

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040740**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.22

(51) Int. Cl. **F04B 47/06** (2006.01)
F04B 17/03 (2006.01)

(21) Номер заявки
202091017

(22) Дата подачи заявки
2018.07.11

(54) **ЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРОПОГРУЖНАЯ НАСОСНАЯ УСТАНОВКА**

(31) **а 2017 11617; а 2017 11687**

(56) **RU-C1-2615775**
EP-A1-200601925
US-A1-20170241246
US-A-5831353

(32) **2017.11.28; 2017.11.29**

(33) **UA**

(43) **2020.08.21**

(86) **PCT/UA2018/000072**

(87) **WO 2019/108160 2019.06.06**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ХАЧАТУРОВ ДМИТРИЙ
ВАЛЕРЬЕВИЧ (RU)**

(57) Изобретение относится к отрасли нефтедобычи, в частности к установкам с насосами объемного действия, приводимыми в движение погружными линейными электродвигателями, и может быть использовано для добычи пластовых жидкостей из малодобитного фонда скважин с больших глубин. Реализация описанного технического решения обеспечивает унификацию конструкции с повышением технологичности изготовления посредством выполнения ее из легкоъемных взаимозаменяемых модулей. Также описанное выполнение способствует уменьшению габаритов насосной установки. Выполнение телеметрической системы согласно описанному варианту реализации изобретения обеспечивает повышение уровня защиты от высоковольтных помех и высокого напряжения с аппаратно-программной реализацией режима проверки изоляции наземным блоком телеметрической системы. При этом реализация указанной конструкции обеспечивает снижение динамических нагрузок на элементы конструкции электродвигателя, а также способствует увеличению ресурса его работы.

B1

040740

040740

B1

Изобретение относится к отрасли нефтедобычи, в частности к 10 установкам с насосами объемного действия, приводимыми в движение погружными линейными электродвигателями, и может быть использовано для добычи пластовых жидкостей из малодебитного фонда скважин с больших глубин.

В предлагаемом устройстве для приведения в движение плунжеров насоса используется линейный вентильный погружной электродвигатель ЛВПЭД. Известные ЛВПЭД содержат катушки индуктивности, образующие неподвижную часть - статор, а также, подвижную часть - слайдер, образованный постоянными магнитами, расположенными в расточке статора. Указанный слайдер связан с плунжерами насоса и обеспечивает передачу возвратно-поступательного движения. Смена полярности напряжения в обмотке статора, обеспечивает поступательное движение слайдера в продольном направлении. Данный вид оборудования нашел широкое применение, преимущественно в скважинах малого диаметра с низким дебитом менее 25 м³/сут, а так как количество таких скважин с каждым годом увеличивается, то подобные установки становятся все более востребованными. По этим причинам предъявляются все более высокие требования к технологичности, ремонтпригодности и надежности погружных насосных установок.

Большинство известных на данный момент действующих насосных установок включают плунжерный насосный узел возвратно-поступательного действия и соединенный с ним, посредством резьбового соединения погружной линейный электродвигатель с заключенными в едином корпусе блоками телеметрии, а также блоком гидрозащиты.

Из заявки на изобретение US 2015/0176574A1, F04B 47/00 25.06.2015, известна установка, содержащая погружной скважинный насос, состоящий из неподвижного цилиндра и подвижного плунжера, а также погружной двигатель, соединенный со скважинным насосом, посредством резьбового либо фланцевого соединения. Указанный двигатель, соединенный с плунжером погружного скважинного насоса, и выполнен с возможностью формирования возвратно-поступательного движения плунжера.

Недостатком этого технического решения является относительно низкая надежность, связанная с отсутствием блоков телеметрии и гидрокомпенсатора.

Из патента на изобретение RU 2549381 от 27.04.2015, МПК F04B 47/06; F04B 17/03 известен линейный электродвигатель, погружной насосной установки который содержит, герметичный статор с установленными в нем сердечниками с катушками, токовводом и головкой для соединения с насосом. В статоре расположен подвижный шток с соединительной штангой для соединения с плунжером насоса и активный герметичный слайдер, соединенный со штоком посредством соединительной муфты. Слайдер содержит последовательно установленные постоянные магниты. Головка соединена с корпусом статора резьбовым соединением через проставки с герметизирующими элементами. К основанию статора, аналогичным способ, прикреплен компенсатор с упругой диафрагмой, которая выполнена в виде пузыря, имеющего диаметр в средней части больше диаметра каждой его концевой части, причем один конец диафрагмы связан с основанием статора, а ее другой конец соединен с муфтой, соединяющей электродвигатель с компенсатором.

К недостаткам описанного технического решения можно отнести отсутствие блока телеметрии и элементов контроля работы электродвигателя, что может привести к его неэффективной работе.

