

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043481**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.05.26**

(21) Номер заявки  
**202100164**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.05.27**

(51) Int. Cl. *E21B 34/06* (2006.01)  
*E21B 34/16* (2006.01)  
*E21B 43/26* (2006.01)  
*E21B 47/12* (2012.01)

---

(54) **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КЛАПАН ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА**

---

(43) **2022.11.30**

(96) **2021000053 (RU) 2021.05.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТОТА  
СИСТЕМС" (RU)**

(56) US-A1-2018202269  
US-A1-2019316440  
US-A1-2015233210  
RU-C1-2569390

(72) Изобретатель:  
**Арбузов Андрей Александрович,  
Бухараев Артем Наилевич, Желонкин  
Александр Леонидович, Петров  
Вячеслав Павлович (RU)**

(74) Представитель:  
**Котлов Д.В., Яремчук А.А. (RU)**

(57) Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, а именно к оснастке обсадных колонн, в частности изобретение относится к устройству и способу для проведения работ по гидроразрыву продуктивного пласта, и последующего контроля, и регулирования притока (закачки) для увеличения нефтеотдачи. Устройство состоит из соединенных скважинным кабелем наземного регистратора и по меньшей мере одного электроклапана гидроразрыва пласта, в котором электроклапан состоит из корпуса с герметичным отсеком электроники и подвижной части. В герметичном отсеке расположен мотор-редуктор с энкодером и платой управления, соединенными кабелем питания. Скважинный кабель, питающий электронику герметичного отсека, через гермоввод подключается к плате управления. Подвижная часть включает в себя полый цилиндрический корпус с кожухом с выполненными в нем циркуляционными отверстиями корпуса, подвижный затвор с радиальными отверстиями, который коаксиально размещен во внутренней части корпуса электроклапана и имеет возможность двигаться вдоль оси корпуса электроклапана без осевого вращения. Движение подвижного затвора осуществляется за счет образования винтовой пары между валом мотор-редуктора и приводной гайки, жестко связанной с подвижным затвором. Использование заявленного изобретения позволяет обеспечить постоянный контроль и оперативное изменение положения затвора клапана относительно циркуляционных отверстий корпуса, что позволяет удаленно проводить селективный гидроразрыв пласта и в последующем осуществлять управление и контроль притока или закачки флюида в скважину.

**043481**  
**B1**

**043481**  
**B1**

### Область техники

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, а именно к оснастке обсадных колонн, в частности изобретение относится к устройству и способу проведения работ по гидроразрыву продуктивного пласта, последующего контроля и регулирования притока (закачки) для увеличения нефтеотдачи. Устройство должно обеспечивать дистанционное управление сообщением внутриколонного и заколонного пространства за счет скважинного электромотора, подключенного через кабель к наземному регистратору. Электроклапан гидроразрыва пласта (электроклапан ГРП) входит в состав колонны подземного оборудования (хвостовика) и может быть использован при строительстве скважин для добычи нефти.

### Уровень техники

Из уровня техники известен забойный клапан для добычи или закачки, US 20190316440 A1, опубл. 17.10.2019. Устройство состоит из трёх секций: подвижный клапан, электромотор, контроллер, также для определения пластовых условий дополнительно могут быть внедрены датчики давления, температуры. Подача энергии, прием и передача сигналов для удаленного управления устройством осуществляются с помощью подземного электрокабеля, который установлен в защитном кожухе и закреплен вдоль ствола скважины. Устройство способно работать в агрессивных средах при химических обработках пласта, однако главным недостатком устройства являются его конструкционные особенности. Подвижный клапан представляет собой запорный элемент, не позволяющий работать при больших расходах и давлениях, реализуемых при гидроразрыве пласта (ГРП). Таким образом, клапан способен выполнять функции устройства контроля притока и не может использоваться в скважинах, в которых планируется проведение ГРП.

