

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039231**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.21

(51) Int. Cl. *E21B 47/02* (2006.01)
G01C 9/06 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900143

(22) Дата подачи заявки
2019.02.25

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ РАДИАЛЬНОГО КАНАЛА ФИЛЬТРАЦИИ СКВАЖИНЫ И МАЛОГАБАРИТНЫЙ АВТОНОМНЫЙ ИНКЛИНОМЕТР ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(43) **2020.08.31**

(56) RU-C1-2470147
RU-C2-2678252
RU-C2-2678252
RU-C2-2253838
US-A1-20120061141

(96) **2019/EA/0015 (BY) 2019.02.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ
"БЕЛОРУСНЕФТЬ" (BY)**

(72) Изобретатель:
**Толкачёв Евгений Григорьевич,
Лымарь Олег Владимирович,
Серебренников Антон Валерьевич,
Клочков Сергей Дмитриевич,
Мельников Юрий Валерьевич,
Белоцкий Сергей Леонидович,
Котович Алексей Владимирович,
Мандрик Евгений Сергеевич (BY)**

(74) Представитель:
Громько С.В. (BY)

(57) Сущность способа заключается в том, что в канал фильтрации 23 через отклоняющий канал 8 скважинной компоновки 2 подают малогабаритный автономный инклинометр (МАИ) 3 на средстве его доставки (СДИ) 4, по длине которого нанесены магнитные метки 5. Осуществляют контроль величины выхода СДИ 4 из скважинной компоновки путем считывания магнитных меток 5 не менее чем в трех точках 9, расположенных вдоль отклоняющего канала 8, с передачей результатов считывания в наземный блок обработки информации 1. После подъема МАИ 3 на устье скважины по данным его измерений и результатам считывания магнитных меток 5 определяют траекторию канала фильтрации 23. МАИ 3 включает образующие замкнутую электрическую цепь полый корпус 12, переводник 13 и размещенные в полости корпуса определенным образом пружинящий элемент 15, батарею электропитания 16, электронный модуль 17. Технический результат заключается в повышении точности определения траектории канала фильтрации.

039231 B1

039231 B1

Группа изобретений относится к области исследования скважин и может быть использована для контроля пространственного положения канала фильтрации в участках геологического разреза при радиальном вскрытии пласта.

Известен способ измерения траектории скважины по азимуту и двухрежимный бесплатформенный гироскопический инклинометр для его осуществления [1], включающий измерение проекций ускорения силы тяжести на измерительные оси скважинного прибора, проекций угловой скорости вращения Земли на соответствующие оси чувствительности скважинного прибора, измерение угла отклонителя скважинного прибора при его непрерывном движении и вращении вокруг продольной оси под действием закрученного геофизического кабеля. При этом в первой точке измерения азимута траектории скважины гироскоп включают в режим датчика угловой скорости на остановке и определяют азимут скважины. Затем по команде с пульта оператора гироскоп переводят в режим датчика угла, а скважинный прибор - в режим непрерывного движения, при котором производят измерение углов прокачки, и определяют приращение углов прокачки между тактами измерений. Затем из полученного приращения угла прокачки по оси X вычитают величину угла видимого ухода гироскопа от вращения Земли и получают приращение угла прокачки по оси X за счет искривления траектории скважины. При этом изменение азимута траектории скважины уточняют в соответствии с функциональной зависимостью, полученной при калибровке инклинометра на стенде. Приращение азимутального угла суммируют с полной величиной азимута, полученной на остановке в предыдущей точке траектории, и непрерывное движение скважинного прибора осуществляют до тех пор, пока величины углов прокачки не достигнут максимально допустимых значений, затем скважинный прибор останавливают, гироскоп переводят в режим датчика угловой скорости и вновь определяют полную величину азимута траектории скважины.

Недостатками рассмотренного технического решения являются:

1) необходимость обеспечения канала связи с инклинометром для изменения режима его работы, что приводит к увеличению габаритных размеров инклинометра и стоимости применяемого оборудования;

2) отсутствие контроля величины перемещения средства доставки инклинометра на входе в канал фильтрации. Из-за возможных деформаций гибкой насосно-компрессорной трубы и закрепленного на ней рукава высокого давления в стволе скважины (сжатие, растяжение, скручивание и т.д.) и проскальзывания мерного ролика, объективно оценить перемещение рукава высокого давления вблизи отклоняющего канала скважинной компоновки средствами контроля, установленными на устье скважины, не представляется возможным, что приводит к возникновению дополнительных погрешностей при определении траектории канала фильтрации.