Также, из патента на изобретение RU 2615775 от 11.04.2017, МПК F04B 47/06; F04B 17/03, известна скважинная насосная установка, устанавливаемая в стволе скважины, содержащая погружную часть, включающую в себя размещенные в едином корпусе плунжерный насос, снабженный нагнетательными клапанами, и гравитационный газосепаратор, над которым размещен блок обратных клапанов, содержащая присоединительную муфту для крепления скважинной насосной установки к колонне насосно-компрессорных труб, а также установленный под плунжерным насосом погружной линейный электродвигатель, включающий в себя неподвижную часть в виде статора с трехфазной обмоткой и установленными датчиками температуры, и расположенную в расточке статора подвижную часть в виде слайдера, выполненного с возможностью возвратно-поступательного движения относительно статора. Под линейным двигателем размещен блок телеметрии, включающий датчики давления и температуры скважинной жидкости, датчик вибрации, инклинометр и блок измерения, связанный с датчиками температуры, установленными в линейном двигателе и связанными с наземным блоком управления через нулевую точку обмоток линейного двигателя, соединенных звездой.

Описанная конструкция является рабочим образцом погружной насосной установки, которая на данный момент эксплуатируется, к недостаткам описанного технического решения можно отнести выполнение конструкции в едином корпусе, что может усложнить ее эксплуатацию и снизить технологичность, а также ремонтпригодность.

Указанное техническое решение принимаем за ближайший аналог.

Технической задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение является создание линейной электропогружной насосной установки с высокими эксплуатационными характеристиками, повышенной надежностью и ремонтпригодностью, а также выполненной с возможностью эксплуатации в скважинах различного диаметра и продуктивности.

Технический результат, достигнутый от реализации заявленного технического решения, заключается в унификации конструкции, уменьшении ее габаритов, а также повышении технологичности изготов-

ления, что позволяет изготавливать отдельные модули насосной установки в независимости от завершенности этапов сборки и приводить к значительной экономии рабочего времени с увеличением объемов выпуска продукции. Также модульность конструкции значительно повышает ее эксплуатационные характеристики, в частности, ремонтпригодность, позволяя осуществлять замену неисправных модулей и в кратчайшие сроки возобновлять работу насосной установки.

Сущность заявляемого изобретения заключается в том, что линейная электропогружная насосная установка выполнена в виде заключенных в отдельные корпуса модулей, соединенных друг с другом, посредством разъемного соединения с образованием единой маслonaполненной системы. Указанная установка включает модуль линейного электродвигателя связанного кабельной линией с наземным блоком управления, посредством герметичного штепсельного соединения. Штепсельное соединение вынесено за пределы головки токоввода на удлиненном проводнике. У основания электродвигателя установлен модуль гидрокомпенсатора, включающий упругую диафрагму, внутренняя полость которой находится в жидкостной связи с полостью статора линейного электродвигателя посредством соединительного канала, проходящего в местах крепления упругой диафрагмы. Указанный канал является частью масляной магистрали заправки линейной электропогружной насосной установки, в полости которой, уложены провода связи с наземным блоком управления. Провода подведены к погружному модулю телеметрической системы с реализованным аппаратно-программный режимом проверки изоляции наземным блоком управления. При этом модуль гидрокомпенсатора содержит гидромеханический демпфер нижней крайней точки хода подвижной части линейного привода, являющийся элементом системы демпфирования, которая также содержит демпфер верхней крайней точки помещенный в отдельный корпус и установленный между модулем линейного электродвигателя и насосным узлом.

Согласно предпочтительному варианту реализации изобретения линейной электропогружной насосной установки разъемное соединение модулей выполнено по принципу фланцевого соединения, состоящего из установленных по торцам стыкуемых модулей, резьбовых втулок. При этом одна из втулок содержит фланец, а вторая является ответной частью, с предустановленными шпильками. Модуль телеметрической системы оснащен набором сменных фланцев с посадочными отверстиями, расположенными в зависимости от диаметра корпуса электропогружной насосной установки, причем диаметр установочного отверстия фланца выполнен постоянным и соответствует диаметру корпуса модуля.

Согласно еще одному предпочтительному варианту реализации изобретения модуль телеметрической системы, содержит фильтрующе-коммутационное устройство, включающее фильтр низких частот с коммутирующим элементом системы управления, и связан с наземным блоком управления, содержащим фильтр низких частот, установленный на линии связи с вторичной обмоткой трехфазного трансформатора и выполненный с возможностью защиты системы от высокого напряжения. Также наземный блок содержит коммутирующее устройство, выполненное с возможностью смены полярности напряжения, подаваемого в линию для измерения сопротивления изоляции, связанное с резистором снятия напряжения пропорционального току линии связи.

Согласно предпочтительному варианту реализации изобретения упругая диафрагма модуля гидрокомпенсатора в местах крепления, герметично зафиксирована посредством составного хомута и защищена от механических повреждений, посредством неметаллической вставки, выполненной с возможностью ограничения деформаций упругой диафрагмы. При этом упругая диафрагма модуля гидрокомпенсатора, может быть размещена эксцентрично по отношению к оси симметрии линейной электропогружной насосной установки.

Согласно предпочтительному варианту реализации заявляемого технического решения, штепсельное соединение выполнено в габарите корпуса насосной установки, определяемого его наибольшим поперечным сечением и включает, вынесенную за пределы головки токоввода, на удлиненном проводнике штепсельную розетку. Штепсельная розетка состоит из герметичного корпуса с заведенной внутрь и зафиксированной посредством герметизирующих полимерных элементов, по меньшей мере, одной токопроводящей жилой, причем свободный конец удлиненного проводника, установлен в головке токоввода с двусторонним уплотнением, посредством обжимных деформируемых элементов. Также согласно указанному варианту реализации герметичное штепсельное соединение реализовано в пределах площадки, утопленной по отношению к поверхности переходной соединительной муфты, установленной между выходом насосного узла и входом насосно-компрессорной трубы.

