

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202191154** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2021.07.15

(51) Int. Cl. *E21B 17/02* (2006.01)  
*E21B 17/00* (2006.01)  
*E21B 36/00* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2019.10.25

**(54) СТАЦИОНАРНЫЙ СКВАЖИННЫЙ КОННЕКТОР, СТЫКУЕМЫЙ В СУХИХ УСЛОВИЯХ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СПЛАВА С ЭФФЕКТОМ ЗАПОМИНАНИЯ ФОРМЫ**

(31) 62/751,265

(72) Изобретатель:

(32) 2018.10.26

Гарсия Жан-Люк, Дюфур Янн,  
Ваттель Стив (FR)

(33) US

(86) PCT/US2019/058142

(74) Представитель:

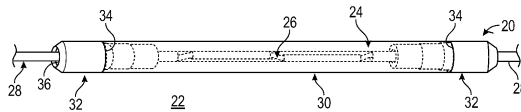
(87) WO 2020/087001 2020.04.30

Медведев В.Н. (RU)

(71) Заявитель:

**ШЛЮМБЕРГЕР ТЕКНОЛОДЖИ Б.В.  
(NL)**

(57) Способ облегчает создание безопасных соединений для применения во внутрискважинных средах. Согласно одному варианту осуществления коннектор может быть выполнен как коннектор, стыкуемый в сухих условиях, который обеспечивает одновременно и герметичность соединения, и его способность выдерживать заданную растягивающую нагрузку. Коннектор содержит концы коннектора, соединенные с наружным корпусом коннектора. Кроме того, коннектор содержит систему герметизации сплавом с эффектом запоминания формы, которая может быть активирована для создания надежной герметизации с соответствующим кабелем или другой деталью элемента. Коннектор также содержит систему фиксации сплавом с эффектом запоминания формы, которая может быть активирована для надежного захвата соответствующего кабеля или другой детали элемента, чтобы обеспечить возможность соединению выдерживать значительную растягивающую нагрузку, приложенную к соответствующему кабелю или другой детали элемента.



**A1**

**202191154**

**202191154**

**A1**

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-568520ЕА/072

### СТАЦИОНАРНЫЙ СКВАЖИННЫЙ КОННЕКТОР, СТЫКУЕМЫЙ В СУХИХ УСЛОВИЯХ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СПЛАВА С ЭФФЕКТОМ ЗАПОМИНАНИЯ ФОРМЫ

#### Область и уровень техники

Во многих скважинных применениях, электрические коннекторы применяются для соединения различных элементов, которые применяются во внутрискважинной среде. Например, коннекторы могут быть установлены между секциями электрического кабеля, между электрическим кабелем и внутрискважинным элементом, например, датчиком, или между другими внутрискважинными элементами. В некоторых внутрискважинных применениях коннекторы, стыкуемые в сухих условиях, могут быть стационарными, установленными для формирования, например, кабельных сростков между секциями кабеля или между устройством и соответствующим кабелем. Тем не менее, могут возникать трудности при формировании соединения/сростка, способного сохранять герметичность относительно окружающей среды, в то же время выдерживая растягивающую нагрузку, например, растягивающую нагрузку, возникающую при испытании на растяжение.

#### Сущность изобретения

В целом, предложены система и методология для создания безопасных соединений для применения во внутрискважинных средах. В соответствии с одним из вариантов осуществления, коннектор может быть выполнен как коннектор, стыкуемый в сухих условиях, который обеспечивает одновременно и герметичность соединения, и его способность выдерживать заданную растягивающую нагрузку. Коннектор содержит концы коннектора, соединенные с наружным корпусом коннектора. Кроме того, коннектор может содержать систему герметизации сплавом с эффектом запоминания формы, которую можно активировать для создания надежной герметизации соединения с соответствующим кабелем или другой деталью элемента. Коннектор может также содержать систему фиксации сплавом с эффектом запоминания формы, которую можно активировать для надежного захвата соответствующего кабеля или другой детали элемента, чтобы обеспечить возможность соединению выдерживать значительную растягивающую нагрузку, приложенную к соответствующему кабелю или другой детали элемента.

Тем не менее, возможны многие модификации без существенного отступления от идей настоящего изобретения. Соответственно, такие модификации входят в объем настоящего изобретения, определенный в формуле изобретения.

