

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042252**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.26

(21) Номер заявки
202000247

(22) Дата подачи заявки
2019.03.08

(51) Int. Cl. **E21B 34/10** (2006.01)
E21B 34/16 (2006.01)
E21B 43/12 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА ПОДЗЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН**

(31) **20180339**

(32) **2018.03.08**

(33) **NO**

(43) **2020.12.15**

(86) **PCT/NO2019/050054**

(87) **WO 2019/172780 2019.09.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
БОССА НОВА АС (NO)

(72) Изобретатель:
Кент Энтони, Тверангер Ян Торе (NO)

(74) Представитель:
Наумов В.Е. (RU)

(56) **US-A1-20090243875**
US-A1-20120073829
US-A1-20020046843
US-B1-6595296
WO-A2-2014114510
US-A1-20060278399
US-B1-6247536

(57) В изобретении представлена система подземного оборудования заканчивания скважин для управления потоком в участки (1a, 1b, 1c, 1d) целевого подземного пласта (30) или из них, включающая несколько клапанов-регуляторов притока (2), которые подключены последовательно для формирования внутрискважинной колонны (24); указанные клапаны-регуляторы притока (2) управляются с поверхности посредством линий гидравлической системы управления (4a, 4b, 4c) для открытия или закрытия расходных отверстий (20) каждого клапана-регулятора притока (2), при этом каждый клапан-регулятор притока (2) включает управляющий модуль (5), подключаемый как минимум к двум линиям гидравлической системы управления (4a, 4b); первая линия гидравлической системы управления представляет собой управляющую линию (4a) для передачи сигнала применимого давления на управляющий модуль (5), который преобразует сигналы давления в осевое движение внутреннего храпового стержня (6), который определяет положение встроенного промежуточного клапана (7); вторая линия гидравлической системы управления представляет собой общую открытую или общую закрытую линию (4b) для обеспечения гидравлической энергии для открытия или закрытия расходных отверстий (20) каждого клапана-регулятора притока (2); внутренний храповой стержень (6) включает несколько храповых зубцов (12), при этом расстояние между храповыми зубцами (12) определяет уровень давления, применимый к управляющей собачке (11), для ее зацепления со следующими храповыми зубцами (12).

B1

042252

042252

B1

Область техники изобретения

Настоящее изобретение относится к системе подземного оборудования заканчивания скважин для регулировки потока, входящего или выходящего из нескольких участков в целевом подземном пласту, включающей несколько клапанов-регуляторов притока, подключенных последовательно, которые образуют внутрискважинную колонну и управляются с поверхности посредством линий системы гидравлического управления для открытия или закрытия расходных отверстий каждого клапана-регулятора притока.

Уровень техники изобретения

Существует множество причин для разбивки нескольких интервалов (зон) на участки в пределах одной скважины, включая помимо прочего лучшее распределение жидкостей для воздействия на пласт по длинному участку пласта, выборочное распределение вводимых жидкостей, выборочную добычу углеводородов, изоляцию заводненных интервалов для предотвращения возникновения перекрестного потока или обеспечения планируемой установки штуцеров в слоях пласта с разными свойствами. Зоны либо изолированы, либо закрыты штуцерами, либо открыты за счет применения скользящих муфт, именуемых клапанами-регуляторами притока (КРП). Эти КРП управляются с поверхности посредством малых металлических каналов, именуемых линиями системы управления. Линии системы управления могут пропускать гидравлические жидкости или электроэнергию, перемещая муфту КРП вверх или вниз, для открытия или изоляции расходных отверстий в корпусе КРП. Механическая внутрискважинная обработка - единственная альтернатива регулировке потока из участков. Возможность дистанционного управления КРП без внутрискважинной обработки особенно важна на месторождениях, где расходы на нее высоки, таких как шельфовые, морские месторождения. Результат заключается в том, что компания по освоению и добыче/нефтедобывающая компания может выработать месторождение с помощью меньшего количества скважин, что оказывает огромное влияние на коммерческую ценность углеводородов.

Раскрытие уровня техники

Решения, в настоящий момент имеющиеся в этой отрасли, могут быть разбиты на три категории: гидравлические, электрогидравлические и электрические. Гидравлические системы по большей части ограничены количеством разных линий системы гидравлического управления, которые могут проходить через подвеску насосно-компрессорной колонны (НКТ), что приводит к ограничению количества зон, которые могут независимо регулироваться системой. Лучшие гидравлические системы из имеющихся могут осуществлять регулировку до 12 зон посредством 4 гидравлических линий. Гидравлические системы - основная форма интеллектуальных систем регулировки скважин, поскольку надежность их компонентов и срок службы превышают таковые у имеющихся на данный момент электрических систем. Однако в отрасли предпринимаются шаги в сторону электрических систем, поскольку они позволяют задействовать большее количество зон с меньшим количеством линий, проходящих через подвеску НКТ.