Из уровня техники также известны закрываемая система портов и методы изоляции добычи углеводородов (US 9850742 B2, опубл. 26.12.2017). Устройство представляет собой механическую муфту гидроразрыва пласта (ГРП), активация (открытие) которой осуществляется за счет изменения давления во внутритрубном пространстве. Муфта может находиться в двух основных фиксированных положениях. При открытом положении циркуляционные отверстия корпуса совпадают с отверстиями затвора, расположенного концентрично внутри корпуса, с возможностью осевого движения вверх или вниз. При закрытом положении отверстия корпуса и затвора не совпадают и нет возможности осуществить циркуляцию. Для повторного закрытия муфты необходим спуск ключа. Таким образом, основным минусом устройства является невозможность контроля положения затвора в промежуточном состоянии (между положениями открыто или закрыто), а значит, устройство не может эксплуатироваться как полноценное устройство контроля притока, и второе: невозможно дистанционно и без остановки работы скважины осуществлять повторное закрытие муфты, поскольку необходим спуск дополнительного инструмента - ключа для механического перемещения затвора муфты ГРП.

Из уровня техники также известен приточный клапан, представляющий собой стационарно установленный клапан затворного типа с электронным управлением, который облегчает управление потоком скважины через порты или установленные штуцеры (<https://www.nov.com/products/react-inflow-valve>). Бортовая электроника клапана не требует подключения к поверхности (работа без кабеля и внешнего питания), в клапане используется гидравлический канал связи для передачи информации. Заряда для питания электронного блока управления хватает на 180 дней. Клапан может находиться в двух основных фиксированных положениях - открыто или закрыто. После первой активации нет возможности повторно закрыть клапан, таким образом, устройство выполняет свою функцию единоразово. Основными недостатками устройства являются невозможность установки промежуточного положения муфты (между положениями открыто или закрыто), а значит, устройство не может эксплуатироваться как устройство контроля притока, клапан может быть только единоразово закрыт. Однако устройство позволяет проводить селективные ГРП, но при ограниченном давлении.

Отличительной особенностью заявленного технического решения от приведенных аналогов является то, что для осуществления перемещения многопозиционного затвора используется мотор-редуктор, связанный с затвором при помощи винтовой пары, сформированной из вала и приводной гайки вала таким образом, что вращательное движение мотор-редуктора через вал и приводную гайку переходит в поступательное движение и позволяет двигать затвор в осевом направлении и открывать или закрывать циркуляционные отверстия. Поскольку в заявленной конструкции отсутствуют седла и шары, то нет необходимости в их фрезеровании или растворении после проведения работ ГРП. Это позволяет сразу же после проведения ГРП приступить к добыче (закачке) флюида. В процессе эксплуатации скважины, за счет многопозиционного перемещения затвора, устройство позволяет регулировать степень открытия (закрытия) циркуляционных отверстий, т.е. осуществлять управление и контроль притока (закачки) флюида в скважину или из скважины.

Удаленное управление работой электроклапана ГРП осуществляется с наземного регистратора через плату управления и мотор-редуктор, установленный в герметичном отсеке электроники электроклапана. Питание и передача сигналов от наземного регистратора к электрическому блоку электроклапана осуществляются через скважинный кабель.

### Сущность изобретения

Задачей, решаемой заявленным изобретением, является осуществление возможности проведения селективной обработки зон пласта с помощью гидроразрыва пласта (ГРП) в незацементированном стволе скважины за счет использования электроклапана гидроразрыва пласта, открытие которого осуществляется с помощью дистанционно управляемого скважинного электродвигателя. При дальнейшей эксплуатации скважины электроклапан с помощью электромотора способен закрываться и открываться на требуемое значение, что позволяет управлять профилем притока флюида в добывающую скважину или профилем закачки жидкости в нагнетательную скважину, таким образом увеличивая нефтеотдачу пласта.

Технический результат заявленного изобретения заключается в обеспечении постоянного контроля и оперативного изменения положения многопозиционного затвора электроклапана, что позволяет исключить технологические операции классического ГРП, связанные с активацией муфт ГРП; проводить селективный гидроразрыв пласта; в последующем, осуществлять точное управление и контроль притока или закачки флюида в скважину; повысить надежность работы устройства.