#### Краткое описание чертежей

Некоторые варианты осуществления настоящего изобретения далее в настоящем документе будут описаны со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых одинаковые номера позиций обозначают одинаковые элементы. Однако следует понимать, что

сопровождающие чертежи иллюстрируют различные варианты осуществления, описанные в настоящем документе, и не предназначены для ограничения объема различных технологий, описанных в настоящем документе. На чертежах:

фиг. 1 – пример коннектора, соединяющего два элемента, например, две секции стационарного внутрискважинного кабеля, с помощью системы герметизации сплавом с эффектом запоминания формы и системы фиксации сплавом с эффектом запоминания формы, в соответствии с вариантом осуществления изобретения;

фиг. 2 – поперечное сечение части коннектора, изображенного на фиг. 1, в соответствии с вариантом осуществления изобретения;

фиг. 3 – поперечное сечение коннектора по другому варианту осуществления, предназначенного для соединения элементов, применяемых во внутрискважинной среде, в соответствии с вариантом осуществления изобретения; и

фиг. 4 – пример процедуры монтажа коннектора, которая может применяться на месте проведения работ или на другой подходящей площадке, в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

#### Подробное описание изобретения

В последующем описании изложены многочисленные подробности, чтобы обеспечить понимание некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения. Тем не менее, специалистам в данной области техники должно быть понятно, что указанная система и/или методология могут быть реализованы на практике без этих подробностей и что возможны многочисленные вариации или модификации описанных вариантов осуществления.

Изобретение, описанное в настоящем документе, в целом включает систему и методологию создания безопасных соединений для применения во внутрискважинных средах. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления коннектор может быть выполнен как коннектор, стыкуемый в сухих условиях, который обеспечивает одновременно и герметичность соединения и его способность выдерживать заданную растягивающую нагрузку. Коннектор, стыкуемый в сухих условиях, может быть в виде электрического коннектора, стыкуемого в сухих условиях, который образует герметизированное электрическое соединение по линии стационарного внутрискважинного кабеля. Стационарный внутрискважинный кабель может применяться совместно, например, с системой заканчивания скважин.

Согласно одному варианту осуществления коннектор содержит концы коннектора, соединенные с наружным корпусом коннектора. Кроме того, коннектор содержит систему герметизации сплавом с эффектом запоминания формы, которая может быть расположена внутри наружного корпуса. Систему герметизации сплавом с эффектом запоминания формы активируют для создания надежной герметизации с соответствующим кабелем или другой деталью элемента. Кроме того, коннектор содержит отдельную систему фиксации сплавом с эффектом запоминания формы, которая может быть активирована для надежного захвата соответствующего кабеля или другой детали элемента. Надежный

захват обеспечивает возможность коннектору выдерживать значительную растягивающую нагрузку, приложенную к соответствующему кабелю или другой детали элемента.

Активация материалов с эффектом запоминания формы, образующих систему герметизации и систему фиксации, может достигаться с помощью подходящего изменения температуры, например, достаточного нагрева или с помощью других подходящих способов активации. Выбор конкретного способа активации зависит от типа применяемого материала с эффектом запоминания формы. Во множестве применений материал с эффектом запоминания формы может быть в виде сплава с эффектом запоминания формы, например, никель-титанового сплава, который активируется теплом.

Согласно одному варианту осуществления, система герметизации сплавом с эффектом запоминания формы может содержать герметизирующие выступы, сформированные из сплава с эффектом запоминания формы. После активации сплава с эффектом запоминания формы герметизирующие выступы захватывают кабель и изолируют его от среды, находящейся снаружи соответствующего кабеля (или другой детали элемента), с тем, чтобы образовать уплотнение, которое препятствует текучей среде протекать вдоль наружной стороны кабеля. В некоторых применениях кабель может быть соединен посредством коннектора с системой датчиков, например, с измерительным прибором. Активация системы герметизации сплавом с эффектом запоминания формы предотвращает протекание текучей среды по наружной стороне кабеля и его попадание внутрь измерительного прибора.

Кроме того, система фиксации сплавом с эффектом запоминания формы может быть сформирована в виде кольца или множества колец, которые сжимаются на соответствующем кабеле (или другой детали элемента) после активации сплава с эффектом запоминания формы. Конструкция коннектора и применение материала с эффектом запоминания формы и для герметизации, и для фиксации, дает возможность получить сравнительно недорогой коннектор, который может быть установлен за более короткое время.

