

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039863**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.22

(51) Int. Cl. **E21B 34/06** (2006.01)
E21B 47/09 (2012.01)

(21) Номер заявки
201992498

(22) Дата подачи заявки
2018.04.19

(54) СКВАЖИННЫЙ КЛАПАННЫЙ УЗЕЛ

(31) 1706348.8**(32) 2017.04.21****(33) GB****(43) 2020.02.29****(86) PCT/GB2018/051039****(87) WO 2018/193265 2018.10.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВЕЗЕРФОРД ТЕКНОЛОДЖИ
ХОЛДИНГЗ, ЭлЭлСи (US)

(72) Изобретатель:
Найт Мэттью Дэвид (GB)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) US-A1-2004163809
US-A1-2004135075
US-A1-2004035578
US-A1-2004194958
US-A1-2003127232
EP-A1-2103908
EP-A2-1998002
US-A1-2009128141

(57) Сквацинный клапанный узел содержит гильзу, концентрическую с корпусом и перемещаемую относительно отверстия в корпусе для регулирования протекания флюида через отверстие. Узел датчиков обеспечивает индикацию относительных положений гильзы и корпуса и содержит первый и второй датчики, например, на корпусе, которые обнаруживают маркеры, например, на гильзе. Выходные сигналы датчиков генерируют путем обработки (например, путем объединения, интегрирования, суммирования, вычитания или иной обработки) составляющих сигнала каждого из первого и второго датчиков для коррекции рассогласования гильзы относительно корпуса. Выходной сигнал датчика обеспечивает информацию о положении для более чем одной плоскости и поэтому выходной сигнал обеспечивает коррекцию погрешностей в информации о положении, возникающую в результате рассогласования гильзы относительно корпуса.

B1**039863****039863****B1**

Настоящая заявка относится к скважинному клапанному узлу, а конкретно, к скважинному клапанному узлу со скользящей гильзой для использования в нефтегазовой скважине, имеющей датчик положения для обнаружения положения перемещаемой части клапанного узла относительно неподвижной части клапанного узла.

Хорошо известны клапаны со скользящей гильзой, используемые при добыче углеводородов из подземных скважин как на суше, так и на шельфе. Клапаны со скользящей гильзой обычно имеют внешний корпус, который встроен в эксплуатационную насосно-компрессорную колонну скважины. Корпус имеет приточные отверстия, позволяющие скважинным флюидам, добываемым из коллектора, входить в насосно-компрессорную эксплуатационную колонну. Отверстия в корпусе, обеспечивающие приток добываемых флюидов, открываются и закрываются гильзами, которые скользят в корпусе относительно отверстий до совмещения приточных отверстий в гильзе с приточными отверстиями в корпусе, когда клапан открывается, и выводят их из совмещения, когда клапан закрывается.

При многих применениях требуется определять относительные положения гильзы и корпуса, например, чтобы контролировать, открывается или закрывается клапан. В патентных документах EP1998002, EP2103908, EP2778339, WO2006/120466, WO2014/132078 и US2004/0163809 раскрыты предшествующие конструкции скользящей гильзы, которые являются полезными для понимания изобретения, и эти документы включены в настоящую заявку путем ссылки.

Сущность изобретения

Согласно настоящему изобретению предложен скважинный клапанный узел, имеющий корпус с осью и гильзу, концентрическую с корпусом и перемещаемую относительно пути потока через корпус для изменения протекания флюида на пути потока при различных относительных положениях корпуса и гильзы, при этом клапанный узел включает в себя узел датчиков, обеспечивающий выходной сигнал, показывающий положение гильзы относительно корпуса, при этом узел датчиков содержит первый и второй основные датчики, расположенные на одном из корпуса и гильзы, выполненные с возможностью обнаружения маркеров на другом из корпуса и гильзы, в котором первый и второй основные датчики расположены в различных местоположениях по окружности относительно оси и в котором выходной сигнал генерируется путем обработки составляющих сигнала каждого из первого и второго основных датчиков.

Генерирование выходного сигнала путем обработки (например, путем объединения, интегрирования, суммирования, вычитания или иной обработки) составляющих сигнала с каждого из размещенных по окружности первого и второго основных датчиков позволяет иметь в выходном сигнале узла датчиков информацию о положении в более чем одной плоскости и поэтому выходной сигнал позволяет корректировать погрешности в информации о положении, например, возникающие в результате рассогласования гильзы относительно корпуса.

В качестве опции первый и второй основные датчики представляют собой индуктивные бесконтактные датчики. В качестве опции первый и второй основные датчики обнаруживают расстояние между корпусом и втулкой. В качестве опции расстояние между корпусом и гильзой изменяется на маркере. В качестве опции первый и второй основные датчики находятся на корпусе и маркер находится на гильзе, но они могут быть переставлены. В качестве опции первый и второй основные датчики совмещены в осевом направлении, иначе говоря, они находятся в одном и том же осевом положении на корпусе (или гильзе), но отнесены друг от друга по окружности в этом осевом положении. В качестве опции первый и второй основные датчики являются диагонально противоположными, но другое разнесение по окружности также является пригодным. В качестве опции первый и второй основные датчики расположены через одинаковые промежутки с одинаковыми расстояниями по окружности между соседними основными датчиками, но в некоторых примерах это не является обязательным.

В качестве опции для датчиков не требуются магниты, для которых необходимо, чтобы в окружающих металлических конструкциях не было железа, и которые сами притягивают обломки породы, содержащие железо. Подходящими являются индуктивные бесконтактные датчики, поскольку на них большей частью не влияет погружение в газ или жидкие среды и они равным образом работают через соляной раствор, пресную воду, нефть, буровой раствор, газообразный углеводород и воздух. Любые различия вследствие наличия флюида между катушкой и мишенью могут быть скорректированы с помощью необязательного опорного датчика. В качестве опции для датчиков не требуются ни контакт с мишенью, ни непрерывный электрический контакт между датчиком и мишенью. Кроме того, в качестве опции датчики являются твердотельными без перемещаемых частей. В качестве опции нет необходимости ни в специальном изготовлении, ни в монтаже мишени (подобно магнитам, меткам радиочастотной идентификации, источникам гамма-излучения). В качестве опции достаточно, чтобы мишень была электропроводной, и мишени могут быть образованы из большей части металлов.

В качестве опции маркер представляет собой геометрический маркер с изменяющейся формой, который может быть обнаружен узлом датчиков. В качестве опции маркер имеет одинаковую геометрию для каждого из первого и второго основных датчиков. В некоторых примерах маркер может быть симметричным относительно оси. В качестве опции, когда гильза выровнена относительно корпуса, расстояние между гильзой и корпусом является одинаковым по окружности и выходные сигналы с первого и

второго основных датчиков являются по существу одинаковыми. Когда гильза не выровнена относительно корпуса, расстояние между основными датчиками и маркером не будет одинаковым в различных местоположениях по окружности основных датчиков и, следовательно, выходные сигналы с первого и второго основных датчиков будут по существу неодинаковыми или по меньшей мере отличающимися от по существу одинаковых сигналов, которые получаются, когда корпус и гильза выровнены относительно одной и той же оси. При преобразовании сигналов с первого и второго основных датчиков снижаются погрешности, возникающие вследствие рассогласования гильзы и корпуса и отклонений каждого из них от оси, например, вследствие изгиба, отклонения труб от круглой формы и т.д. Маркеры с симметрией относительно оси являются подходящими, поскольку они уменьшают или исключают внесение погрешностей в выходной сигнал, возникающих вследствие вращательного рассогласования маркеров с датчиками.