Также суть заявляемого изобретения заключается в том, что система демпфирования включает по меньшей мере одно гидромеханическое устройство компенсации динамической нагрузки, установленное по меньшей мере в одной из крайних точек хода подвижной части линейного привода. Указанное устройство состоит из заполняемой рабочей жидкостью цилиндрической полости с перепускными отверстиями, а также подвижного полого поршня и ответного опорного элемента, с установленным между ними упругим элементом. Причем указанная цилиндрическая полость выполнена с возможностью заполнения рабочей жидкостью из окружающей среды насосной установки.

У указанной системы демпфирования перепускные отверстия гидромеханического устройства размещены по длине его цилиндрической полости и выполнены с возможностью замедления хода поршня, по мере их поочередного перекрытия телом поршня и увеличения сопротивления оттоку рабочей жидко-

сти.

Также согласно предпочтительному варианту реализации системы демпфирования гидромеханическое устройство, установленное в по меньшей мере одной из крайних точек хода подвижной части линейного погружного электродвигателя, выполнено с возможностью обеспечения связи, указанной подвижной части с плунжером насосного узла, посредством соединительного элемента, установленного в полости поршня.

Указанная подвижная часть линейного погружного электродвигателя связана с плунжером насосного узла посредством соединительного звена, состоящего из пары трения, образованной полым корпусным элементом с подвижным штоком внутри. Диаметр подвижного штока равен диаметру подвижной части линейного погружного электродвигателя, при этом, продольные размеры и длина хода подвижного штока, подобраны таким образом, чтобы обеспечить, по меньшей мере, частичное позиционирование подвижной части линейного погружного электродвигателя в полости корпусного элемента пары трения. Компенсируя тем самым радиальные нагрузки на подвижную часть линейного электродвигателя, обеспечивая центрирование и уплотнение указанной подвижной части.

Согласно описанному варианту реализации подвижная часть линейного погружного электродвигателя состоит из множества постоянных магнитов, разделенных ферромагнитными вставками - концентраторами магнитного поля, между которыми поверх постоянных магнитов установлены втулки из сплава меди. Указанные втулки обеспечивают снижение коэффициента трения, посредством переноса части материала на внутреннюю поверхность направляющей трубы, по мере их износа. При этом направляющая труба образует с подвижной частью линейного электродвигателя пару трения со сниженным коэффициентом трения. Также согласно предложенному варианту реализации твердость направляющей трубы выше твердости ферромагнитных вставок и втулок из сплава меди. Указанная направляющая труба выполнена из немагнитного материала, при этом ее необходимая твердость достигается посредством поверхностного упрочнения.

Сущность заявляемого технического решения поясняется, но не ограничивается следующими графическими материалами:

- фиг. 1 - линейная электропогружная насосная установка, общий вид;
- фиг. 2 - погружная часть насосной установки;
- фиг. 3 - модуль гидрокомпенсатора;
- фиг. 4 - блок-схема измерительной телеметрической системы;
- фиг. 5 - гидромеханический демпфер нижней крайней точки;
- фиг. 6 - гидромеханический демпфер верхней крайней точки;
- фиг. 7 - фланцевое соединение модулей электропогружной насосной установки;
- фиг. 8 - вариант фланцевого соединения погружного модуля телеметрической системы с корпусом насосной установки;
- фиг. 9 - "Вид-А" фланцевого соединения погружного модуля телеметрической системы;
- фиг. 10 - кабельное соединений линейной электропогружной насосной установки;
- фиг. 11 - штепсельная розетка в разрезе;
- фиг. 12 - головка токоввода в разрезе;
- фиг. 13 - соединительное звено подвижной части линейного погружного электродвигателя;
- фиг. 14 - элементы конструкции модуля линейного электродвигателя в разрезе.

Заявляемая линейная электропогружная насосная установка содержит наземную 1 (фиг. 1) и погружную 2 части. Наземная часть представлена в виде наземного блока управления 3, выполненного в виде трехфазного высокочастотного инвертора-регулятора и выходного трансформатора, связанного с линейным погружным электродвигателем 4 кабельной линией 5, посредством герметичного штепсельного соединения 6, которое вынесено за пределы головки токоввода на удлиненном проводнике 7.

Погружная часть 2 (фиг. 1, 2) сформирована из линейного вентильного электродвигателя 4, гидрокомпенсатора 8, системы демпфирования 9, связанного с насосным узлом 10 и погружным модулем телеметрической системы 11. В преимущественном варианте выполнения насосный узел представлен в виде плунжерного насоса двунаправленного действия с встроенными фильтрами и зоной гравитационной газосепарации.

Погружной модуль 11 телеметрической системы установлен в нижней части насосной установки, включает набор датчиков измерения параметров скважины и электродвигателя, связанных с наземным блоком управления через нулевую точку обмоток линейного электродвигателя, соединенных звездой.