Электрогидравлические системы, как правило, опираются на две гидравлические линии для подачи энергии для открытия и закрытия КРП и одну электрическую линию, управляющую электромагнитами, для определения, какой КРП будет открыт или закрыт при подаче давления в гидравлические линии. Заявляется, что электрогидравлические системы могут регулировать до 24 КРП с помощью трех линий. В условиях рынка утверждается, что полностью электрическая система может регулировать до 40 КРП посредством только одной электрической линии. Основным недостатком электрической системы является то, что электровращательные забойные двигатели не могут обеспечивать большое осевое усилие и, следовательно, не могут управлять полноразмерным КРП. КРП с приводом от электродвигателей имеют очень малые отверстия и, как правило, подходят только для дебита не более приблизительно 2000 баррелей жидкости в сутки. Большая часть разработок шельфовых месторождений нацелена на скважины с высоким дебитом более 10000 баррелей жидкости в сутки, поэтому, несмотря на то, что нефтедобывающие предприятия могут желать большего количества зон, они не могут использовать полностью электрические системы. Требования по мощности дополнительно осложняют и ограничивают применимость электрических систем регулировки в глубоководных средах.

В документе US 20060278399 A1 раскрывается многоточечная система клапанов-регуляторов потока с несколькими сгруппированными КРП, управляемыми одной линией системы управления. Каждый КРП включает в себя механизм смещения с пружиной, который обеспечивает реагирование КРП на конкретное заданное давление.

В документе US 6575237 B2 раскрывается гидравлическая система регулировки динамики скважины, в которой цифровая гидравлическая система генерирует уникальный код посредством изменения последовательности, в которой в несколько гидравлических линий подается давление.

В документе US 6179052 B1 раскрывается цифровая гидравлическая система регулировки динамики скважины, в которой цифровая гидравлическая система генерирует уникальный код посредством изменения последовательности, в которой в несколько гидравлических линий подается давление. Каждая уникальная последовательность приводит в действие промежуточные клапаны так, чтобы из нескольких КРП задействовался только один. Настоящее изобретение отличается от цифровой гидравлической системы тем, что распознает уникальную последовательность импульсов давления, подаваемых только одной управляющей гидравлической линией.

В документе US 7013980 B2 раскрывается система управления с гидроприводом для применения в

подземной скважине, а также описывается управляющий модуль, который может быть сопряжен с КРП для обеспечения поэтапного задействования КРП вместо применения бинарных полностью открытых или закрытых положений. Настоящее изобретение может быть применено в сочетании с управляющим модулем поэтапного задействования для активации различных положений дросселирования КРП посредством аналогичных трех линий, описанных в предпочтительном варианте осуществления.

В документе US 6247536 B1 раскрывается скважинный мультиплексор и связанные с ним методы, а также описывается гидравлический мультиплексор, переводящий сигналы давления в осевое смещение задатчика положения, и степень осевого смещения определяется, какие из нескольких скважинных инструментов будут задействованы. Настоящее изобретение отличается от мультиплексора тем, что обеспечивает выборочную регулировку за счет одной управляющей линии без применения задатчика положения, работа которого являлась источником проблем в связанных вариантах применения в промышленных условиях.

В документе WO 2002020942 A1 раскрывается гидравлическая система управления скважинным инструментом, а также описывается модуль управления, реагирующий либо на дифференциальное давление, воздействующее на линии системы управления на поверхности, или давление, воздействующее на одну линию системы управления, на механизм смещения. Модуль управления реагирует центровкой третьей и четвертой линий с одним из несколькими выпусками, гидравлически соединенными с аналогичным количеством узлов скважинных инструментов. Основное отличие настоящего изобретения заключается в том, что в нем описывается уникальный управляющий модуль, сопрягаемый с каждым узлом скважинных инструментов, или КРП, который принимает сигналы давления посредством трех общих линий, спущенных с поверхности к каждому инструменту, вместо одного управляющего модуля, выполняющего центровку нескольких линий системы гидравлического управления с несколькими узлами скважинных инструментов.

В документе US 8776897 B2 раскрывается метод и устройство для многоточечного управления инструментами, а также описывается применение включателей гидравлического типа и запорных вентилей для направления гидравлического давления на несколько КРП. Они аналогичны документам US 6575237 B2 и US 6179052 B1 в том, что выбор задействуемого КРП зависит от порядка, в котором на линии системы управления подается давление, вместо использования одной линии системы управления для выборочного задействования промежуточного клапана, активирующего КРП, как в настоящем изобретении.

Цели настоящего изобретения

Предоставление подземного оборудования заканчивания скважин, применяемого для регулировки потока, входящего или выходящего из нескольких участков (или зон) в целевом подземном пласту, для добывающего сектора нефтегазовой промышленности.

