

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037763**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.05.19

(21) Номер заявки
201991118

(22) Дата подачи заявки
2017.11.02

(51) Int. Cl. *E21B 4/00* (2006.01)
F16C 19/54 (2006.01)
F16C 19/08 (2006.01)
F16C 33/60 (2006.01)
F16C 33/58 (2006.01)

(54) ОПОРНАЯ СЕКЦИЯ ДЛЯ СМАЗЫВАЕМОГО БУРОВЫМ РАСТВОРОМ БУРОВОГО ДВИГАТЕЛЯ И СПОСОБ ПОГЛОЩЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ В ТАКОМ ДВИГАТЕЛЕ

(31) 15/344,201

(32) 2016.11.04

(33) US

(43) 2019.09.30

(86) PCT/US2017/059666

(87) WO 2018/085502 2018.05.11

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
РАЙВЛ ДАУНХОУЛ ТУЛС ЭлСи (US)

(72) Изобретатель:
**Фон Гинц-Рековски Гунтер ХХ,
Хербен Уильям Д. (US)**

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

(56) US-2353534
US-A1-20110012455
US-A1-20140246234

(57) Предложена опорная секция для оправки, расположенной, по меньшей мере частично, во внутреннем отверстии корпуса. Каждая из радиальной опоры и осевой опоры расположена вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса. Радиальная опора содержит наружный цилиндрический элемент, внутренний цилиндрический элемент и множество сферических элементов, расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента. Одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента имеет ровный профиль, и другая содержит множество круговых канавок. Ровный профиль обеспечивает возможность осевого перемещения внутреннего и наружного цилиндрических элементов относительно друг друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальной опорой.

B1**037763****037763****B1**

Уровень техники

При бурении нефтяных и газовых скважин забойные двигатели могут быть соединены с бурильной колонной для обеспечения вращения и отклонения бурового долота. Обычные буровые двигатели, как правило, включают в себя узел выработки мощности, передаточный узел и опорный узел. Вращение обеспечивается узлом выработки мощности. Передаточный узел передает крутящий момент и скорость от узла выработки мощности буровому долоту, расположенному на нижнем конце бурового двигателя. Опорный узел воспринимает осевые и радиальные нагрузки, действующие на бурильную колонну во время бурения.

Обычный опорный узел, такой как опорный узел 10, показанный на фиг. 1, содержит оправку 12, расположенную так, что она проходит через верхнюю радиальную опору 14, осевую опору 16 и нижнюю радиальную опору 18. Нижний конец 20 оправки 12 выполнен с возможностью контактного взаимодействия с буровым долотом. Верхний корпус 22 опоры окружает верхнюю радиальную опору 14 и осевую опору 16. Нижний корпус 24 опоры окружает нижнюю радиальную опору 18. Верхняя радиальная опора 14 содержит наружный скользящий элемент 26 и внутренний скользящий элемент 28. Нижняя радиальная опора 18 содержит наружный скользящий элемент 30 и внутренний скользящий элемент 32. Каждый из наружных скользящих элементов 26 и 30 имеет внутреннюю поверхность, имеющую ровный профиль, и каждый из внутренних скользящих элементов 28 и 32 имеет наружную поверхность, имеющую ровный профиль. Противоположные поверхности с ровными профилями скользят вдоль друг друга при вращении наружных и внутренних скользящих элементов 26, 28 и 30, 32 относительно друг друга. Осевая опора 16 содержит множество шариковых опор 34, расположенных в канавках, образованных в множестве наружных опорных элементов 36 и множестве внутренних опорных элементов 38. Скользящие радиальные опоры изнашиваются вследствие сил трения, которые вызывают абразивный износ на контактных поверхностях. Диаметры шариковых опор 34 уменьшаются по мере их износа, что вызывает осевое перемещение наружных опорных элементов 36 и внутренних опорных элементов 38 относительно друг друга. Это относительное осевое перемещение, в свою очередь, вызывает осевое перемещение наружного скользящего элемента 26 и внутреннего скользящего элемента 28 относительно друг друга и осевое перемещение наружного скользящего элемента 30 и внутреннего скользящего элемента 32 относительно друг друга. Поскольку ровные профили каждого скользящего элемента обеспечивают возможность относительного осевого перемещения в верхней радиальной опоре 14 и нижней радиальной опоре 18, радиальные опоры не поглощают никакой осевой нагрузки.

