



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005112267/03, 29.07.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.07.2003(30) Конвенционный приоритет:
28.07.2003 US 10/628,214
23.09.2002 US 60/412,728

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2005

(45) Опубликовано: 10.06.2009 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 6125938 A, 03.10.2000. SU 709803 A,
20.01.1980. US 5335731 A, 09.08.1994. US
5226494, 13.07.1993. RU 2101490 C1,
10.01.1998. RU 2123106 C1, 10.12.1998. US
5704426 A, 06.01.1998.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 25.04.2005(86) Заявка РСТ:
US 03/23669 (29.07.2003)(87) Публикация РСТ:
WO 2004/027198 (01.04.2004)Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву

(72) Автор(ы):

ЛОННС Стивен Б. (US),
СОРЕМ Уильям А. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ЭКСОНМОБИЛ АПСТРИМ РИСЕРЧ
КОМПАНИ (US)**(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА С ПОМОЩЬЮ
ЛОГИЧЕСКОГО КЛАПАННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к области бурения, а именно к способу и устройству для дистанционного доступа с помощью интеллектуального клапанного управления, которые могут быть использованы при выполнении операций в нисходящих буровых скважинах. Система содержит два или более клапанов, каждый из которых приспособлен независимо действовать в заданном интервале

давления. Два или более клапанов выполнены с возможностью независимого выполнения группы последовательных событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов на основании давления во время приложения давления текучей среды к двум или более клапанам. Обеспечивает возможность многократного использования дистанционного доступа за один спуск-подъем оборудования низа



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
E21B 34/06 (2006.01)
E21B 43/11 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2005112267/03, 29.07.2003**

(24) Effective date for property rights:
29.07.2003

(30) Priority:
28.07.2003 US 10/628,214
23.09.2002 US 60/412,728

(43) Application published: **20.09.2005**

(45) Date of publication: **10.06.2009 Bull. 16**

(85) Commencement of national phase: **25.04.2005**

(86) PCT application:
US 03/23669 (29.07.2003)

(87) PCT publication:
WO 2004/027198 (01.04.2004)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. S.A.Dorofeevu

(72) Inventor(s):
LONNS Stiven B. (US),
SOREM Uill'jam A. (US)

(73) Proprietor(s):
EhKSONMOBIL APSTRIM RISERCH
KOMPANI (US)

(54) METHOD AND DEVICE FOR REMOTE INTERVENTION BY MEANS OF LOGIC VALVE CONTROL

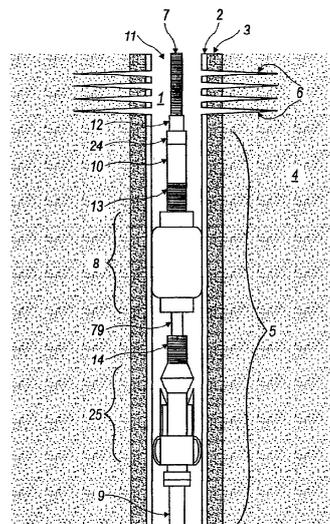
(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: group of inventions refers to method and device for remote access by means of intelligent valve control, which can be used at operating down boreholes. The system consists of two or more valves, each accommodated to operate independently in a preset interval of pressure. Two or more valves are intended to perform a group of successive actions by means of one or several well tools on base of pressure of fluid medium exerted to two or more valves.

EFFECT: possibility of multiple usage of remote access per one lowering of equipment of bottom of casing string.

29 cl, 5 dwg



ФИГ. 1

RU 2 3 5 8 0 9 0 C 2

RU 2 3 5 8 0 9 0 C 2

Область применения изобретения

Настоящее изобретение, в общем, относится к области интеллектуальных устройств для дистанционного вмешательства, когда устройство решает логический, запрограммированный ряд задач посредством использования источника энергии.

5 Точнее изобретение относится к способу и устройству для дистанционного доступа с помощью интеллектуального клапанного управления, которые могут быть использованы при выполнении операций в нисходящих буровых скважинах.

Предпосылки создания изобретения

10 Большая часть запасов нефти и газа расположена на глубине в тысячи футов под поверхностью земли в различных подземных формациях. Основная цель нефтяной и газовой промышленности заключается в обнаружении этих запасов, доступе к ним и их добыче экономичным способом. Для доступа к этим запасам и их экономичной добычи нефтяная и газовая промышленность основана на технологиях, которые

15 могут решать различные задачи в удаленных подземных формациях с неблагоприятными характеристиками среды. Примерами таких задач являются бурение, перфорирование, возбуждение скважины, каротаж, взятие керновой пробы, отбор проб текучих сред и т.д. Выполнение процессов на наибольшем удалении связано с большими затратами и требует проведения ряда операций, основанных на

20 квалифицированной работе операторов, а также требует применения определенного количества специального оборудования для достижения желаемой цели. Обычно наибольшая часть затрат при дистанционном доступе связана со временем, которое при помощи специального оборудования обученный персонал должен затратить на

25 выполнение поставленных задач. В результате те технологии, которые обеспечивают быстрое, эффективное и надежное выполнение дистанционных операций, повышают экономические выгоды, достижимые для рассматриваемого резервуара посредством уменьшения времени, требуемого для дистанционного доступа. При последующем

30 обсуждении будет разъяснен процесс возбуждения резервуара для иллюстрации сложностей, связанных с дистанционным доступом, и для ознакомления с теми выгодами, которые могут быть получены при использовании предложенного изобретения для решения задачи возбуждения скважин при дистанционном доступе.

35 Когда подземная формация с резервуаром, содержащим углеводороды, не обладает достаточной проницаемостью или не обеспечивает возможности течения углеводородов к поверхности в экономически приемлемых количествах или с оптимальными скоростями, для увеличения расхода часто используют гидравлический разрыв пласта или химическое (обычно кислотное) возбуждение. Буровая скважина, проникающая через подземную формацию, обычно содержит металлическую трубу

40 (обсадную трубу), посаженную на цемент в первоначально пробуренном стволе скважины. Выполняют отверстия (перфорации) для проникновения через обсадную трубу и цементную оболочку, окружающую обсадную трубу, чтобы обеспечить возможность протекания углеводородов в буровую скважину и, при необходимости,

45 возможность течения обрабатывающих текучих сред из буровой скважины в формацию.

Гидравлический разрыв пласта предполагает нагнетание текучих сред (обычно вязких, оказывающих сдвиговое, выклинивающее действие неньютоновских гелей или эмульсий) в формацию под таким высоким давлением и при таких высоких скоростях,

50 что скальная порода резервуара разрушается и образует плоскую, обычно вертикальную трещину (или сеть трещин), во многом подобную трещине, которая проходит через полено, когда в него заходит колун. Обычно с последней частью

разрывной текучей среды нагнетают гранулированный расклинивающий материал, например песок, керамические шарики или другие материалы, чтобы удерживать трещину (трещины) в раскрытом состоянии после сброса давления. Увеличенный расход из резервуара является следствием образования пути прохождения потока, оставляемого между зернами расклинивающего материала внутри трещины (трещин). В случае обработок для химического возбуждения расход повышают путем растворения материалов в формации или посредством иного изменения свойств формации.

Применение гидравлического разрыва пласта, который описан выше, представляет собой установившуюся на практике часть операций, выполняемых в нефтяной промышленности, при этом гидравлический разрыв пласта применяют в отдельных намеченных зонах, в общем, достигающих примерно до 60 метров (200 футов) толщины подземной формации. Когда должен быть осуществлен гидравлический разрыв пласта в большом количестве резервуаров или в слоистых резервуарах, либо в весьма толстой формации (примерно более 60 метров), содержащей углеводород, требуется применение альтернативных технологий обработки, чтобы обеспечить обработку всей заданной зоны.

Когда множество зон, содержащих углеводороды, возбуждают посредством гидравлического разрыва пласта или химической обработки, экономические и технические выгоды получают посредством введения множества ступеней обработки, которые могут быть разделены с помощью различных средств, включая механические устройства, например мостовые пробки, пакеры, клапаны буровых скважин, золотники, сочетания перегородок/пробок, шаровые уплотнители, мелкие частицы, например песок, керамический материал, расклинивающий материал, соль, воски, смолы и другие соединения, либо посредством систем с альтернативными текучими средами, такими как загущенные текучие среды, гелеобразные текучие среды, пены или иные химически составленные текучие среды, либо посредством использования способов ограниченного входа. Например, при механическом обходе посредством мостовой пробки вначале перфорируют самый глубокий интервал и возбуждают скважину путем разрыва пласта, после чего интервал обычно изолируют посредством мостовой пробки, устанавливаемой с помощью стального троса, и процесс повторяют в последующем, расположенном выше интервале. Если предположить наличие десяти заданных перфорационных интервалов, то обработка подобным образом 300 метров (1000 футов) формации обычно потребует выполнения десяти операций за промежуток времени от десяти дней до двух недель, причем не только выполнения многочисленных обработок с целью разрыва пласта, но и многочисленных текущих операций перфорирования и установки мостовых пробок. В конце процесса обработки потребуется выполнение операции очистки буровой скважины, чтобы удалить мостовые пробки и ввести скважину в эксплуатацию. Основное преимущество использования мостовых пробок или других механических отклоняющих агентов состоит в высокой уверенности в выполнении обработки всей заданной зоны. Основной недостаток состоит в высокой стоимости обработки вследствие многочисленных спусков в скважину и подъемов из нее оборудования и опасности осложнений вследствие выполнения в скважине такого большого количества операций. Например, мостовая пробка может быть заклинена в обсадной трубе и ее необходимо будет высверливать, что приводит к значительным затратам. Еще один недостаток заключается в том, что требуемая операция очистки буровой скважины может привести к повреждению некоторых из интервалов, последовательно

подвергнутых разрыву.

Для устранения некоторых ограничений, связанных с выполнением операций, которые требуют многочисленных спусков оснастки в скважину и ее подъемов из скважины с целью перфорирования и возбуждения подземных формаций, предложены
5 способы и устройства для развертывания узла со скважинными инструментами за “один спуск-подъем”, чтобы обеспечить возбуждение путем разрыва пласта в зонах, связанных с перфорированием. Точнее, эти способы и устройства обеспечивают проведение операций, которые позволяют довести до минимума число операций,
10 выполняемых в буровой скважине, и время, требуемое для этих операций, тем самым снижая затраты на обработку для возбуждения скважины. Колонны труб с инструментом, используемые в таких случаях, могут быть весьма длинными, а инструмент должен обеспечивать решение ряда задач в удаленной среде нисходящей буровой скважины. Оборудование колонны труб, которое смонтировано для решения
15 этих задач в нисходящей буровой скважине, обычно называют компоновкой низа буровой колонны (КНБК) или оборудованием низа обсадной колонны.

От устройства и способа требуется следующее: 1) независимое выполнение ряда операций в нисходящей буровой скважине; 2) независимое выполнение операций в программируемой логической последовательности; 3) независимое выполнение операций в надлежащее время; 4) использование давления в качестве основы для управления и приведения в действие; 5) возможность выполнения ряда независимых циклов за один спуск-подъем; 6) исключение необходимости взаимодействия с оператором; 7) обеспечение эксплуатационной гибкости для внедрения самых
25 надежных и проверенных конструкций оборудования (кольцевых и не кольцевых конструкций). В результате может быть создано весьма надежное, выполненное с развитой логикой оборудование низа обсадной колонны, обеспечивающее возможность многократного использования дистанционного доступа за один
30 спуск-подъем, причем с незначительным взаимодействием с поверхностью или при отсутствии такового, в основном в виде приводимого в действие давлением решающего или управляющего устройства нисходящей скважины.