В качестве опции первый и второй основные датчики могут быть одиночными датчиками или могут быть множеством датчиков, скомпонованных в матрицу. В качестве опции матрица может быть расположена параллельно оси или по окружности относительно оси.

В качестве опции гильза размещена в осевом канале корпуса. В качестве опции гильза может находиться вне корпуса. В качестве опции корпус, канал и гильза обычно являются трубчатыми и имеют концевые муфты, такие как замковые и штыревые соединители, которые выполнены с возможностью присоединения к колонне труб, например, на протяжении длины эксплуатационной насосно-компрессорной колонны в нефтегазовой скважине.

В качестве опции каждый из первого и второго основных датчиков содержит катушку датчика, имеющую индукционную петлю с одним или более витками проводящего элемента, образующую электрическую цепь, по которой протекает электрический ток. Электрический ток, протекающий по катушкам датчиков, в качестве опции возбуждается с помощью модуля на печатной плате (МПП), содержащего один или более возбудителей катушек, устройство измерения индуктивности, усилительную схему, микропроцессорный блок управления, модемное устройство, выполненное с возможностью передачи сигнала обратно на поверхность и блок обеспечения качества электроэнергии. Подходящее устройство измерения индуктивности может иметь индуктивно-цифровой преобразователь, такой как изделие LDC1000 фирмы Texas Instrument, раскрытое на сайте <http://www.ti.com/product/ldc1000>, описание которого включено в эту заявку путем ссылки. Катушка датчика в качестве опции содержит изолированную электропроводную петлю, обычно установленную неподвижно, например, на стенке корпуса. Модуль на печатной плате в качестве опции возбуждает петли переменным током на подходящих частотах, например от 5 кГц до 5 МГц, и в качестве опции создает магнитное поле вокруг основного датчика. На более высокой частоте достигаются лучшая разрешающая способность и более высокая частота выборки. Фактическая частота датчика в качестве опции может изменяться в зависимости от расстояния до мишени, поскольку изменяется значение индуктивности. Во время обнаружения ток через катушки в качестве опции возбуждается непрерывно. Когда ферромагнитные мишени входят в поле, создаваемое катушкой датчика, вихревые токи обычно образуются на поверхности мишени в поле основного датчика. В таком случае вихревые токи в мишени обычно создают собственное магнитное поле, которое может быть противоположно магнитному полю, образуемому катушкой датчика, и может взаимодействовать с ним, вызывая значительное ослабление его и приводя к изменению сигнала, которое отражается на выходных сигналах с каждой из отдельных катушек датчиков. Изменение сигнала обычно зависит от расстояния между катушкой датчика и геометрии и материала маркера мишени в поле катушки датчика. Поэтому изменение сигналов, излучаемых отдельными датчиками катушек, обычно обеспечивает индикацию расстояния между отдельными катушками и мишенью, поскольку во многих примерах материал и геометрия маркеров мишеней могут быть согласованы и только расстояние, разделяющее катушки и мишень, будет переменным в зависимости от выравнивания гильзы и корпуса. Следовательно, если вариация выходного сигнала с катушки датчика больше на одной стороне гильзы, чем на другой, сигнал обеспечивает индикацию рассогласования и в качестве опции автоподстройку разностей сигналов, возникающих в результате рассогласования, а не разностей осевого положения. В качестве опции сигналы с отдельных основных датчиков могут обрабатываться в блоке электроники, в качестве опции путем суммирования их или вычитания или же интегрирования их для снижения погрешностей. Например, при суммировании двух сигналов с диаметрально противоположных основных датчиков любой недостаток в выравнивании между гильзой и корпусом автоматически корректируется в объединенном сигнале.

Катушка индуктивности датчика в качестве опции ведет себя как настроенная электрическая цепь, обнаруживающая структуры, прилегающие к катушке, в частности проводящие структуры, такие как объекты из черных металлов, и способна представлять расстояние между катушкой датчика и соседним обнаруживаемым объектом. Когда гильза перемещается на протяжении петли в каждой катушке датчика, которая расположена неподвижно в стенке корпуса, выходной сигнал с каждой катушки датчика, поступающий в блок электроники модуля на печатной плате, обычно изменяется в зависимости от расстояния, разделяющего катушку датчика и часть скользящей гильзы, прилегающую к катушке, и в качестве опции в зависимости от материала, из которого эта прилегающая часть скользящей гильзы изготовлена. Либо расстояние, либо материал можно изменять, чтобы получать маркеры на гильзе (или корпусе), которые

могут обнаруживаться катушкой датчика на конкретных местоположениях вдоль оси гильзы и корпуса. Как показывалось выше, изменения глубины или материала, когда маркеры перемещаются в поле, обычно наводят вихревые токи в маркерах, которые обычно создают противоположное магнитное поле, приводящее к снижению индуктивности катушки датчика. Пониженная индуктивность катушки датчика может обнаруживаться в микропроцессорном блоке управления, который обычно передает сигнал через модем к контроллеру (например, на поверхности скважины), означающий наличие маркера в пределах наблюдаемой дальности действия катушки датчика. Можно выполнять калибровку изменений индуктивности катушки датчика для конкретных маркеров на перемещаемой части клапана со скользящей гильзой и таким образом проводить различие между разными маркерами на одной и той же скользящей гильзе.

В качестве опции можно образовывать больше одного маркера. Различные маркеры в качестве опции вызывают появление различных сигналов с основных датчиков, так что различные маркеры можно различать. В качестве опции маркеры можно разносить вдоль оси, в качестве опции на известные расстояния. В качестве опции можно проследить относительное осевое перемещение гильзы и корпуса, а положение гильзы относительно корпуса можно определять на основании выходного сигнала.

В качестве опции узел имеет по меньшей мере один опорный датчик, а в качестве опции - первый и второй опорные датчики, которые в качестве опции размещены по окружности относительно оси таким же образом, как первый и второй основные датчики. В качестве опции опорные датчики генерируют сигнал, показывающий расстояние между гильзой и корпусом на немаркированном участке узла, когда основные датчики обнаруживают маркер. В качестве опции сигнал (сигналы) с опорного датчика (датчиков) обрабатывают наряду с сигналами с основных датчиков для получения опорного сигнала, отражающего базовый сигнал в отсутствие маркера, для сравнения с сигналом с основных датчиков, обнаруживающих маркер. Это также позволяет исключать погрешности путем выделения различий между сигналами, генерируемыми основными датчиками, обнаруживающими маркеры, и ложными сигналами, генерируемыми при рассогласовании, наличии некруглых трубчатых секций, изгиба и других факторов, возможно влияющих на погрешности, связанные с сигналом.

В качестве опции сигнал с опорного датчика (датчиков) сравнивается с сигналом с основных датчиков для определения положения гильзы относительно корпуса.

Кроме того, согласно изобретению предложен способ определения состояния скважинного клапанного узла, где скважинный клапанный узел содержит корпус с осью и гильзу, концентрическую с корпусом, и эта гильза является перемещаемой относительно пути потока через корпус для изменения протекания флюида на пути потока при различных относительных положениях корпуса и гильзы, узел основных датчиков, содержащий первый и второй основные датчики, расположенные на одном из корпуса и гильзы, выполненные с возможностью обнаружения маркеров на другом из корпуса и гильзы, в котором первый и второй основные датчики расположены в различных местоположениях по окружности относительно оси, где способ включает в себя обнаружение маркера каждым из первого и второго основных датчиков и генерирование выходного сигнала путем обработки составляющих сигнала каждого из первого и второго основных датчиков, например, для коррекции рассогласования гильзы относительно корпуса.