Указанный технический результат достигается тем, что устройство гидроразрыва пласта состоит из соединенных скважинным кабелем наземного регистратора и по меньшей мере одного электроклапана гидроразрыва пласта, который состоит из корпуса с герметичным отсеком электроники и подвижным затвором, размещенным во внутренней части корпуса. В герметичном отсеке электроники расположен мотор-редуктор со скважинной электроникой. В корпусе электроклапана выполнены циркуляционные отверстия, а в подвижном затворе выполнены радиальные отверстия, при этом два вида отверстий могут перекрываться или совмещаться. Подвижный затвор выполнен с возможностью движения относительно оси электроклапана за счет работы мотор-редуктора, что обеспечивает закрытие или открытие циркуляционных отверстий корпуса.

В частном случае реализации заявленного технического решения взаимодействие подвижного затвора с валом мотор-редуктора выполнено в виде винтовой пары, выполненной с возможностью преобразования вращательного движения вала мотор-редуктора в поступательное движение подвижного затвора, при этом винтовая пара выполнена в виде приводной гайки, размещенной на подвижном затворе, взаимодействующей с валом мотор-редуктора.

В частном случае реализации заявленного технического решения вал мотор-редуктора может состоять из двух частей: первая часть - главный вал мотор-редуктора, который исходит из мотор-редуктора; вторая часть - вал винтовой пары, который соединен с главным валом и взаимодействует с винтовой парой. Такое разделение позволяет обеспечить дополнительную герметизацию отсека электроники.

В частном случае реализации заявленного технического решения взаимодействие приводной гайки с валом мотор-редуктора выполнено в виде магнитной муфты, части которой разъедены герметичной перегородкой, одна часть магнитной муфты связана с валом мотор-редуктора, а вторая часть магнитной муфты связана с валом винтовой пары, что обеспечивает преобразование вращательного движения в поступательное и герметизацию отсека электроники.

В частном случае реализации заявленного технического решения подвижный затвор выполнен с возможностью осевого поворота относительно оси электроклапана за счет работы мотор-редуктора, что обеспечивает закрытие или открытие циркуляционных отверстий корпуса.

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство выполнено с возможностью осуществления управления и контроля притока флюида в скважину за счет регулировки степени закрытия или открытия циркуляционных отверстий корпуса посредством перемещения подвижного затвора.

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство может дополнительно содержать фиксаторы от осевых перемещений подвижного затвора.

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство дополнительно оснащено датчиками температуры, и/или давления, и/или состава, и/или расхода для осуществления контроля притока флюида в скважину или из скважины.

В частном случае реализации заявленного технического решения циркуляционные отверстия корпуса расположены по окружности корпуса и имеют суммарную площадь не менее площади внутреннего поперечного сечения трубы, при этом радиальные отверстия затвора идентичны по расположению, форме и площади циркуляционным отверстиям корпуса.

В частном случае реализации заявленного технического решения мотор-редуктор снабжен энкодером для подсчета точного количества оборотов вала мотор-редуктора и платой управления, расположенными в отсеке электроники, которые соединены скважинным кабелем с наземным регистратором через гермоввод, разделяющий скважинную среду от герметичного отсека электроники.

В частном случае реализации заявленного технического решения на валу мотор-редуктора дополнительно установлено уплотнение для обеспечения герметичности отсека электроники.

В частном случае реализации заявленного технического решения электроклапан гидроразрыва пласта дополнительно содержит механизм механического открытия/закрытия отверстий.

В частном случае реализации заявленного технического решения наземный регистратор снабжен

каналом связи, выполненным с возможностью дистанционного приема командного сигнала и последующей передачи сигнала на электроклапан гидроразрыва пласта через скважинный кабель.

В частном случае реализации заявленного технического решения электроклапаны гидроразрыва пласта соединены последовательно скважинным кабелем.