Указанные составные части выполнены в виде заключенных в отдельные корпуса модулей, соединенных друг с другом, посредством разъемного соединения с образованием единой маслonaполненной системы.

Модуль гидрокомпенсатора 8 (фиг. 3) установлен у основания электродвигателя, включает упругую диафрагму 12 с помещенной внутрь направляющей трубой 13 подвижной части линейного электродвигателя. Упругая диафрагма 12 в местах крепления герметично зафиксирована посредством составного хомута 14 и защищена от механических повреждений, посредством немагнитических вставок 15, выполненных с возможностью ограничения ее деформаций. Также упругая диафрагма модуля гидрокомпенса-

тора может быть размещена эксцентрично по отношению к оси симметрии линейной электропогружной насосной установки. Внутренняя полость указанной диафрагмы находится в жидкостной связи с полостью статора 16 линейного электродвигателя 4 посредством соединительного канала 17, проходящего в местах крепления упругой диафрагмы. Указанный канал является частью масляной магистрали 18 заправки линейной электропогружной насосной установки. В полости магистрали уложены провода 19 связи с наземным блоком управления. Провода подведены к погружному модулю 11 телеметрической системы либо другому электрооборудованию, установленному в нижней части линейного электродвигателя.

В применяемой телеметрической системе (фиг. 4) реализован аппаратно-программный режим проверки изоляции наземным блоком управления. Погружной модуль телеметрической системы содержит набор измерительных датчиков 20, стабилизатор напряжений 21, резистор 22, устройство сбора и передачи информации 23, электронный управляемый ключ 24, подключенный к обмоткам электродвигателя через резистор 25, и фильтрующе-коммутационное устройство 26, включающее фильтр низких частот с коммутирующим элементом системы управления. Погружной модуль телеметрии связан с наземным блоком управления 3, содержащим фильтр низких частот 27, который установлен на линии связи с вторичной обмоткой трехфазного трансформатора 28 и выполненный с возможностью защиты системы от высокого напряжения. Также наземный блок содержит источник питания 29, устройство 30 приема и обработки информации. Наземный блок также содержит коммутирующее устройство 31, выполненное с возможностью смены полярности напряжения, подаваемого в линию для измерения сопротивления изоляции, связанное с резистором 32 снятия напряжения пропорционального току линии связи.

Система демпфирования является интегрированной в конструкцию насосной установки, посредством чего удастся обеспечить ее надежную и бесперебойную работу. Модуль гидрокомпенсатора 8 содержит гидромеханический демпфер 33 (фиг. 3) нижней крайней точки хода подвижной части линейного привода, который детально изображен на (фиг. 5).

Указанный гидромеханический демпфер является частью системы демпфирования, которая также содержит демпфер 34 (фиг. 6) верхней крайней точки, помещенный в отдельный корпус и установленный между модулем линейного электродвигателя 4 и насосным узлом 10 (фиг. 2).

Использованные в конструкции системы демпфирования гидромеханические устройства содержат заполняемую рабочей жидкостью цилиндрическую емкость 35, 35₁ с перепускными отверстиями 36, 36₁, а также подвижный полый поршень 37, 37₁ с ответным опорным элементом 38, 38₁ и установленным между ними упругим элементом 39. Причем указанная цилиндрическая полость 35, 35₁ выполнена с возможностью заполнения рабочей жидкостью из окружающей среды насосной установки.

Перепускные отверстия 36, 36₁ гидромеханического устройства разнесены по длине его цилиндрической полости 35, 35₁ и выполнены с возможностью замедления хода поршня 37, 37₁, по мере их поочередного перекрытия телом поршня и увеличения сопротивления оттоку рабочей жидкости. Также согласно предпочтительному варианту реализации системы демпфирования гидромеханическое устройство, установленное по меньшей мере в одной из крайних точек хода подвижной части линейного погружного электродвигателя, в частности верхней крайней точки, выполненной с возможностью обеспечения связи указанной подвижной части с плунжером насосного узла 10, посредством соединительного элемента, установленного в полости поршня. Полости поршня 37₁ и ответного опорного элемента 38₁ сопряжены с образованием полости, в которой установлен соединительный элемент подвижной части линейного электродвигателя 4 с плунжером насосного узла 10. Дополнительное сдерживающее усилие создает упругий элемент 39, служащий также в качестве возвратного механизма поршня 37, 37₁. Повторное заполнение цилиндрической полости 35, 35₁ гидромеханического устройства происходит при обратном поступательном движении поршня через перепускные отверстия 36, 36₁.

Также согласно описанному варианту реализации изобретения в полости поршня 37 установлена направляющая труба 13 подвижной части линейного электродвигателя. При ходе подвижной части вниз, к нижней крайней точке, происходит сброс столба жидкости, находящейся в полости направляющей трубы 13, установленной в полости поршня 37, через отверстия 40 в нижней части указанной направляющей трубы, при этом сужение полости поршня 37 по отношению к диаметру направляющей трубы 13 предвременно замедляет ход подвижной части перед контактом с упомянутым поршнем 37.