Как должно быть понятно специалистам в данной области техники, различные аспекты настоящего изобретения могут быть применены на практике сами по себе или в сочетании с одним или более другими аспектами. Различные аспекты изобретения в качестве опции могут быть представлены в сочетании с одним или более признаками, выбираемыми из других аспектов изобретения. Кроме того, выбираемые признаки, описанные в одном аспекте, обычно могут быть объединены сами по себе или совместно с другими признаками из других аспектов изобретения. Любой объект изобретения, рассмотренный в этом описании, может быть объединен с любым другим объектом изобретения из описания для образования нового сочетания.

Теперь различные аспекты изобретения будут описаны подробно с обращением к сопровождающим чертежам. Другие аспекты, признаки и преимущества настоящего изобретения без труда станут очевидными из полного описания, включающего чертежи, на которых показаны несколько примеров аспектов и реализаций. Кроме того, в изобретении могут быть другие и различные примеры и аспекты, а отдельные детали его могут быть модифицированы в разных отношениях, но все без отступления от сущности и объема настоящего изобретения. В соответствии с этим каждый пример в этой заявке следует понимать как имеющий широкое применение и предназначенный для иллюстрации одного возможного способа осуществления изобретения без предположения о том, что объем этого раскрытия, включая формулу изобретения, ограничен этим примером. Кроме того, терминология и фразеология используются в этой заявке только для описания и не должны толковаться как ограничивающие объем. В частности, если не оговаривается иное, размеры и численные значения, включенные в это описание, представлены в качестве примеров, иллюстрирующих один возможный аспект заявленного объекта изобретения, без ограничения раскрытия приведенными конкретными размерами или значениями. Все численные значения в этом раскрытии понимаются как модифицированные словом "около". Все сингулярные формы элементов или любых других компонентов, описанных в этой заявке, понимаются как включающие множественные формы и наоборот.

Слова, такие как "включающий", "содержащий", "имеющий", "вмещающий" или "связывающий", и варианты их, предполагаются имеющими широкий смысл и охватывающими объект изобретения, изложенный в дальнейшем, эквиваленты и дополнительный неописанный объект изобретения и не предполагаются исключающими другие добавления, компоненты, целочисленные типы или этапы. Таким же образом термин "содержащий" считается синонимом терминов "включающий" или "вмещающий", и они могут применяться на законном основании. Таким образом, на всем протяжении описания и в формуле изобретения, если из контекста не вытекает иное, слово "содержат" или изменения его, такие как "содержит" или "содержащий", должны пониматься как подразумевающие включение установленного целого или группы целых, но не исключающее любого другого целого или группы целых.

Любое рассмотрение документов, актов, материалов, устройств, изделий и т.п. включается в описание только в контексте настоящего изобретения. Не предполагается или не представляется, что любой из этих материалов или все материалы образуют часть основы предшествующего уровня техники или представляют собой общедоступные сведения в области, релевантной настоящему изобретению.

В этом раскрытии, когда перед составом, элементом или группой элементов находится переходная фраза "содержащий", следует понимать, что те же самые состав, элемент или группа элементов также предполагаются с переходными фразами "состоящий по существу из", "состоящий", "выбираемый из группы, состоящей из", "включающий" или "представляющий собой", предшествующими перечислению состава, элемента или группы элементов, и наоборот. В этом раскрытии слова "обычно" или "в качестве опции" следует понимать как предназначенные для обозначения необязательных или несущественных признаков изобретения, которые имеются в некоторых примерах, но которые могут быть опущены в других без отступления от объема изобретения.

Ссылки на описания положения, такие как "верхний" и "нижний", и направления, например "вверх", "вниз" и т.д., должны интерпретироваться квалифицированным читателем в контексте описываемых примеров как относящиеся к ориентации элементов, показанных на чертежах, и не должны интерпретироваться как ограничивающие изобретение буквальным толкованием термина, а вместо этого должны пониматься квалифицированным адресатом. В частности, ссылки на описания положения применительно к скважине, такие как "вверх" и аналогичные термины, следует интерпретировать как относящиеся к направлению к местоположению входа буровой скважины в грунт или морское дно, а "вниз" и аналогичные термины следует интерпретировать как относящиеся к направлению от местоположения входа, при этом скважина представляет собой обычную вертикальную скважину или наклонно-направленную скважину.

Краткое описание чертежей

На сопровождающих чертежах показано:

- на фиг. 1 - схематичный вид шельфовой нефтегазовой скважины;
- на фиг. 2 и 3 - схематичные виды сбоку в разрезе скважинного клапанного узла, используемого в скважине из фиг. 1, в закрытой и открытой конфигурациях;
- на фиг. 4 - вид крупным планом первого основного датчика из скважинного клапанного узла согласно фиг. 2 и 3;
- на фиг. 5 - схематичный вид блока электроники из скважинного клапанного узла согласно фиг. 2 и 3;
- на фиг. 6 - схематичный график, показывающий объединенный выходной сигнал с основных датчиков из фиг. 4 при различных относительных положениях гильзы и корпуса скважинного клапанного узла из фиг. 2 и 3;
- на фиг. 7 и 8 - виды гильзы согласно альтернативному примеру, которая пригодна для использования в скважинном клапанном узле, используемом в скважине из фиг. 1, в закрытой и открытой конфигурациях; и
- на фиг. 9 - схематичный график, показывающий объединенный выходной сигнал с основных датчиков из примера на фиг. 8 и 9 при различных относительных положениях гильзы и корпуса скважинного клапанного узла из фиг. 8 и 9.

Теперь обратимся к чертежам, на которых можно видеть, что после того, как скважина W пробурена и обсажена обсадной колонной С, скважину обычно заканчивают путем установки труб, клапанов и других механизмов для содействия протеканию и для регулирования протекания добываемых флюидов из различных зон коллектора в скважину W и для извлечения добываемых флюидов из скважины на поверхность. В примере, показанном на фиг. 1, скважина W представляет собой шельфовую скважину (хотя примеры могут быть равным образом применимы к скважинам на суше), а добываемые флюиды извлекают посредством насосно-компрессорной колонны, такой как эксплуатационная насосно-компрессорная колонна Р, которая соединяет различные зоны Z1, Z2, Z3 с устьем скважины и эксплуатационной платформой на поверхности скважины. Затрубное пространство между эксплуатационной насосно-компрессорной колонной Р и обсадной колонной С уплотнено загораживающими устройствами, такими как пакеры, расположенными внутри обсадной колонны и на наружной стороне эксплуатационной насосно-компрессорной колонны, на границах между различными зонами Z1, Z2, Z3, а каждая соответствующая зона обсадной колонны имеет соответствующий набор перфораций для обеспечения протекания добываемых флюидов из каждой отдельной зоны в соответствующую секцию обсадной колонны.

Обсадная колонна С в каждой зоне имеет отдельный клапан регулирования притока в виде скважинного клапанного узла S1, S2, S3 согласно изобретению. Таким образом, при открывании в большей или меньшей степени одного из клапанов S1, S2, S3 добываемые флюиды можно извлекать из одной зоны, но не из других. Чертежи являются схематичными и выполнены не в масштабе.

