلى الخارج عند كبسها بواسطة العروات lugs ٦. في هذه الحالة، يكون الوضع في الشكل ٥ قصيراً للغاية، حيث يتم انتزاع الأصابع المرنة فوراً إلى الخارج، لنقل العروات ٦ إلى الأخدود ٧.

ويتمثل بديل آخر ربط الأصابع ٤١ بالحلقة ٤٠ بواسطة مفصلات، وتزويد الأصابع بانحياز زنبركي، وإحتجاز الحلقات الخ كما هو مطلوب من التطبيق.

يوجد مسافة بين الأصابع ٤١، بحيث يمكن كبس الأطراف المقابلة للحلقة ٤٠ قطرياً إلى الداخل لتشكيل قاعدة كرة ball seat داخل القفص ٤ كما هو موضح أعلاه. وتعتبر العروات التي تمتد بشكل قطري (لم يتم توضيحها في الشكل ١٠)، مثل العروات ٦ المذكورة أعلاه، طريقة ملائمة لكبس الأصابع قطرياً إلى الداخل. يمكن كبس الأطراف البعيدة أو البعدية للأصابع ٤١ معاً لتشكل حلقة متصلة ٤٢، ويتم تحديد قاعدة الكرة بواسطة القطر الداخلي للحلقة ٤٢. ويمكن تزويد النطاق القابل للكسر حول الحلقة ٤٢ لمنع العروات ٦ من الانتزاع في الأخدود ٧ حتى يكون حد أدنى معين للقوة متاحاً.

في الشكل ١٠، يتم توضيح الحيز بين قطاعات الحلقة sections of ring ٤٢ ضيقة جدا لأغراض التوضيح. ومع ذلك، ينبغي إدراك أن الحيز بين قطاعات الحلقة ٤٢ يمكن أن يكون أوسع، بحيث يشكل القطر الداخلي للحلقة المتصلة ٤٢ قاعدة كرة ball seat لها أقل قطر. في هذه الحالية يمكن استخدام نوع واحد للقفص ٤ لعدة أقطار كرة تتراوح بين هذا القطر الأقل وقطر الحلقة diameter of the ring ٤٠ ببساطة عن طريق توفير عروات lugs ٦ لها أطوال مختلفة.

ويتم بشكل نمطي احتجاز القفص cage ٤ داخل المبيت الخارجي حتى إطلاقه بواسطة آلية الإطلاق. يتم تهيئة الثقوب ٤٠١ في الحلقة ٤٠ إلى الجزء السفلي من المسمار ٣ الموضح في شكل ٩، وبالتالي توضيح أنه يتم إطلاق القفص ٤ من الجلبة sleeve ٢ بواسطة آلية إطلاق ثانية second release mechanism من النموذج الموضح أعلاه. بطبيعة الحال، تعتبر مسامير القص مجرد آلية إطلاق واحدة ملائمة، ويمكن تزويد القفص ٤ بعناصر أخرى غير الثقوب ٤٠١ لتناسب آلية إطلاق أخرى إذا لزم الأمر.

شكل ١١ يوضح سدادة اسطوانية cylindrical stopper ٥ لها قطر خارجي أقل قليلا من الحيز الموضح بين الأصابع والحلقات ٤٠ و ٤٢ في الشكل ١٠. وتتمثل الوظيفة الرئيسية للسدادات main function of the stoppers ٥ في منع القفص ٤ من التحرك مسافة بعدية عندما يكون الصمام مفتوحاً. بدلا من ذلك، يمكن توفير الكتف ٨ لنفس الغرض.

شكل ١٢ يوضح عروة lugs ٦، يتم استخدامه في النموذج المفضل لكبس إصبع press a finger ٤١ إلى الداخل قطرياً، عند وضعه على سبيل المثال بين المحيط الخارجي للحلقة ٤٢ والسطح الداخلي للجلبة ١، وبالتالي منع الاصبع ٤١ من الانتقال إلى الخارج حتى تصل العروة lugs ٦ إلى الأخدود ٧. ويمكن استخدام عروات lugs ٦ بأطوال مختلفة لتوفير قواعد كرة لها أقطار مختلفة.