Известен также способ измерения параметров траектории скважины [2], основанный на измерении по трем взаимно перпендикулярным осям, одна из которых является одновременно продольной осью скважины и бурильного инструмента, датчиками первичной информации вектора напряженности магнитного поля Земли и вектора ускорения силы тяжести в месте установки измерительной системы относительно системы координат и вычислении по этим измерениям параметров траектории скважины. При этом измерение вектора напряженности магнитного поля Земли и вектора ускорения силы тяжести производят в трех произвольных положениях бурильного инструмента при его вращении вокруг продольной оси и по алгоритму в виде математического выражения, определяют вектор напряженности магнитного поля Земли и вектор ускорения силы тяжести, с коррекцией погрешностей, возникающих в реальных условиях измерения параметров траектории скважины.

К недостаткам описанного способа относятся невозможность обеспечения требуемого поворота инклинометра вокруг продольной оси и отсутствие контроля величины перемещения его средства доставки на входе в канал фильтрации.

Предложенный в источнике информации [3] способ определения углов искривления скважины включает измерение проекций напряженности магнитного поля феррозондами, измерение проекций ускорения свободного падения акселерометрами, измерение проекций угловой скорости Земли гироскопами на оси инклинометра, преобразование первичных сигналов и определение пространственной ориентации ствола скважины. При этом оценивается погрешность гироскопических датчиков с привлечением информации от спутниковой навигационной системы и корректируется величина дрейфа гироскопических датчиков с учетом информации от феррозондов. Причем при отсутствии магнитных аномалий вычисляются углы ориентации по сигналам с феррозондов и акселерометров, а при работе в средах с аномальными магнитными свойствами или обсаженных стальными трубами вычисляются параметры ориентации скважины по сигналам с гироскопов и акселерометров.

Недостатками описанного способа являются необходимость обеспечения канала связи с инклинометром, а также отсутствие контроля величины перемещения его средства доставки на входе в канал фильтрации.

Описанные в источнике информации [4] комплекс инклинометрической скважинной аппаратуры и способ определения траектории скважин предполагают выполнение измерений проекции, составляющих угловой скорости вращения Земли на две оси чувствительности азимутального датчика, и проекцию ускорения силы тяжести на ось чувствительности акселерометра. Предварительно проводится юстировка

инклинометра в стационарных условиях на широте места испытаний. Данные заносятся в память компьютера. При проведении натурных испытаний полученные значения сравниваются с данными, занесенными в память компьютера, после чего вычисляются истинные значения азимутального и зенитного углов в каждой измерительной точке скважины в функции глубины.

Рассмотренный инклинометрический измерительный комплекс из-за значительных габаритных размеров не может быть использован для определения траектории канала фильтрации.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому способу определения траектории радиального канала фильтрации скважины является способ определения углов ориентации скважины [5], включающий установку в корпус скважинного прибора трех феррозондов, трех акселерометров и датчика температуры, погружение скважинного прибора в скважину, измерение компонентов полного вектора силы тяжести и геомагнитного поля, измерение температуры и компенсацию температурных погрешностей датчиков. В корпус скважинного прибора дополнительно устанавливают датчик угловой скорости и измеряют угловую скорость вращения корпуса прибора по продольной оси и длину геофизического кабеля с коррекцией по магнитным меткам на нем, компенсируют погрешность акселерометров, вызванную вращением скважинного прибора вокруг продольной оси, и погрешность установки акселерометров и феррозондов, вычисляют и контролируют измеренное значение ускорения силы тяжести, а затем вычисляют матрицу ориентации скважины.

Недостатком вышеописанного технического решения является отсутствие контроля величины перемещения средства доставки инклинометра на входе в канал фильтрации, что не позволяет точно определить пространственное положение созданного канала фильтрации.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому малогабаритному автономному инклинометру является инклинометр автономный [6], содержащий охранный кожух, блок питания, электронные компоненты, при этом блок питания выполнен в виде одного или нескольких батарейных отсеков, ниже которых установлены шасси с электронными компонентами и шасси с инклинометрическими датчиками, зажатые между верхним и нижним амортизаторами. Кроме этого, нижний амортизатор поджат башмаком через вставку с фиксацией от осевого разворота, а батареи в батарейном отсеке установлены на амортизаторах.