Краткое изложение сущности изобретения

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения раскрыта система из
35 одного или нескольких клапанов, в которой клапаны действуют в предназначенном для них интервале давления и установлены таким образом, чтобы обеспечивать выполнение последовательности ряда событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов при воздействии на клапаны давления. В одном из
40 вариантов осуществления системы согласно этому изобретению один или несколько из клапанов представляют собой вставные клапаны, причем в определенном варианте конструкции, по меньшей мере, один из вставных клапанов представляет собой вставной клапан одного назначения. В одном из вариантов осуществления системы согласно этому изобретению один или несколько из клапанов представляют собой
45 кольцевые клапаны. В одном из вариантов осуществления системы согласно этому изобретению ряд событий выбирают из группы, содержащей приведение в действие пакера, выравнивание давления, приведение в действие потока промывочной текучей среды, приведение в действие перфорационного устройства, приведение в действие опорных клиньев, приведение в действие кабеля, приведение в действие электрических устройств, приведение в действие измерительных устройств, приведение в действие устройств для отбора проб, приведение в действие средств для развертывания оборудования, приведение в действие скважинного двигателя, приведение в действие

генератора, приведение в действие насоса, приведение в действие системы связи, нагнетание текучей среды, удаление текучей среды, нагревание, охлаждение, приведение в действие мостовых пробок, приведение в действие пробок для трещин, приведение в действие оптических устройств, освобождение оборудования низа
5 обсадной колонны, бурильную операцию, операцию резания, работу с расширяемой системой труб, работу с расширяемым завершением и приведение в действие механических устройств. В одном из вариантов осуществления системы согласно этому изобретению упомянутые клапаны обслуживают одно или несколько
10 дистанционных электрических устройств, которые сообщены по кабелю с базовым командным устройством. В одном из вариантов осуществления системы согласно этому изобретению клапаны управляют одним или несколькими дистанционными электрическими устройствами, которые снабжены энергией в удаленном месте без использования кабеля. В одном из вариантов осуществления системы согласно этому
15 изобретению, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для обеспечения возможности прохождения через него потока текучей среды только в одном направлении. В одном из вариантов осуществления системы согласно этому изобретению, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для прекращения
20 прохождения через него потока текучей среды тогда, когда поток достигает заданной скорости или воздействует на клапан с заданным давлением. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданную скорость и/или заданное давление исходя из тех условий, в которых должна быть использована система согласно изобретению. В одном из вариантов осуществления системы согласно
25 настоящему изобретению, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для пропускания через него потока текучей среды, когда поток оказывает на клапан заданное давление. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданное давление исходя из тех условий, в которых система согласно изобретению
30 должна быть использована. В одном из вариантов система согласно изобретению содержит, по меньшей мере, один фильтр, предназначенный для отфильтровывания твердых частиц, имеющих определенные размеры, из текучих сред, перед тем как текучие среды будут протекать через один или несколько клапанов, или через систему. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданные размеры
35 твердых частиц, которые должны быть отфильтрованы исходя из условий, в которых будет использована система. В одном из вариантов система согласно этому изобретению содержит, по меньшей мере, один разрывной диск, предназначенный для обеспечения возможности вытекания текучей среды из одного или нескольких
40 скважинных инструментов при одном или нескольких предпочтительных условиях. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданные условия исходя из тех условий, в которых будет использована система. В одном из вариантов система согласно этому изобретению содержит одну или несколько диафрагм, предназначенных для ограничения потока текучей среды через систему до заданной
45 скорости. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданную скорость исходя из условий, в которых будет использована система. В одном из вариантов система согласно этому изобретению содержит одну или несколько диафрагм, предназначенных для ограничения потока текучей среды через один или
50 несколько клапанов до заданной скорости. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданную скорость исходя из условий, в которых будет использована система.

Еще в одном варианте раскрыт способ перфорации и обработки множества

интервалов одной или нескольких подземных формаций, пересекаемых буровой скважиной, содержащей следующие стадии: а) развертывание оборудования низа обсадной колонны из колонны труб внутри буровой скважины, при этом оборудование низа обсадной колонны содержит перфорационное устройство и уплотняющий механизм; б) использование перфорационного устройства для перфорирования, по меньшей мере, одного интервала одной или нескольких подземных формаций; в) установку оборудования низа обсадной колонны в определенном положении внутри буровой скважины и приведение в действие уплотняющего механизма таким образом, чтобы обеспечить гидравлическое уплотнение, по меньшей мере, под одним перфорированным интервалом; г) нагнетание обрабатываемой текучей среды вниз в кольцо между колонной труб и буровой скважиной, и в перфорации, созданные перфорационным устройством, причем без удаления перфорационного устройства из буровой скважины; д) освобождение уплотняющего механизма; е) повторение стадий (б)-(д), по меньшей мере, для одного дополнительного интервала одной или нескольких подземных формаций, при этом, по меньшей мере, одну из стадий выполняют посредством системы клапанов, которая действует в заданном интервале давлений и обеспечивает выполнение этой стадии при подведении давления к клапанам. В одном из вариантов выполняют дополнительные стадии, причем эти стадии выбирают из группы, состоящей из вымывания обломков породы, находящихся вокруг уплотняющего механизма, выравнивания давления по уплотняющему механизму, обеспечения электрической связи через уплотняющий механизм.

Еще в одном варианте раскрыто устройство для выполнения ряда последовательных событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов при воздействии давления в заданном интервале давления, при этом устройство содержит сочетание двух или более клапанов, скомпонованных в виде узлов, один из которых сообщен с другим через соединения, изолирующие давление. В одном из вариантов осуществления устройства согласно этому изобретению клапаны представляют собой вставные клапаны, расположенные в узлах. В одном из вариантов осуществления устройства согласно этому изобретению обеспечивают сообщение по давлению как между клапанами, так и между узлами посредством соединений, изолирующих давление. В одном из вариантов осуществления устройства согласно этому изобретению обеспечивают сообщение через узел посредством кабеля. В одном из вариантов осуществления устройства согласно этому изобретению, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для возможности пропускания через него потока текучей среды только в одном направлении. В одном из вариантов осуществления устройства согласно этому изобретению, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для прекращения прохождения через него потока текучей среды в том случае, когда скорость потока достигает заданной величины или текучая среда воздействует на клапан с заданным давлением. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданную скорость или заданное давление исходя из условий, в которых будет использовано устройство. В одном из вариантов осуществления устройства согласно этому изобретению, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для пропускания через него потока текучей среды, когда поток оказывает на клапан заданное давление. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданное давление исходя из условий, в которых будет использовано устройство. В одном из вариантов устройство согласно этому изобретению содержит, по меньшей мере, один фильтр, предназначенный для

отфильтровывания из текучей среды твердых частиц, имеющих заранее определенные размеры, перед тем как текучие среды будут протекать через один или несколько клапанов. Квалифицированный специалист в этой области может установить заданные размеры исходя из условий, в которых будет использовано устройство. В
5 одном из вариантов устройство согласно этому изобретению содержит, по меньшей мере, один разрывной диск, предназначенный для обеспечения выхода потока текучей среды из одного или нескольких скважинных инструментов при одном или нескольких заданных условиях. Квалифицированный специалист в этой области может установить
10 заданные условия исходя из тех условий, в которых будет использовано устройство. В одном из вариантов устройство согласно этому изобретению содержит одну или несколько диафрагм, предназначенных для ограничения потока текучей среды через один или несколько клапанов заданной скорости. Квалифицированный специалист в этой же области может заранее установить заданную скорость исходя из условий, в
15 которых будет использовано устройство.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение и его преимущества будут более понятны при рассмотрении приведенного далее подробного описания и прилагаемых фигур, на которых
20 изображено следующее:

фиг.1 представляет схематический вид узла со скважинными инструментами в буровой скважине, при этом частью узла является цепь логического клапана для дистанционного вмешательства;

25 фиг.2 представляет схематический вид компоновки цепи логического клапана для дистанционного вмешательства, используемой в случае предполагающей одиночный спуск-подъем обработки множества зон с целью возбуждения, например, при гидравлическом разрыве пласта;

30 фиг.3 представляет график последовательности воздействия давления перед разрывом пласта в случае выполнения операции гидравлического разрыва пласта в множестве зон за один спуск-подъем;

фиг.4 представляет последовательность воздействия давления после разрыва пласта в случае выполнения гидравлического разрыва пласта в множестве зон за один
спуск-подъем;

35 фиг.5 представляет схему компоновки оборудования одного из вариантов осуществления логического клапана для дистанционного вмешательства.

Подробное описание изобретения

Настоящее изобретение будет описано применительно к различным вариантам его
40 осуществления. Однако в той степени, в которой последующее описание характеризует определенный вариант осуществления или конкретное использование изобретения, предполагается, что оно приведено только в иллюстративных целях и не предназначено для ограничения объема изобретения. Напротив, описание
предназначено для охвата всех альтернативных вариантов, модификаций и
45 эквивалентов, заключенных в пределах существа и объема изобретения, которые определены прилагаемыми пунктами формулы изобретения.

Возбуждение одного продуктивного интервала обычно требует того, чтобы в определенном порядке произошла последовательность событий. Возможная
50 обработка для разрыва пласта, при которой используют приводимый в действие посредством спирального трубопровода надувной пакер, служащий для отклонения возбуждающих потоков текучей среды, которые нагнетают в перфорации над пакером, может включать следующие операции: прохождение не надутого пакера на

желаемую глубину при циркуляции текучей среды по спиральному трубопроводу; перфорирование; перемещение в надлежащее место оборудования низа обсадной колонны; вымывание обломком породы из мест их осаждения; установку клиньев; надувание пакера; выравнивание давления по пакеру в течение надувания; перекрытие 5 пути выравнивания давления; возбуждение резервуара; открывание пути выравнивания давления по пакеру; сдувание пакера; освобождение клиньев; вымывание обломков породы. На практике при каждом из тринадцати перечисленных событий также должна происходить вспомогательная группа событий, требуемая для 10 обеспечения перечисленных событий, например установка J-образных защелкивающихся посадочных клиньев требует опускания оборудования низа обсадной колонны в нисходящую скважину, подъема этого оборудования на два фута (0,61 м) и его опускания в скважине на два фута (0,61 м). Хотя этот пример иллюстрирует сложности, присущие большинству дистанционных операций, реальное 15 выполнение операций становится даже еще более сложным, если учитывать технику снабжения, связанную с выполняемыми на поверхности операциями, для обеспечения событий в нисходящей скважине. Для обеспечения событий в нисходящей скважине, например таких, которые обычно инициируют и выполняют с поверхности, 20 используют один или несколько из нижеследующих элементов управления, чтобы провести в буровой скважине одну следующую операцию: 1) натяжение и/или сжатие; 2) вращение; 3) нагнетание в скважину шаров для уплотнения отверстия, то есть “сбрасывание шаров”; 4) электроэнергию; 5) давление.

Каждый из этих пяти элементов управления с поверхности представляет собой 25 усложнения и ограничения в отношении дистанционного вмешательства. Основываться на натяжении и сжатии, что практикуется в этой отрасли, можно в случае сильно отклоняемых стенок (стенок, которые образуются при бурении как по вертикали, так и под разными углами к вертикали), когда передача силы от 30 поверхности к оборудованию низа обсадной колонны частично или полностью может быть ослаблена вследствие фрикционного контакта между спиральным трубопроводом и стенками обсадной трубы. Кроме того, температурные изменения колонны труб из-за прохождения холодных/горячих возбуждающих текучих сред 35 могут изменить силу, передаваемую к оборудованию низа обсадной колонны в течение возбуждающего действия, что приводит к увеличению проблем, связанных с восприимчивым к нагрузке управляющим устройством на поверхности. Далее, оборудование низа обсадной колонны должно быть жестко прикреплено к стенкам обсадной трубы в течение выполнения операции управления нагрузкой, поскольку в 40 ином случае прилагаемые нагрузки могут переместить оборудование низа обсадной колонны в скважине вниз или вверх по отношению к заданному для возбуждения интервалу, а возможно приведут к повреждению отклоняющего устройства упомянутого оборудования (компонента оборудования низа обсадной колонны, который жестко уплотнен по отношению к стенке обсадной трубы). Кроме того, если 45 используют натяжение или сжатие для приведения в действие устройства нисходящей скважины, которое изменяется по длине при приложении нагрузки (например, скользящей муфты), возникают сложности, если требуется фиксированная длина кабеля для прохождения через расширяющееся или сжимающееся устройство.