Описанные модули насосной установки соединены посредством разъемного соединения, выполненного по принципу фланцевого соединения (фиг. 7), состоящего из установленных по торцам стыкуемых модулей, резьбовых втулок 42, 43. При этом одна из втулок 42 содержит фланец 44, а вторая 44 является ответной частью с предустановленными шпильками 45. Также следует отметить, что модуль телеметрической системы выполнен с возможностью установки различных сменных фланцев 46 (фиг. 8) с посадочными отверстиями 47 (фиг. 9), расположенными в зависимости от диаметра корпуса электропогружной насосной установки, причем диаметр установочного отверстия 48 фланца выполнен постоянным и соответствует диаметру корпуса 49 модуля телеметрической системы.

Как упоминалось ранее, связь наземной 1 и погружной 2 частей насосной установки обеспечивается посредством кабельной линии 5 со штепсельным соединением 6. Указанное соединение выполнено в габарите корпуса насосной установки, определяемого его наибольшим поперечным сечением. Штеп-

сельное соединение (фиг. 10) содержит вынесенную за пределы головки токоввода 50 (детально показана на фиг. 12) электродвигателя 4, на удлинённом проводнике 7, штепсельную розетку 51 (фиг. 11). Штепсельная розетка состоит из герметичного корпуса 52 с заведённой внутрь и зафиксированной посредством герметизирующих полимерных элементов 53 по меньшей мере одной токопроводящей жилой 54. Свободный конец удлинённого проводника установлен в головке токоввода 50 (фиг. 12) с двусторонним уплотнением, посредством обжимного деформируемого элемента 55 с обжимными гайками 56,57 с подвижными кольцами 58. Также согласно указанному варианту реализации герметичное штепсельное соединение устроено в пределах площадки 59, утопленной по отношению к поверхности переходной соединительной муфты 60 (фиг. 10), установленной между выходом насосного узла и входом колонны насосно-компрессорных труб 61 (фиг. 1).

Подвижная часть 62 (фиг. 13) линейного погружного электродвигателя 4 связана с плунжером 10 насосного узла посредством соединительного звена 63, состоящего из пары трения, образованной полым корпусным элементом 64 с подвижным штоком 65 внутри, диаметр которого равен диаметру подвижной части 62 линейного погружного электродвигателя, при этом продольные размеры и длина хода подвижного штока 65, подобраны таким образом, чтобы обеспечить, по меньшей мере, частичное позиционирование подвижной части 62 линейного погружного электродвигателя 4 в полости корпусного элемента 64 пары трения. Указанную пару трения выполняют, обеспечивая достаточно необходимую точность обработки контактных поверхностей. Такое выполнение позволяет сформировать область лабиринтного уплотнения и обеспечить центрирование подвижной части электродвигателя с компенсацией радиальных нагрузок, а также защиту от попадания механических примесей в полость направляющей трубы подвижной части линейного привода.

Согласно описанному варианту реализации изобретения подвижная часть 62 (фиг. 14) линейного погружного электродвигателя 4 состоит из множества постоянных магнитов 66, разделенных ферромагнитными вставками - концентраторами 67 магнитного поля, между которыми поверх постоянных магнитов установлены втулки 68 из сплава меди. Также как вариант выполнения втулки 68 могут быть выполнены из полимерного материала. Указанные втулки обеспечивают защиту постоянных магнитов от механических повреждений, а также снижение коэффициента трения посредством переноса части материала на внутреннюю поверхность направляющей трубы 13, по мере их износа. При этом направляющая труба образует с подвижной частью 62 линейного погружного электродвигателя 4 пару трения со сниженным коэффициентом трения. Также согласно предложенному варианту реализации твердость направляющей трубы 13 выше твердости ферромагнитных вставок 67 и втулок 68 из сплава меди. Указанная направляющая труба 13 выполнена из немагнитного материала, при этом ее необходимая твердость достигается посредством поверхностного упрочнения.

Реализация описанного технического решения способствует достижению указанного технического результата, обеспечивая унификацию конструкции с повышением технологичности изготовления, посредством выполнения ее из легкоъемных взаимозаменяемых модулей. Также описанное выполнение кабельного штепсельного соединения и модуля гидрокompенсатора способствует уменьшению габаритов насосной установки.

Выполнение телеметрической системы согласно заявляемому изобретению обеспечивает повышение уровня защиты от высоковольтных помех путем установки в наземном и погружном блоках фильтрующих устройств, к тому же применение описанного технического решения позволяет повысить надежность эксплуатации путем обеспечения защиты от высокого напряжения и аппаратно-программной реализации режима проверки изоляции наземным блоком.

При этом устройство описанной системы демпфирования интегрированной в конструкцию погружной насосной установки без существенного увеличения ее габаритов и выполнение подвижной части линейного привода с элементами, обеспечивающими снижение коэффициента трения, обеспечивает снижение динамических нагрузок на элементы конструкции электродвигателя, а также способствует увеличению ресурса его работы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Линейная электропогружная насосная установка с наземным блоком управления, включающая линейный погружной электродвигатель с гидрокompенсатором и системой демпфирования, а также связанные с ним насосный узел с встроенными фильтрами и зоной гравитационной газосепарации, телеметрическую систему, которая включает набор датчиков измерения параметров скважины и электродвигателя, связанных с наземным блоком управления через нулевую точку обмоток линейного электродвигателя, соединенных звездой, при этом наземный блок управления выполнен в виде трехфазного высокочастотного инвертора-регулятора и выходного трансформатора, соединенного с погружным линейным электродвигателем посредством изолированного трехпроводного кабеля, отличающаяся тем, что выполнена в виде заключенных в отдельные корпуса модулей, соединенных друг с другом, посредством разъемного соединения с образованием единой маслonaполненной системы, включающей модуль линейного электродвигателя, связанного кабельной линией с наземным блоком управления посредством герметичного