Скважинные клапанные узлы S1, S2, S3 согласно этому примеру устанавливают во время заканчивания скважины, вскоре после бурения скважины W, и приводят в действие с помощью сигналов соответствующих линий управления, протянутых с поверхности, которые открывают и закрывают их в течение периода эксплуатации скважины W. В зависимости от сигналов, передаваемых по линиям управления, каждый скважинный клапанный узел S1, S2, S3 может открываться, частично открываться или закрываться для регулирования притока добываемых флюидов из каждой зоны Z1, Z2, Z3.

Теперь обратимся к фиг. 2 и 3, на которых клапан со скользящей гильзой показан в закрытой и открытой конфигурациях, соответственно. В представленном примере, показанном на фиг. 1, клапаны S1, S2, S3 со скользящей гильзой являются по существу идентичными и не будут описываться отдельно, хотя, конечно, клапаны различных конфигураций могут помещаться в процессе заканчивания скважины. Скважинный клапанный узел со скользящей гильзой из фиг. 1 имеет корпус 10, имеющий находящийся выше по стволу и находящийся ниже по стволу концы, снабженные подходящими соединителями, такими как муфтовый и штыревой соединители, известными специалисту в данной области техники, для присоединения узла в одну линию с трубой, такой как эксплуатационная насосно-компрессорная колонна Р. Корпус 10 имеет канал, имеющий ось Х, обеспечивающий протекание флюида между находящимся выше по стволу и находящимся ниже по стволу концами корпуса 10. Кроме того, корпус 10 имеет впускные отверстия для флюида в виде щелей 15, проходящих в радиальном направлении через стенку корпуса 10 вблизи находящегося ниже по стволу конца. В качестве опции образуют несколько щелей 15 и в таких случаях множество щелей 15 необязательно располагают на одном и том же осевом местоположении корпуса 10, а в качестве опции разносят по окружности относительно оси Х. Как можно видеть на фиг. 2, в этом примере образованы четыре щели, скомпонованные в виде диагонально противоположных пар, разнесенных по окружности корпуса 10. Щели 15 обеспечивают приток добываемых флюидов из зоны Z1 в канал обсадной колонны С и поэтому в трубу эксплуатационной насосно-компрессорной колонны Р для извлечения из скважины W. Щели 15 открываются и закрываются скользящей гильзой 20, которая скользит в осевом направлении вдоль оси Х между закрытой конфигурацией, показанной на фиг. 2, и открытой конфигурацией, показанной на фиг. 3. Конечно, возможно перемещение гильзы 20 в промежуточные относительные положения между полностью открытым и полностью закрытым положениями для частичного дросселирования потока. Гильза 20 открывает и закрывает щели 15 при скольжении в осевом направлении, перемещая набор щелей 25 на находящемся ниже по стволу конце гильзы 20, проходящих сквозь стенку гильзы 20, в осевое совмещение и из осевого совмещения с отверстиями 15 на находящемся ниже по стволу конце корпуса 10. Кольцевые уплотнения 11 установлены в выемках во внутренней поверхности корпуса 10, выше и ниже щелей 15, и в радиальном направлении сжаты между внешней поверхностью гильзы 20 и внутренней поверхностью корпуса 10, вследствие чего герметизируется кольцевое пространство между гильзой 20 и корпусом 10. Когда гильза 20 находится в закрытом положении, щели 25 в осевом направлении находятся ниже обоих уплотнений 11 и осевое совмещение с щелями 15 отсутствует; поэтому, хотя добываемые флюиды могут протекать через щели 15, дополнительное поступление их в канал корпуса 10 предотвращается уплотнениями 11 и секцией без щелей гильзы 20, и благодаря этому клапан закрыт.

Когда гильза 20 скользит в осевом направлении вверх к открытой конфигурации, показанной на фиг. 3, щели 25 в гильзе 20 располагаются между уплотнениями 11 в осевом совмещении с щелями 15 сквозь стенку корпуса 10, вследствие чего обеспечивается сообщение по текучей среде между щелями 15 в корпусе 10 и щелями 25 в гильзе 20. Это позволяет флюиду свободно протекать из зоны коллектора с наружной стороны обсадной колонны через перфорации в обсадной колонне и втекать в канал корпуса. Величина возможного потока зависит от площади перекрытия между щелями 25 и щелями 15 и в некоторых конфигурациях щели 25 могут только частично совмещаться с щелями 15, вследствие чего осуществляется дросселирование потока в различной степени, зависящей от управляющих сигналов, подаваемых на исполнительный механизм клапана.

Гильза 20 имеет несколько маркеров вблизи находящегося выше по стволу конца, которые в этом случае являются геометрическими маркерами в виде канавок 21, 22, которые отнесены друг от друга в осевом направлении вдоль гильзы 20 и которые, как можно видеть на фиг. 2 и 3, обе отнесены в осевом направлении от щелей 25 на находящемся ниже по стволу конце гильзы 20. В качестве опции канавки 21, 22 являются кольцевыми, продолжающимися по всей окружности обычно трубчатой гильзы 20, и в этом случае канавки 21, 22 имеют геометрию, согласованную относительно окружности, то есть глубина каждой канавки 21, 22 согласована относительно окружности гильзы. Однако канавка 22 является более мелкой, чем канавка 21. Канавки 21, 22 являются взаимно параллельными и перпендикулярными к оси Х и отнесены в осевом направлении друг от друга.

Когда гильза 20 скользит в осевом направлении в канале корпуса 10, канавки 21, 22 перемещаются в осевом направлении относительно первого и второго основных датчиков 31, 32, расположенных на

внутренней стенке корпуса 10 в диагонально противоположных выемках. В этом случае первый и второй основные датчики 31, 32 являются по существу идентичными и каждый датчик в качестве опции содержит катушку датчика (КД), образующую индуктивный бесконтактный основной датчик. Каждый из первого и второго основных датчиков управляется с блока 35 электроники, содержащего модуль на печатной плате (МПП), имеющий кристалл для измерения индуктивности в качестве опции в виде компонента LDC100 фирмы Texas Instrument, хотя в качестве опции можно использовать другие устройства для измерения индуктивности. В качестве опции блок электроники содержит по меньшей мере один или более возбудителей катушки любого вида для подведения энергии к катушке первого и второго основных датчиков 31, 32, микропроцессорный блок управления (МПБУ), модемное устройство для передачи сигналов с основных датчиков и компонент для обеспечения качества электроэнергии. Электроэнергия подается на блок электроники по линии 38 управления, протянутой от поверхности, в качестве опции вдоль внешней поверхности эксплуатационной насосно-компрессорной колонны, и связанной с модулем на печатной плате в блоке 35 электроники. В качестве опции один и тот же блок 35 электроники снабжает электроэнергией каждый из первого и второго основных датчиков 31, 32 для каждого клапанного узла и управляет ими, но в качестве опции каждый основной датчик 31, 32 может иметь свой собственный отдельный блок 35 электроники. В качестве опции устройства S1, S2, S3 со скользящей гильзой соединены последовательно с помощью линии 38 управления, которая в качестве опции представляет собой бронированный одножильный кабель, по которому передаются электроэнергия и сигналы с надводной платформы.

В этом примере основные датчики 31, 32 расположены в осевом совмещении друг с другом, иначе говоря, они находятся в одном и том же осевом положении вдоль оси X корпуса 10, близком к находящемуся выше по стволу концу корпуса 10. В этом примере основные датчики 31, 32 обращены друг к другу, находясь на диагонально противоположных местоположениях, хотя в других примерах основные датчики могут быть размещены в двух наборах расположенных напротив пар или в наборе из трех или некоторого другого числа основных датчиков, разнесенных по окружности относительно оси X корпуса 10. Хотя в этом примере основные датчики 31, 32 раскрыты как находящиеся в одном и том же осевом положении, в некоторых других примерах они могут быть разнесены в осевом направлении.