Использование вращения, которое обычно применяют в этой отрасли, требует 50 передачи крутящего момента (движения кручения) от поверхности к оборудованию низа обсадной колонны. Для передачи крутящего момента к оборудованию низа обсадной колонны обычно используют соединенную трубу [трубу из свинчиваемых

участков по 9,1 м (30 футов)] вследствие присущей ей механической жесткости. В приведенном далее перечне указаны основные недостатки, связанные с этим подходом для управления оборудованием низа обсадной колонны: 1) требуется значительный промежуток времени для перемещения оборудования низа обсадной колонны на 5 тысячи футов вверх и вниз по скважине путем привинчивания и отвинчивания большого количества секций трубы по 9,1 метра (30 футов); 2) если трубу заклинивает, то связь с оборудованием низа обсадной колонны теряется; 3) действия, необходимые для использования соединяемого трубопровода, также требуют использования 10 дорогостоящей оснастки для подсоединения и отсоединения большого количества секций такого трубопровода; 4) из-за того, что в случае соединяемого трубопровода постоянно происходит добавление и удаление секций по 9,1 м (30 футов), введение электрического кабеля через центр колонны труб непрактично, поэтому электрическое приведение в действие таких устройств, как стреляющие перфораторы, 15 непрактично.

Сбрасывание шара выполняют путем его перемещения от поверхности к оборудованию низа обсадной колонны через спирально свернутый трубопровод или соединенный трубопровод. Когда шар достигает оборудования низа обсадной 20 колонны, он уплотняет отверстие внутри инструмента и обеспечивает выполнение событий. Основные недостатки, связанные со сбрасыванием шара, заключаются в следующем: 1) сброс шара обычно представляет собой одноразовое необратимое событие (в течение данного процесса могут быть сброшены шары разных размеров, но ни одно из действий оборудования низа обсадной колонны, выполненных 25 посредством данного шара, не может быть повторено), таким образом возможность выполнения большого количества возбуждений в течение одного спуска в буровую скважину ограничена; 2) введение ошибки, источником которой является человек, например, из-за шара неверного размера, невыполнения сброса шара, сброса шара в 30 неверное время; 3) необходимость уплотнения шаром в среде, загрязненной обломками породы; 4) потенциальное усложнение, если внутри системы труб находится кабель. Сброс шара имеет иное применение, предполагающее дистанционный доступ, находящееся вне сферы приведения в действие оборудования низа обсадной колонны, например, для краткосрочного уплотнения перфорационных 35 отверстий в обсадной трубе или для уплотнения отверстий в постоянных или временных устройствах, прикрепленных к обсадной трубе или к трубопроводу для эксплуатации скважин.

Использование в буровой скважине электроэнергии обычно обеспечивают 40 посредством прохождения водонепроницаемого изолированного кабеля из центра управления на поверхности к находящемуся в буровой скважине оборудованию низа обсадной колонны. Такое оборудование обычно подвешивают и транспортируют посредством троса, либо подвешивают и транспортируют посредством колонны труб с кабелем, проходящим внутри труб. Поскольку электроэнергия и жидкости буровой 45 скважины несовместимы, электрическую схему буровой скважины обычно заключают в герметичные воздухонепроницаемые камеры. В приведенном далее перечне указаны основные ограничения, связанные с использованием электроэнергии для приведения в действие устройств буровой скважины и для управления ими: 1) повреждение 50 уплотнения или минимальные утечки через уплотнение легко могут привести устройство в буровой скважине в нерабочее состояние, делая его бесполезным, либо в зависимости от состояния оборудования низа обсадной колонны во время повреждения инструмент остается в скважине в жестко заблокированном состоянии,

что делает его бесполезным; 2) обычно требуется большое количество подвижных частей, поскольку электрическая энергия должна быть преобразована в механическую энергию (в ограниченных пространствах скважинного инструмента), а затем эти части используют для приведения в действие другого механического устройства, которое выполняет требуемую операцию в буровой скважине, что повышает статистическую вероятность повреждения; 3) потеря связи по линии связи, приводящая к неработоспособности инструмента, что может привести к неблагоприятным последствиям, если инструмент будет жестко заблокирован в буровой скважине, когда утеряна связь; 4) заполненные воздухом уплотненные камеры с электрической схемой склонны к разрушению гидростатическим давлением внутри буровой скважины; 5) если используют один трос, то будет иметь место незначительная возможность вытягивания вверх с целью освобождения оборудования низа обсадной колонны, которое может застрять и оказаться слегка заклиненным; 6) повышенные температуры, которые обычны для окружающей среды буровой скважины, оказывают неблагоприятное влияние на эксплуатационные характеристики электрических устройств.

Из пяти элементов управления давление обычно обеспечивает наилучший вид энергии для управления и приведения в действие. Во всех буровых скважинах находится текучая среда, поэтому всегда имеется сообщение посредством давления между оборудованием низа обсадной колонны и поверхностью, причем даже при нестабильных состояниях. Поскольку давление также представляет собой источник энергии, всегда имеется возможность работы устройств, приводимых в действие давлением, причем даже в нестабильных состояниях. Заметную сложность, связанную с устройствами, управляемыми и приводимыми в действие давлением, представляет собой случай, вызывающий определенную необходимость разделения давления управления оборудованием низа обсадной колонны и естественного давления, имеющегося внутри резервуара, или давления, связанного с выполнением отдельной операции внутри буровой скважины, например гидравлического разрыва пласта.

Упомянутый выше пример возбуждения иллюстрирует сложности, связанные с типичным дистанционным вмешательством (тринадцать событий, при этом каждое событие содержит ряд поддерживающих событий). Обеспечение этих событий в буровой скважине основано на квалифицированном выполнении соответствующей группы маневров на поверхности, выбранных из вышеупомянутых пяти элементов. Сочетание сложности вмешательства с операционными проблемами и ограничениями, связанными с пятью элементами управления с поверхности, выдвигают на первый план трудности, которые могут возникнуть в программе дистанционного доступа вследствие ряда событий в буровой скважине, логики, связанной с событиями, согласования событий по времени и характера маневров на поверхности, требуемых для выполнения каждого события в буровой скважине.

Недостаток, связанный с современной технологией дистанционного доступа, относится к конструктивной основе для создания скважинных инструментов (оснастки низа обсадной колонны). Стандартная практика, принятая в промышленности, основана на кольцевых конструкциях для создания систем, которые позволяют решать необходимую задачу в удаленной среде. Кольцевые конструкции для клапанов управления обычно ограничивают рабочие механизмы клапана кольцевой зоной и в основном состоят из ряда взаимосвязанных втулок, которые скользят по отношению друг к другу при приложении нагрузки (нагрузки под действием давления, путем сброса шара плюс давление под действием пружины путем непосредственного

движения и т.д.). Обычно в случае систем на основе кольца требуется, чтобы возбуждаемые уплотнения (уплотнения с перепадом давления по ним) проходили по каналам (отверстиям) для возможности обеспечения в скважине требуемого события. Например, допустим, что в трубе имеется отверстие, а снаружи трубы действует заданное давление. Также допустим, что наружная труба содержит внутреннюю трубу несколько меньшего диаметра, которая может скользить внутри наружной трубы, и предположим, что ее длина приблизительно составляет 25,4 см (10 дюймов). Давление снаружи трубы может быть изолировано от давления внутри трубы посредством размещения уплотнений по обоим концам внутренней подвижной трубы и ее центрирования в отверстии. Когда между наружной стороной и внутренней стороной наружной трубы имеется перепад давлений, материал уплотнения будет приведен в действие в небольшом зазоре между двумя трубами и будет препятствовать прохождению текучей среды. Чтобы обеспечить связь между наружной стороной и внутренней стороной наружной трубы, внутренняя труба должна скользить в осевом направлении до тех пор, пока одно из уплотнений не пройдет поверх отверстия в наружной трубе. Материалы уплотнений обычно выполняют мягкими и подобными резине. Прохождение этих уплотнений, возбуждаемых давлением, по каналам вредно влияет на надежность устройства, поскольку мягкий материал уплотнения легко может быть поврежден краем отверстия, а также может быть легко поврежден скачком текучей среды по нестесненному уплотнению, когда установлена связь посредством давления. Хотя кольцевая конструкция обеспечивает возможность прохождения через центр устройства, она неизбежно исключает использование проверенного оборудования более высокого качества, которое не основано на кольцевой конструкции.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения создана система клапанов, которая действует в заданном интервале давления, при этом клапаны установлены таким образом, чтобы обеспечить выполнение ряда последовательных событий посредством скважинных инструментов при воздействии на клапаны давления. Система клапанов концептуально подобна электрической схеме. Электрическую схему проектируют для решения логического ряда задач посредством совместного монтажа по определенной системе большого количества компонентов, каждый из которых выполняет одну простую функцию (например, резисторов, конденсаторов, транзисторов, диодов и т.д.), и подвода к ним напряжения. Подобным же образом, в одном из вариантов осуществления изобретения система клапанов может быть запрограммирована для решения логического ряда задач посредством совместной установки по определенной системе множества клапанов определенного назначения (например, большого количества вставных клапанов для выполнения каждым из них одной функции, таких как обратные клапаны, перепускные клапаны, селективные клапаны, предохранительные клапаны срабатывания по скорости, управляемые перепускные клапаны, регуляторы, регуляторы противодействия и т.д.) и воздействия на них давления. Свойственная системе клапанов способность начинать и выполнять множество операций в удаленных местах посредством прилагаемого давления создает уникальные возможности и позволяет обеспечить дистанционный доступ.

Настоящее изобретение позволяет облегчить решение проблем дистанционного доступа, возникающих вследствие множества событий в буровой скважине, логики, связанной с этими событиями, согласования событий по времени, и характера маневров на поверхности, требуемых для обеспечения каждого события в буровой

скважине. По сравнению с современной технологией, которая требует присутствия на поверхности квалифицированных операторов, принимающих решение и совершающих действия, необходимые для обеспечения каждого события в буровой скважине, в этом изобретении созданы способы и устройства, которые воспроизводят процесс принятия решения оператором, находящимся на поверхности, или командой операторов, тем самым уменьшая потенциальную ошибку оператора.

Система клапанов ограничивает или исключает необходимость выполнения оператором на поверхности логического управления посредством использования осевого движения, вращения, сброса шара, либо электрического импульса. Кроме того, поскольку система клапанов основана на воздействии давления, изобретение создает упрощение и обеспечивает технологию для таких процессов дистанционного доступа, которые ограничены недостатками тех подходов, касающихся управления, которые не основаны на действии давления, например, в случае операций в искривленных и горизонтальных буровых скважинах.