Конкретная цель заключается в предоставлении архитектуры гидравлического управления с тремя линиями для неограниченного количества клапанов-регуляторов притока.

Дополнительная цель заключается в предоставлении системы подземного оборудования заканчивания скважин, указанной выше.

Сущность изобретения

Изобретение относится к системе подземного оборудования заканчивания скважин для регулировки потока, входящего или выходящего из нескольких участков целевого подземного пласта, включающей несколько клапанов-регуляторов притока, которые подключены последовательно для формирования внутрискважинной колонны.

Клапаны-регуляторы притока управляются с поверхности посредством линий гидравлической системы управления для открытия или закрытия расходных отверстий каждого клапана-регулятора притока. При этом каждый клапан-регулятор притока включает управляющий модуль, подключаемый как минимум к двум линиям гидравлической системы управления, первая линия гидравлической системы управления представляет собой управляющую линию для передачи сигнала применимого давления на управляющий модуль, который преобразует сигналы давления в осевое перемещение внутреннего храпового стержня, который определяет положение встроенного промежуточного клапана, вторая линия гидравлической системы управления представляет собой соответственно общую открытую или общую закрытую линию для обеспечения гидравлической энергии для открытия или закрытия расходных отверстий каждого клапана-регулятора притока, внутренний храповой стержень включает несколько храповых зубцов, при этом расстояние между храповыми зубцами определяет уровень давления, применимый к управляющей собачке, чтобы она зацеплялась со следующим храповым зубцом.

В альтернативных вариантах осуществления раскрываются зависимые пункты.

Расстояние между храповыми зубцами может определять уровень давления (низкий или высокий), применимый к управляющей собачке, чтобы она зацеплялась со следующим храповым зубцом.

Третья линия гидравлической системы управления может представлять собой открытую или закрытую линию.

Управляющий модуль может включать камеру сжатия, давление в которой нагнетается посредством управляющего поршня, при этом управляющий поршень принудительно движется в осевом направлении посредством гидравлической жидкости, подаваемой через управляющую линию.

Управляющий поршень может включать управляющую собачку, которая может зацепляться с храповыми зубцами на внутреннем храповом стержне и предотвращать относительное перемещение при сбросе давления.

Камера сжатия может представлять собой закрытую емкость, заполненную сжимаемой жидкостью.

Камера сжатия может включать управляющую пружину для возврата управляющего поршня в начальное положение при сбросе давления; управляющий поршень может быть закреплен на внутреннем храповом стержне с помощью управляющей собачки и храповых зубцов.

С помощью изменения расстояния между храповыми зубцами могут быть сгенерированы уникальные профили волны давления, на которые управляющий модуль может среагировать и активировать промежуточный клапан соответствующим образом.

Количество храповых зубцов может определять количество уникальных сигналов давления, которые могут использоваться для активации промежуточных клапанов, а количество отдельных внутренних клапанов регулирования может контролироваться выборочно.

Сброс высокого давления для возврата всех управляющих модулей в системе в начальное положение, позволяющее уникальным профилям волны давления повторяться по мере необходимости для активации требуемого промежуточного клапана, может быть достигнут посредством применения высокого давления, превышающего установленное пороговое значение, к управляющей линии, причем осевое перемещение управляющего поршня, которое может быть вызвано высоким давлением, приводит к сбросу давления на собачке с помощью паза сброса.

Запечник на управляющем поршне может смещать храповой стержень так, чтобы деактивировать работающий промежуточный клапан при сбросе высокого давления.

В положении сброса управляющая собачка может отсоединиться от храповых зубцов и низкое давление, применяемое к общей закрытой линии, может привести к смещению внутреннего храпового стержня в обратном направлении относительно управляющего поршня до тех пор, пока он не упрется во внутреннюю часть корпуса управляющего модуля.

Если давление уменьшается после сброса высокого давления, управляющая пружина может вернуть управляющий поршень и внутренний храповой стержень в начальное положение.

Управляющий блок может дополнительно включать пружину сброса, которая может возвращать храповой стержень в начальное положение при сбросе высокого давления, и стопорную собачку, прикрепленную к корпусу управляющего модуля, которая предотвращает возврат храпового стержня в начальное положение с помощью пружины сброса перед сбросом высокого давления.

Стопорная собачка может удерживать храповой стержень, зацепляясь с храповыми зубцами, а сброс высокого давления расцепляет стопорную собачку и храповые зубцы.

Стопорная собачка может быть отсоединена от храповых зубцов путем выталкивания на нее элемента разблокирования; таким образом, стопорная собачка вращается и разъединяет храповые зубцы, элемент разблокирования перемещается вместе с управляющим поршнем.

Описание чертежей

Варианты осуществления настоящего изобретения далее будут описываться исключительно посредством примеров со ссылкой на следующие схемы, в которых:

на фиг. 1 представлена колонна подземного оборудования заканчивания скважин с несколькими клапанами-регуляторами притока в пласте.