В частном случае реализации заявленного технического решения электроклапаны гидроразрыва пласта установлены на обсадных трубах, или в комбинированной колонне, или в компоновке хвостовика, или в гибких насосных трубах, или на насосно-компрессорных трубах

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство дополнительно оснащено аккумуляторами.

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство дополнительно оснащено системами радиочастотной идентификации для беспроводного управления по меньшей мере одним электроклапаном гидроразрыва пласта.

В частном случае реализации заявленного технического решения электроклапаны выполнены из материалов в кислотостойком исполнении для кислотных обработок продуктивного пласта.

#### **Краткое описание чертежей**

Детали, признаки, а также преимущества настоящего изобретения следуют из нижеследующего описания вариантов реализации заявленного технического решения с использованием чертежей, на которых показано:

- фиг. 1 - блок-схема системы с одним электроклапаном ГРП;
- фиг. 2 - блок-схема системы с четырьмя электроклапанами ГРП;
- фиг. 3 - блок-схема подключения мотор-редуктора;
- фиг. 4 - эскиз электроклапана ГРП в открытом положении;
- фиг. 5 - эскиз электроклапана ГРП в закрытом положении;
- фиг. 6 - эскиз электроклапана ГРП с кольцевыми уступами;
- фиг. 7 - эскиз электроклапана ГРП с электромагнитной муфтой;
- фиг. 8 - вид А, отмеченный на фиг. 7.

На фигурах цифрами обозначены следующие позиции:

1 - наземный регистратор; 2 - скважинный кабель; 3 - электроклапан ГРП; 4 - гермоввод; 5 - плата управления; 6 - кабель питания; 7 - мотор-редуктор с энкодером; 8 - вал мотор-редуктора; 9 - отсек электроники; 10 - корпус с кожухом; 11 - приводная гайка; 12 - подвижный затвор; 13 - циркуляционные отверстия корпуса; 14 - радиальные отверстия затвора; 15 - уплотнение; 16 - уплотнения затвора; 17 - кольцевой уступ; 18 - магнитная муфта; 19 - герметичная перегородка; 20 - вал приводной гайки.

#### **Раскрытие изобретения**

Различные особенности работы устройства будут более подробно представлены ниже со ссылкой на фигуры и схемы, в которых проиллюстрировано подробное описание устройства. Описания хорошо известных материалов, технологий обработки компонентов и оборудования будут опущены, чтобы не затруднять понимания работы устройства в целом. Следует понимать, что подробное описание фигур и схем носит иллюстративный, а не ограничительный характер.

Устройство состоит из наземного регистратора 1 и электроклапана ГРП (скважинный прибор) 3, соединенных скважинным кабелем 2 (фиг. 1). Дистанционное управление электроклапаном ГРП 3 осуществляется за счет передачи сигналов через кабель 2, который также питает мотор-редуктор с энкодером 7 и плату управления 5, посредством наземного регистратора 1 (фиг. 1 и 2).

Электроклапан гидроразрыва пласта (электроклапан ГРП) позволяет удаленно как проводить селективный гидроразрыв пласта, так и в последующем осуществлять управление и контроль притока флюида из скважины или закачки флюида в скважину.

Устройство отличается от ранее приведенных аналогов тем, что для осуществления перемещения затвора 12 используется мотор-редуктор с энкодером 7, связанный с подвижным затвором 12 валом 8 таким образом, что вращательное движение мотор-редуктора 7 через вал 8 и приводную гайку 11 винтовая пара переходит в поступательное движение и позволяет двигать подвижный затвор 12 вдоль осевого направления концентрично корпусу с кожухом 10 и открывать или закрывать циркуляционные отверстия корпуса 13, совмещая или разобщая циркуляционные отверстия корпуса 13 с радиальными отверстиями подвижного затвора 14 на заданную степень открытия или закрытия (фиг. 4 и 5).