في سمة أخرى، يشتمل الاختراع على طريقة لتنشيط عدد غير محدد من الأجهزة التي يتم تشغيلها بكرة إسقاط drop ball في بئر، تشتمل على الخطوات التالية:

- إدخال كرة الإسقاط في سلسلة أنبوبية tubular string تتشمل على جهاز واحد على الأقل يمكن تنشيطه وإطلاق الكرة بعد التنشيط،

- رصد والتحكم في ضغط monitoring and controlling the pressure ، و

- تحديد زمن تنشيط كرة الإسقاط وإطلاقها من عدد غير محدد من الأجهزة.

ويكون الجهاز المناسب لهذه الطريقة هو ذلك الذي تم وصفه مسبقاً، يكون فيه الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure هو الوسيلة الوحيدة اللازمة لتشغيل عدد غير محدد من الأجهزة. يمكن رصد الضغط، أو ما يعادله مثل حمولة لتدوير مضخة، لتحديد نقطة زمنية عند وصول كرة الإسقاط drop ball (٩) عند قاعدة كرة ball seat ، عند هذا الزمن يمكن الكشف عن ضغط متزايد. عند

الرغبة، يمكن إضافة ضغط مضخة إلى الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure الذي يبذله عمود المائع column of fluid خلف كرة الإسقاط لتشغيل واحدة أو أكثر من آليات الإطلاق للأجهزة كما هو موضح أعلاه على نحو أكمل. وبالمثل، يمكن أن يشير الانخفاض في الضغط أو حمل المضخة إلى أن كرة الإسقاط تركت الجهاز، ولم تعد تمنع تدفق المائع flow of fluid في سلسلة الأنابيب tubular string . ويمكن تكرار هذه الخطوات حتى يتم تشغيل جميع الأجهزة.

وبالرجوع إلى الجزء التمهيدي من الكشف الحالي، يكون من المفيد تقسيم بئر إلى عدة مناطق، كل منطقة تشتمل على العديد من الأجهزة. باستخدام جهاز تم الكشف عنه مسبقاً، يمكن أن يتضح بسهولة أنه يمكن توفير عدة مجموعات من الأجهزة ويتم تشغيل كل مجموعة بواسطة كرة إسقاط drop ball واحدة، ويمكن تشغيل كل مجموعة بواسطة كرة إسقاط drop ball لها حجم مختلف عن كرة الإسقاط الخاصة بالمجموعة الأخرى. عن طريق تركيب مجموعة من أجهزة قابلة للتشغيل بواسطة كرة الإسقاط الأصغر حجماً بعيدا عن السطح في فرع رأسي أو أفقي، وتكون هذه المجموعة من الأجهزة هيى الأولى التي يتم تنشيطها. يطابق هذا طريقة الإنتاج الطبيعية، التي، يتم فيها على سبيل المثال، توقع واجهة بحرية من بئر حقن الوصول إلى أبعد جزء من بئر الإنتاج أولاً.

بمجرد انخفاض الإنتاج من جزء بعيد أو عميق من البئر أسفل مستوى محدد مسبقاً، يمكن استخدام الاختراع الحالي لفتح قطاع أقل بُعداً من البئر يحتوي على عدد من الأجهزة التي تعمل بكرة إسقاط drop ball باستخدام كرة إسقاط واحدة. ومن الواضح أن هذا يوفر الوقت بشكل كبير ما لم تقتضي الضرورة التدخل.

وحيث تم الكشف عن الاختراع بالإشارة إلى نموذج مفضل، يجب إدراك أنه يمكن إدخال عدد من التعديلات دون الخروج عن النطاق المحدد في عناصر الحماية المرفقة.