На фиг. 2-9 представлен вариант осуществления управляющего модуля для клапана-регулятора притока в различных конфигурациях. Управляющий модуль представлен в поперечном разрезе.

На фиг. 10-16 представлен другой вариант осуществления управляющего модуля для клапана-регулятора притока. Управляющий модуль представлен в поперечном разрезе.

Описание предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения

Настоящее изобретение относится к системе подземного оборудования заканчивания скважин, посредством которого осуществляется управление потоком в несколько участков или из них за счет клапанов-регуляторов притока (КРП), дистанционно задействуемых (открываемых или закрываемых) с поверхности посредством подачи гидравлического давления по трем линиям гидравлической системы управления.

Настоящее изобретение относится к нижней системе заканчивания с несколькими участками - 1a, 1b, 1c, 1d, на которых поток управляется открытием или закрытием клапанов-регуляторов притока 2 (КРП). Как правило, на один участок приходится один клапан-регулятор притока 2. Затрубное пространство 22 изолировано между отсеками 1a, 1b, 1c, 1d с помощью изоляционных пакеров 3. Расходные отверстия 20 в каждом клапане-регуляторе притока 2 открываются или закрываются подвижной скользящей муфтой, управляемой гидравлическим поршнем. Как представлено на фиг. 1, расходные отверстия 20 в клапане-регуляторе притока 2a на участке 1c закрыты муфтой, в то время как расходные отверстия 20 в клапанах-регуляторах притока 2 на других участках 1a, 1b и 1d - открыты.

Посредством настоящего изобретения обеспечивается возможность выборочного управления неограниченным количеством клапанов-регуляторов притока 2 с помощью только трех гидравлических линий 4a, 4b, 4c, проходящих по всей длине внутрискважинной колонны 24 с поверхности до самого глубо-

кого клапана-регулятора притока 2.

Три гидравлические линии 4a, 4b, 4c проходят через все другие компоненты во внутрискважинной колонне 24 через сквозные проходы или отверстия перепуска. Три гидравлические линии 4a, 4b, 4c последовательно соединены с каждым клапаном-регулятором притока 2 через управляющий модуль 5. Одна из трех линий гидравлической системы управления, т.е. управляющая линия 4a передает сигнал применимого давления на управляющий модуль 5, который преобразует сигналы гидравлического давления в осевое движение внутреннего храпового стержня 6, который определяет положение встроенного промежуточного клапана 7.

Другие две гидравлические линии, именуемые соответственно общими открытой и закрытой линиями 4b, 4c, обеспечивают гидравлическую энергию для открытия или закрытия клапанов-регуляторов притока 2 соответственно. Промежуточный клапан 7 отделяет общие открытую и закрытую линии 4b, 4c от открытой и закрытой камер 8b и 8c клапана-регулятора притока 2 соответственно. Камеры 8b и 8c подключаются к гидравлическому поршню, управляющему клапаном-регулятором притока 2. Когда активируется промежуточный клапан 7 (фиг. 2) две общие линии 4b, 4c подключаются к соответствующим камерам 8b, 8c, а давление, подаваемое с поверхности на одну из линий, приводит к смещению гидравлического поршня клапана-регулятора притока в соответствующем направлении, за счет чего выполняется открытие или закрытие расходных отверстий 20 клапана-регулятора притока 2.

До задействования (фиг. 3) промежуточный клапан 7 предотвращает любую подачу давления, примененного к общим линиям 4b, 4c, в какую-либо из двух камер 8b и 8c поршня клапана-регулятора притока, в свою очередь, предотвращая перемещение клапана-регулятора притока 2. С каждым клапаном-регулятором притока связан один управляющий модуль 5. Каждый управляющий модуль 5 оснащен камерой сжатия 9, объем которой уменьшается при подаче давления на управляющую линию 4a (фиг. 4). Чем выше подаваемое давление, тем сильнее сжатие. Это сжатие относится к осевому движению управляющего поршня 10. Управляющий поршень 10 движется в осевом направлении относительно внутреннего храпового стержня 6 при применении давления. Управляющая собачка 11 на управляющем поршне 10 зацепляется с храповыми зубцами 12 на внутреннем храповом стержне и предотвращает относительное движение двух частей при сбросе давления. При сбросе давления управляющая пружина 13 возвращает управляющий поршень 10, который закрепляется на внутреннем храповом стержне 6, в начальное положение (фиг. 5). Таким образом, множественные циклы подачи давления, после которых осуществляется сброс давления, приводят к осевому движению внутреннего храпового стержня 6 только в одном направлении.