Недостатком данного технического решения являются его габаритные размеры, не позволяющие выполнять исследования траектории радиального канала фильтрации.

Задачей, решаемой группой связанных между собой единым изобретательским замыслом технических решений, является повышение точности определения пространственного положения созданного канала фильтрации.

Поставленная задача решается за счет того, что в способе определения траектории радиального канала фильтрации скважины в канал фильтрации через отклоняющий канал скважинной компоновки, выполненный из немагнитного материала, подают малогабаритный автономный инклинометр на средстве его доставки, по длине которого нанесены магнитные метки; осуществляют контроль величины выхода средства доставки инклинометра из скважинной компоновки путем считывания магнитных меток не менее чем в трех точках, расположенных вдоль отклоняющего канала, с передачей результатов считывания в наземный блок обработки информации; поднимают инклинометр на устье скважины путем извлечения средства его доставки, считывают архив результатов измерений из памяти инклинометра и после его привязки к данным по величине выхода средства доставки инклинометра из скважинной компоновки определяют траекторию канала фильтрации.

При этом в качестве средства доставки инклинометра могут использовать, например, рукав высокого давления, гибкую насосно-компрессорную трубу или геофизический кабель.

Поставленная задача также решается за счет того, что в малогабаритном автономном инклинометре для определения траектории радиального канала фильтрации скважины, включающем защитный полый корпус, переводник, установленный в корпусе с обеспечением герметичности его полости и выполненный с возможностью крепления к средству доставки инклинометра в канал фильтрации; размещенные в полости корпуса и электрически связанные батареею электропитания, электронные компоненты и инклинометрические датчики; амортизатор, обеспечивающий, по меньшей мере, защиту от вибрации расположенных в корпусе элементов, согласно изобретению, амортизатор выполнен в виде пружинящего элемента с восстановительной силой упругости; электронные компоненты и инклинометрические датчики объединены в единый электронный модуль, снабженный контактными площадками для осуществления его программирования, настройки и считывания архива результатов измерений; корпус, переводник и пружинящий элемент выполнены с обеспечением электропроводности и соединены с батареею электропитания и электронным модулем определенным образом, образуя замкнутую электрическую цепь.

Кроме этого, переводник может быть выполнен с тангенциально направленными соплами, обеспечивающими гидравлическую связь его осевого канала с каналом фильтрации, при этом в качестве средства доставки может быть использован рукав высокого давления.

Помимо этого, электронный модуль может быть выполнен из нескольких печатных плат, расположенных одна над другой и жестко связанных между собой стойками, обеспечивающими прохождение электрических сигналов между печатными платами.

Кроме этого, электронный модуль может содержать датчик температуры и такие инклинометрические датчики, как трехосевой акселерометр и трехосевой гироскоп.

В предпочтительном варианте изготовления корпус, переводник, пружинящий элемент и батарея электропитания выполнены из немагнитного материала, а электронный модуль может содержать датчик температуры и такие инклинометрические датчики, как трехосевой акселерометр, трехосевой гироскоп и трехосевой магнитометр.

Помимо этого, электронный модуль с одной стороны может содержать контактную площадку электропитания, а с противоположной стороны - токосъемное кольцо, обеспечивающее электрический контакт электронного модуля с корпусом при расположении пружинящего элемента между переводником и батареей электропитания, либо обеспечивающее электрический контакт электронного модуля с переводником при расположении пружинящего элемента между корпусом и батареей электропитания.

Заявляемая группа изобретений поясняется следующими чертежами, где

фиг. 1 - оборудование для осуществления способа определения траектории радиального канала фильтрации скважины;

фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1;

фиг. 3 - схема статического расположения средства доставки малогабаритного автономного инклинометра с нанесенными на него магнитными метками относительно точек считывания магнитных меток;

фиг. 4 - график сигналов с датчиков магнитного поля при движении средства доставки инклинометра в канал фильтрации;

фиг. 5 - график сигналов с датчиков магнитного поля при изменении направления движения средства доставки инклинометра;

фиг. 6 - вариант исполнения малогабаритного автономного инклинометра в случае, когда между переводником и батареей электропитания расположен пружинящий элемент;

фиг. 7 - разрез Б-Б на фиг. 6;

фиг. 8 - вариант исполнения малогабаритного автономного инклинометра в случае когда между переводником и батареей электропитания расположен электронный модуль.