Различные варианты осуществления настоящего изобретения позволяют применить специальную систему клапанов, которая обеспечивает возможность независимого решения логической, запрограммированной группы задач в надлежащем порядке и в надлежащее время посредством воздействия давления в определенном диапазоне давления. Используемый здесь термин “задача” означает любое дистанционное событие, требуемое программой доступа к подземной формации. Примеры задач включают в себя надувание пакера, выполнение промывочных операций, кислотную обработку, разрыв пласта, выравнивание давления по уплотняющему устройству буровой скважины, операции прокачки под давлением, установку мостовой пробки, работу механического устройства (клиньев, децентрализаторов, сжимаемого пакера, захвата, режущего инструмента, долота для бурения формации, клапана, электрического выключателя и т.д.) и работу электрического устройства (выключателя, стреляющего перфоратора для избирательного простреливания и т.д.). Следовательно, посредством различных вариантов осуществления настоящего изобретения потенциально будет обеспечена возможность надлежащего выполнения и упрощения множества технологий дистанционного доступа.

Устройство, связанное с конкретным вариантом осуществления изобретения, описанным ниже, названо логическим клапаном для дистанционного вмешательства. Основная, но не ограничивающая функция логического клапана для дистанционного вмешательства заключается в дистанционном выполнении операций оборудованием низа обсадной колонны, которые могут быть использованы для изоляции определенного участка буровой скважины в целях дистанционного доступа, например для разрыва пласта, кислотной обработки, установления точного местонахождения очистных текучих сред, изоляции воды, изоляции газа, повторного завершения существующей скважины посредством перфорирования и возбуждения в буровой скважине места, отличающегося от существующего завершения, и проведения диагностики буровой скважины (например, изоляции, отбора образцов и анализа текучих сред под давлением в выбранных зонах).

Изготовлен логический клапан для дистанционного вмешательства, который подвергнут кратким испытаниям, касающимся дистанционного выполнения операций оборудованием низа обсадной колонны, содействующих возбуждению множества зон за один спуск-подъем, и операций по изоляции буровой скважины, используя надувной пакер, приводимый в действие спиральным трубопроводом.

На фиг.1 представлена упрощенная система узла со скважинным инструментом, в

которой использован логический клапан для дистанционного вмешательства. Буровая скважина 1 имеет обсадную трубу 2, которая закреплена в надлежащем месте посредством цемента 3. Между буровой скважиной 1 и подземной формацией 4 посредством перфораций 6 обеспечено гидравлическое сообщение через обсадную 5 трубу и цемент. Узел 5 буровой скважины разворачивают с помощью разворачивающего средства, такого как спирально свернутый трубопровод 7, проходящий в скважину 1. Спирально свернутый трубопровод 7 обеспечивает 10 подведение к логическому клапану 10 для дистанционного вмешательства потока текучей среды и давления. Промывающий и циркулирующий поток подают из промывочного инструмента 24, который может представлять собой вспомогательный компонент логического клапана 10 для дистанционного вмешательства. Ниже 15 клапана 10 подсоединяют надувной пакер 8. Между фильтрами 13 и 14 через оправку 79 обеспечивают стабильное прохождение текучей среды. Текучая среда может проходить между фильтрами 13 и 14 в любом направлении. Ниже клиньев 25 20 подсоединена перфорационная система 9 для избирательного простреливания. Узел 5 буровой скважины может быть развернут с помощью приемлемого средства, включая подсоединенный трубопровод, тяговые устройства или трос, не ограничиваясь спиральным трубопроводом. Кольцевое пространство 11 представляет собой пространство между обсадной трубой 2 и узлом 5 буровой скважины, а также между обсадной трубой 2 и средством 7 разворачивания. В узел со скважинными инструментами могут быть включены и иные инструменты.

Для возбуждения в множестве зон за один спуск-подъем пример возможной 25 последовательности событий, обеспечиваемых узлом 5 буровой скважины, может включать следующее: 1) прохождение спущенного пакера на заданную глубину при циркуляции текучей среды по спирально свернутому трубопроводу; 2) перфорация; 3) перемещение оборудования низа обсадной колонны ниже перфораций; 4) установка 30 клиньев; 5) вымывание обломков породы из места установки пакера; 6) надувание пакера; 7) выравнивание давления по пакеру в течение его надувания; 8) перекрытие пути выравнивания давления после надувания пакера; 9) выполнение программы возбуждения; 10) открытие выравнивающего отверстия перед сдуванием пакера; 11) вымывание какого-либо остаточного материала после возбуждения из места 35 нахождения пакера; 12) сдувание пакера; 13) освобождение клиньев; 14) циркуляция текучей среды по спирально свернутому трубопроводу в течение перемещения пакера.

Логический клапан 10 для дистанционного вмешательства в основном состоит из сочетания различных вставных клапанов, которые осуществляют логическое 40 управление текучей средой, как функция прилагаемого давления. В данном описании вставной клапан определен как одиночный или имеющий специальное назначение самостоятельный клапан, который может быть легко вставлен в охватывающую полость либо в частично охватывающую полость и удален из нее, либо прикреплен к источнику давления. Вставной клапан может быть ввинчен в полость или в источник 45 давления, либо может быть установлен в полость и заключен в ней с помощью других средств, например с помощью резьбовой крышки либо посредством примыкания к поверхности смежного корпуса.

Вставные клапаны, используемые в логическом клапане 10 для дистанционного 50 вмешательства, не ограничены недостатками конструкции на основе кольца. Мероприятием для контроля качества может быть простое лабораторное испытание отдельного вставного клапана, которое может быть выполнено до установки клапана в скважинный инструмент, и это является средством гарантии функциональности и

надежности системы. Поскольку каждый клапан решает конкретную задачу (задачи), только для выполнения которой он был сконструирован, система клапанов будет действовать с обеспечением повторяемости и надежности независимо от сложностей последовательности событий.

5 Логический клапан 10 для дистанционного вмешательства решает несколько
следующих основных задач: 1) обеспечение циркуляции при прохождении инструмента
в скважину; 2) надувание надувного пакера; 3) обеспечение потока со стабильным
10 давлением вверх по скважине через инструмент независимо от того, больше ли
давление под пакером, чем над пакером; 4) выравнивание давления от места выше
пакера до места ниже пакера при надувании пакера; 5) уплотнение скважины, после
того как пакер полностью надут; 6) обеспечение промывки при установке пакера; 7)
обеспечение промывочного потока, когда пакер сдут; 8) обеспечение сдувания
15 пакера; 9) обеспечение защиты от надувания пакера под избыточным давлением.

15 Общий вид цепи логического клапана для дистанционного вмешательства
представлен на фиг.2. Все клапаны, показанные на фиг.2, например клапаны 21-23,
26, 31-36 и 41-43, представляют собой вставные клапаны. Клапаны, расположенные
внутри блоков, обозначенных пунктиром, образуют семейство вставных клапанов,
20 которые решают определенную задачу. Например, совокупность 20 инструментов для
промывки содержит совокупность из четырех клапанов - предохранительного
клапана 21, срабатывающего по скорости, первого обратного клапана 22, второго
обратного клапана 23 и третьего обратного клапана 26, которые приводят в действие
промывочный инструмент 24. Последующее обсуждение относится к работе каждого
25 семейства вставных клапанов. Оно сопровождается обсуждением последовательности
работы клапанного узла в целом.

Совокупность 20 инструментов для промывки обеспечивает прохождение потока из
спирально свернутого трубопровода 7 к кольцевому пространству 11, но
30 ограничивает поток из него к трубопроводу 7. Инструмент 24 для промывки
действует в дискретном интервале давления и способствует вымыванию обломков
породы вокруг пакера 8 до и после надувания пакера, а также циркуляции в течение
перемещения инструмента и/или движению текучей среды (сред) вверх или вниз по
скважине. Совокупность 20 инструментов для промывки также может обеспечить
35 дополнительную текучую среду для разрыва пласта и/или текучую среду для
уменьшения накапливания обломком породы на верхней части скважинного узла в
течение процесса возбуждения. Предохранительный клапан 21, срабатывающий по
скорости, представляет собой систему на основе пружины и удерживается открытым
40 под действием силы пружины, пока не будет достигнуто достаточное падение
давления при прохождении потока через клапан для сжатия пружины и закрытия
клапана. После этого клапан удерживается закрытым под действием перепада
давления. Площадь потока, проходящего через клапан, пружины и смещение поршня
выбирают таким образом, чтобы гарантировать прохождение через клапан потока с
45 желаемой скоростью перед тем, как будет достигнуто заданное давление закрытия.
Клапан действует в зависимости от перепада давления, таким образом его
характеристика не зависит от статического давления (зависимость от глубины).
Первый обратный клапан 22, второй обратный клапан 23 и третий обратный
50 клапан 26 представляют собой избыточную группу клапанов, которые гарантируют,
что направление потока будет ограничено направлением от спирального
трубопровода 7 к кольцевому пространству 11. Эти обратные клапаны ограничивают
перекрестное загрязнение между чистой контролируемой текучей средой спирально

свернутого трубопровода и неконтролируемой текучей средой кольца. Фильтр 15 обеспечивает достаточно большую площадь потока для содействия удалению уплотненного расклинивающего агента или обломков породы от места вокруг оборудования низа обсадной колонны. Кроме того, фильтр 15 обеспечивает защиту от нарушения нормальной работы из-за вторжения текучей среды, загрязненной обломками породы, в спиральный трубопровод при выходе из строя клапанов 22, 23 и 26.

Совокупность 30 клапанов для надувания пакера обеспечивает контролируемое надувание и сдувание пакера в дискретном интервале давления и содержит фильтры 37, используемые при надувании пакера, первый перепускной клапан 31, диафрагму 39 для надувания пакера, первый обратный клапан 32, второй обратный клапан 33, диафрагмы 38 для сдувания пакера, второй перепускной клапан 34, третий обратный клапан 35 и четвертый обратный клапан 36. По разным причинам нежелательно надувать пакер давлением в том же самом диапазоне, в котором находится давление приведения в действие промывочного инструмента. Одна из причин заключается в том, что использование циркуляционной текучей среды в течение перемещения инструмента (спускоподъемной операции) будет приводить к надуванию пакера, поэтому будет создана помеха перемещению инструмента. Вторая причина заключается в том, что контролируемая промывка при сдутом пакере была бы невозможна. Пакер надувают давлением в дискретном интервале, начинающемся давлением, которое больше, чем давление отсечки промывочного инструмента. Фильтры 37, используемые при надувании пакера, ограничивают размер частиц, вводимых в семейство 30 клапанов для надувания пакера в течение процесса надувания. Первый перепускной клапан 31 используют для удерживания пакера в надутом состоянии, пока не будет достигнуто желаемое давление раскрытия или “растрескивания”. После того как превышено заданное давление растрескивания, пакер будет надут до давления, равного давлению в спиральном трубопроводе минус давление переустановки (обычно равное давлению растрескивания). Таким образом, давление внутри пакера будет меньше, чем давление в спирально свернутом трубопроводе, на заданную величину. Возбуждающее действие выполняют при сохранении давления в этом трубопроводе в диапазоне между максимальным давлением надувания пакера, создаваемым в трубопроводе, и давлением пакера. Этот интервал давления номинально равен величине давления “растрескивания”, определяемого перепускным клапаном. Диафрагма 39 для надувания пакера ограничивает скорость потока к пакеру 8 для возможности управляемого и равномерного надувания пакера 8. Для сдувания пакера используют избыточную пару обратных клапанов - первый обратный клапан 32 и второй обратный клапан 33, и диафрагмы 38, чтобы обойти перепускной клапан надувания пакера, то есть первый перепускной клапан 31. В течение надувания два обратных клапана 32 и 33 закрыты, но в течение сдувания два клапана открываются, как только давление в спиральном трубопроводе падает ниже давления пакера. Диафрагмы 38 для сдувания пакера ограничивают скорость потока при сдувании для защиты клапанов 32 и 33 от вредного воздействия высокоскоростного потока текучей среды. Снижение давления в спирально свернутом трубопроводе до гидростатического давления обеспечивает возможность полного сдувания пакера. Сдувание выполняют за счет упругих свойств пакерного элемента и этому может способствовать приложение давления в кольце и/или сброс гидростатического давления в спирально свернутом трубопроводе посредством введения текучей среды, имеющей плотность, меньшую плотности

текучей среды кольца, например газа. Три остальных клапана совокупности 30 для надувания пакера обеспечивают защиту от чрезмерного надувания пакера. Если давление внутри пакера увеличивается до значения, которое больше заданного давления, текучая среда для надувания пакера будет направлена к кольцу через 5 перепускной клапан 34, третий обратный клапан 35 и четвертый обратный клапан 36. Кроме того, обратные клапаны 35 и 36 создают избыточную систему, которая препятствует прохождению потока из кольцевого пространство 11 к пакеру 8.