По окончании осевого движения внутреннего храпового стержня 6 активируется промежуточный клапан 7 и общие открытая и закрытая линии 4b, 4c соединяются с открытыми и закрытыми камерами 8b, 8c клапана-регулятора притока 2. Расстояние между храповыми зубцами 12 определяет уровень давления, низкий или высокий (14 и 15 соответственно), который должен применяться к управляющей собачке 11 для зацепления со следующими зубцами 12. В связи с этим с помощью изменения расстояния между храповыми зубцами 12 можно создать уникальные профили волны давления, на которые управляющий модуль 5 будет реагировать и активировать промежуточный клапан 7 соответствующим образом.

Сброс высокого давления требуется для возврата всех управляющих модулей 5 в системе в начальное положение, позволяя уникальным профилям волны давления повторяться по мере необходимости для активации требуемого промежуточного клапана 7. Сброс высокого давления (фиг. 7) достигается посредством применения высокого давления, превышающего установленное пороговое значение, к управляющей линии 4a. Осевое движение управляющего поршня 10, вызванное высоким давлением, приводит к сбросу давления на управляющей собачке 11 с помощью паза сброса 16 на корпусе поршня. Заплекчик 17 на управляющем поршне 10 также смещает храповой стержень 6 так, чтобы деактивировать работающий промежуточный клапан 7 при сбросе высокого давления. В положении сброса управляющая собачка 11 отсоединяется от храповых зубцов 12 и низкое давление, применяемое к общей открытой линии 4c, приводит к смещению внутреннего храпового стержня 6 в обратном направлении относительно управляющего поршня 10 до тех пор, пока он не упрется во внутреннюю часть корпуса управляющего модуля 18 (фиг. 8).

Если давление уменьшается после сброса высокого давления, пружина (13) возвращает управляющий поршень 10 и внутренний храповой стержень 6 в начальное положение (фиг. 9).

В альтернативном варианте осуществления камера сжатия 9 может представлять собой закрытую емкость, заполненную сжимаемой жидкостью, что обеспечит сжатие в камере 9 пропорционально сжимаемости жидкости и давлению, применяемому в управляющей линии 4a.

В установленном порядке выборочное управление промежуточными клапанами 7 зависит от того, соответствуют ли входные сигналы гидравлического давления сигналам расстояния между храповыми зубцами 12 в целевом управляющем модуле 5. Количество храповых зубцов 12 определяет количество уникальных сигналов давления, которые могут использоваться для активации промежуточных клапанов 7, поэтому количество отдельных КРП (2) может контролироваться выборочно. При наличии шести храповых зубцов 12 на каждом внутреннем храповом стержне 6 управляющего модуля, как показано на фи-

гурах, максимальное количество КРП, которое можно выбрать, 20.

Однако настоящее изобретение не ограничивается шестью храповыми зубцами 12 или циклами изменения давления; количество храповых зубцов может увеличиваться или уменьшаться, если требуется, для активации большего или меньшего управляемого количества КРП соответственно. Настоящее изобретение также не ограничивается двумя уровнями давления в дополнение к сбросу высокого давления.

Во втором варианте осуществления (фиг. 10) промежуточный клапан 7 изолирует только одну общую линию, например, 4b, от соответствующей камеры 8b поршня клапана-регулятора притока 2. Другая общая линия, в данном случае 4с, будет идти в обход управляющего модуля 5 и подключаться напрямую к камере 8с, которая, в свою очередь, подключается к одной стороне гидравлического поршня, управляющего клапаном-регулятором притока 2. Камера 8b подключается к другой стороне гидравлического поршня, управляющего клапаном-регулятором притока 2. Когда активируется промежуточный клапан 7 (фиг. 10 и 14), общая линия 4b подключается к соответствующей камере 8b, а давление, подаваемое на одну из линий, приводит к смещению гидравлического поршня клапана-регулятора притока в соответствующем направлении, за счет чего выполняется открытие или закрытие расходных отверстий 20 клапана-регулятора притока 2. Если промежуточный клапан 7 не активирован, давление, подаваемое на линию 4b с поверхности, отсекается от соответствующей камеры 8b, что, следовательно, приведет к отсутствию движения гидравлического поршня клапана-регулятора притока 2. Аналогичным образом, если промежуточный клапан 7 не активирован, давление, подаваемое на линию 4с с поверхности, приведет к отсутствию движения гидравлического поршня клапана-регулятора притока 2, потому что возвратная жидкость в камере 8b блокируется гидравлическим способом с помощью закрытого промежуточного клапана 7.

На фиг. 11 представлен второй вариант осуществления в начальном положении. Управляющая собачка 11 упирается на первый зубец храпового стержня 12. Управляющая линия 4В изолируется от гидравлической камеры 8В, которая подключается к одной стороне поршня клапана-регулятора притока 2. Управляющий поршень 10 разделяет давление управляющей линии 4А и давление общей линии 4В. Управляющий поршень 10 физически соединяется с управляющей собачкой 11 и они движутся синхронно. Стопорная собачка 19 физически соединяется с корпусом управляющего модуля 18. Стержень 6, 7 (храповой стержень 6 и промежуточный клапан 7) обеспечивает наличие гидравлической связи посредством отверстий. Диаметр уплотнения и участок на противоположных концах стержня 6, 7 являются равными, что приводит к отсутствию суммарной силы на промежуточном клапане 7 и храповом стержне 6 при подаче давления на управляющую линию 4А.