Циркуляционные отверстия корпуса 13 расположены по окружности корпуса и имеют суммарную площадь не менее площади внутреннего поперечного сечения трубы для предотвращения размыва элементов электроклапана при больших расходах.

Радиальные отверстия затвора 14 идентичны по расположению, форме и площади циркуляционным отверстиям корпуса.

Электроклапан ГРП 3 состоит из подвижной части и герметичного отсека электроники 9, внутри которого расположен мотор-редуктор с энкодером 7 и платой управления 5, соединенными кабелем питания 6. Скважинный кабель 2 через гермоввод 4 подключается к плате управления 5. Подвижная часть электроклапана включает в себя полый цилиндрический корпус с кожухом 10 с выполненными в нем циркуляционными отверстиями корпуса 13, подвижный затвор 12 с уплотнением затвора 16 с радиаль-

ными отверстиями 14. К подвижному затвору 12 жестко прикреплена приводная гайка 11, преобразующая вращательное движение вала мотор-редуктора 8 в поступательное движение благодаря винтовой паре. Герметизация отсека электроники 9 осуществляется за счет уплотнения 15 (фиг. 4). Подвижный затвор выполнен с возможностью движения относительно оси электроклапана за счет работы мотор-редуктора, что обеспечивает закрытие или открытие циркуляционных отверстий корпуса.

Поскольку в конструкции отсутствуют седла и шары, то нет необходимости в их фрезеровании или растворении после проведения работ гидроразрыва пласта (ГРП). Это позволяет сразу же после проведения ГРП приступить к добыче (закачке) флюида.

В процессе эксплуатации скважины за счет многопозиционного перемещения подвижного затвора 12, устройство позволяет регулировать степень открытия/закрытия циркуляционных отверстий 13, т.е. осуществлять управление и контроль притока (закачки) флюида в скважину или из скважины.

Удаленное управление работой электроклапана ГРП осуществляется с наземного регистратора 1 через плату управления 5, установленную в скважине в отсеке электроники. Питание и передача сигналов от наземного регистратора осуществляется через скважинный кабель 2. Подключение скважинной электроники, расположенной в отсеке электроники 9, осуществляется следующим образом: скважинный кабель 2 через гермоввод 4 подключается к плате управления 5. Информация о положении вала мотор-редуктора 8 поступает на плату 5 через кабель питания 6. Питание мотор-редуктора 7 с энкодером осуществляется с помощью кабеля питания 6. Данный вариант изображен на фиг. 3.

В частном случае реализации данного технического решения наземный регистратор имеет канал связи, позволяющий принимать командный сигнал от компьютера, пульта или блока управления и передавать его на электроклапан ГРП через скважинный кабель.

В частном случае реализации заявленного технического решения в компоновку хвостовика устанавливаются несколько электроклапанов ГРП 3. Данный вариант изображен на фиг. 2. При установке в компоновку хвостовика нескольких электроклапанов ГРП 3 электрокабель 2 последовательно соединяет каждый электроклапан ГРП 3.

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство может устанавливаться на обсадных трубах (без хвостовика).

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство может устанавливаться в комбинированной колонне.

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство может быть оснащено аккумуляторами и системами радиочастотной идентификации, которые располагаются в отсеке электроники и позволяют осуществлять беспроводное управление электроклапаном ГРП при спуске в скважину устройства, которое является источником командного сигнала необходимой частоты, формы, длительности.

В частном случае реализации заявленного технического решения устройство может быть оснащено датчиками температуры, и/или давления, и/или состава, и/или расхода для осуществления контроля притока флюида в скважину или из скважины.

Гидроразрыв пласта происходит следующим образом.