Совокупность 40 выравнивающих клапанов образует приводимое в действие 10 давлением средство выравнивания разности давления по пакеру и содержит управляемый перепускной клапан 41, первый обратный клапан 42, второй обратный клапан 43 и разрывной диск 44. Выравнивание выполняют в течение или после процесса надувания, чтобы защитить пакерный элемент и колонну труб от 15 потенциально опасных воздействий поперечных потоков от зоны к зоне. Примерами этих потенциально опасных воздействий являются коробление спирально свернутого трубопровода при надувании пакера, происходящее вследствие перемещения текучих сред формации вверх по скважине в интервале с поперечным течением, пескоструйное воздействие на пакерный элемент при его сдувании вследствие прохождения с высокой 20 скоростью частиц, содержащихся в текучей среде, между ограничивающей стенкой и частично сдутым пакером, и нежелательный всплеск нагрузки при сдувании, происходящий вследствие потери фрикционного сдерживания под влиянием разности давления, действующей на площадь поверхности нормально надутого пакера. Управляемый перепускной клапан 41 используют для открытия пути прохождения 25 потока и подвода давления через пакер 8. Пружину используют для сохранения нормально открытого состояния. Создание заданного давления в спирально свернутом трубопроводе приводит к сжатию пружины и к закрытию клапана. После надувания пакера давление по пакеру выравнивают, пока пакерный элемент не будет 30 жестко установлен у ограничительных стенок, после чего клапан закрывают при заданном давлении в спиральном трубопроводе. После сдувания пакера клапан открывается при заданном давлении в спиральном трубопроводе, и будет обеспечена возможность выравнивания давления, когда элемент сходит с ограничительных стенок и происходит его сдувание. В конкретном случае, когда процесс возбуждения 35 происходит над пакером, избыточная пара обратных клапанов 42 и 43 обходит управляемый перепускной клапан 41 и гарантирует, что ниже пакера до и после процесса возбуждения не будет развиваться повышенное давление. Обратные клапаны 42 и 43 могут быть заменены сплошными металлическими болванками, если 40 предполагается, что процесс возбуждения должен происходить ниже пакера. Разрывной диск 44 обеспечивает механизм для сдувания пакера 8 при нарушении нормального режима работы. Нарушение нормального режима работы, при котором может быть использован разрывной диск 44, может представлять собой ситуацию, когда давление в обсадной трубе 2 (фиг.1) над и/или под пакером 8 меньше, чем 45 гидростатическое давление внутри спирально свернутого трубопровода 7, а уменьшение гидростатического давления в спиральном трубопроводе посредством нагнетания менее плотной текучей среды (газа) в этот трубопровод 7 невозможно вследствие блокирования буровой скважины или нарушения работы клапанов, 50 которое препятствует прохождению промывочного потока из спирального трубопровода 7 к кольцевому пространству 11. Разрушение разрывного диска 44 обеспечивает открытие пути прохождения потока и подвода давления между местами действия давления выше и ниже пакера 8 внутри обсадной трубы 2. После разрушения

разрывного диска 44 происходит сдувание, когда растянутый эластомер, покрывающий пакер 8, толкает текучую среду пакера через разрывной диск 44 и в зону выше и ниже пакера 8.

5 Поскольку каждая совокупность клапанов действует в установленном интервале давления, а клапаны, составляющие систему, взаимозаменяемы, операция и/или последовательность операций могут быть изменены для соответствия требованиям какого-либо конкретного применения. В одном из вариантов осуществления изобретения создано устройство, в котором используют систему со вставными 10 клапанами, построенную таким образом, что инструмент буровой скважины может обеспечивать логическую группу событий посредством приложения давления.

Способ использования такого устройства может включать перфорацию интервала, опускание узла со скважинными инструментами ниже перфораций, установку 15 надувного пакера, разрыв формации посредством нагнетания расклинивающего агента, содержащегося в текучей среде, через кольцевое пространство, освобождение пакера и его перемещение вверх по скважине к следующему месту перфорации. Основные проблемы, связанные с этим случаем, состоят в надувании пакера в зоне буровой скважины, в которой наличие поперечного потока вверх по скважине может 20 привести к винтовому короблению спирального трубопровода, в удалении песка с верхней части пакера после процесса разлома пласта и в выравнивании давления выше и ниже пакера до сдувания пакера.

В рассмотренном примере предположим, что изготовитель надувного пакера предлагает надувать пакер до давления примерно 34 МПа (5000 фунтов на 25 квадратный дюйм), а предполагаемое максимальное давление разрыва пласта примерно составляет 41 МПа (6000 футов на квадратный дюйм) (выпадение песка). Для соответствия предъявляемым требованиям предполагаются нижеследующие давления приведения в действие, касающиеся трех совокупностей клапанов: 1) 30 предохранительный клапан 21, срабатывающий по скорости, совокупности 20 промывочных инструментов сконструирован таким образом, что закрывается при перепаде давления примерно 10 МПа (1500 фунтов на квадратный дюйм); 2) перепускной клапан 31 совокупности 30 клапанов для надувания пакера сконструирован таким образом, что открывается при перепаде давления примерно 24 35 МПа (3500 фунтов на квадратный дюйм); 3) управляемый перепускной клапан 44 совокупности 40 выравнивающих клапанов сконструирован таким образом, что закрывается при перепаде давления примерно между 34 и 52 МПа (между 5000 и 7000 фунтами на квадратный дюйм). Для этого конкретного применения в систему 40 включены обратные клапаны 42 и 43. Поскольку максимальное ожидаемое давление составляет примерно 41 МПа (6000 футов на квадратный дюйм), а предохранительный клапан, срабатывающий по скорости, настроен на приведение в действие (открытие или закрытие) при перепаде давления примерно 10 МПа (1500 45 фунтов на квадратный дюйм) между спирально свернутым трубопроводом и кольцевым пространством, давление в спирально свернутом трубопроводе должно сохраняться таким, чтобы оно было выше примерно 52 МПа (7500 фунтов на квадратный дюйм)[примерно 42 МПа (6000 фунтов на квадратный дюйм) плюс 50 примерно 10 МПа (1500 фунтов на квадратный дюйм)], чтобы предотвратить открытие предохранительного клапана и обеспечить защиту спирально-свернутого трубопровода от разрушения. Следовательно, можно допустить, что давление в этом трубопроводе в течение операции разрыва пласта будет сохраняться примерно равным 59 МПа (8500 фунтов на квадратный дюйм). Поскольку максимальное

ожидаемое давление пакера примерно составляет 34 МПа (5000 фунтов на квадратный дюйм), предполагаемое давление разрыва разрывного диска 44 примерно составляет 41 МПа (6000 фунтов на квадратный дюйм).

5 Процесс приведения в действие посредством давления графически представлен на фиг.3 и 4 как функция времени. На фиг.3 представлен график, иллюстрирующий
10 последовательность воздействий давления перед разрывом пласта для выполнения за один спуск-подъем операции гидравлического разрыва пласта в большом количестве зон. График на фиг.3 включает ординату 310, характеризующую давление в спирально
15 свернутом трубопроводе, измеренное в МПа, ординату 320, характеризующую давление пакера в МПа, абсциссу 315, характеризующую время (увеличивается слева направо), линию 330, характеризующую изменение давления в спиральном
20 трубопроводе, линию 340, характеризующую давление пакера, точку 345, характеризующую давление в спиральном трубопроводе, когда выравнивающее
25 отверстие становится полностью закрытым, точку 346, характеризующую давление пакера, когда выравнивающее отверстие становится полностью закрытым, интервал 350, характеризующий давление в течение работы промывочного
30 инструмента, интервал 360, характеризующий давление в течение приведения в действие управляемого перепускного клапана, и интервал 370, характеризующий
35 давление в течение выполнения работ по разрыву пласта. На фиг.4 представлена последовательность воздействия давления как функция времени, после того как произошел разрыв пласта вследствие выполняемой за один спуск-подъем операции
40 разрыва пласта. На фиг.4 график имеет ординату 410, характеризующую давление в спиральном трубопроводе в МПа, ординату 420, характеризующую давление в пакере в МПа, абсциссу 415, характеризующую время (увеличивается слева направо),
45 линию 430, характеризующую изменение давления в спиральном трубопроводе, линию 440, характеризующую изменение давления в пакере, точку 445, характеризующую давление в спиральном трубопроводе и давление в пакере, когда
50 выравнивающее отверстие становится полностью открытым, интервал 450, характеризующий давление в течение работ по разрыву пласта, интервал 460, характеризующий давление в течение работы управляемого перепускного клапана, и
интервал 480, характеризующий давление в течение работы промывочного инструмента.

Обращаясь к фиг.1 и 2, отметим, что работа начинается посредством опускания скважинного узла 5 с поверхности к заданному интервалу, при этом текучая среда циркулирует через промывочный инструмент 24. Циркуляцию обеспечивают
40 посредством нагнетания текучей среды в спирально свернутый трубопровод 7 со скоростями, которые ограничивают перепад давления по логическому клапану для дистанционного вмешательства величинами между 0 МПа и примерно 10 МПа (от 0 до 1500 фунтов на квадратный дюйм). В этом диапазоне давления совокупность 30 клапанов для надувания пакера закрыта, а совокупность 40 выравнивающих
45 клапанов открыта. Когда перфорационная система 9 для избирательного простреливания достигает желаемой глубины, выпускают одну группу стреляющих перфораторов. При продолжении прохождения потока через совокупность 20 промывочных инструментов для удаления обломков породы, остающихся после
50 перфорирования, скважинный узел 5 опускают ниже перфораций к желаемому месту установки пакера и устанавливают клинья 25. Увеличение перепада давления на логическом клапане для дистанционного вмешательства примерно выше 10 МПа (1500 фунтов на квадратный дюйм) приводит к закрытию предохранительного

клапана 21, срабатывающего по скорости, и к прекращению прохождения потока к промывочному инструменту 24. На протяжении всего операционного цикла обратные клапаны 22, 23 и 26 совокупности 20 промывочных инструментов препятствуют прохождению потока из кольца 11 в спирально свернутый трубопровод 7. В диапазоне 5 давления примерно от 10 до 24 МПа (от 1500 до 3500 фунтов на квадратный дюйм) совокупность 20 промывочных инструментов и совокупность 30 клапанов для надувания пакера закрыты, а выравнивающая совокупность 40 открыта. Примерно при 24 МПа (3500 фунтов на квадратный дюйм) перепускной клапан 31 10 совокупности 30 клапанов для надувания пакера открывается и начинается надувание пакера. Текучая среда, проходящая к совокупности 30 клапанов для надувания пакера, фильтруется при ее прохождении через фильтры 37. Диафрагма 39 позволяет задавать скорость текучей среды, проходящей к пакеру в течение его надувания. Выравнивающая совокупность 40 остается открытой в течение надувания в интервале 15 давления примерно от 24 до 34 МПа (от 3500 до 5000 фунтов на квадратный дюйм), после чего пакер будет жестко уплотнен о стенки обсадной трубы, и управляемый перепускной клапан 41 выравнивающей совокупности 40 начинает закрываться. На всем протяжении операционного цикла обратные клапаны 42 и 43 выравнивающей совокупности 40 предохраняют от возникновения повышенного давления ниже 20 пакера. Увеличение давления в спиральном трубопроводе примерно до 59 МПа (8500 фунтов на квадратный дюйм) приводит к давлению в пакере порядка 34 МПа (5000 фунтов на квадратный дюйм). Падение давления в спиральном трубопроводе примерно от 59 до 55 МПа (от 8500 до 8000 фунтов на квадратный дюйм) приводит к 25 тому, что давление внутри пакера остается примерно равным 34 МПа (5000 фунтов на квадратный дюйм) и обеспечивает демпфирование давления для ослабления колебаний давления у поверхности.