عناصر الحماية

١ ١- جهاز منشط لإسقاط كرة drop ball activated device يشتمل على ويمكن تنشيطه من خلال
٢ الحركة النسبية بين الجلبة الكمية الداخلية inner sleeve (٢) والجلبة الكمية الخارجية outer sleeve
٣ (١)، والجلبة الكمية الداخلية inner sleeve (٢) التي تحتجز مقعد الكرة retaining a ball seat (٤)
٤ ويتم تشغيلها من خلال إسقاط كرة (٩) ويكون مشترك المحور وقابل للإنزلاق بشكل محوري ويتم
٥ وضعه بداخل الجلبة الكمية الخارجية outer sleeve (١) المشتملة على سطح أسطوانة داخلي أول
٦ first internal cylindrical surface ،
٧ حيث يشتمل مقعد الكرة (٤) على عدد/ مجموعة من الأصابع (٤١) يتم ربطها مع حلقة ring (٤٠)
٨ عند أحد الأطراف، حيث أن كل إصبع finger (٤١) يمتد بشكل محوري خاص بالجانب البعيد أو
٩ الآخر والذي يتم تعشيقه في اتجاه نصف القطر من العروة الممتدة extending lug (٦)، والذي يرتكز
١٠ في الموضع الأول على السطح الأول للأسطوانة الداخلية first internal cylindrical surface والعراوي
١١ lugs (٦) من الأصابع fingers (٤١) وبالتالي تحديد نصف قطر مقعد كرة أقل من نصف القطر
١٢ الخاص بالكرة الساقطة drop ball (٩)؛
١٣ حيث أن الجلبة الكمية الخارجية outer sleeve (١) تشتمل على اخدود groove واحد على الأقل (٧)
١٤ في السطح الداخلي internal surface والعراوي lugs (٦) التي تمت تهيئتها بحيث يتم تحريكها أو
١٥ استقبالها بداخل حز مذكور واحد على الأقل (٧) في موضع ثان وبالتالي تحدد العراوي (٦) من
١٦ الأصابع (٤١) نصف القطر الخاص بمقعد كرة ثان على الأقل بنفس حجم القطر الخاص بكرة ساقطة
١٧ (٩) حيث أن مقعد الكرة (٤) يتم احتجازه في الجلبة الكمية الخارجية outer sleeve (١) من خلال
١٨ آلية إطلاق أولى تمت تهيئتها لإطلاق مقعد بكرة (٤) وجلبة داخلية inner sleeve (٢) من الجلبة
١٩ الخارجية (١) وعندما يعمل الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure المحدد مسبقاً أولاً أو يؤثر على
٢٠ الكرة الساقطة (٩) وبعد ذلك مقعدة الكرة (٤) والجلبة الكمية الداخلية inner sleeve (٢) ويتم سحبها
٢١ أو تكون منزلقة بطول الجلبة الخارجية along the outer sleeve (١) مع استخدام ضغط هيدروليكي

hydraulic pressure محدد بشكل مسبق، حيث أن آلية الإطلاق الثانية تتم تهيئتها لتحرير مقعد الكرة ball seat (٤) من الجلبة الداخلية inner sleeve (٢) عندما يعمل الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure الثاني المحدد بشكل مسبق أو يؤثر على الكرة الساقطة (٩) وبالتالي يتم تحريك مقعد الكرة (٤) إلى موضع ثان ويتم تمديده في اتجاه نصف القطر بالنسبة لقطر المقعد الكرة الثاني وبالتالي السماح للكرة الساقطة drop ball (٩) بأن تمر خلالها.

٢- جهاز طبقاً لعنصر الحماية ١، حيث كل إصبع finger (٤١) من مقعد الكرة ball seat (٤) يكون مرناً ويوفر شد خارجي في اتجاه قطري على العروة lugs (٦).

٣- تركيبة طبقاً لعنصر الحماية ١، حيث أن الحز (٧) يكون عبارة عن تجويف حلقي annular recess له قطر داخلي يكون أكبر من القطر الداخلي للسطح الأسطواني الداخلي internal cylindrical surface.

٤- جهاز طبقاً لعنصر الحماية ١، حيث أن آلية الإطلاق الثانية second release mechanism يتم اختيارها من مجموعة تتكون من مسمار قص shear pin ، عروة lugs يتم شدها نحو نصف القطر/ عروة lugs ونطاق احتجاز قابل للكسر breakable retaining band.