При подаче давления на управляющую линию 4А (фиг. 12) управляющий поршень 10 сжимает управляющую пружину 13, что приводит к движению управляющей собачки 11 относительно храпового стержня 6. Стопорная собачка 19 не дает пружине сброса 21 привести в движение храповой стержень 6 в том же направлении, что и управляющий поршень 10. Осевое смещение управляющего поршня 10 определяется относительно коэффициента жесткости управляющей пружины 13 и разницы между давлением управляющей линии 4А и общей линии 4В. Если полученное осевое движение управляющего штока 10 является таким, что управляющая собачка 11 проходит зубец 12 на храповом стержне 6, управляющая собачка 11 зацепится с зубцом 12.

Когда стравливается или выпускается давление на управляющей линии 4А (фиг. 13), управляющая пружина 13 возвращает управляющий поршень 10 обратно в начальное положение и сцепленные управляющая собачка 11 и храповой стержень 6 также возвращаются на аналогичное расстояние в осевом направлении. Пружина сброса 21 сжимается под воздействием большей силы, передаваемой через храповой стержень 6, управляющую собачку 11 и управляющую пружину 13.

Последовательность изменения давления, показанная на фиг. 12 и 13, представляет собой один цикл управляющего модуля. В настоящем варианте осуществления необходимо завершить шесть циклов перед активацией промежуточного клапана 7. Успешное выполнение цикла зависит от того, является ли полученное осевое смещение управляющего поршня 10 и управляющей собачки 11 равным или превышает расстояние между зубцом, сцепленным со стопорной собачкой 19, и следующим зубцом на храповом стержне 6 со стороны управляющего поршня 10. Если осевое смещение управляющего поршня 10 является недостаточным для зацепления со следующим зубцом на храповом стержне 6, движение храпового стержня будет отсутствовать, когда на управляющей линии 4А стравливается давление, а управляющий поршень 10 и управляющая собачка 11 будут возвращены.

После завершения шести успешных циклов изменения давления управляющий модуль будет находиться в положении, показанном на фиг. 10, обеспечивая передачу давления между общей линией 4В и соответствующим поршнем клапана-регулятора притока 2. Для сброса управляющего модуля 5 в начальное положение необходимо применить высокое давление к управляющей линии 4А так, чтобы осевое смещение управляющего поршня привело к зацеплению управляющей собачки 11 с пазом сброса 16 и расцеплению с храповыми зубцами храпового стержня 6 (фиг. 14). В то же время элемент разблокирования 25 также инициирует расцепления упорной собачки 19 с храповыми зубцами храпового стержня 6.

Элемент разблокирования 25 физически соединяется с управляющим поршнем 10 и они движутся синхронно. Если зацепление зубцов с храповым стержнем 6 отсутствует, пружина сброса 21 выталкивает

храповой стержень 6 и промежуточный клапана 7 обратно в начальное положение (фиг. 15).

Когда сбрасывается давление на управляющей линии 4А (фиг. 16), управляющая пружина 13 возвращает управляющий поршень 10 и управляющую собачку 11 обратно в начальное положение. Управляющая собачка 11 и упорная собачка 19 снова зацепляются с первым зубцом 12 храпового стержня 6.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система заканчивания скважин, включающая гидравлическую систему управления и клапаны-регуляторы притока (2), которые подключены последовательно для формирования внутрискважинной колонны (24), причем указанные клапаны-регуляторы притока (2) выполнены с возможностью управления ими с поверхности посредством линий гидравлической системы управления (4а, 4б, 4с) для открытия или закрытия расходных отверстий (20) каждого клапана-регулятора притока (2) с целью управления потоком в участки (1а, 1б, 1с, 1д) целевого подземного пласта (30) или из них, отличающаяся тем, что

каждый клапан-регулятор притока (2) включает управляющий модуль (5), подключаемый как минимум к двум линиям гидравлической системы управления (4а, 4б),

первая линия гидравлической системы управления представляет собой управляющую линию (4а) для передачи сигнала применимого давления на управляющий модуль (5), который преобразует сигналы давления в осевое движение внутреннего храпового стержня (6), который определяет положение встроенного промежуточного клапана (7),

упомянутый управляющий модуль (5) включает камеру сжатия (9), давление в которой нагнетается посредством управляющего поршня (10), при этом управляющий поршень (10) принудительно движется в осевом направлении посредством гидравлической жидкости, подаваемой через управляющую линию (4а), и указанный управляющий поршень (10) включает управляющую собачку (11) для соединения с храповыми зубцами (12) на внутреннем храповом стержне для предотвращения относительного перемещения при сбросе давления,