В некоторых вариантах осуществления, по меньшей мере части коннектора могут быть собраны, чтобы способствовать облегчению монтажа на месте работ и снижению вероятности ошибок в процессе монтажа. Следовательно, данный коннектор может обеспечить преимущество в надежности по сравнению с обычными коннекторами, которые применяются во внутрискважинных средах и применениях.

На фиг. 1 в целом проиллюстрирован пример коннектора 20, который находится во внутрискважинной среде 22, например, в среде ствола скважины. В этом примере коннектор 20 представляет собой тип коннектора, стыкуемого в сухих условиях, имеющего сухое, например, заполненное воздухом внутреннее пространство 24 для содержания соединения 26, например, кабельного сrostка двух секций кабеля 28. В соответствии с проиллюстрированным вариантом осуществления коннектор 20 имеет наружный корпус 30, соединенный с двумя концами 32 соединителя, закрывающий внутреннее пространство 24 и соединение 26. Концы 32 соединителя могут быть

прикреплены к наружному корпусу 30 сварными швами 34 или с помощью других подходящих способов соединения, например, резьбовым соединением в комбинации с уплотнителями.

После того как коннектор 20 надлежащим образом размещен вокруг соединения 26, секции кабеля 28 проходят через концы 32 соединителя и во внутреннее пространство 24. В конкретном проиллюстрированном примере коннектор 20 применяется для создания герметизированного соединения двух стационарных секций электрического кабеля 28. Кабель 28 может представлять собой стационарный внутрискважинный кабель, предназначенный для применения во внутрискважинных применениях, например, внутри ствола скважины. В таких применениях коннектор 20 может служить стационарным скважинным коннектором, стыкуемым в сухих условиях. Следует отметить, что секции кабеля 28 могут содержать множество кабелей, имеющих различные типы и количества находящихся в них проводников. Например, секции кабеля 28 могут содержать одножильные кабели, скрученные двухжильные кабели или кабели, имеющие дополнительные проводники, например, 4-жильные кабели, соединенные вместе на соединении 26.

Для некоторых применений определение соответствия установленным требованиям коннектора 20 и соответствующих соединенных секций кабеля 28 включает испытание на растяжение. Тем не менее, как подробно описано ниже, система фиксации сплавом с эффектом запоминания формы может легко выдерживать растягивающую нагрузку, связанную с испытанием Система фиксации может быть выполнена с возможностью защиты от проскальзывания секций кабеля 28 относительно коннектора 20 в условиях, когда кабель 28 и коннектор 20 подвергаются воздействию множества сравнительно больших растягивающих сил.

Для упрощения объяснения применения сплавов с эффектом запоминания формы, обратимся к фиг. 2 в целом, на которой проиллюстрирована левая сторона коннектора 20 в поперечном сечении. На этом примере проиллюстрирован левый конец 32 соединителя, имеющий проходящий через него канал 36 с размером, подходящим для приема соответствующей секции электрического кабеля 28. Соответствующая секция электрического кабеля 28 проходит через канал 36 и во внутреннее пространство 24 для соединения с примыкающей секцией электрического кабеля 28 с помощью соединения 26.

В этом примере наружный корпус 30 содержит секцию 38 наружного корпуса, соединенную с внутренним корпусом или подсекцией 40, расположенной вдоль внутреннего пространства секции 38 наружного корпуса. Коннектор 20 содержит также систему 42 герметизации, выполненную из материала с эффектом запоминания формы, например, из сплава с эффектом запоминания формы, расположенную между соответствующей секцией электрического кабеля 28 и наружным корпусом 30. Дополнительно коннектор 20 содержит систему 44 герметизации, выполненную из материала с эффектом запоминания формы, например, из сплава с эффектом запоминания формы, расположенную между соответствующей секцией электрического кабеля 28 и

наружным корпусом 30. Сплав с эффектом запоминания формы может представлять собой металлический сплав, такой как имеющиеся в продаже сплавы с эффектом запоминания формы, образованные из никеля и титана.