٥- جهاز طبقاً لعنصر الحماية ١، حيث أن آلية الإطلاق الأول يتم توفيرها من خلال مسمار قص shear pin واحد على الأقل.

٦- جهاز طبقاً لعنصر الحماية ١، حيث أن الكتف الحلزوني helical shoulder يتم توفيره على الجزء الخارجي من الجلبة الكمية الداخلية inner sleeve الموصل بمقعد بكرة ball seat وكتف حلزوني helical shoulder متوافق تم توفيره على سطح داخلي من الجلبة الخارجية وأكتاف تم تعشيقها مع بعضها البعض عند التحرير الخاص بمقعد الكرة حيث أن الحركة المحورية من مقعد الكربة يتم تحويلها إلى دوران.

٧- طريقة تنشيط عدد من الأجهزة عن طريق الكرات الساقطة في بئر تشتمل على الخطوات التالية:

- توفير عدد غير محدد من الأجهزة المنشطة بسقوط الكرات في البئر؛

- إدخال كرة ساقطة drop ball (٩) بداخل البئر،

- مراقبة والتحكم في الضغط، و

- التحديد بالنسبة لكل جهاز عندما تكون الكرة الساقطة drop ball (٩) لبئر تم تنشيطها وإطلاقها منها، حيث أن جهاز التنشيط بسقوط الكرة يشتمل على ويتم تنشيطه خلال الحركة النسبية بين الجلبة الكمية الداخلية inner sleeve (٢) والجلبة الكمية الخارجية outer sleeve (١)، يتم تشغيلالجلبة الكمية الداخلية (٢) التي تحتجز مقعد الكرة ball seat (٤) من خلال إسقاط كرة drop ball (٩) والتي تكون مشتركة المركز وتم وضعها على نحو قابل للإنزلاق محورياً بداخل الجلبة الخارجية (١) التي تشتمل على سطح اسطواني داخلي internal cylindrical surface أول،

حيث يشتمل المقعد بالكرة (٤) على عدد/ مجموعة من الأصابع fingers (٤١) التي يتم ربطها مع حلقة (٤٠) عند أحد الأطراف وحيث أن كل إصبع (٤١) يمتد بشكل محوري إلى الطرف البعيد الذي يتعشق في عروة lugs تمتد نحو نصف القطر (٦) والتي ترتكز في الموضع الأول على سطح أسطوانة داخلية، والعراوي (٦) من الأصابع fingers (٤١) وبالتالي تم تحديد نصف قطر بمقعد قطره أقل من القطر الخاص بسقوط الكرة drop ball (٩)،

حيث أن الجلب الكمية الخارجية (١) تشتمل على زوج واحد على الأقل (٧) في السطح الداخلي،

والعرواي (٦) تمت تهيئتها بحيث تتحرك أو يتم استقبالها بداخل حز واحد على الأقل (٧) في موضع ثان، وبالتالي تحدد العراوي (٦) من الأصابع (٤١) قطر مقعد كرة ثان على الأقل أكبر من القطر الخاص بكرة الإسقاط drop ball (٩)، حيث أن مقعد الكرة ball seat (٤) يتم احتجازه في الجلبة الكمية الخارجية outer sleeve (١) من خلال آلية إطلاق أولى تمت تهيئتها بحيث تطلق مقعد كرة (٤) والجلبة الداخلية inner sleeve (٢) من الجلبة الخارجية outer sleeve (١) وعندما يعمل أو يؤثر ضغط هيدروليكيhydraulic pressure أول تم تحديده بشكل مسبق على الكرة الساقطةdrop ball (٩) وبعد ذلك يتم سحب أو انزلاق مقعد الكرة ball seat (٤) والجلبة الكمية الداخلية inner sleeve (٢) بطول الجلبة الكمية الخارجية outer sleeve (١) مع استخدام ضغط هيدروليكي hydraulic pressure تم تحديده بشكل مسبق،

حيث أن آلية الإطلاق الثانية تطلق مقعد كرة ball seat (٤) من الجلبة الداخلية inner sleeve (٢) عندما يؤثر الضغط الهيدروليكي hydraulic pressure ثان محدد مسبقاً على الكرة الساقطةdrop ball (٩)، وبعد ذلك فإن مقعد الكرة ball seat (٤) يتم تحركه إلى موضع ثاني ويتم تمديده في اتجاه نصف القطر إلى قطر مقعد بكرة ثان وبالتالي السماح للكرة الساقطة drop ball (٩) بأن تمر خلاله وتستمر في جهاز التشغيل بالكرة التالي.