Электроклапан(ы) ГРП 3 в составе хвостовика в закрытом положении спускается(ются) до заданного интервала ствола скважины. После спуска с двух противоположных сторон от электроклапана ГРП 3 происходит активация заколонных пакеров (не изображены на фигурах, поскольку не имеют отношения к устройству) для герметизации пространства в области проведения ГРП. С наземного регистратора 1 по скважинному кабелю 2 дистанционно передается сигнал открытия электроклапана ГРП 3. В исходном положении подвижный затвор 12 перекрывает циркуляционные отверстия 13 корпуса с кожухом 10, а в открытом положении радиальные отверстия затвора 14 совпадают с положениями циркуляционных отверстий 13 корпуса с кожухом 10.

Механизм открытия электроклапана ГРП 3 происходит следующим образом: после получения сигнала с наземного регистратора 1 мотор-редуктор с энкодером 7 поворачивает на определенное количество оборотов вал мотор-редуктора 8, один конец которого имеет механическую связь с винтовой парой, сформированной из вала 8 и приводной гайки 11, для преобразования вращательного движения в поступательное. Жесткое соединение приводной гайки 11 с подвижным затвором 12 обеспечивает передачу поступательного движения, что позволяет двигать подвижный затвор 12. Закрытие циркуляционных отверстий 13 происходит по аналогичному принципу. После открытия электроклапана (совмещение циркуляционных отверстий корпуса и радиальных отверстий затвора) в хвостовике нагнетается давление достаточное для образования трещин в пласте, после чего происходит ГРП и закачивается заданное количество жидкости и/или пропанта в пласт.

В случае необходимости проведения ГРП на другом участке ствола скважины путем передачи сигнала с наземного регистратора 1 по скважинному кабелю 2 происходит закрытие ранее открытого электроклапана ГРП 3, и описанная выше операция проведения ГРП повторяется с участием другого электроклапана ГРП.

После проведения ГРП в скважине для управления и контроля притоком (закачки) флюида в сква-

жину электроклапан ГРП 3 по мере необходимости приводится в движение согласно ранее описанному механизму открытия/закрытия, за счет чего изменяется гидродинамическое сопротивление течению флюида и выравнивается профиль притока или закачки. Команды для управления степенью открытия/закрытия от наземного регистратора 1 через скважинный кабель 2 передаются на плату управления 5. Далее энкодер, входящий в состав мотор-редуктора 7, позволяет производить подсчет количества оборотов вала мотор-редуктора 8, что, в свою очередь, позволяет определять положение подвижного затвора 12 и регулировать степень открытия или закрытия циркуляционных отверстий 13 корпуса с кожухом 10 (фиг. 4, 5).

В частном случае реализации заявленного технического решения с целью использования электроклапана ГРП в экстренных ситуациях (при отсутствии сигнала от платы управления/мотор-редуктора и/или питания от наземного регистратора) в конструкции может располагаться подвижный затвор 12 с кольцевыми уступами 17 для механического открытия/закрытия циркуляционных отверстий с внутренней стороны. Активация подвижного затвора 12 требует использования ключа толкателя (не изображен на фигурах, поскольку не имеет отношения к сущности устройства), позволяющего сдвигать подвижный затвор 12 с радиальными отверстиями затвора 14, перекрывая (открывая) циркуляционные отверстия корпуса 13, разорвав (восстановив) гидродинамическую связь между пластом и скважиной (фиг. 6).

В частном случае реализации заявленного технического решения для дополнительной фиксации от осевых перемещений подвижного затвора 12 в крайних положениях открыто или закрыто может быть предусмотрено наличие фиксаторов.

В частном случае реализации заявленного технического решения возможно исполнение электроклапана ГРП с другим способом преобразования вращательного движения в поступательное (фиг. 7). Для этого используется магнитная муфта 18, которая разъединена герметичной перегородкой 19 на две части. Одна часть магнитной муфты связана с валом мотор-редуктора 8, а вторая часть магнитной муфты связана с валом винтовой пары, которая, в свою очередь, связана с приводной гайкой 11, что обеспечивает преобразование вращательного движения в поступательное. Данный механизм соединения позволяет отказаться от уплотнения 15 вала мотор-редуктора (8) и полностью герметизирует отсек электроники (фиг. 7, 8).