Например, система 42 герметизации может быть выполнена в виде кольцевого зажима 46, имеющего внутренние герметизирующие выступы 48. Кольцевой зажим 46 и внутренние герметизирующие выступы 48 могут быть изготовлены из сплава с эффектом запоминания формы. Тем не менее, в некоторых вариантах осуществления кольцевой зажим 46 может быть выполнен из сплава с эффектом запоминания формы, а герметизирующие выступы 48 могут быть выполнены из материала другого типа.

Кольцевой зажим 46 расположен вокруг соответствующей секции электрического кабеля 28, так что герметизирующие выступы 48 ориентированы в направлении электрического кабеля 28. Как проиллюстрировано, в этом варианте осуществления, кольцевой зажим 46 зафиксирован между электрическим кабелем 28 и секцией 38 наружного корпуса, и зафиксирован в осевом направлении соответствующим торцевым соединительным устройством 32 и внутренним корпусом 40. В некоторых вариантах осуществления может применяться множество кольцевых зажимов 46. Кольцевой зажим(-ы) 46 обычно расположен вблизи каждого конца 32 соединителя для создания уплотнения с каждой стороны соединения 26.

Независимо от количества кольцевых зажимов 46, активация системы герметизации сплавом с эффектом запоминания формы, например, достаточный нагрев сплава с эффектом запоминания формы, обуславливает переход кольцевого зажима(-ов) 46 к исходной конфигурации. Например, кольцевой зажим(-ы) 46 может расширяться, нажимая на герметизирующие выступы 48 в радиальном направлении внутрь. Этот переход обуславливает движение герметизирующих выступов 48 в радиальном направлении внутрь до тех пор, пока они не войдут в герметизирующее зацепление с наружной частью электрического кабеля 28.

В проиллюстрированном варианте осуществления система 44 фиксации может быть образована из стопорного кольца или множества стопорных колец 50, которые расположены между корпусом 30 и электрическим кабелем 28. Например, стопорное кольцо(-а) 50 может быть расположено между стенкой внутреннего корпуса 40 и электрическим кабелем 28. Аналогично, стопорное кольцо(-а) 50 может быть выполнено из подходящего материала с эффектом запоминания формы, например, сплава с эффектом запоминания формы, который может быть активирован с помощью достаточного нагрева или другим подходящим способом активации. Стопорные кольца 50 обычно расположены вблизи каждого конца 32 соединителя для формирования захватывающего зацепления соответствующей секции электрического кабеля 28 с каждой стороны соединения 26.

Каждое стопорное кольцо 50 может также содержать внутреннюю и наружную поверхности 52 захвата, например, поверхности с выступами, насечкой или другими элементами, предназначенными для облегчения захвата как корпуса 30, так и соответствующей секции электрического кабеля 28 после активации сплава с эффектом

запоминания формы. В некоторых вариантах осуществления, наружные поверхности захвата 52 могут быть образованы с помощью промежуточных механических колец или устройств, расположенных между кольцами 50 из сплава с эффектом запоминания формы и электрическим кабелем 28. Поверхности 52 захвата помогают увеличить растягивающую нагрузку, которая может быть приложена к соединенному электрическому кабелю 28 до возникновения проскальзывания. Следует отметить, что кольцо или кольца 50 также могут быть расположены в других подходящих местах, чтобы уменьшить вероятность проскальзывания.

В отношении колец 50, активация их материала с эффектом запоминания формы, например, применение достаточного нагрева сплава с эффектом запоминания формы, обуславливает переход стопорных колец 50 к исходной конфигурации. Например, стопорные кольца 50 могут расширяться, оказывая нажим на поверхности 52 захвата в радиальных направлениях в сторону внутренней поверхности внутреннего корпуса 40 и в сторону наружной поверхности электрического кабеля 28. Этот переход обеспечивает надежный захват электрического кабеля 28 по отношению к корпусу 30 соединителя, что предотвращает нежелательное проскальзывание, когда коннектор 20/кабель 28 подвергается растягивающей нагрузке.

На фиг. 3 в целом проиллюстрирован другой вариант осуществления коннектора 20. В этом варианте осуществления многие элементы являются такими же или аналогичными, и они обозначены одинаковыми ссылочными позициями. Тем не менее, в этом конкретном применении секция электрического кабеля 28 соединена с помощью коннектора 20 с другим типом устройства 54.