В этой точке происходит операция разрыва пласта. Несомый текучей средой 30 расклинивающий материал нагнетают через кольцевое пространство между спирально свернутым трубопроводом и обсадной трубой в перфорации над надутым пакером. После завершения операции разрыва пласта имеется вероятность нахождения выше пакера и ниже перфораций скопления осевшего расклинивающего материала, а также вероятность дисбаланса давления по пакеру. Скапливание 35 осевшего расклинивающего материала происходит в том случае, если прочность геля недостаточна для гарантии того, что все частицы будут следовать по линии тока в перфорации. Любые частицы, которые не могут следовать по линии тока, будут отброшены в зону ниже самой нижней перфорации и таким образом оседают на 40 пакере. Расклинивающий материал также может скапливаться поверх пакера, если гель для разрыва пласта, несущий расклинивающий материал, может разрушиться внутри буровой скважины при нарушении нормальных условий работы. Дисбаланс давления происходит в том случае, если ниже пакера изолирована одна зона с низким давлением. Зона с высоким давлением под пакером легко может быть выровнена при 45 завершении операции разрыва пласта посредством обратных клапанов 42 и 43 выравнивающего семейства.

После операции разрыва пласта давление внутри пакера примерно составляет 34 МПа (5000 фунтов на квадратный дюйм), а давление в спиральном трубопроводе 50 примерно составляет 55 МПа (8000 фунтов на квадратный дюйм). При уменьшении давления в спиральном трубопроводе до 7500 фунтов на квадратный дюйм начинает открываться управляемый перепускной клапан 41 выравнивающей совокупности 40. Это обеспечивает связь через пакер посредством прохождения текучей среды и

передачи давления. Этот путь выравнивания давления остается открытым при остальной части выполнения операции. В пределах интервала давления в спиральном трубопроводе примерно от 59 до 34 МПа (от 8500 до 5000 фунтов на квадратный дюйм) пакер остается надутым давлением примерно 34 МПа (5000 фунтов на квадратный дюйм) и совокупность 20 промывочных инструментов остается закрытой. Когда давление в спиральном трубопроводе падает ниже примерно 34 МПа (5000 фунтов на квадратный дюйм), начинается сдувание пакера через обратные клапаны 32 и 33 совокупности 30 для надувания пакера. Чтобы защитить обратные клапаны 32 и 33 от потенциального повреждения, являющегося следствием выброса текучей среды с весьма высокой скоростью при сдувании пакера, диафрагмы 38 ограничивают скоростью текучей среды, вытекающей из пакера, до приемлемого уровня. Ниже давления в спирально свернутом трубопроводе, примерно 34 МПа (5000 фунтов на квадратный дюйм) давление в пакере следует за давлением в спиральном трубопроводе. При давлении в спирально свернутом трубопроводе примерно 10 МПа (1500 фунтов на квадратный дюйм) предохранительный клапан 21, срабатывающий по скорости, совокупность 20 промывочных инструментов начинает открываться. Скопившийся расклинивающий материал вымывается из надутого пакера посредством уменьшения давления в спиральном трубопроводе до уровня, который позволяет достигнуть желаемой скорости потока через промывающий инструмент, в этом случае предположительно 7 МПа (1000 фунтов на квадратный дюйм). Примерно при 7 МПа (1000 фунтов на квадратный дюйм) пакер остается надутым, таким образом промывочная операция неизбежно приводит к перемещению расклинивающего материала вверх по скважине и из пакера. Представляется выгодным вымывание скопившегося песка при сдувании пакера и падении давления в спиральном трубопроводе до 0 МПа (0 фунтов на квадратный дюйм). Это обеспечивает возможность сдувания пакера. После того как пакер сдут, давление в спиральном трубопроводе увеличивают до уровня, который позволяет достигнуть желаемой скорости потока через промывочный инструмент. Увеличение давления в спиральном трубопроводе не приводит к повторному надуванию пакера, поскольку перепускной клапан 31 совокупности 30 для надувания пакера не будет вновь открыт, пока давление в спиральном трубопроводе не достигнет примерно 24 МПа (3500 фунтов на квадратный дюйм).

После того как узел со скважинными инструментами соответствующим образом освобожден от слоя песка и пакер сдут, устанавливают давление в спиральном трубопроводе, примерно составляющее от 0 до 10 МПа (от 0 до 1500 фунтов на квадратный дюйм), чтобы обеспечить циркуляцию. После этого узел со скважинным инструментом перемещают к следующему месту перфорирования. Упомянутый цикл повторяют столько раз, сколько это требуется по программе возбуждения. Затем узел со скважинными инструментами поднимают к поверхности с целью установки новой группы стреляющих перфораторов для избирательного простреливания, предназначенных для следующей группы интервалов, либо его удаляют из буровой скважины, если программа завершена.

В случае такого события, когда пакер не может быть сдут, давление в спиральном трубопроводе может быть увеличено примерно до 65 МПа (9500 фунтов на квадратный дюйм) [что приводит к созданию давления в пакере, примерно составляющего 41 МПа (6000 фунтов на квадратный дюйм)], и происходит разрушение разрывного диска 44, чтобы сдуть пакер.

На фиг.5 представлен вариант осуществления устройства согласно настоящему

изобретению. Логический клапан 10 для дистанционного вмешательства состоит из пяти узлов 50, 51, 52, 53, 54, в которых находятся различные вставные клапаны. Пять узлов соединены друг с другом в том порядке, который представлен на фиг.5, то есть 50 с 51, 51 с 52, 52 с 53 и 53 с 54. Могут быть использованы любые приемлемые средства соединения узлов. После сборки каждый узел сообщается с последующим узлом посредством изолирующих давление соединительных ниппелей 63, 64 и 65 внутри ограничивающих пространств соединительных втулок 59, 60, 61, 62 узлов. Втулочные клапаны можно легко заменять путем их отсоединения в соответствующем месте между узлами и установки предварительно испытанного клапана.

Обеспечивают связь посредством кабеля на всем протяжении инструмента. На фиг.5 показаны текучая среда 100 в спирально свернутом трубопроводе, промывочная текучая среда 110, текучая среда 120 для надувания и сдувания пакера, выравнивающая текучая среда 130, текучая среда 140 при избыточном надувании пакера, кабель 150 и электрический провод 160.

Узел 50 прикреплен к соединениям 12 спирально свернутого трубопровода, и он содержит промывочный инструмент 24, выпускающий струи (фиг.1). Канал 66 для текучей среды промывочного инструмента проходит от узла 51 через изолирующий давление соединительный ниппель 64. Промывочная текучая среда выходит из узла 50 через фильтр 15 (фиг.2). Узел 50 соединен с узлом 51 и изолирует давление спирально свернутого трубопровода, передаваемое по напорному каналу 75, от давления в кольцевом пространстве 11 посредством соединительной втулки 59. Узел 51 содержит срабатывающий по скорости предохранительный клапан 21 цепи промывочного инструмента, обратные клапаны 22, 23 и 26, гнездо 57 для отсоединения кабеля, канал 67 для промывочной текучей среды, а также канал 55 для электрического провода и текучей среды спирального трубопровода. Канал 55 связан с узлом 52 через изолирующий давление соединительный ниппель 65. Стандартный электрический кабель для нефтяного месторождения (электрическая линия) проходит через узел 50 и крепится к разъединительному гнезду 57 в узле 51. Неразрывность электрической цепи сохраняется посредством крепления продолжения 56 электрического провода к электрическому проводу 58 электрической линии. Узел 51 соединен с узлом 52 и изолирует давление 76 промывочной текучей среды от давления в кольцевом пространстве 11 посредством соединительной втулки 60.

Узел 52 содержит переходную муфту 68 для изменения направления потока текучей среды промывочного инструмента, а также канал 69 для электрического провода и текучей среды спирально свернутого трубопровода. Узел 52 соединен с узлом 53 и изолирует давление текучей среды спирально свернутого трубопровода в канале 69 от давления в кольцевом пространстве 11 посредством соединительной втулки 61.

Узел 53 содержит фильтр 37 для надувания пакера, перепускной клапан 31 для надувания пакера, диафрагму 39 для надувания пакера, сдвоенные обратные клапаны 32 и 33 для сдувания пакера, диафрагмы 38 для сдувания пакера, перепускной клапан 34 избыточного надувания пакера со сдвоенными обратными клапанами 35 и 36, канал 71 для электрического провода и текучей среды спирального трубопровода и напорный канал 70 для текучей среды при надувании пакера. Канал для текучей среды пакера сообщен с узлом 54 через изолирующий давление соединительный ниппель 63. Узел 53 соединен с узлом 54 и изолирует давление спирально свернутого трубопровода в канале 71 от давления в кольцевом пространстве 11 посредством соединительной втулки 62.

Узел 54 содержит разрывной диск 44, управляемый перепускной клапан 41, канал 74

для выравнивающей текучей среды и канал 77 для выравнивания восходящего потока со сдвоенными обратными клапанами 42 и 43. Непосредственно к узлу 54 могут быть подсоединены оправка пакера и надувной элемент пакера. Текучая среда для надувания пакера проходит непосредственно в пакер по каналу 73. Канал 72 для электрического провода и текучей среды спирально свернутого трубопровода выходит из узла 54 в изолирующую давление трубу 78 канала спирально свернутого трубопровода, которая проходит через центр оправки 79 и далее заканчивается ниже оправки 79. Канал 74 для выравнивающей текучей среды проходит через кольцевое пространство, образованное между внутренней стороной оправки 79 и наружной стороной трубы 78 для прохода электрического провода и канала спирально свернутого трубопровода. Обеспечивают прохождение выравнивающей текучей среды через фильтр 13 узла 54, через кольцевое пространство, образованное между оправкой 79 и трубой 78 для прохода электрического провода и текучей среды спирально свернутого трубопровода, и через фильтр 14 (фиг.1), прикрепленный к донной части оправки 79. В одном из вариантов один или несколько фильтров 13, 14 и 15, все из которых показаны на чертежах, представляют собой фильтры из витой проволоки со степенью фильтрации от 100 до 150 микрон.

Еще в одном варианте осуществления изобретения логический клапан для дистанционного вмешательства может быть сконструирован с подводом давления спирально свернутого трубопровода ниже устройства, так что к нему может быть подсоединено другое приводимое в действие давлением устройство (или другое устройство на основе схемы), например, охватывающая пакерная система. Еще в одном варианте согласующиеся по времени события могут быть обеспечены посредством использования потока через диафрагму, обеспечивающую заполнение одного конца аккумулятора, который перемещает плавающий поршень от одного конца до другого конца для приведения в действие рычага или переключателя. Еще в одном варианте аналогично панели электрической цепи может быть сконструирована корпусная панель клапанов для размещения в ней большого количества вставных клапанов. Панель для размещения клапанов может быть сконструирована таким образом, что различные клапаны могут быть установлены с обеспечением эксплуатационной гибкости, так что внутри корпуса одного инструмента может быть запрограммировано любое количество последовательностей событий в буровой скважине (программы возбуждения).