٨- طريقة طبقاً لعنصر الحماية ٧، حيث أن خطوة مراقبة والتحكم في الضغط تشتمل أيضاً على:

- تحديد نقطة في الزمن عندما تكون الكرة الساقطة drop balls (٩) مستقرة على أو تصل إلى مقعد كرة ball seat (٤)،

- مراقبة و/أو التحكم في الضغط لتشغيل و/أو تنشيط الجهاز،

- تحديد نقطة زمنية عندما تكون الكرة الساقطة (٩) خارجة من أو تبتعد عن مقعد الكرة ball seat (٤) نحو الأسفل أو تنتقل إلى جاز التشغيل بالكرة التالي، و

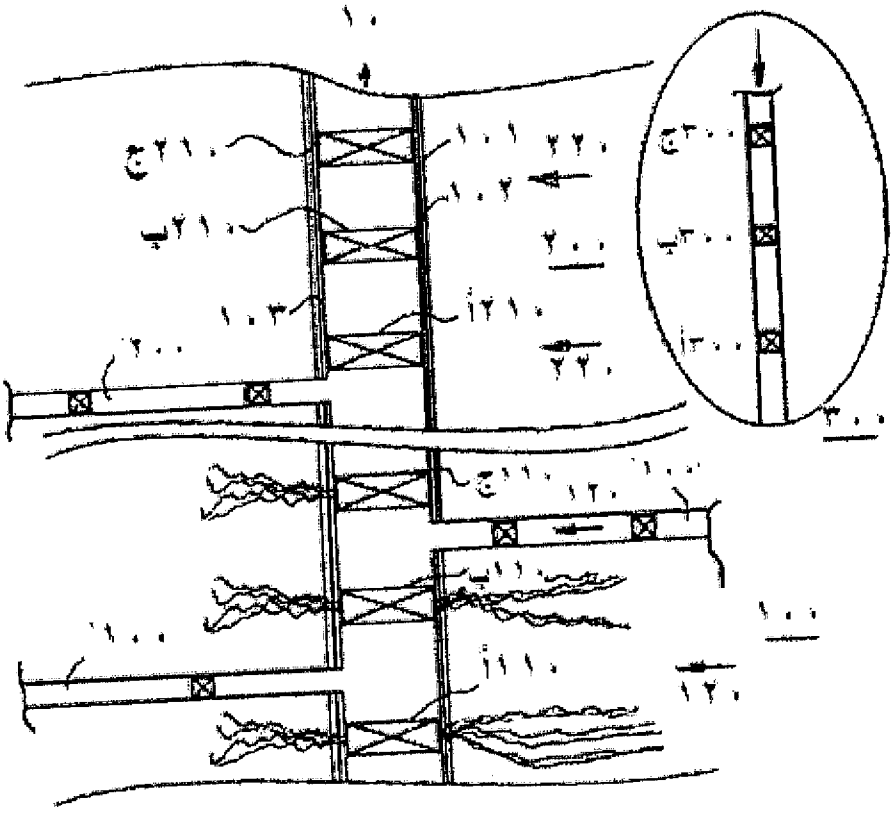
- تحديد النقطة الزمنية وعندما يكون عدد غير محدد من الأجهزة قد تم تنشيطه من خلال الكرة

٨ الساقطة drop ball (٩).