штепсельного соединения, у основания электродвигателя установлен модуль гидрокомпенсатора, включающий упругую диафрагму, внутренняя полость которой находится в жидкостной связи с полостью статора линейного электродвигателя посредством соединительного канала, проходящего в местах крепления упругой диафрагмы, причем указанный канал является частью масляной магистрали заправки линейной электропогружной насосной установки, в полости которой установлены провода связи с наземным блоком управления, подключенные к погружному модулю телеметрической системы с реализованным аппаратно-программным режимом проверки изоляции наземным блоком управления, при этом модуль гидрокомпенсатора содержит гидромеханический демпфер нижней крайней точки хода подвижной части линейного электродвигателя, являющийся элементом системы демпфирования, которая также содержит демпфер верхней крайней точки, установленный между модулем линейного электродвигателя и насосным узлом.

2. Линейная электропогружная насосная установка по п.1, отличающаяся тем, что разъемное соединение модулей выполнено по принципу фланцевого соединения, состоящего из установленных по торцам соединяемых модулей, резьбовых втулок, при этом одна из втулок содержит фланец, а вторая является ответной частью, с предустановленными шпильками, вместе с тем модуль телеметрической системы оснащен набором сменных фланцев с посадочными отверстиями, расположенными в зависимости от диаметра корпуса электропогружной насосной установки, причем диаметр установочного отверстия фланца выполнен постоянным и соответствует диаметру корпуса модуля.

3. Линейная электропогружная насосная установка по п.1, отличающаяся тем, что модуль телеметрической системы содержит фильтрующе-коммутационное устройство, включающее фильтр низких частот с коммутирующим элементом системы управления и связан с наземным блоком управления, содержащим фильтр низких частот, установленный на линии связи с вторичной обмоткой трехфазного трансформатора и выполненный с возможностью защиты системы от высокого напряжения, а также коммутирующее устройство, выполненное с возможностью смены полярности напряжения, подаваемого в линию для измерения сопротивления изоляции, связанное с резистором снятия напряжения пропорционального току линии связи.

4. Линейная электропогружная насосная установка по п.1, отличающаяся тем, что упругая диафрагма модуля гидрокомпенсатора в местах крепления герметично зафиксирована посредством составного хомута и защищена от механических повреждений посредством неметаллической вставки, выполненной с возможностью ограничения деформаций упругой диафрагмы.

5. Линейная электропогружная насосная установка по п.1 или 4, отличающаяся тем, что упругая диафрагма модуля гидрокомпенсатора размещена эксцентрично по отношению к оси симметрии линейной электропогружной насосной установки.

6. Линейная электропогружная насосная установка по п.1, отличающаяся тем, что штепсельное соединение выполнено в габарите корпуса насосной установки, определяемого его наибольшим поперечным сечением, и состоит из герметичного корпуса с заведенной внутрь и зафиксированной посредством герметизирующих полимерных элементов по меньшей мере одной токопроводящей жилой, причем свободный конец удлиненного проводника установлен в головке токоввода с двусторонним уплотнением, посредством обжимных деформируемых элементов.

7. Линейная электропогружная насосная установка по п.1 или 5, отличающаяся тем, что герметичное штепсельное соединение реализовано в пределах площадки, утопленной по отношению к поверхности переходной соединительной муфты, установленной между выходом насосного узла и входом насосно-компрессорной трубы.

8. Линейная электропогружная насосная установка по п.1, отличающаяся тем, что система демпфирования включает по меньшей мере одно гидромеханическое устройство компенсации динамической нагрузки, установленное в по меньшей мере одной из крайних точек хода подвижной части линейного привода, которое состоит из заполняемой рабочей жидкостью цилиндрической емкости с перепускными отверстиями, а также подвижного полого поршня и ответного опорного элемента, с установленным между ними упругим элементом, причем указанная цилиндрическая полость выполнена с возможностью заполнения рабочей жидкостью из окружающей среды насосной установки.

9. Линейная электропогружная насосная установка по п.1 или 8, отличающаяся тем, что в системе демпфирования перепускные отверстия гидромеханического устройства разнесены по длине его цилиндрической емкости и выполнены с возможностью замедления хода поршня по мере их поочередного перекрытия телом поршня и увеличения сопротивления оттоку рабочей жидкости.

10. Линейная электропогружная насосная установка по п.1 или 8, отличающаяся тем, что гидромеханическое устройство, установленное в по меньшей мере одной из крайних точек хода подвижной части линейного погружного электродвигателя, выполнено с возможностью обеспечения связи указанной подвижной части с плунжером насосного узла посредством соединительного элемента, установленного в полости поршня.