Кроме того, корпус 10 имеет пару опорных датчиков 33, 34, расположенных в выемках во внутренней поверхности корпуса. Опорные датчики выполнены и расположены таким же образом, как основные датчики 31, 32, за исключением того, что опорные датчики 33, 34 отнесены в осевом направлении вниз по стволу от основных датчиков 31, 32 (то есть расположены между основными датчиками 31, 32 и находящимся ниже по стволу концом корпуса 10) на расстояние, которое меньше, чем расстояние между канавками 21, 22. В этом примере опорные датчики 33, 34 отнесены вниз по стволу от основных датчиков 31, 32 приблизительно на половину ширины канавки, так что, когда основные датчики 31, 32 установлены в первой канавке 21, опорные датчики 33, 34 располагаются между канавками 21, 22, например, приблизительно посередине между ними.

Когда гильза 20 скользит в осевом направлении вверх к находящемуся выше по стволу концу до конфигурации, показанной на фиг. 2, так что щели 25 в гильзе 20 приближаются к нижнему уплотнению 11b, более глубокая первая канавка 21 в перемещаемой гильзе 20 подходит к осевому положению первого и второго основных датчиков 31, 32 и на местоположении перед щелями 25 доходит до нижнего уплотнения 11b, при этом щели 15 все еще закрыты, канавка 21 выравнивается с основными датчиками 31, 32, создавая конфигурацию, показанную на фиг. 2. В этот момент опорные датчики 33, 34 находятся приблизительно посередине между канавками 21, 22, выровненными с немаркированным участком внешней поверхности гильзы 20 между канавками 21, 22, которые имеют согласованный диаметр.

На фиг. 6 показан график положения гильзы 20 относительно корпуса 10 по оси X и суммарной индуктивности, зарегистрированной первым и вторым основными датчиками 31, 32, по оси Y. Относительные положения основных датчиков 31, 32 и канавок 21, 22 также нанесены на график, и они показывают изменения отсчетов с основных датчиков, когда различные канавки перемещаются в совмещение с основными датчиками и выходят из совмещения. Индуктивность, регистрируемая всеми датчиками 31-34, изменяется непосредственно в зависимости от расстояния между датчиками, расположенными на внутренней поверхности стенки корпуса 10, и гильзой 20. Поскольку основные датчики 31, 32 находятся в разнесенных по окружности местоположениях относительно оси X, отсчет индуктивности с разных основных датчиков 31, 32 отражает расстояние между корпусом 10 и гильзой 20 в разных, разнесенных по окружности местоположениях. Эти два значения, регистрируемые независимо отдельными датчиками 31, 32, объединяются в блоке 35 электроники, например, путем суммирования двух отдельных отсчетов до представления объединенного сигнала в качестве выходного сигнала в линию 38 связи. При объединении двух сигналов с основных датчиков 31, 32 исключаются или по меньшей мере уменьшаются погрешности, возникающие в результате рассогласования корпуса и гильзы, поскольку, если канавка находится очень близко к датчику 31, она, вероятно, в такой же степени отдалена от датчика 32. Поэтому объединение сигналов с первого и второго основных датчиков 31, 32 обеспечивает коррекцию погрешностей и в качестве опции позволяет определять степень, в которой гильза и корпус совмещены.

Сигналы с опорных датчиков 33, 34 обычно повторяют сигналы с основных датчиков 31, 32 за ис-

ключением того, что они отстают от них в зависимости от положения (х) вследствие расстояния вдоль оси между основными датчиками 31, 32 и опорными датчиками 33, 34. Поэтому, когда основные датчики 31, 32 выровнены с первой канавкой 21, опорные датчики 33, 34 выровнены с немаркированным участком внутри канавки, следствием чего является такой же относительно высокий и постоянный базовый сигнал с опорных датчиков 33, 34, как показанный в начальной позиции на фиг. 6.

До прихода гильзы 20 в положение, соответствующее конфигурации, показанной на фиг. 2, в которой основные датчики в осевом направлении совмещены с участком гильзы 20 выше канавки 21, и до перемещения канавки 21 в совмещение с основными датчиками 31, 32 индуктивность, наблюдаемая на катушке каждого из основных датчиков 31, 32, находится на относительно высоком исходном уровне, показанном на фиг. 6 в первой части графика, который остается относительно фиксированным во время осевого перемещения гильзы 20 на этом участке корпуса 10 без канавки. Когда канавка 21 доходит до осевого местоположения на корпусе 10, находящегося в совмещении с первым и вторым основными датчиками 31, 32, как это показано на фиг. 2, индуктивность, регистрируемая каждым основным датчиком 31, 32, одновременно уменьшается и в суммарном сигнале проявляется снижение индуктивности, как это показано на фиг. 6. Снижение индуктивности, регистрируемое каждым из первого и второго датчиков 31, 32, является по существу одинаковым, если гильза и корпус совмещены, поскольку при совмещении основные датчики 31, 32 на диагонально противоположных местоположениях по окружности корпуса 10 находятся на одинаковом расстоянии между корпусом 10 и гильзой 20 в канавке 21. Однако в случае рассогласования суммарный сигнал, показанный на фиг. 6, автоматически корректируется, поскольку, если гильза находится очень близко у одному из датчиков 31, 32, она будет в такой же степени отдалена от другого. При первом уменьшении индуктивности, соответствующей первой канавке 21, оператор может быть уверен, что сигнал, видимый на фиг. 6, скорректирован за влияние погрешностей рассогласования и т.п., а истинное положение гильзы в корпусе правильно представляется. Кроме того, оператор может быть уверен в том, что снижение суммарного сигнала не обусловлено потерей сигнала вследствие выхода основного датчика из области маркера. В блоке 35 электроники выходные сигналы с каждого из основных датчиков 31, 32 анализируются, два сигнала сравниваются и оператору предоставляется информация, относящаяся к совмещению гильзы 20 и корпуса 10. В случае, когда гильза 20 и корпус 10 не согласованы, несоответствия между сигналами двух основных датчиков 31, 32 обрабатываются в блоке электроники для выдачи предупреждения оператору.

Когда основные датчики 31, 32 в осевом направлении совмещены с первой канавкой 21, опорные датчики 33, 34 располагаются приблизительно посередине между канавками 21, 22 и регистрируется расстояние между опорными датчиками 33, 34 и немаркированной внешней поверхностью гильзы 20 между канавками 21, 22. В этом положении с опорных датчиков 33, 34 представляется такая же относительно высокая базовая индуктивность, как показанная на фиг. 6 в начале графика, поскольку расстояние между опорными датчиками 33, 34 и гильзой 20 является относительно небольшим и согласованным. Опорный сигнал обрабатывается в блоке 35 электроники для получения базового отсчета, отражающего отсутствие маркера на поверхности внутри канавки, для сравнения со снижением индуктивности, характеризующей суммарный сигнал с основных датчиков 31, 32, что также снижает пределы погрешности выходного сигнала.