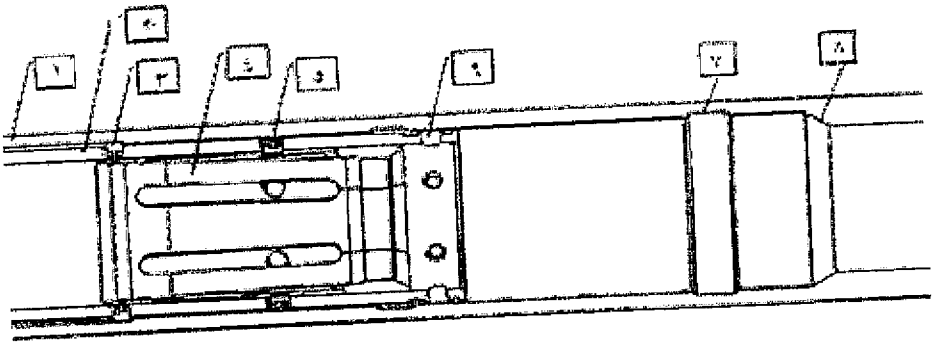
١ ٩- طريقة طبقاً لعنصر الحماية ٧، والتي تشتمل أيضاً على خطوة تشغيل عدد غير محدد من
٢ الأجهزة المنشطة بالكرات الساقطة بداخل عدة مجموعات، تكون كل مجموعة قابلة للتشغيل من خلال
٣ كرة ساقطة drop ball واحدة (٩) وحيث أن القطر الخاص بالكرة الساقطة (٩) يكون واحداً لكل
٤ مجموعة.

١ ١٠- طريقة طبقاً لعنصر الحماية ٩، والتي تشتمل على خطوة توفير كل مجموعة جهاز منشط بكرة
٢ ساقطة في منطقة منفصلة من البئر.

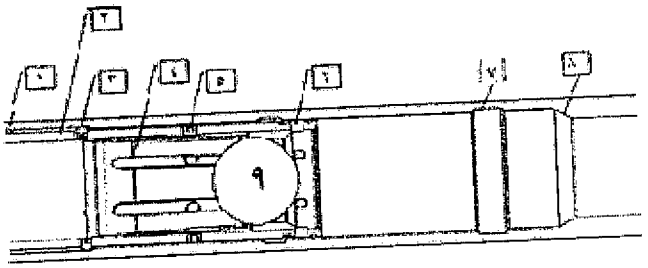
١ ١١- طريقة طبقاً لعنصرالحماية ١٠، التي تشتمل بصورة إضافية ، على خطوة ترتيب المناطق من
٢ خلال حجم الكرات الساقطة drop ball (٩)، حيث أن مجموعة أجهزة منشطة بواسطة الكرات الساقطة
٣ التي يتم تشغيلها من خلال كرة ساقطة بحجم أصغر تكون أكثر بعداً عن السطح بالمقارنة بمجموعة
٤ من الأجهزة المنشطة لكرة ساقطة تتم إدارتها من خلال كرة ساقطة بحجم أكبر.