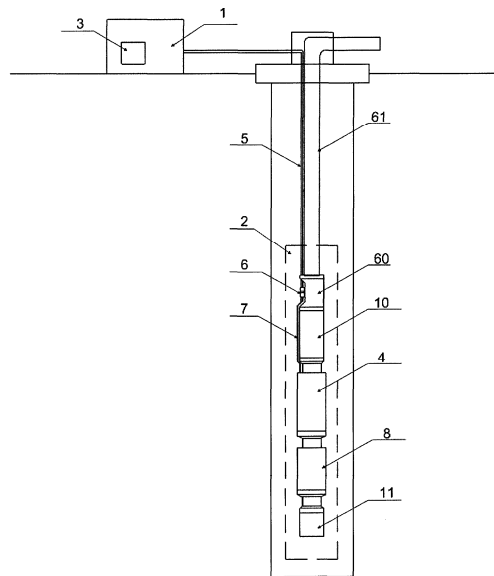
11. Линейная электропогружная насосная установка по п.1, отличающаяся тем, что подвижная часть линейного погружного электродвигателя связана с плунжером насосного узла посредством соединительного звена, состоящего из пары трения, образованной полым корпусным элементом с подвижным

штоком внутри, диаметр которого равен диаметру подвижной части линейного погружного электродвигателя, при этом продольные размеры и длина хода подвижного штока подобраны таким образом, чтобы обеспечить, по меньшей мере, частичное позиционирование подвижной части линейного погружного электродвигателя в полости корпусного элемента пары трения.

12. Линейная электропогружная насосная установка по п.1 или 11, отличающаяся тем, что подвижная часть линейного погружного электродвигателя установлена в направляющей трубе линейного электродвигателя и состоит из множества постоянных магнитов, разделенных ферромагнитными вставками - концентраторами магнитного поля, между которыми поверх постоянных магнитов установлены втулки из сплава меди.

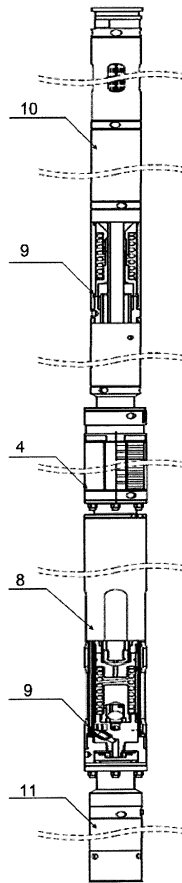
13. Линейная электропогружная насосная установка по п.1 или 12, отличающаяся тем, что направляющая труба образует с подвижной частью линейного электродвигателя пару трения со сниженным коэффициентом трения, при этом твердость направляющей трубы выше твердости ферромагнитных вставок и втулок из сплава меди.

14. Линейная электропогружная насосная установка по п.1 или 12, отличающаяся тем, что направляющая труба подвижной части линейного электродвигателя выполнена из немагнитного материала, при этом ее необходимая твердость достигается посредством поверхностного упрочнения.