Способ гидроразрыва пласта (ГРП) при помощи электроклапана гидроразрыва пласта (электроклапан ГРП) возможен к применению в нефтяных и газовых скважинах. Применяется при заканчивании скважин, т.е. после бурения скважины в нее спускается колонна подвешенного оборудования (хвостовик), в состав которой входит электроклапан ГРП, который находится в закрытом состоянии. Возможно использование нескольких клапанов в одной связке.

Циркуляционные отверстия клапана (клапанов) ГРП находятся в закрытом положении. После спуска компоновки один из электроклапанов ГРП открывается. Происходит нагнетание давления внутри скважины до значения, достаточного для осуществления гидроразрыва пласта. После проведения операции ГРП клапан используется в качестве многопозиционной задвижки для создания дополнительного сопротивления течению и выравниванию профиля притока (закачки). При наличии нескольких клапанов ГРП порядок определяется бригадой КРС, причем после проведения каждого ГРП следует повтор операций с нагнетанием давления и открытия / закрытия клапана.

Для управления открытием/закрытием клапана отсутствует необходимость механических действий. Открытие/закрытие электроклапана ГРП происходит из удаленного места на поверхности. Данный способ управления способствует контролю открытия или закрытия циркуляционных отверстий, передает информацию о положении подвижного затвора в корпусе. Существует возможность установки степени открытия/закрытия циркуляционных отверстий.

При использовании в скважине нескольких электроклапанов ГРП возможно их открытие в любой последовательности, например, при наличии четырех электроклапанов ГРП возможно произвести разрыв в последовательности 1-2-4-3, 3-4-2-1 и других вариациях, что позволяет осуществлять селективное воздействие на продуктивный пласт.

С каждым последующим гидроразрывом пласта происходит закрытие электроклапана ГРП, через который произошел гидроразрыв. Повторно нагнетается давление для ГРП, и открывается необходимый клапан.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство гидроразрыва пласта, состоящее из наземного регистратора и по меньшей мере одного электроклапана гидроразрыва пласта,  
при этом наземный регистратор соединен по меньшей мере с одним упомянутым электроклапаном скважинным кабелем;  
причем упомянутый по меньшей мере один электроклапан состоит из корпуса, выполненного с полой внутренней частью и с герметичным отсеком электроники;  
при этом в полый внутренней части корпуса электроклапана размещен подвижный затвор, выполненный с возможностью перемещения относительно оси электроклапана, а в герметичном отсеке элек-

троники расположен мотор-редуктор, выполненный с возможностью взаимодействия своим валом с упомянутым подвижным затвором;

причем в части корпуса, в которой размещен подвижный затвор, выполнены сквозные циркуляционные отверстия, а в подвижном затворе выполнены радиальные отверстия;

при этом подвижный затвор и вал мотор-редуктора связаны винтовой парой, выполненной с возможностью преобразования вращательного движения вала мотор-редуктора в поступательное движение подвижного затвора;

при этом винтовая пара выполнена в виде приводной гайки, размещенной на подвижном затворе, взаимодействующей с валом мотор-редуктора, выполненного из двух частей: первая часть - главный вал мотор-редуктора, который исходит из мотор-редуктора, а вторая часть - вал винтовой пары, который соединен с главным валом и взаимодействует с приводной гайкой;

причем приводная гайка и вал мотор-редуктора образуют магнитную муфту, части которой разъединены герметичной перегородкой, одна полумуфта магнитной муфты связана с валом мотор-редуктора, а вторая полумуфта магнитной муфты связана с валом винтовой пары.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что подвижный затвор выполнен с возможностью осевого поворота относительно оси электроклапана.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выполнено с возможностью осуществления управления и контроля притока флюида в скважину посредством регулировки степени открытия или закрытия циркуляционных отверстий посредством перемещения подвижного затвора.