В соответствии с проиллюстрированным вариантом осуществления устройство 54 представляет собой измерительный прибор 56, который электрически соединен с электрическим кабелем 28 на соединении 26 с помощью электрического разъема 58 прибора. Тем не менее, устройство 54 может содержать другие типы устройств, которые могут быть соединены с электрическим кабелем 28 с помощью коннектора 20. Во многих из этих применений коннектор 20 может применяться для создания стационарного герметизированного соединения, имеющего значительное сопротивление растягивающей нагрузке.

На фиг. 4 в целом представлен способ монтажа на месте проведения работ для применения коннектора 20 для соединения секций электрического кабеля 28. В этом примере электрический кабель 28 может представлять собой стационарный внутрискважинный кабель (PDC/permanent downhole cable). Как проиллюстрировано, коннектор 20 может быть соединен с линией 60 испытания на герметичность, связанной с коннектором 20 с помощью зажимных хомутов 62. Кроме того, вокруг наружного корпуса 30 коннектора 20 вблизи концов 32 соединителя могут находиться нагревательные хомуты 64, предназначенные для облегчения подвода тепла способом, активирующим сплав с эффектом запоминания формы системы 42 герметизации и системы 44 фиксации.

Исходно секции электрического кабеля 28 монтируют в монтажном

приспособлении 66. Затем коннектор 20 надвигают на одну секцию электрического кабеля 28 и проводники, например, провода 25 двух секций электрического кабеля 28 помещают рядом друг с другом (см. конфигурацию 1). Затем провода/проводники соединяют для образования соединения 26 с помощью, например, обжатия и установки защитного колпачка или сrostка (см. конфигурацию 2).

На этом этапе коннектор 20 можно надвинуть на соединение 26 и подвести к коннектору 20 тепло с помощью нагревательного элемента или нагревания окружающей среды (см. конфигурацию 3). Нагрев активирует систему 42 герметизации и систему 44 фиксации, как для герметизации коннектора 20, так и для удерживания секций электрического кабеля 28 в совместной конфигурации путем создания сопротивления растягивающей нагрузке. Например, подвод тепла может применяться, чтобы обусловить переход кольцевых зажимов 46 и стопорных колец 50 в исходные радиально расширенные конфигурации, которые надежно герметизируют и захватывают секции электрического кабеля 28. На этом этапе коннектор 20 можно охладить с помощью сжатого воздуха или другого подходящего способа охлаждения и провести испытание на герметичность с помощью линии 60 испытания на герметичность, чтобы убедиться, что сrostок завершен и готов к применению во внутрискважинной среде (см. конфигурацию 4).

В зависимости от среды и параметров данной операции коннектор 20 может быть выполнен с различными конфигурациями и размерами. Герметизирующая система и система фиксации могут быть выполнены из отдельных колец, из множества колец или из других подходящих конструкций, способных достигать желаемых показателей герметичности и захвата с обеих сторон соединения 26. Материал с эффектом запоминания формы может быть создан из различных металлических сплавов, которые способны переходить в другую желаемую форму после активации. В зависимости от типа материала с эффектом запоминания формы способы активации могут включать подвод различных уровней тепла в течение подходящих периодов времени. Другие типы материалов могут быть активированы с помощью других подходящих способов.

Хотя выше было подробно описано небольшое количество вариантов осуществления, специалистам в данной области техники будет легко понять, что возможны многие модификации без существенного отступления от идей настоящего изобретения. Соответственно, такие модификации входят в объем настоящего изобретения, определенный в формуле изобретения.



## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для применения в скважине, содержащая:  
две секции электрического кабеля, соединенные с помощью соединения для образования электрического кабеля; и  
коннектор, надвинутый на соединение для обеспечения надежного герметизированного соединения двух секций электрического кабеля и содержащий: наружный корпус, соединенный с двумя концами соединителя, при этом каждый конец соединителя соединен с системой герметизации и отдельной системой фиксации, причем каждая из системы герметизации и отдельной системы фиксации выполнена по меньшей мере частично из сплава с эффектом запоминания формы, избирательно активируемого для герметизации от окружающей среды и захвата двух секций электрического кабеля.
2. Система по п. 1, в которой сплав с эффектом запоминания формы представляет собой металлический сплав, активируемый с помощью подвода тепла.
3. Система по п. 1, в которой система герметизации содержит кольцевой зажим, включающий в себя внутренние герметизирующие выступы.
4. Система по п. 1, в которой система фиксации содержит множество стопорных колец.
5. Система по п. 3, в которой система фиксации содержит множество стопорных колец.
6. Система по п. 5, в которой каждое стопорное кольцо имеет внутреннюю и наружную поверхности захвата.
7. Система по п. 1, в которой коннектор представляет собой тип коннектора, стыкуемого в сухих условиях.
8. Система по п. 1, в которой концы соединителя прикреплены к наружному корпусу сварными швами.
9. Система по п. 1, в которой наружный корпус содержит секцию наружного корпуса, соединенную с внутренним корпусом.
10. Способ соединения элементов, применяемый во внутрискважинной среде, включающий:  
предоставление коннектора с системой герметизации и системой фиксации, каждая из которых выполнена из сплава с эффектом запоминания формы;  
монтаж секций электрического кабеля в монтажном приспособлении;  
установку коннектора на одну секцию электрического кабеля и соединение проводящих жил секций электрического кабеля для образования соединения;  
надвигание коннектора на соединение; и  
подвод тепла к коннектору для активации сплава с эффектом запоминания формы системы герметизации и системы фиксации для формирования герметизированного соединения, в котором каждая секция электрического кабеля способна выдерживать заданную растягивающую нагрузку.
11. Способ по п. 10, дополнительно включающий формирование системы

герметизации в виде кольцевого зажима.

12. Способ по п. 11, в котором формирование системы герметизации включает размещение герметизирующих выступов вдоль внутренней части кольцевого зажима.

13. Способ по п. 11, дополнительно включающий формирование системы фиксации со стопорным кольцом, имеющим внутреннюю и наружную поверхности захвата.

14. Способ по п. 11, дополнительно включающий формирование системы фиксации с множеством стопорных колец, каждое из которых имеет внутреннюю и наружную поверхности захвата.

15. Способ по п. 14, дополнительно включающий помещение электрического кабеля и коннектора в глубь скважины внутри ствола скважины.

16. Способ по п. 14, в котором подвод тепла включает подвод тепла к нагревательным хомутам, примыкающим к сплаву с эффектом запоминания формы.

17. Способ по п. 14, дополнительно включающий проведение испытания коннектора на герметичность с помощью линии испытания на герметичность.

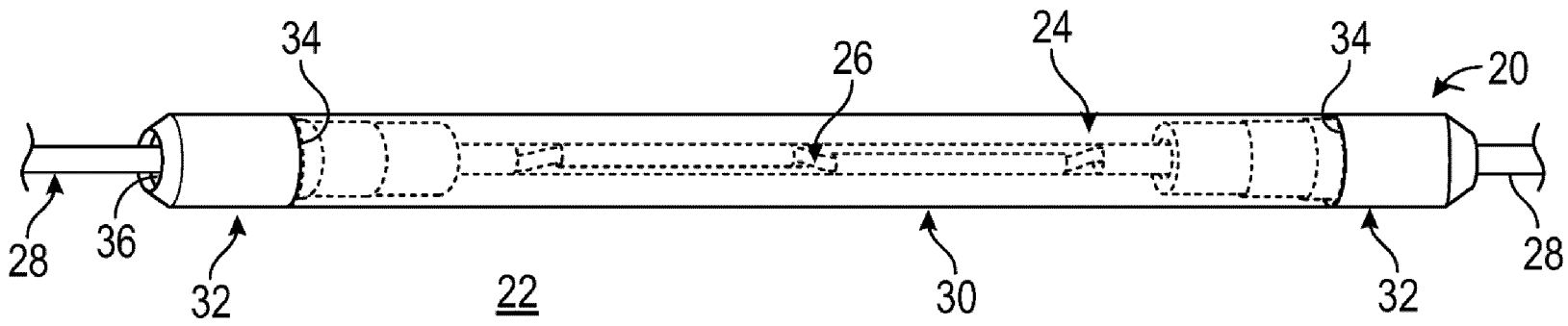
18. Система для применения в скважине, содержащая:

коннектор для соединения секции электрического кабеля с электрическим элементом, причем коннектор содержит: наружный корпус, соединенный с двумя концами соединителя, при этом каждый конец соединителя действует совместно с: системой герметизации, имеющей кольцевой зажим, изготовленный из сплава с эффектом запоминания формы; и отдельной системой фиксации, имеющей стопорное кольцо, выполненное из сплава с эффектом запоминания формы, причем сплав с эффектом запоминания формы может быть избирательно активирован для создания герметизированного соединения между электрическим кабелем и электрическим элементом, тогда как отдельная система фиксации защищает герметизированное соединение от отрицательных воздействий осевой нагрузки.