Еще в одном варианте цепь логического клапана для дистанционного вмешательства, приводимого в действие давлением, также может быть использована для работы дистанционного электрического устройства (устройств) или цепи (цепей), или для управления этими устройствами или цепями, которые могут быть связаны с командной базой по кабелю, или для работы дистанционного электрического устройства (устройств) или цепи (цепей), и для управления такими устройствами или цепями, к которым энергию подают в удаленном месте и для этого не требуется содействие посредством кабеля. Эта операция может быть выполнена в заданном интервале (интервалах) последовательности в течение приведения в действие давлением. Например, в течение действия давления при выполнении вмешательства, когда достигнуто определенное давление, может быть обеспечен разряд для возбуждаемого электроэнергией стреляющего перфоратора, предназначенного для избирательного простреливания.

Еще в одном варианте линия давления пакера в логическом клапане для дистанционного вмешательства может быть соединена с управляемым перепускным

клапаном (вместо линии давления спирально свернутого трубопровода, как показано на фиг.2). Это позволяет обеспечить полное открытие управляемого перепускного клапана до тех пор, пока в пакере не будет создано достаточное давление, чтобы закрыть его. Давление в пакере будет создано только после того, как он будет
5 посажен на стенки обсадной трубы. После этого управляемый перепускной клапан может быть закрыт при давлении пакера примерно 10 МПа (1500 фунтов на квадратный дюйм). Применение настоящего изобретения не ограничено приведенными здесь примерами. Раскрытая система клапанов может быть
10 использована для выполнения различных последовательных групп событий при подводе давления к клапанам, включая, но не ограничиваясь этим, приведение в действие пакера, выравнивание давления, приведение в действие промывочного потока текучей среды, приведение в действие перфорационного устройства, приведение в действие клиньев, приведение в действие кабеля, приведение в действие
15 электрического устройства, приведение в действие измерительного устройства, приведение в действие устройства для взятия проб, приведение в действие средств для развертывания оборудования, приведение в действие двигателя буровой скважины, приведение в действие генератора, приведение в действие насоса, приведение в
20 действие системы связи, нагнетание текучей среды, удаление текучей среды, нагревание, охлаждение, приведение в действие мостовой пробки, приведение в действие пробки трещины, приведение в действие оптического устройства, освобождение оборудования низа обсадной колонны, бурильную операцию, режущую операцию, работу с расширяемым трубопроводом, работу с расширяемым
25 завершением и приведение в действие механических устройств. Для квалифицированных специалистов в этой отрасли будут очевидны многие другие возможные применения настоящего изобретения.

Приведенное выше описание касается определенных вариантов осуществления изобретения, предназначенных для иллюстрации изобретения, но не для ограничения его объема. Для квалифицированных специалистов в этой отрасли будет очевидно, что для выполнения целей согласно этому изобретению по своей функции будут эквивалентны многие модификации и варианты, конкретно не упомянутые в
30 приведенном выше описании. Предполагается, что все такие модификации, варианты, альтернативы и эквиваленты должны находиться в пределах существа и объема настоящего изобретения, который определен прилагаемой формулой изобретения.

Формула изобретения

40 1. Система, содержащая два или более клапанов, при этом каждый из указанных клапанов приспособлен независимо действовать в заданном интервале давления, при этом два или более клапанов выполнены с возможностью независимого выполнения группы последовательных событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов на основании давления во время приложения давления текучей среды к
45 двум или более клапанам.

2. Система по п.1, в которой, по меньшей мере, один из клапанов представляет собой вставной клапан.

3. Система по п.2, в которой, по меньшей мере, один из вставных клапанов
50 представляет собой вставной клапан одного назначения.

4. Система по п.1, в которой, по меньшей мере, один из клапанов представляет собой кольцевой клапан.

5. Система по п.1, в которой группа событий выбрана из группы, содержащей

приведение в действие пакера, выравнивание давления, приведение в действие потока промывочной текучей среды, приведение в действие перфорационного устройства, приведение в действие клиньев, приведение в действие кабеля, приведение в действие электрического устройства, приведение в действие измерительного устройства,
5 приведение в действие устройства для отбора проб, приведение в действие средства развертывания оборудования, приведение в действие скважинного двигателя, приведение в действие генератора, приведение в действие насоса, приведение в действие системы связи, нагнетание текучей среды, удаление текучей среды,
10 нагревание, охлаждение, приведение в действие мостовой пробки, приведение в действие пробки трещины, приведение в действие оптического устройства, освобождение оборудования низа обсадной колонны, бурильная операция, операция резания, операция с расширяемым трубопроводом, операция с расширяемым завершением и приведение в действие механических устройств.

15 6. Система по п.1, в которой клапаны способны приводить в действие одно или несколько дистанционных электрических устройств, которые связаны с командной базой по кабелю.

20 7. Система по п.1, в которой клапаны способны приводить в действие одно или несколько дистанционных электрических устройств, снабженных энергией в удаленном месте без кабеля.

8. Система по п.1, в которой, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для обеспечения протекания текучей среды через него только в одном направлении.

25 9. Система по п.1, в которой, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для обеспечения прекращения прохождения через него потока текучей среды, когда поток достигает заданной скорости или воздействует на клапан с заданным давлением.

30 10. Система по п.1, в которой, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для обеспечения возможности прохождения через него потока текучей среды, когда поток воздействует на клапан с заданным давлением.

11. Система по п.1, содержащая, по меньшей мере, один фильтр, предназначенный для отфильтровывания твердых частиц, имеющих заданные размеры, от текучей среды перед прохождением потока текучей среды через один или несколько клапанов.

35 12. Система по п.1, содержащая, по меньшей мере, один разрывной диск, предназначенный для обеспечения возможности прохождения потока текучей среды из одного или нескольких скважинных инструментов при одном или нескольких заданных условиях.

40 13. Система по п.1, содержащая одну или несколько диафрагм, предназначенных для ограничения потока текучей среды через систему до заданной скорости.

14. Система по п.1, содержащая одну или несколько диафрагм, предназначенных для ограничения потока текучей среды через один или несколько клапанов до заданной скорости.

45 15. Способ перфорации и обработки множества интервалов одной или нескольких подземных формаций, пересекаемых буровой скважиной, содержащий следующие стадии:

а) развертывание оборудования низа обсадной колонны из колонны труб внутри буровой скважины, при этом оборудование низа обсадной колонны имеет
50 перфорационное устройство и уплотняющий механизм;

б) использование перфорационного устройства для перфорации, по меньшей мере, одного интервала одной или нескольких подземных формаций;

в) установку в определенном положении оборудования низа обсадной колонны

внутри буровой скважины и приведение в действие уплотняющего механизма для обеспечения гидравлического уплотнения ниже, по меньшей мере, одного перфорированного интервала;

5 г) нагнетание обрабатывающей текучей среды вниз в кольцевое пространство между колонной труб и буровой скважиной и в перфорации, созданные посредством перфорационного устройства, без удаления перфорационного устройства из буровой скважины;

д) отключение уплотняющего механизма;

10 е) повторение стадий (б)-(д), по меньшей мере, для одного дополнительного интервала одной или нескольких подземных формаций;

при этом, по меньшей мере, одну из стадий выполняют посредством системы клапанов, которые действуют в заданном интервале давления и обеспечивают выполнение упомянутой стадии на основании воздействия на клапаны давления.

15 16. Способ по п.15, при котором выполняют дополнительные стадии, которые выбирают из группы, содержащей вымывание обломков породы вокруг уплотняющего механизма, выравнивание давления по уплотняющему механизму, обеспечение электрической связи через уплотняющий механизм.

20 17. Устройство для выполнения группы последовательных событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов, содержащих комбинацию из двух или более клапанов, расположенных внутри узлов, в котором один узел соединяется с другим узлом через изолирующие давление соединения и в котором эта комбинация из двух или более клапанов независимо выполняет последовательную группу событий посредством одного или более скважинных инструментов на основании приложения давления текучей среды к этой комбинации из двух или более клапанов.

25 18. Устройство по п.17, в котором клапаны представляют собой вставные клапаны, расположенные в узлах.

30 19. Устройство по п.17, в котором сообщение по давлению обеспечено как между клапанами, так и между узлами посредством изолирующих давление соединений.

20. Устройство по п.17, в котором сообщение по кабелю обеспечено через узлы.

35 21. Устройство по п.17, в котором, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для обеспечения прохождения через него потока текучей среды только в одном направлении.

40 22. Устройство по п.17, в котором, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для обеспечения прекращения прохождения через него потока текучей среды, когда поток достигает заданной скорости или когда на клапан действует заданное давление.

23. Устройство по п.17, в котором, по меньшей мере, один из клапанов предназначен для обеспечения прохождения через него потока текучей среды, когда поток оказывает на клапан заданное давление.

45 24. Устройство по п.17, содержащее, по меньшей мере, один фильтр, предназначенный для отфильтровывания твердых частиц, имеющих заданные размеры, от текучих сред перед прохождением текучих сред через один или несколько клапанов.

50 25. Устройство по п.17, содержащее, по меньшей мере, один разрывной диск, предназначенный для обеспечения прохождения потока текучей среды из одного или нескольких скважинных инструментов при одном или нескольких заданных условиях.

26. Устройство по п.17, содержащее одну или несколько диафрагм, предназначенных для ограничения потока текучей среды через один или несколько

клапанов до заданной скорости.

27. Логический клапан для дистанционного вмешательства, содержащий, по меньшей мере, одно семейство клапанов, состоящее из двух или более различных клапанов, выполненных с возможностью выполнения группы последовательных событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов при подаче через логический клапан потока текучей среды под давлением, при этом клапаны указанного, по меньшей мере, одного семейства клапанов приспособлены осуществлять независимое выполнение заранее запрограммированного логического ряда задач в надлежащем порядке и в надлежащее время посредством воздействия давления в заданном диапазоне давления, причем каждый клапан сконструирован для выполнения конкретной задачи.

28. Способ перфорации и обработки множества интервалов одной или нескольких подземных формаций, пересекаемых буровой скважиной, содержащий следующие стадии:

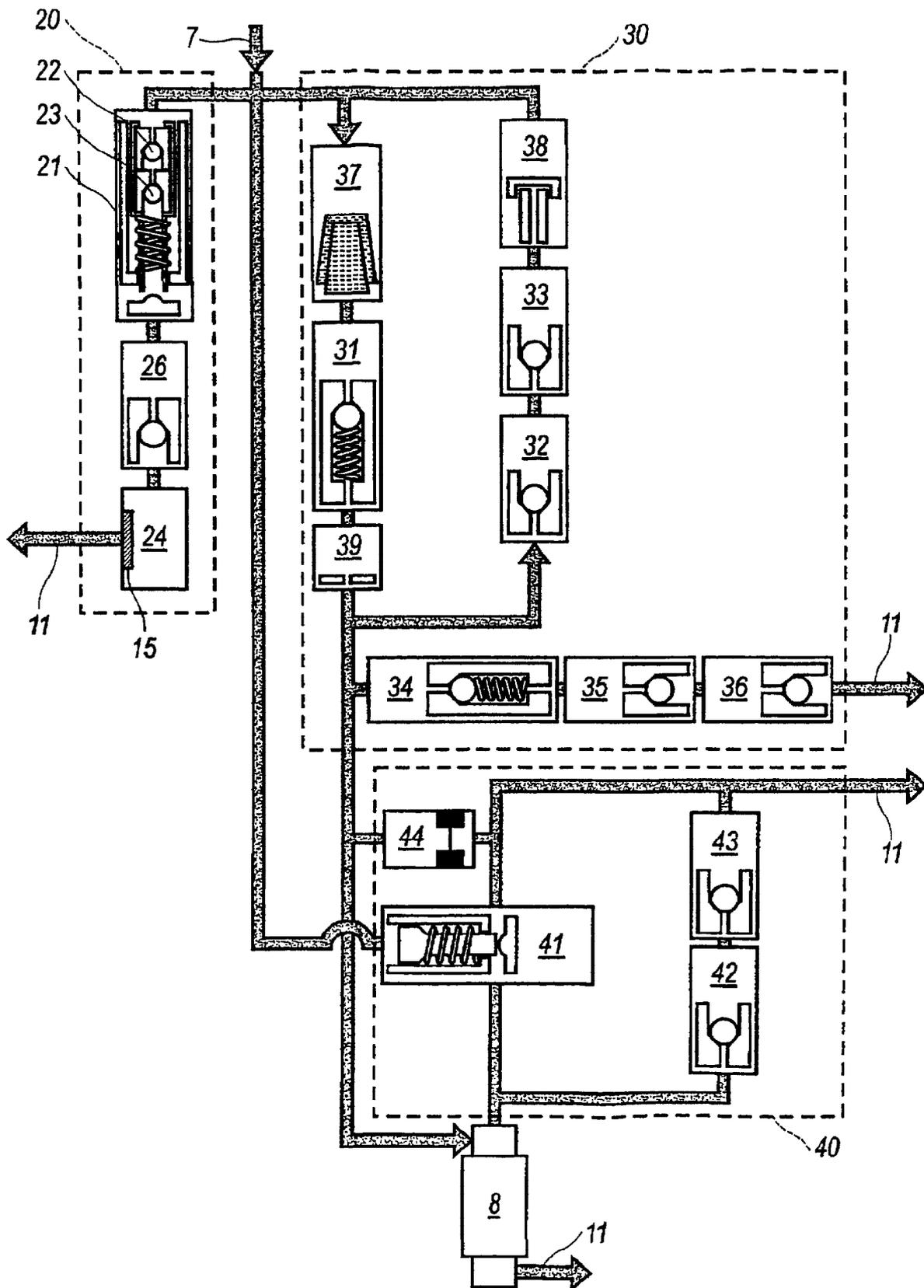
- а) развертывание оборудования низа обсадной колонны из колонны труб внутри буровой скважины, при этом оборудование низа обсадной колонны имеет перфорационное устройство и уплотняющий механизм;
- б) использование перфорационного устройства для перфорации, по меньшей мере, одного интервала одной или нескольких подземных формаций;
- в) установку в определенном положении оборудования низа обсадной колонны внутри буровой скважины и приведение в действие уплотняющего механизма для обеспечения гидравлического уплотнения ниже, по меньшей мере, одного перфорированного интервала;
- г) нагнетание обрабатываемой текучей среды вниз в кольцевое пространство между колонной труб и буровой скважиной и в перфорации, созданные посредством перфорационного устройства, без удаления перфорационного устройства из буровой скважины;
- д) отключение уплотняющего механизма;
- е) повторение стадий (б)-(д), по меньшей мере, для одного дополнительного интервала одной или нескольких подземных формаций; при этом, по меньшей мере, одну из стадий выполняют посредством логического клапана для дистанционного вмешательства по п.27.

29. Устройство для выполнения группы последовательных событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов, имеющее логический клапан для дистанционного вмешательства, содержащий, по меньшей мере, одно семейство клапанов, состоящее из двух или более различных клапанов, расположенных внутри узлов, в котором один узел соединяется с другим узлом через изолирующие давление соединения, при этом клапаны указанного, по меньшей мере, одного семейства клапанов выполнены с возможностью выполнения группы последовательных событий посредством одного или нескольких скважинных инструментов при подаче через логический клапан потока текучей среды под давлением и осуществлять независимое выполнение заранее запрограммированного логического ряда задач в надлежащем порядке и в надлежащее время посредством воздействия давления в заданном диапазоне давления, причем каждый клапан сконструирован для выполнения конкретной задачи.

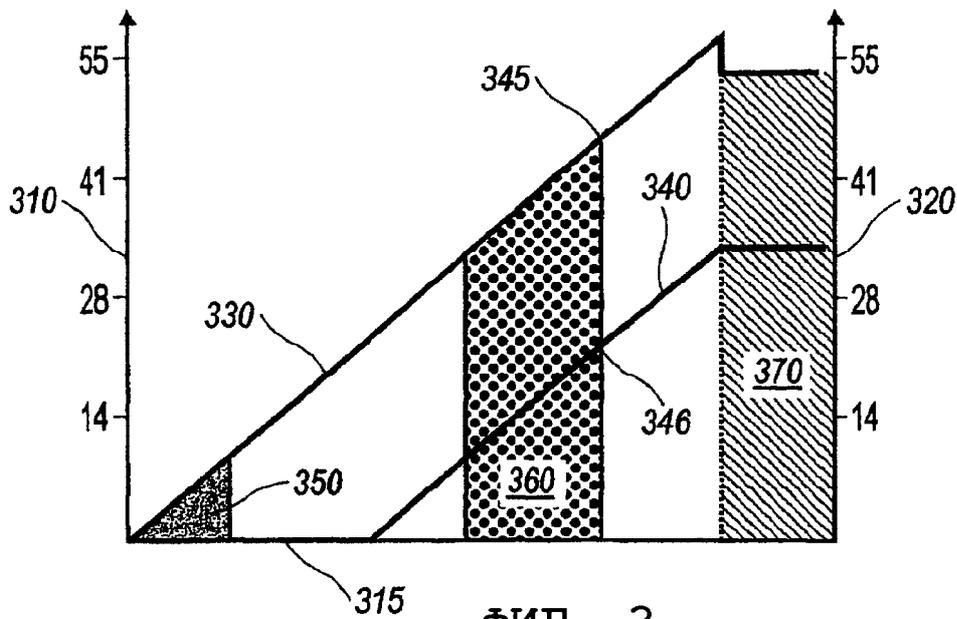
Приоритет по пунктам:

23.09.2002 по пп.1-7, 15-20, 27-29;

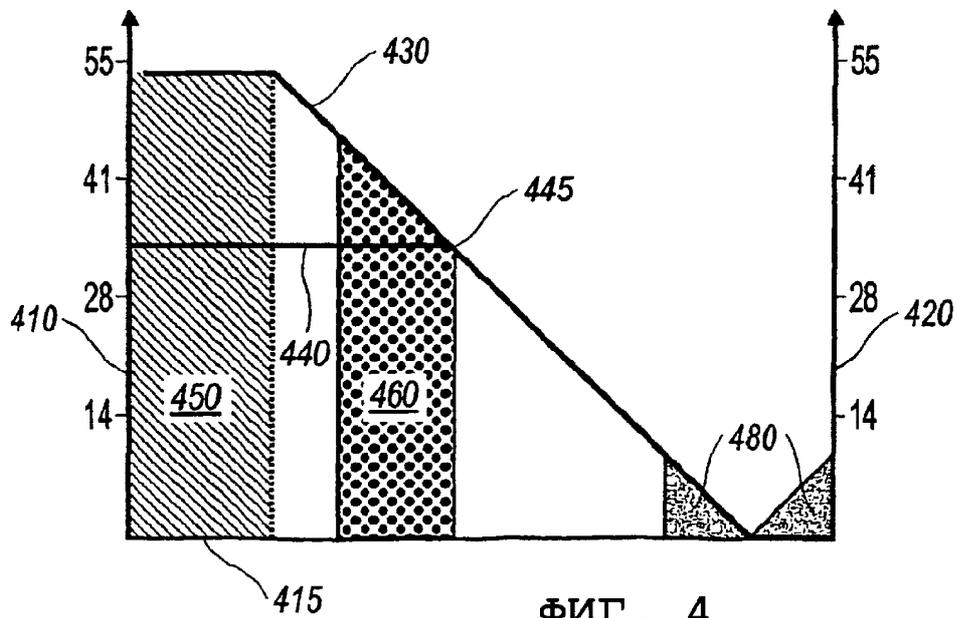
28.07.2003 по пп.8-14, 21-26.



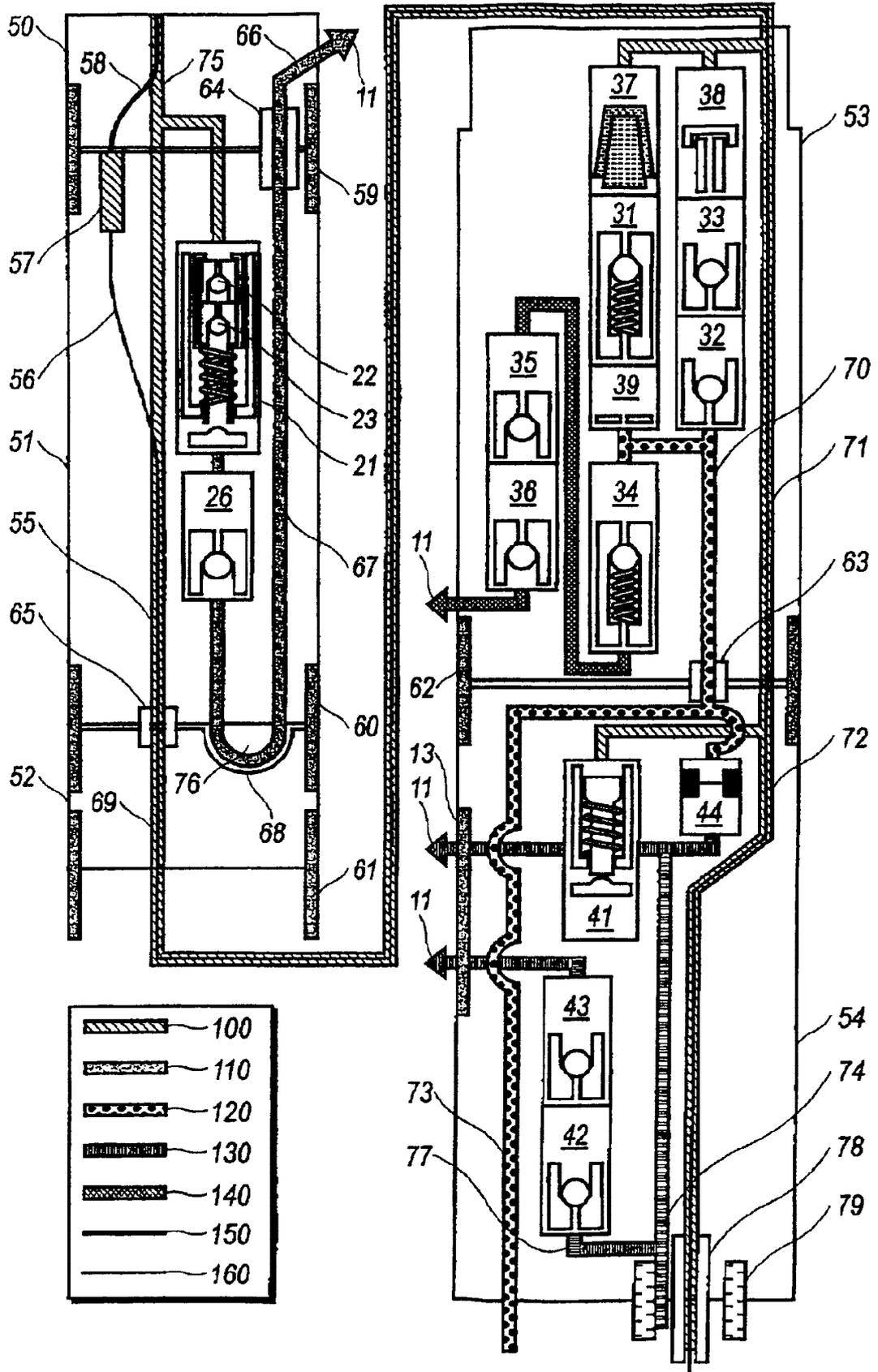
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5