Оборудование для осуществления способа определения траектории радиального канала фильтрации скважины (фиг. 1) включает наземный блок обработки информации 1, скважинную компоновку 2 и малогабаритный автономный инклинометр 3, перемещаемый на средстве доставки 4, по длине которого нанесены магнитные метки 5. Наземный блок обработки информации 1 и скважинная компоновка 2 электрически связаны между собой геофизическим кабелем 6, причем наземный блок обработки информации 1 обеспечивает прием и передачу команд в скважинную компоновку 2, ее электропитание, сохранение в энергонезависимой памяти и визуализацию получаемых телеметрических данных. Скважинная компоновка 2 включает корпус 7, в котором размещен отклоняющийся канал 8, изготовленный из немагнитного материала, радиальные параметры которого обеспечивают возможность перемещения в нем рукава высокого давления 4 с закрепленным на нем малогабаритным автономным инклинометром 3. Вдоль отклоняющегося канала 8 расположены не менее чем три точки 9 считывания магнитных меток 5, в каждой из которых установлено по меньшей мере по одному датчику магнитного поля 10. Датчики магнитного поля 10 подключены к блоку обработки и передачи данных 11, который, в свою очередь, электрически связан с наземным блоком обработки информации 1 посредством геофизического кабеля 6. Для повышения надежности и точности работы устройства количество точек 9 считывания магнитных меток 5 и количество установленных в них датчиков магнитного поля 10 может быть больше указанных. На фиг. 1 представлен вариант реализации оборудования с тремя точками 9 считывания магнитных меток 5, в каждой из которых установлено по три датчика магнитного поля 10, расположенных вокруг отклоняющегося канала 8 под углом 120° (фиг. 2). Такой вариант, в отличие от использования одного датчика магнитного поля 10 в точке 9 считывания магнитного поля, позволяет за счет усреднения показаний датчиков магнитного поля 10 исключить пропуски магнитных меток 5 из-за прилегания рукава высокого давления 4 к противоположной от датчиков магнитного поля 10 стенке отклоняющегося канала 8.

Малогабаритный автономный инклинометр 3 для определения траектории канала фильтрации скважины обеспечивает измерения по трем ортогональным осям инклинометрическими датчиками угловых скоростей, вектора ускорения силы тяжести и вектора напряженности магнитного поля Земли с компенсацией их погрешностей по датчику температуры. Инклинометр включает защитный полый корпус 12, переводник 13, установленный в корпусе 12 с обеспечением герметичности его полости за счет глушения его осевого канала 14 со стороны полости корпуса 12. Инклинометр 3 крепится к средству его доставки 4 посредством, например, резьбового соединения. В полости корпуса 12 в определенной последовательности размещены пружинящий элемент 15 с восстановительной силой упругости, обеспечивающий защиту от вибрации расположенных в корпусе элементов и их электрическую связь, батарея электропитания 16, электронный модуль 17, включающий электронные компоненты и инклинометрические датчики и выполненный из нескольких печатных плат, расположенных одна над другой и жестко связанными между собой стойками 18, обеспечивающими прохождение электрических сигналов между печатными платами. Электронный модуль 17 снабжен контактными площадками 19 для осуществления его программирования, настройки и считывания архива результатов измерений, а также содержит кон-