внутренний храповой стержень (6) включает несколько храповых зубцов (12), при этом расстояние между храповыми зубцами (12) определяет уровень давления, применимый к управляющей линии (4а), приводя к осевому движению упомянутого управляющего поршня (10), чтобы управляющая собачка (11) зацеплялась со следующим храповым зубцом (12), и

вторая линия гидравлической системы управления представляет собой общую открытую или общую закрытую линию (4б) для обеспечения гидравлической энергии для открытия или закрытия расходных отверстий (20) каждого клапана-регулятора притока (2).

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что третья линия гидравлической системы управления (4с) представляет собой общую открытую или общую закрытую линию.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что камера сжатия (9) представляет собой закрытую емкость, заполненную сжимаемой жидкостью.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что камера сжатия (9) включает управляющую пружину (13) для возврата управляющего поршня (10) в начальное положение при сбросе давления, при этом управляющий поршень (10) закрепляется на внутреннем храповом стержне (6) с помощью управляющей собачки (11) и храповых зубцов (12).

5. Система по п.1, отличающаяся тем, что управляющий модуль (5) выполнен с возможностью реагирования на уникальные профили волны давления, генерируемые с помощью изменения расстояния между храповыми зубцами (12), и активации промежуточного клапана (7).

6. Система по п.5, отличающаяся тем, что количество храповых зубцов (12) определяет количество уникальных сигналов давления, которые могут использоваться для активации промежуточных клапанов (7), а количество отдельных внутренних клапанов регулирования (2) может контролироваться выборочно.

7. Система по п.5, отличающаяся тем, что управляющий модуль (5) выполнен с возможностью возврата в начальное положение путем сброса высокого давления при применении высокого давления, превышающего установленное пороговое значение, к управляющей линии (4а) для повторения, по мере необходимости, реагирования на уникальные профили волны давления и активации необходимого промежуточного клапана (7), а управляющий поршень выполнен с возможностью осевого движения (10), вызванного высоким давлением, и сброса давления на управляющей собачке (11) с помощью паза сброса (16).

8. Система по п.7, отличающаяся тем, что заплечик (17) на управляющем поршне (10) выполнен с возможностью смещения храпового стержня (6) так, чтобы деактивировать работающий промежуточный клапан (7) при сбросе высокого давления.

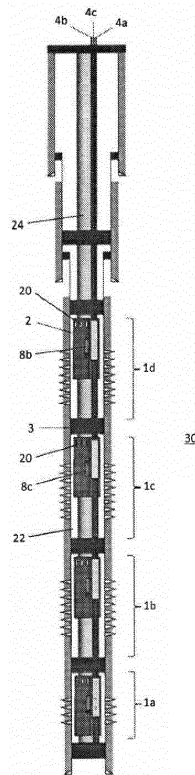
9. Система по п.7, отличающаяся тем, что управляющая собачка (11) выполнена с возможностью отсоединения от храповых зубцов (12) в положении сброса, а внутренний храповый стержень (6) при условии низкого давления, применяемого к общей закрытой линии (4с), выполнен с возможностью смещения в обратном направлении относительно управляющего поршня (10) до упора во внутреннюю часть корпуса управляющего модуля (18).

10. Система по п.7, отличающаяся тем, что управляющая пружина (13) выполнена с возможностью возврата управляющего поршня (10) и внутреннего храпового стержня (6) в начальное положение при снижении давления после сброса высокого давления.

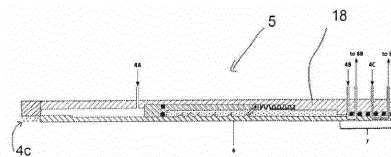
11. Система по п.1, отличающаяся тем, что управляющий блок (5) дополнительно включает пружину сброса (21), которая возвращает храповой стержень (6) в начальное положение при сбросе высокого давления, и стопорную собачку (19), прикрепленную к корпусу управляющего модуля (18), которая предотвращает возврат храпового стержня (6) в начальное положение с помощью пружины сброса (21) перед сбросом высокого давления.

12. Система по п.11, отличающаяся тем, что стопорная собачка (19) служит для удержания храпового стержня путем зацепления с храповыми зубцами (12) и выполнена с возможностью расцепления с храповыми зубцами (12) при сбросе высокого давления.

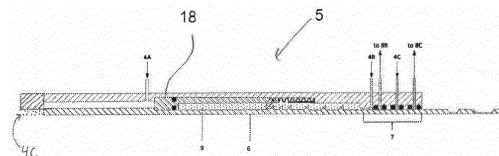
13. Система по п.12, отличающаяся тем, что она содержит элемент разблокирования (25), установленный с возможностью перемещения вместе с управляющим поршнем (10) и контакта со стопорной собачкой (19) для отсоединения от храповых зубцов (12), а стопорная собачка (19) установлена с возможностью вращения.