4. Устройство по п.2, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит фиксаторы от осевых перемещений подвижного затвора в крайних положениях.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что устройство дополнительно оснащено датчиками температуры, и/или давления, и/или состава, и/или расхода.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что сквозные циркуляционные отверстия корпуса выполнены по окружности корпуса и имеют суммарную площадь не менее площади внутреннего поперечного сечения трубы, при этом радиальные отверстия затвора идентичны по расположению, форме и площади циркуляционным отверстиям корпуса.

7. Устройство по п.1, отличающееся тем, что мотор-редуктор снабжен энкодером и соединен скважинным кабелем с наземным регистратором через плату управления, при этом скважинный кабель введен внутрь герметичного отсека через гермоввод.

8. Устройство по п.1, отличающееся тем, что на валу мотор-редуктора дополнительно установлено уплотнение.

9. Устройство по п.1, отличающееся тем, что электроклапан гидроразрыва пласта дополнительно содержит механизм механического открытия/закрытия отверстий.

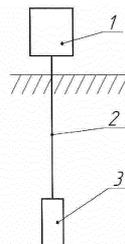
10. Устройство по п.1, отличающееся тем, что наземный регистратор снабжен каналом связи, выполненным с возможностью дистанционного приема командного сигнала и последующей передачи сигнала на электроклапан гидроразрыва пласта через скважинный кабель.

11. Устройство по п.1, отличающееся тем, что электроклапаны гидроразрыва пласта соединены последовательно скважинным кабелем.

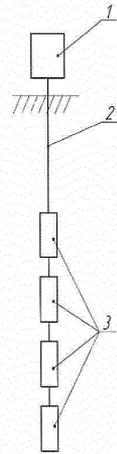
12. Устройство по п.1, отличающееся тем, что электроклапаны гидроразрыва пласта установлены на обсадных трубах, или в комбинированной колонне, или в компоновке хвостовика, или на насосно-компрессорных трубах.

13. Устройство по п.1, отличающееся тем, что дополнительно оснащено аккумуляторами и системами радиочастотной идентификации для беспроводного управления по меньшей мере одним электроклапаном гидроразрыва пласта.

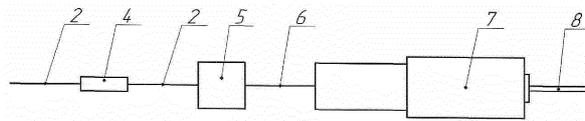
14. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выполнено из кислотостойких материалов для проведения кислотных обработок продуктивного пласта.



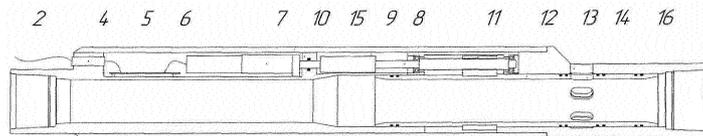
Фиг. 1



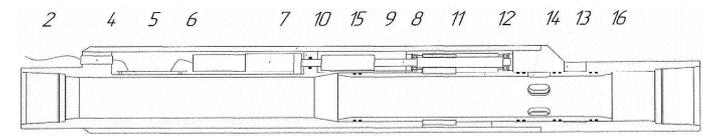
Фиг. 2



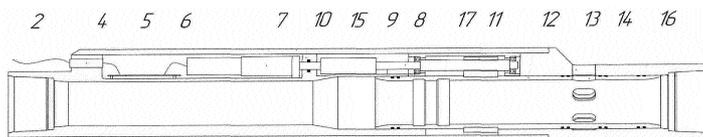
Фиг. 3



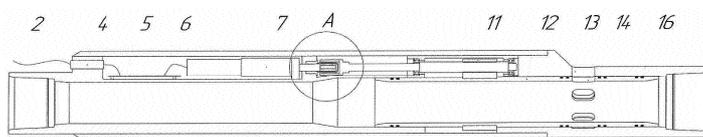
Фиг. 4



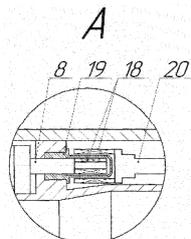
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8