тактную площадку электропитания 20, а с противоположной стороны - токосъемное кольцо 21, обеспечивающее электрический контакт электронного модуля с элементами инклинометра. Причем контактная площадка электропитания 20 выступает над контактными площадками 19. Корпус 12, переводник 13 и пружинящий элемент 15 выполнены из электропроводного материала и соединены с батареей электропитания 16 и электронным модулем 17 определенным образом, образуя замкнутую электрическую цепь. Так, при расположении пружинящего элемента 15 между переводником 13 и батареей электропитания 16 токосъемное кольцо 21 обеспечивает электрический контакт электронного модуля 17 с корпусом 12 (фиг. 6), а при расположении пружинящего элемента 15 между корпусом 12 и батареей электропитания 16 токосъемное кольцо 21 обеспечивает электрический контакт электронного модуля 17 с переводником 13 (фиг. 8). Кроме этого, переводник 13 может быть выполнен с тангенциально направленными соплами 22, обеспечивающими гидравлическую связь его осевого канала 14 с каналом фильтрации 23. В этом случае в качестве средства доставки 4 может использоваться, например, рукав высокого давления. За счет истечения жидкости размыва, поступающей по рукаву высокого давления 4 в инклинометр 3, создается дополнительное усилие по продвижению малогабаритного автономного инклинометра 3 и снижается вероятность его прихвата в канале фильтрации 23.

Электронный модуль 17 включает стабилизатор напряжения, микроконтроллер, энергонезависимую память, датчик температуры и такие инклинометрические датчики, как трехосевой акселерометр и трехосевой гироскоп (на фигурах не показаны). В случае если автономный инклинометр, помимо датчика температуры и таких инклинометрических датчиков, как трехосевой акселерометр и трехосевой гироскоп, содержит трехосевой магнитометр, то корпус 12, переводник 13, пружинящий элемент 15 и батарея электропитания 16 должны быть выполнены из немагнитного материала. Программирование, настройка и считывание накопленного архива результатов измерений осуществляется через контактные площадки 19, расположенные на печатной плате, например, со стороны контактной площадки электропитания 20.

Сборку малогабаритного автономного инклинометра 3 по варианту, представленному на фиг. 6, осуществляют путем последовательной установки в корпусе 12 электронного модуля 17, батареи электропитания 16, пружинящего элемента 15 и переводника 13, герметизирующей внутреннюю полость корпуса 12. Электропитание на электронный модуль 17 поступает через контактную площадку электропитания 20, непосредственно соприкасающуюся с одним из полюсов батареи питания 16 и токосъемное кольцо 21, обеспечивающее электрический контакт с корпусом 12, который совместно с переводником 13 и пружинящим элементом 15 создают замкнутую электрическую цепь электропитания от второго полюса батареи электропитания 16.

Малогабаритный автономный инклинометр не имеет встроенных часов реального времени, поэтому требуется синхронизация измеренной информации с данными по выходу средства доставки инклинометра 4 из скважинной компоновки 2. Синхронизация осуществляется после сборки малогабаритного автономного инклинометра путем создания соответствующих реперных точек в архиве результатов измерений пространственной ориентации малогабаритного инклинометра, например резким изменением показаний ("встряска"), изменении ориентации относительно силы тяжести или магнитного поля Земли) в известный момент времени при предшествующем статическом режиме.

Способ определения траектории радиального канала фильтрации скважины осуществляют следующим образом.

Спускают в обсаженную скважину 24 на заданную глубину на колонне насосно-компрессорных труб (на фигурах не показана) скважинную компоновку 2 с отклоняющим каналом 8 для перемещения в нем средства доставки 4 - рукава высокого давления - с установленным на нем малогабаритным автономным инклинометром 3, располагают выход отклоняющего канала 8 напротив входа в канал фильтрации 23, спускают с устья скважины через отклоняющий канал 8 скважинной компоновки 2 в канал фильтрации 23 рукав высокого давления 4, по длине которого нанесены магнитные метки 5. Перемещают инклинометр 3 по каналу фильтрации 23 за счет реактивных сил, создаваемых истекающей из сопел 22 рабочей жидкости и осевых усилий, передающихся через рукав высокого давления 4, осуществляют контроль величины выхода рукава высокого давления 4 из скважинной компоновки 2 путем считывания магнитных меток 5 не менее чем в трех точках 9, расположенных вдоль отклоняющего канала 8, информация с которых поступает в электронный блок обработки и передачи данных 11, где производится ее предварительная обработка и передача через геофизический кабель 6 в наземный блок обработки информации 1. После прохождения радиального канала фильтрации 23 поднимают рукав высокого давления 4 вместе с малогабаритным автономным инклинометром 3 на устье скважины, считывают архив результатов измерений из памяти электронного модуля 17 инклинометра 3 и после его привязки к данным по величине выхода рукава высокого давления 4 из скважинной компоновки 2 определяют траекторию канала фильтрации 23. Для этого вычисляют по известной функциональной зависимости значения азимутального и зенитного углов в каждой измерительной точке канала фильтрации 23 в функции величины выхода рукава высокого давления 4 из скважинной компоновки 2. Пространственная ориентация малогабаритного автономного инклинометра 3 определяется соответствующей обработкой архива измерений инерциальной и геомагнитной информации с помощью известных фильтров, например, Калмана или его разновидностей. Если использование геомагнитных данных невозможно по ряду объективных причин,