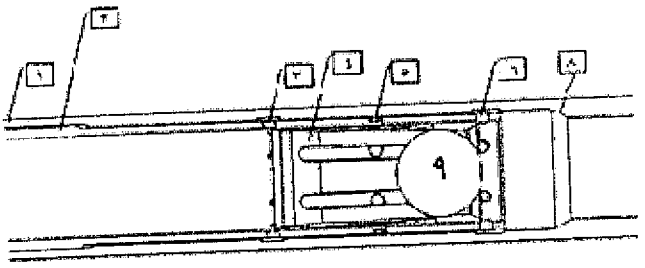
شكل رقم ١



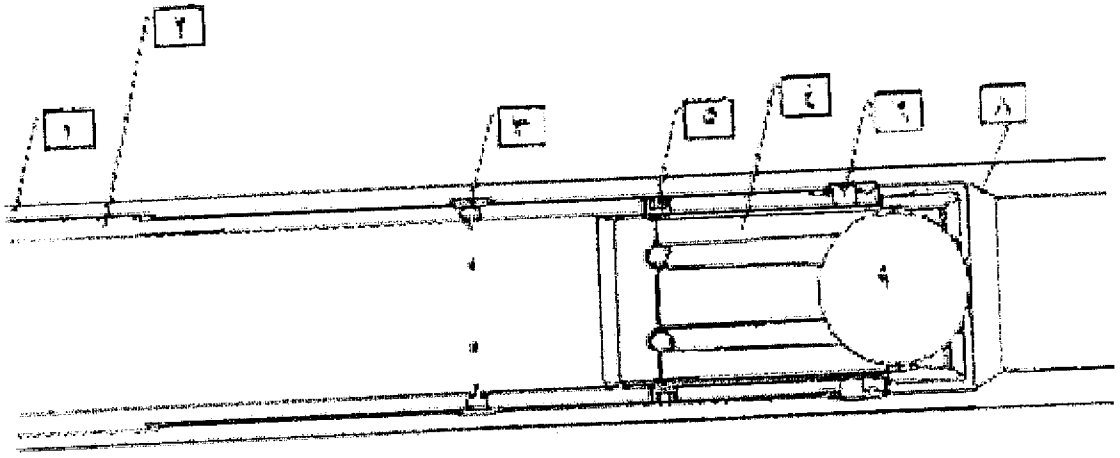
شكل رقم ٢



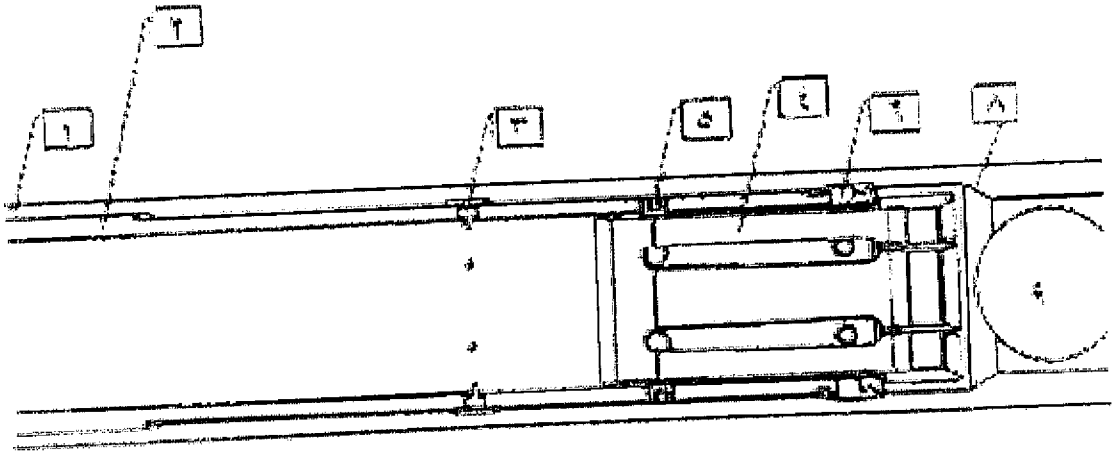
الشكل رقم ٣



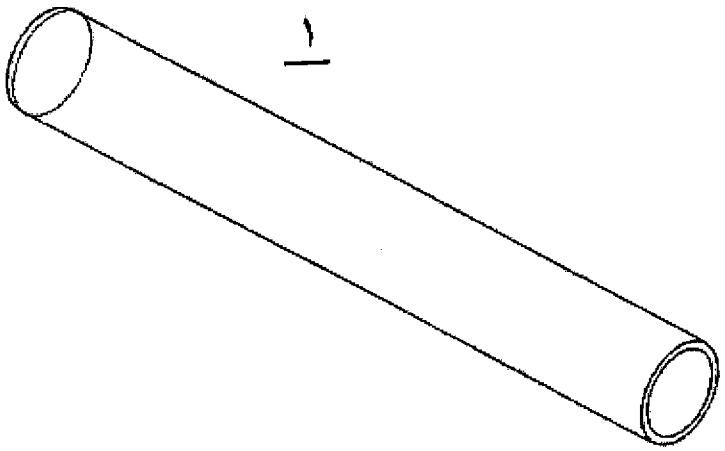
الشكل رقم ٤



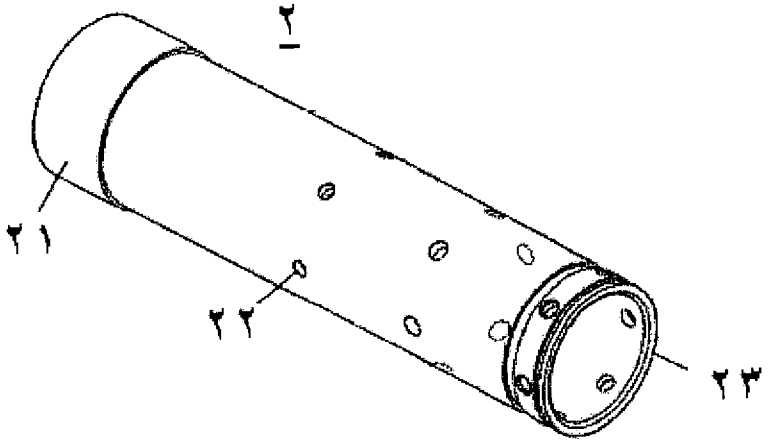