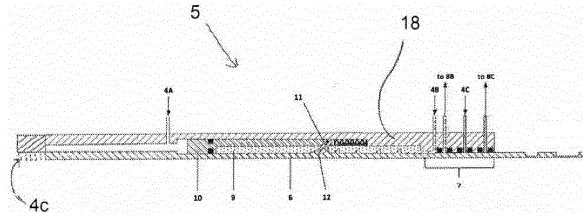
Фиг. 1



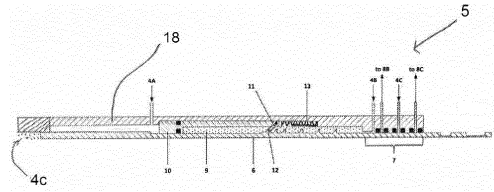
Фиг. 2



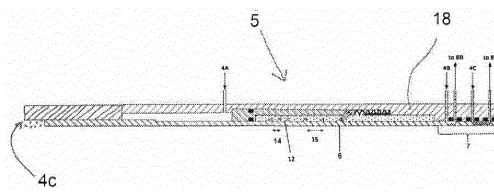
Фиг. 3



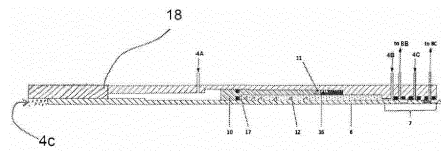
Фиг. 4



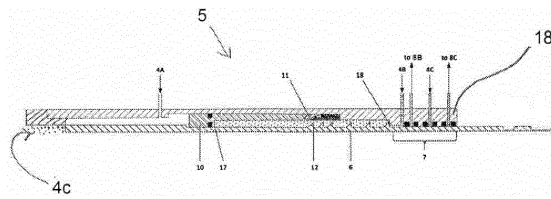
Фиг. 5



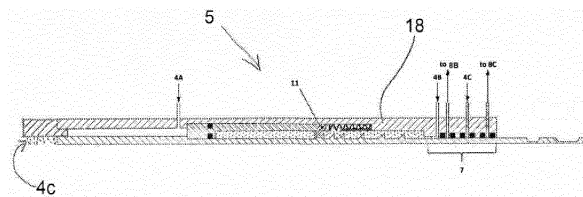
Фиг. 6



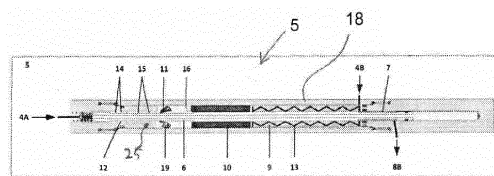
Фиг. 7



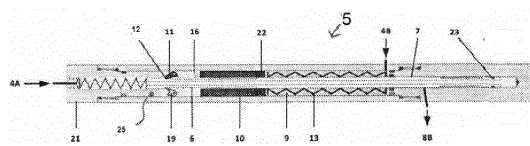
Фиг. 8



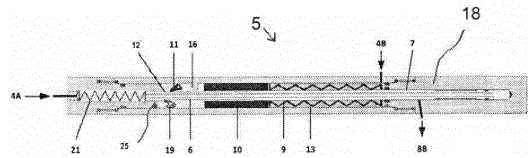
Фиг. 9



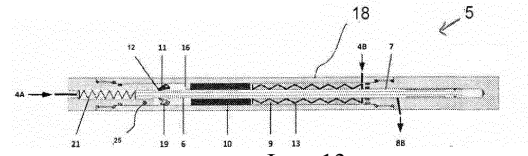
Фиг. 10



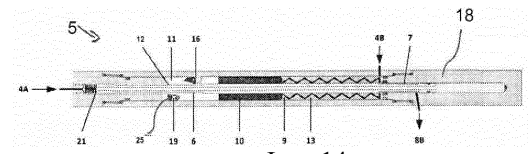
Фиг. 11



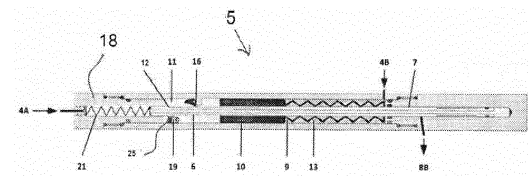
Фиг. 12



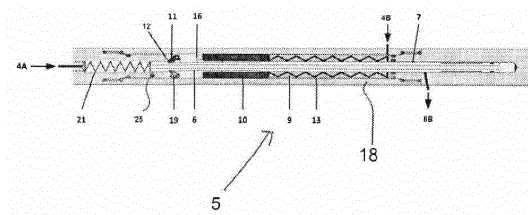
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16