например из-за магнитных аномалий пласта, траектория канала фильтрации может быть определена по датчикам инерциальной информации, а первичная привязка по азимутальной ориентации (начальное значение азимута канала) может осуществляться по известному азимуту отклоняющего канала скважинной компоновки.

Для пояснения способа определения величины выхода рукава высокого давления из скважинной компоновки на фиг. 3 условно показан в статике рукав высокого давления 4 с нанесенными магнитными метками 5 М1...М3 и три точки 9 считывания магнитных меток, в которых установлено по одному датчику магнитного поля 10 ДМ1...ДМ3. При меньшем количестве точек 9 считывания магнитных меток не обеспечивается однозначная интерпретация направления перемещения рукава высокого давления 4. В рассматриваемом случае при трех точках считывания магнитных меток это достигается, например, при соблюдении условия:

$$L4 < L1 + L2 < L3,$$

где $L1$ - расстояние между первым и вторым датчиками магнитного поля;

$L2$ - расстояние между вторым и третьим датчиками магнитного поля;

$L3$ - расстояние между смежными сторонами двух магнитных меток;

$L4$ - длина магнитной метки.

На графике, представленном на фиг. 4, приведены сигналы с датчиков магнитного поля 10 в виде идеализированных прямоугольных импульсов для случая $L1 > L4$ и $L2 > L4$. Реальные сигналы магнитных меток имеют более сложную форму и требуют дополнительной обработки. Величина $\Delta L_{РВД}$ перемещения рукава высокого давления 4 может определяться, например, по переднему фронту импульсов. За интервал времени $\Delta t1 = t2 - t1$ она составит $\Delta L_{РВД1} = L1$, за интервал времени $\Delta t2 = t3 - t2$ - соответственно $\Delta L_{РВД2} = L2$ и $\Delta L_{РВД3} = L3 + L4 - L1 - L2$ - за интервал времени $\Delta t3 = t4 - t3$.

Изменение направления перемещения рукава высокого давления 4 приводит к изменению очередности регистрации магнитных меток 5 датчиками магнитного поля 10 ДМ1...ДМ3. На графике, изображенном на фиг. 5, представлен вариант, когда при нахождении второй магнитной метки 5 М2 в зоне чувствительности второго датчика магнитного поля 10 ДМ2, рукав высокого давления 4 начали извлекать из канала фильтрации 23. При этом вместо ожидаемой регистрации магнитной метки 5 М2 датчиком ДМ3, в момент времени $t7$ первым пришел сигнал с датчика ДМ1 от второй магнитной метки 5 М2, после чего датчик 10 ДМ3 зафиксировал первую магнитную метку 5 М1. Таким образом, любое нарушение очередности поступления сигналов с датчиков магнитного поля 10 указывает на изменение направления перемещения рукава высокого давления 4 и должно учитываться при определении величины его выхода из скважинной компоновки 2.

Технический результат, обеспечиваемый применением заявляемой группы изобретений, заключается в повышении точности определения траектории канала фильтрации за счет измерения реального перемещения малогабаритного автономного инклинометра в созданном канале фильтрации.

Источники информации:

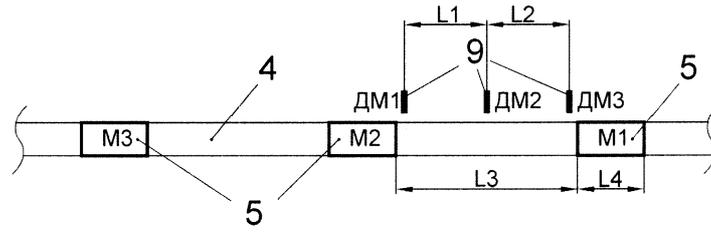
- 1) RU 2269001, МПК E21B 47/022, G01C19/00, опубл. 2006.01.27.
- 2) RU 2206737, МПК E21B 47/02, опубл. 2003.06.20.
- 3) RU 2503810, МПК E21B 47/022, опубл. 2014.01.10.
- 4) RU 2193654, МПК E21B 47/022, опубл. 2002.11.27.
- 5) RU 2253838, МПК G01C 9/00, E21B 47/02, опубл. 2005.06.10.
- 6) RU 15913 U1, МПК E21B 47/12, опубл. 2000.11.20.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