الشكل رقم ٥



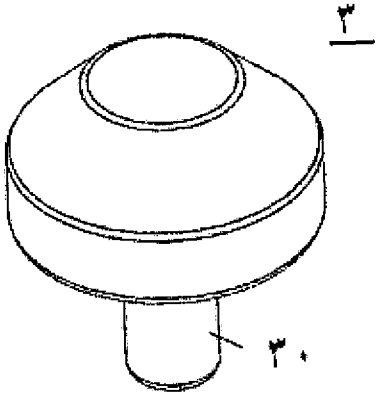
الشكل رقم ٦



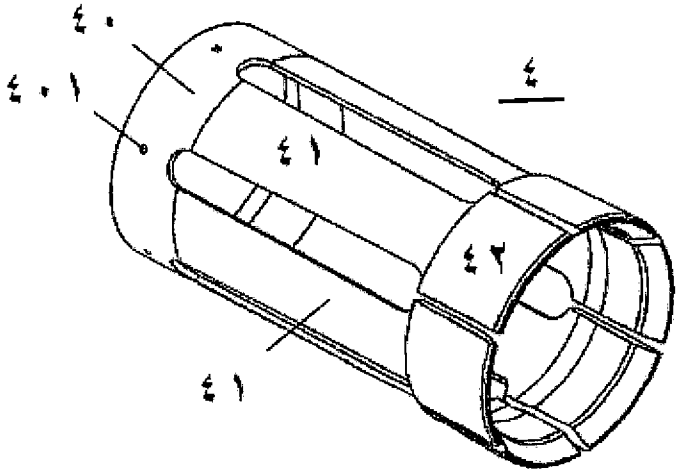
شكل ٧



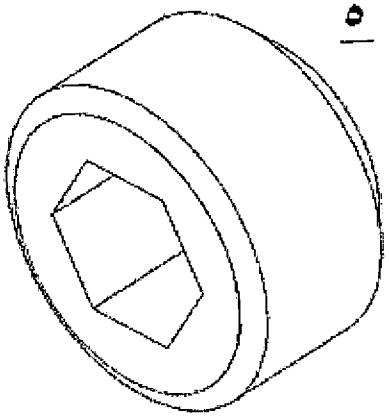
شكل ٨



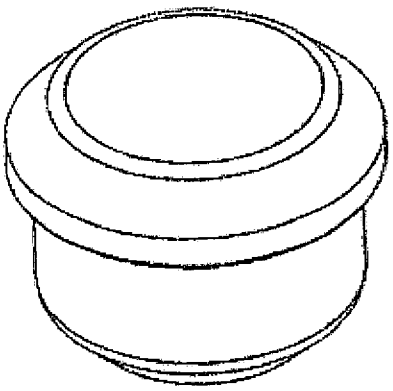
شكل ٩



شكل ١٠



شكل ١١



شكل ١٢