Когда гильза 20 продолжает осевое перемещение вверх в корпусе 10, канавка 21 выходит из совмещения с основными датчиками 31, 32, а участок без канавки между канавками 21, 22 совмещается с основными датчиками 31, 32 прежде чем вторая канавка 22 придет в совмещение с основными датчиками 31, 32, соответствующее открытой конфигурации, показанной на фиг. 3. Как показано на фиг. 6, эта последовательность изменений регистрируется основными датчиками 31, 32. В переходной зоне без канавки между двумя канавками 21, 22 оба основных датчика 31, 32 регистрируют возврат к той же самой высокой базовой индуктивности между двумя спадами, показанными на фиг. 6, и в этом случае скорректированной за влияние погрешностей при совмещении. По мере выравнивания второй более мелкой канавки 22 относительно осевого положения основных датчиков 31, 32 регистрируемая индуктивность снижается, при этом создается второй меньший провал, показанный на фиг. 6, подтверждающий достижение открытой на 100% конфигурации скважинного клапанного узла, показанной на фиг. 3. И в этом случае выходные сигналы основных датчиков 31, 32 объединяются для получения комбинированного отсчета, а согласованный небольшой провал подтверждает наличие полностью открытой конфигурации, показанной на фиг. 3, скорректированной за влияние погрешностей совмещения. Как показано на фиг. 6, сигналы, генерируемые из двух канавок 21, 22, являются различимыми. Хотя в представленном примере показаны два маркера в виде канавок 21, 22, показывающие закрытую на 100% и открытую на 100% конфигурации, в других примерах в качестве опции могут иметься промежуточные канавки или другие маркеры, представляющие промежуточные положения между этими двумя предельными случаями, например конфигурацию, закрытую на 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20% и 10%. Опорные датчики 33, 34 перемещаются на протяжении канавок 21, 22 непосредственно перед основными датчиками 31, 32, поскольку в осевом направлении они ближе к канавкам 21, 22 в результате наличия расстояния вдоль оси между основными и опорными датчиками, вследствие чего, как это было описано выше относительно основных датчиков 31, 32, получают выходные сигналы с опорных датчиков, соответствующие пони-

жениям наблюдаемой индуктивности, когда опорные датчики пересекают канавки 21, 22.

В этом примере осевая ширина канавок 21, 22 является одинаковой, а канавки геометрически различаются только радиальной глубиной, поэтому повышается чувствительность основных датчиков, позволяющая проводить различие между канавками 21, 22 и исходя из этого определять осевое положение и выравнивание гильзы 20 относительно корпуса 10.

На фиг. 7 и 8 показаны компоновки мишеней, идентифицируемых основными датчиками в скважинном клапанном узле согласно альтернативному примеру. В этом примере подробности, описанные выше для первого примера, являются теми же самыми за исключением того, что мишени представляют собой радиальные заплечики вместо канавок, а вместо провалов в индуктивности наблюдаемые вариации индуктивности представляют собой подъемы. Например, показанные на фиг. 8 элементы, аналогичные элементам, описанным выше в первом примере, не будут описываться подробно, а будут приводиться позиции, увеличенные на 100. Читатель отсылается к приведенному выше описанию с рассмотрением общих элементов. Гильза 120 имеет первую и вторую мишени в виде кольцевых заплечиков 121, 122, которые взаимодействуют с первым и вторым основными датчиками 131, 132 таким же образом, как описано для мишеней в виде канавок 21, 22 в первом примере, с некоторыми определенными отличиями. В этом примере заплечики 121, 122 вытянуты по радиусу наружу от внешней поверхности гильзы 120. Они выполнены параллельными и согласованными по осевой ширине с канавками 21, 22, но характеризуются разной радиальной протяженностью от внешней поверхности гильзы 120. Это можно видеть на фиг. 7 и 8, на которых верхний заплечик 121 имеет большую радиальную протяженность, чем нижний заплечик 122. Что касается фиг. 9, то в представленном примере заплечики 121, 122 вызывают различные вариации индуктивности с каждого из основных датчиков 131, 132, которые свидетельствуют о положении и осевом выравнивании гильзы 120 относительно корпуса 110 таким же образом, как описано для первого примера, но вместо снижения измеряемой индуктивности, которое происходит, когда основные датчики 31, 32 выровнены с канавками 21, 22, в представленном примере, когда основные датчики 131, 132 выровнены с заплечиками 121, 122, наблюдаемая индуктивность, регистрируемая каждым из основных датчиков 131, 132, повышается, а не снижается. Аналогично первому примеру во втором примере могут быть предусмотрены промежуточные маркеры, показывающие промежуточные положения между открытой на 100% и закрытой на 100% конфигурациями, и они могут свидетельствовать о положении и выравнивании гильзы 120 относительно корпуса 110 таким же образом, как описано ранее для первого примера.

Согласно некоторым примерам узел способен осуществлять обнаружение дискретных положений и/или выполнять непрерывное измерение, например, осуществлять слежение за поверхностью, например, гильзы, которая может в качестве опции изменяться, по интенсивности отраженного сигнала, поэтапно или непрерывно.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Скважинный клапанный узел, имеющий корпус с осью и гильзу, концентрическую с корпусом и перемещаемую скользящим образом в осевом направлении вдоль оси между закрытой конфигурацией и открытой конфигурацией, причем клапанный узел включает в себя узел датчиков, обеспечивающий выходной сигнал, показывающий положение гильзы относительно корпуса, при этом узел датчиков содержит первый и второй основные датчики, расположенные на одном из корпуса и гильзы, выполненные с возможностью обнаружения маркеров на другом из корпуса и гильзы, причем первый и второй основные датчики расположены в различных местоположениях по окружности относительно оси и являются управляемыми из блока электроники, причем блок электроники выполнен с возможностью генерирования выходного сигнала посредством обработки составляющих сигнала каждого из первого и второго основных датчиков для коррекции рассогласования положения гильзы относительно оси корпуса.

2. Скважинный клапанный узел по п.1, в котором составляющие сигнала каждого из первого и второго основных датчиков обрабатываются путем одного или более из объединения, интегрирования, суммирования и вычитания составляющих выходного сигнала для генерирования выходного сигнала.

3. Скважинный клапанный узел по п.1 или 2, в котором первый и второй основные датчики представляют собой индуктивные бесконтактные датчики.

4. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-3, в котором первый и второй основные датчики обнаруживают расстояние между корпусом и гильзой.

5. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-4, в котором расстояние между корпусом и гильзой изменяется на маркерах.

6. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-5, в котором первый и второй основные датчики выровнены в одном и том же положении относительно оси.

7. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-6, в котором первый и второй основные датчики равномерно разнесены относительно оси на одинаковое расстояние по окружности между первым и вторым основными датчиками.

8. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-7, в котором первый и второй основные

датчики расположены на диагонально противоположных местоположениях относительно оси.

9. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-8, в котором маркеры представляют собой геометрические маркеры.

10. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-9, в котором каждый маркер имеет одну и ту же геометрию для каждого из первого и второго основных датчиков, когда одинаково удален от первого и второго основных датчиков.

11. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-10, в котором каждый маркер является симметричным относительно оси.

12. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-11, в котором первый основной датчик содержит множество основных датчиков, скомпонованных в матрицу первых основных датчиков, и в котором второй основной датчик содержит множество основных датчиков, скомпонованных в матрицу вторых основных датчиков.

13. Скважинный клапанный узел по п.12, в котором каждая матрица первых и вторых основных датчиков продолжается параллельно оси.

14. Скважинный клапанный узел по п.12 или 13, в котором каждая матрица первых и вторых основных датчиков продолжается, по меньшей мере, частично по окружности корпуса или гильзы.

15. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-14, включающий в себя блок электроники, содержащий по меньшей мере один возбудитель катушки, устройство измерения индуктивности, усилительную схему, микропроцессорный блок управления, модемное устройство, выполненное с возможностью передачи выходного сигнала к контроллеру, и блок обеспечения качества электроэнергии.

16. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-15, включающий несколько маркеров, различных первым и вторым основными датчиками и разнесенных вдоль оси на известное расстояние.

17. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-16, содержащий по меньшей мере один опорный датчик.

18. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.1-17, содержащий первый и второй опорные датчики, разнесенные по окружности относительно оси.

19. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.17-18, в котором опорный датчик (датчики) обеспечивает сигнал, показывающий расстояние между гильзой и корпусом на немаркированном участке узла, когда основные датчики обнаруживают маркер.

20. Скважинный клапанный узел по любому одному из пп.17-19, в котором сигнал (сигналы) с опорного датчика (датчиков) обрабатывается наряду с сигналами с основных датчиков для получения опорного сигнала, отражающего базовый сигнал в отсутствие маркера.

21. Способ определения состояния скважинного клапанного узла по п.1, содержащего корпус с осью и гильзу, концентрическую с корпусом, причем гильза является перемещаемой скользящим образом в осевом направлении вдоль оси между закрытой конфигурацией и открытой конфигурацией, и узел основных датчиков, содержащий первый и второй основные датчики, расположенные на одном из корпуса и гильзы, выполненные с возможностью обнаружения маркеров на другом из корпуса и гильзы, причем первый и второй основные датчики расположены в различных местоположениях по окружности относительно оси и являются управляемыми из блока электроники, при этом способ включает в себя этапы, на которых обнаруживают маркер каждым из первого и второго основных датчиков и генерируют блоком электроники выходной сигнал посредством обработки составляющих сигнала каждого из первого и второго основных датчиков для коррекции рассогласования положения гильзы относительно оси корпуса.

22. Способ по п.21, включающий в себя обработку составляющих выходного сигнала с каждого из первого и второго основных датчиков путем одного или более из объединения, интегрирования, суммирования и вычитания составляющих выходного сигнала.

23. Способ по любому одному из пп.21-22, включающий в себя обработку выходного сигнала с по меньшей мере одного опорного датчика.

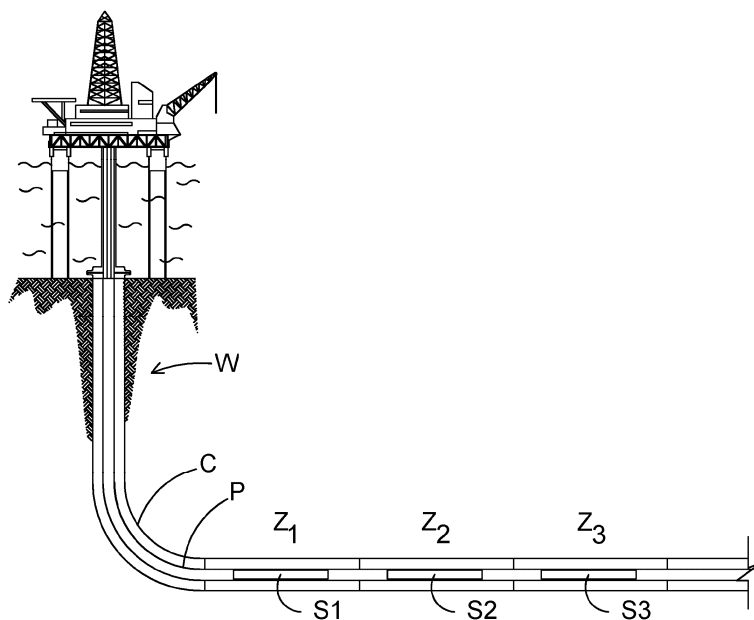
24. Способ по любому одному из пп.21-23, включающий в себя обработку выходного сигнала с первого и второго опорных датчиков, при этом первый и второй опорные датчики разнесены по окружности относительно оси.

25. Способ по любому одному из пп.23-24, в котором опорный датчик (датчики) обеспечивает сигнал, показывающий расстояние между гильзой и корпусом на немаркированном участке узла, когда основные датчики обнаруживают маркер.

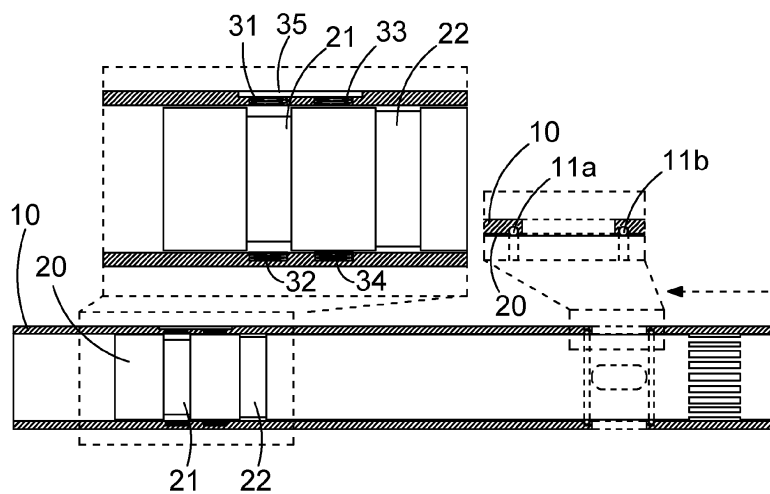
26. Способ по любому одному из пп.23-25, включающий в себя обработку сигнала (сигналов) с опорного датчика (датчиков) наряду с сигналами с основных датчиков для генерирования опорного сигнала, отражающего базовый сигнал в отсутствие маркера.

27. Скважинный клапанный узел, содержащий корпус с осью и гильзу, концентрическую с корпусом и перемещаемую скользящим образом в осевом направлении вдоль оси между закрытой конфигурацией и открытой конфигурацией, причем клапанный узел включает в себя узел датчиков, обеспечивающий выходной сигнал, показывающий положение гильзы относительно корпуса, при этом узел датчиков содержит первый и второй основные датчики, расположенные на одном из корпуса и гильзы, выполнен-

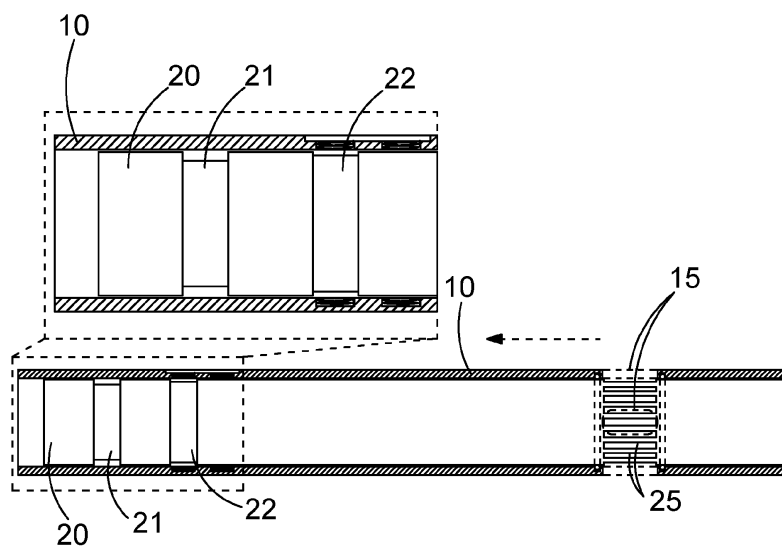
ные с возможностью обнаружения маркеров на другом из корпуса и гильзы, причем первый и второй основные датчики расположены на диагонально противоположных местоположениях по окружности относительно оси и являются управляемыми из блока электроники, причем блок электроники выполнен с возможностью генерирования выходного сигнала посредством обработки составляющих сигнала каждого из первого и второго основных датчиков для коррекции рассогласования положения гильзы относительно оси корпуса, и при этом первый и второй основные датчики представляют собой индуктивные бесконтактные датчики.