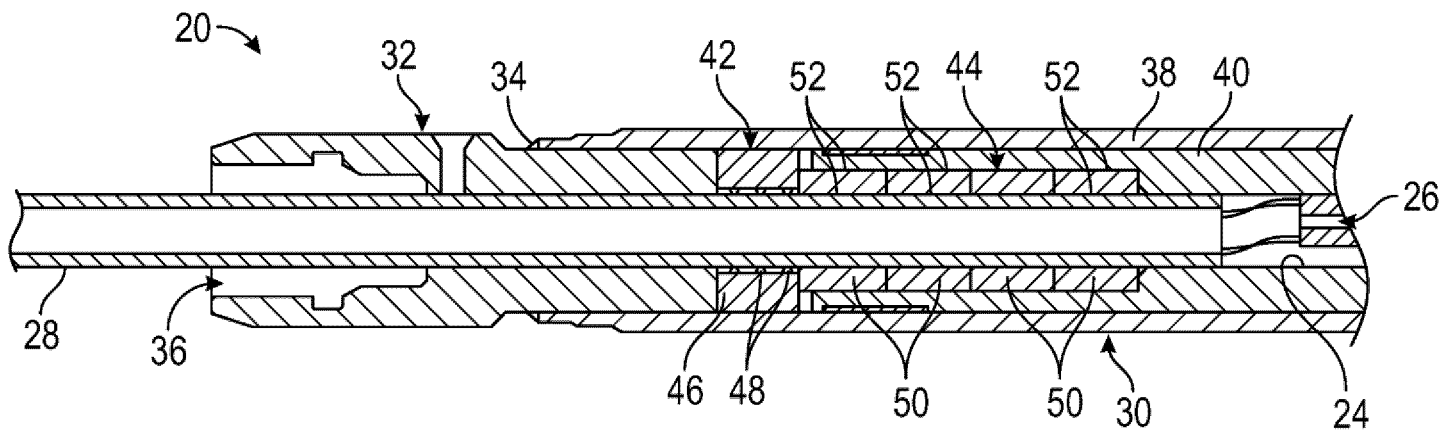
19. Система по п. 18, в которой электрический элемент содержит другую секцию электрического кабеля.

20. Система по п. 18, в которой электрический элемент содержит внутрискважинный измерительный прибор.