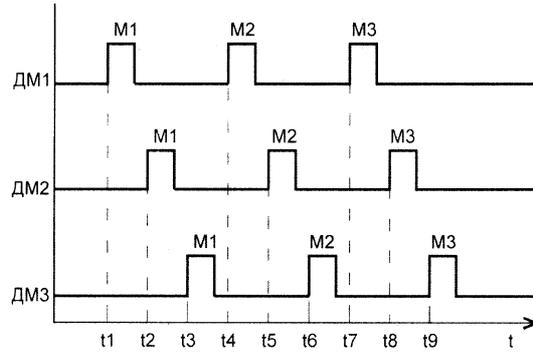
1. Способ определения траектории радиального канала фильтрации скважины, при котором в канал фильтрации через отклоняющий канал скважинной компоновки, выполненный из немагнитного материала, на средстве доставки, по длине которого нанесены магнитные метки, подают малогабаритный автономный инклинометр; осуществляют контроль величины выхода средства доставки инклинометра из скважинной компоновки путем считывания магнитных меток не менее чем в трех точках, расположенных вдоль отклоняющего канала, с передачей результатов считывания в наземный блок обработки информации; поднимают инклинометр на устье скважины путем извлечения средства его доставки, считывают архив результатов измерений из памяти инклинометра и после его привязки к данным по величине выхода средства доставки инклинометра из скважинной компоновки определяют траекторию канала фильтрации.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве средства доставки инклинометра используют или рукав высокого давления или гибкую насосно-компрессорную трубу или геофизический кабель.

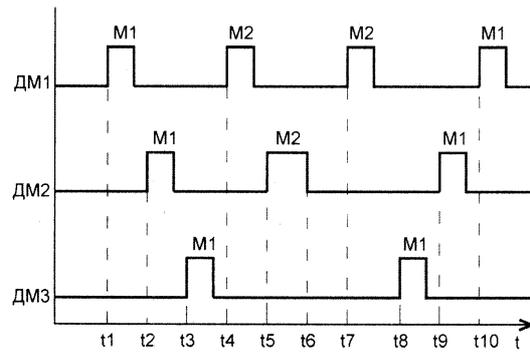
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что малогабаритный автономный инклинометр включает защитный полый корпус, переводник, установленный в корпусе с обеспечением герметичности его полости и выполненный с возможностью крепления к средству доставки инклинометра в канал фильтрации; размещенные в полости корпуса и электрически связанные батареею электропитания, электронные компоненты и инклинометрические датчики; амортизатор, выполненный в виде пружинящего элемента с



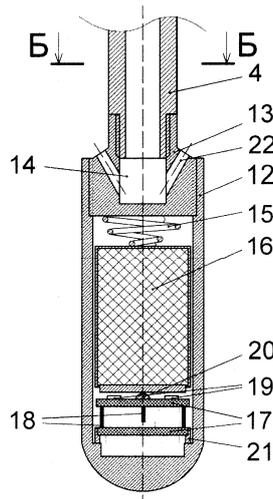
Фиг. 3



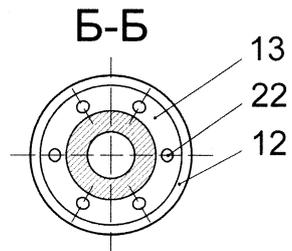
Фиг. 4



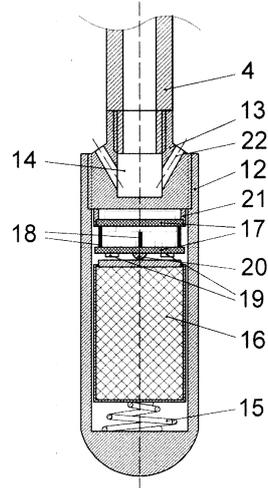
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8