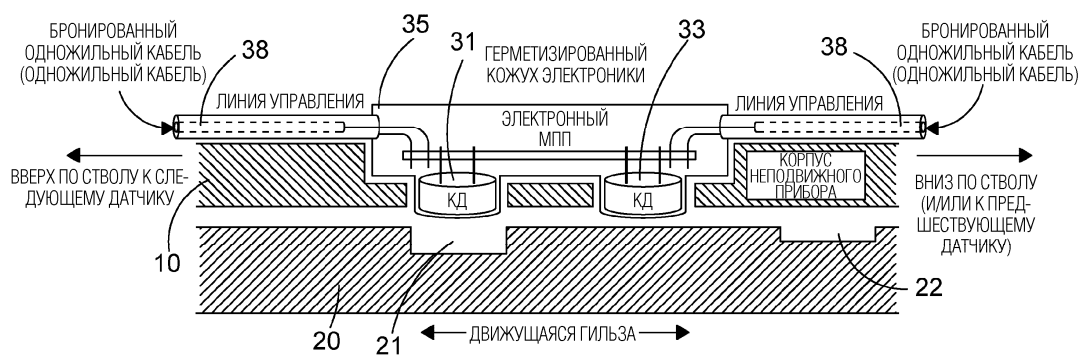
Фиг. 1



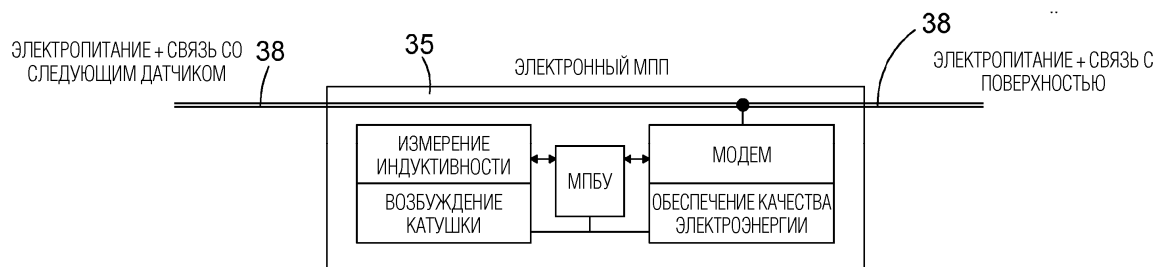
Фиг. 2



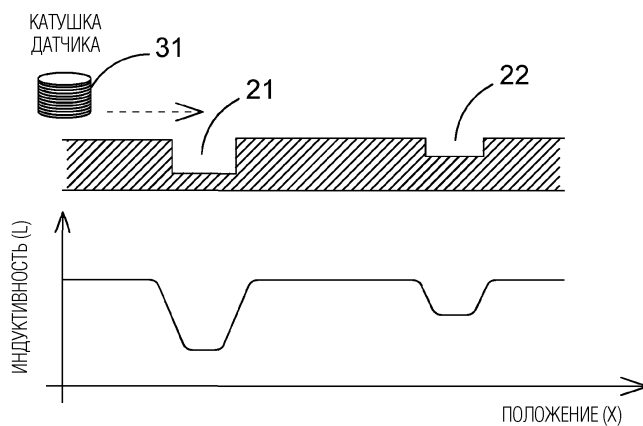
Фиг. 3



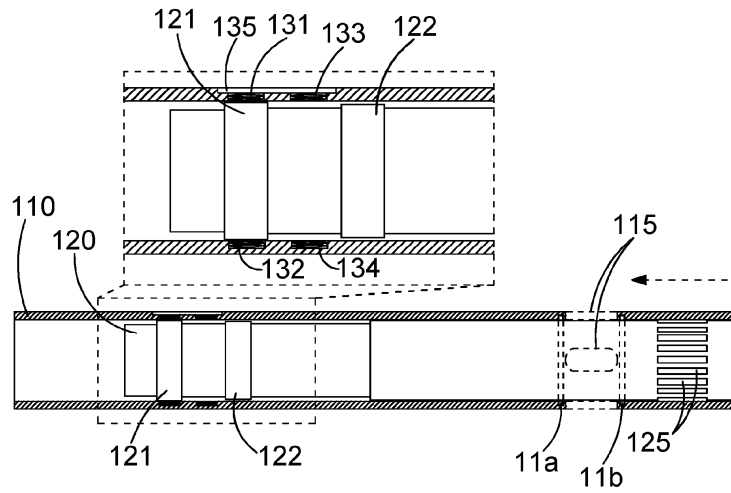
Фиг. 4



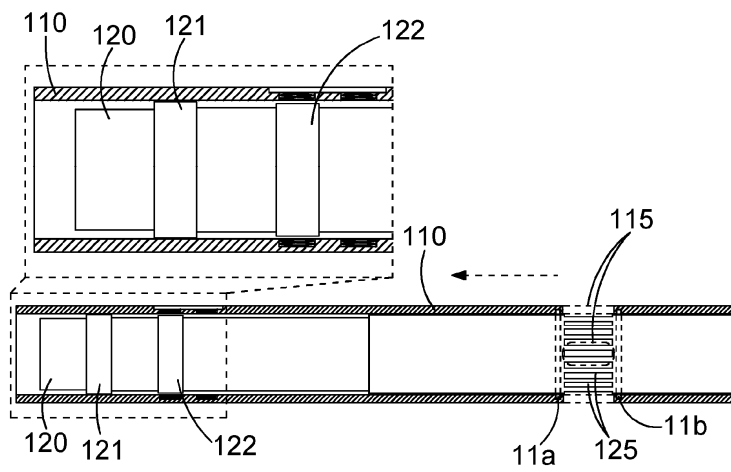
Фиг. 5



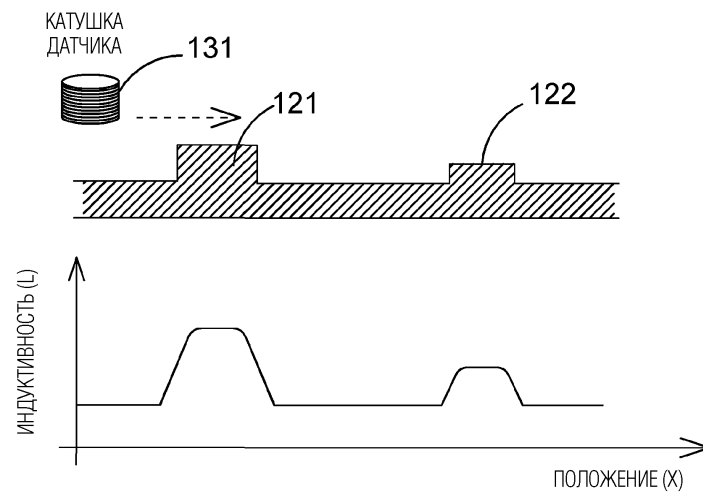
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