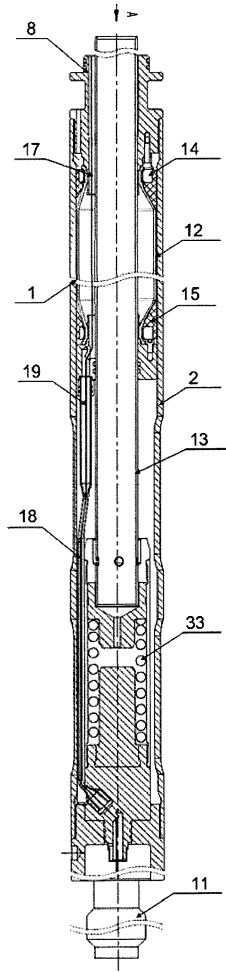


Фиг. 1

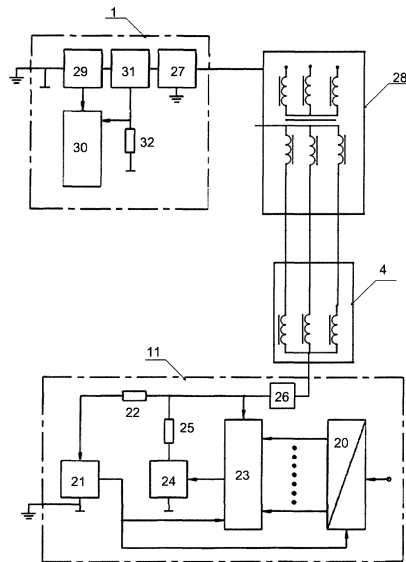
040740



Фиг. 2

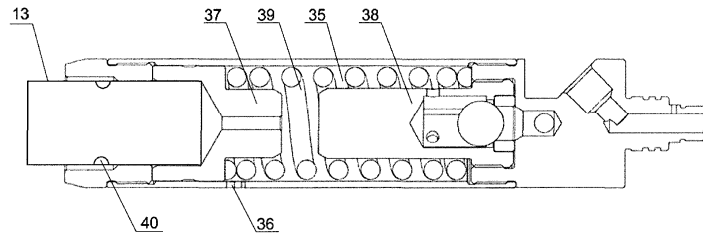


Фиг. 3

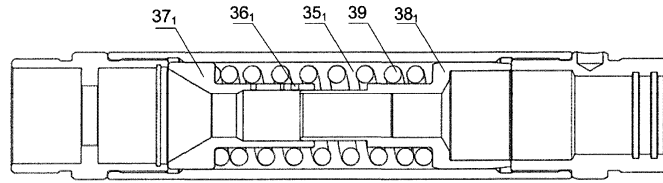


Фиг. 4

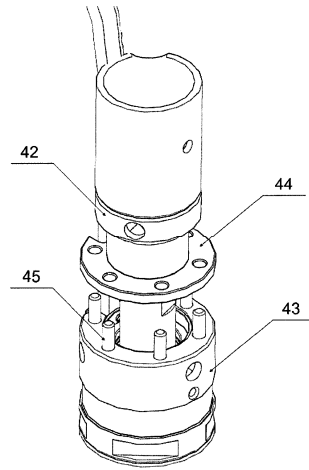
040740



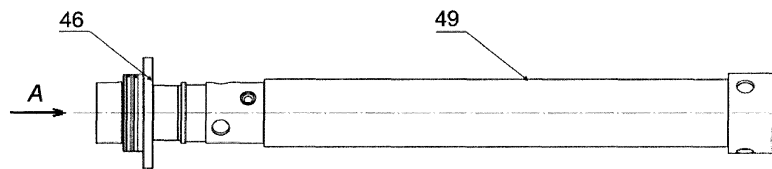
Фиг. 5



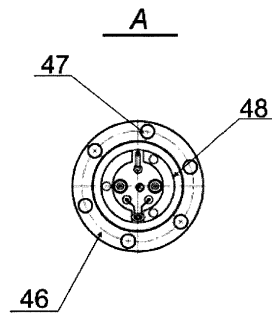
Фиг. 6



Фиг. 7

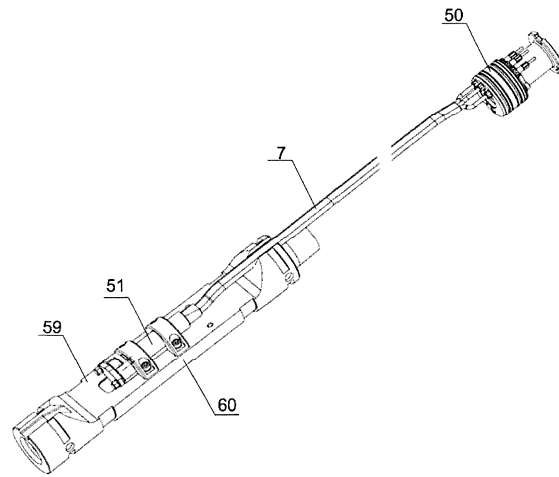


Фиг. 8

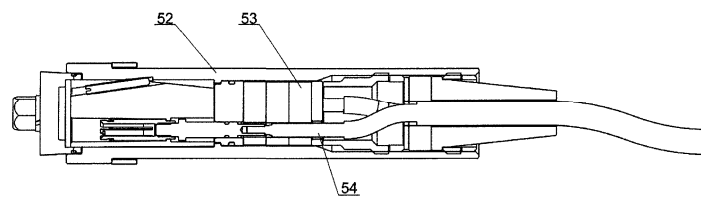


Фиг. 9

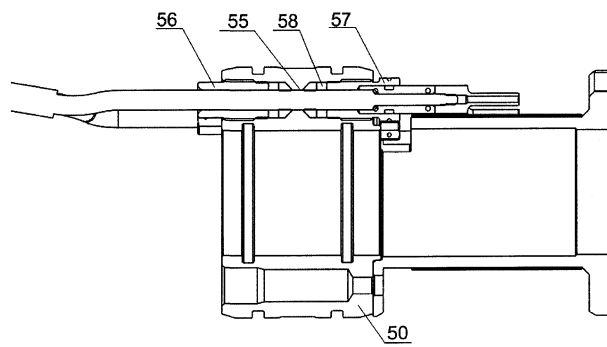
040740



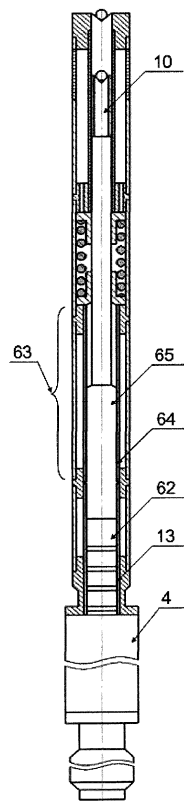
Фиг. 10



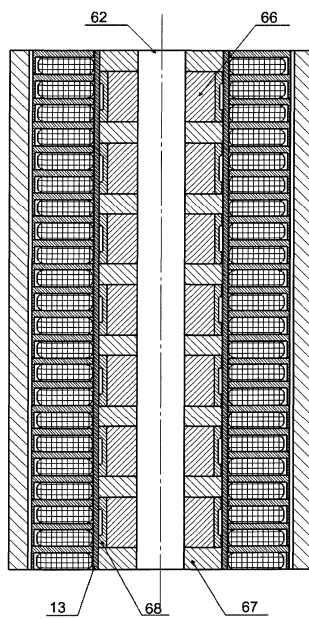
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14