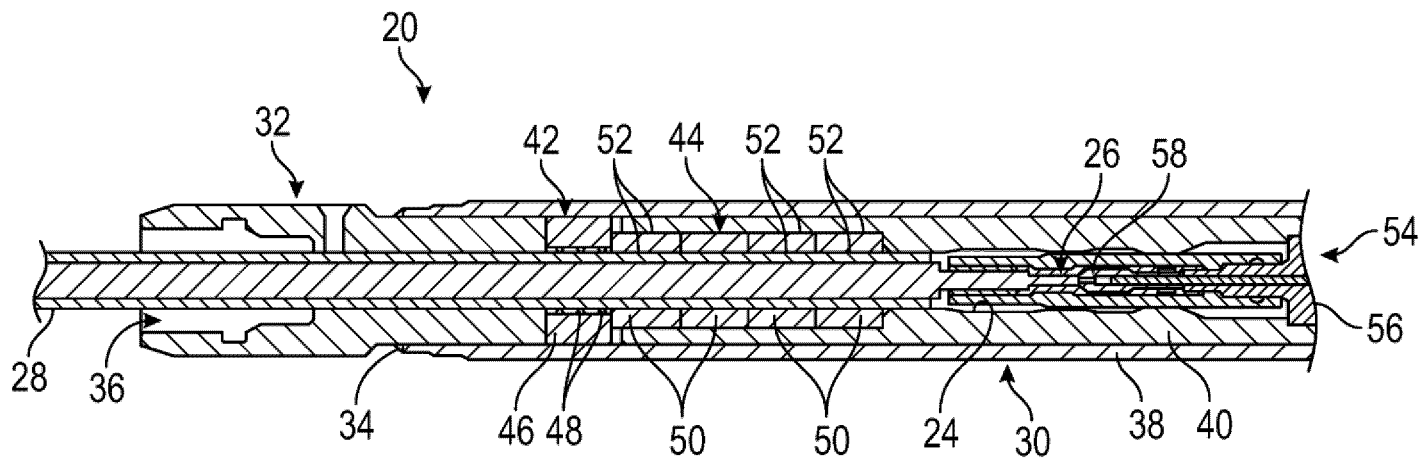
По доверенности



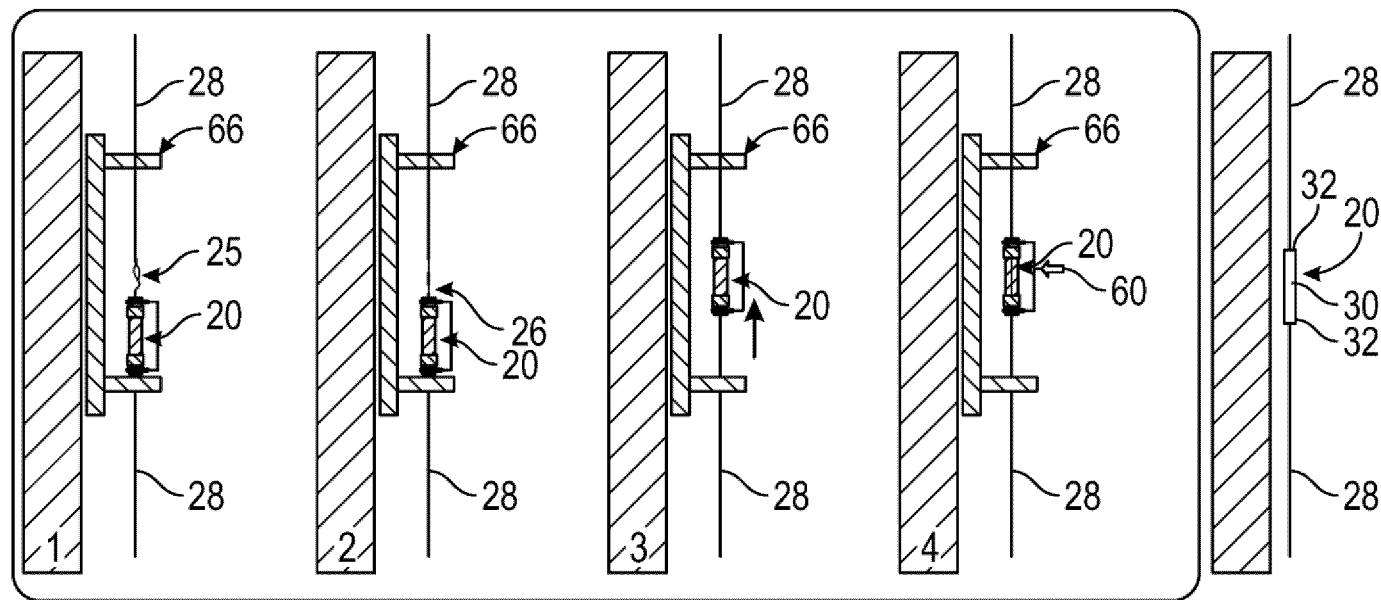
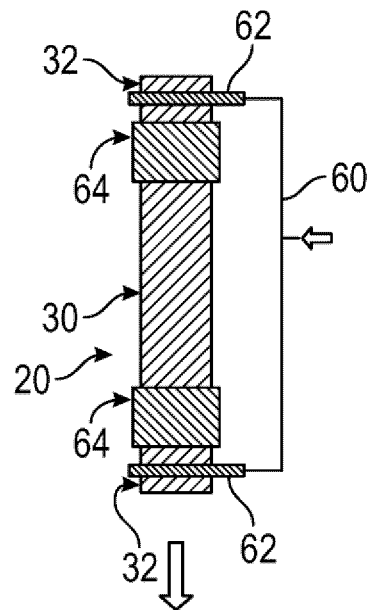
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Сборка произведена в пуско-наладочной системе в цеху

- ⇒ 1. Подготовка PDS ⇒ 2. Обжатие и установка защитного колпачка ⇒ 3. Надвигка и блокировка Внутри монтажного устройства ⇒ 4. Охлаждение сжатым воздухом и испытание на герметичность ⇒ Сросток готов

Фиг. 4