В других традиционных опорных узлах радиальные опоры образованы с шариковым или роликовыми подшипниками для уменьшения абразивного износа, связанного с трением. Каждый из внутреннего и наружного элементов радиальных шарикоподшипников содержит канавку, и каждая шариковая опора расположена в канавке внутреннего элемента и канавке наружного элемента. По мере износа шариковых опор осевой опоры и уменьшения их диаметров осевое перемещение наружных опорных элементов и внутренних опорных элементов относительно друг друга вызывает приложение неравномерной нагрузки к внутренним элементам и наружным элементам радиальной опоры. Вследствие конструкции радиальной опоры с шариковыми опорами, расположенными в канавках в наружных элементах и внутренних элементах, отсутствует возможность осевого перемещения наружных элементов и внутренних элементов относительно друг друга. Соответственно, эта конструкция радиальной опоры выходит из строя при износе осевой опоры.

Раскрытие изобретения

Для преодоления по меньшей мере некоторых из перечисленных выше проблем уровня техники в одном аспекте настоящего изобретения предложена опорная секция для смазываемого буровым раствором бурового двигателя, содержащая

- корпус, имеющий внутреннее отверстие;
- оправку, расположенную, по меньшей мере частично, во внутреннем отверстии корпуса;
- осевую опору, расположенную вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса;
- верхнюю радиальную опору, расположенную вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса, при этом верхняя радиальная опора расположена над осевой опорой и содержит
 - наружный цилиндрический элемент, включающий в себя внутреннюю поверхность;
 - внутренний цилиндрический элемент, включающий в себя наружную поверхность, при этом внутренний цилиндрический элемент расположен внутри наружного цилиндрического элемента, причем одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых канавок;
 - множество сферических элементов, расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента, при этом каждый сферический элемент взаимодействует с одной из круговых канавок;
 - нижнюю радиальную опору, расположенную вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса, при этом нижняя радиальная опора расположена под осевой опорой и содержит
 - наружный цилиндрический элемент, включающий в себя внутреннюю поверхность;
 - внутренний цилиндрический элемент, включающий в себя наружную поверхность, при этом внут-

ренний цилиндрический элемент нижней радиальной опоры расположен внутри наружного цилиндрического элемента нижней радиальной опоры, при этом одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента нижней радиальной опоры или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента нижней радиальной опоры имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых канавок; и множество сферических элементов, расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента нижней радиальной опоры и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента нижней радиальной опоры, при этом каждый сферический элемент нижней радиальной опоры взаимодействует с одной из круговых канавок.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой наружная поверхность внутреннего цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор имеет ровный профиль, который выполнен таким, чтобы обеспечить возможность осевого перемещения внутреннего цилиндрического элемента и наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор друг относительно друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальной опорой.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой наружная поверхность внутреннего цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор содержит верхний буртик, выполненный с возможностью ограничения осевого перемещения наружного цилиндрического элемента и внутреннего цилиндрического элемента каждой из радиальных опор относительно друг друга.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента и наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из одной втулки.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой внутренний цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из множества колец, и в которой наружный цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из одной втулки.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой внутренний цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из одной втулки, и в которой наружный цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из множества колец.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента и наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из множества колец.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой внутренняя поверхность наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор имеет ровный профиль, который выполнен таким, чтобы обеспечить возможность осевого перемещения внутреннего цилиндрического элемента и наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор друг относительно друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальной опорой.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой внутренняя поверхность наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор содержит верхний буртик, выполненный с возможностью ограничения осевого перемещения наружного цилиндрического элемента и внутреннего цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор относительно друг друга.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента и наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из одной втулки.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой внутренний цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из множества колец, и в которой наружный цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из одной втулки.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой внутренний цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из одной втулки, и в которой наружный цилиндрический элемент каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из множества колец.

В одном из вариантов предложена опорная секция, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента и наружного цилиндрического элемента каждой из верхней и нижней радиальных опор образован из множества колец.

В еще одном аспекте изобретения предложен способ поглощения радиальной нагрузки в смазываемом буровым раствором буровом двигателе, включающий в себя этапы, на которых

а) выполняют опорную секцию для бурового двигателя, содержащую корпус, имеющий внутреннее отверстие; оправку, расположенную, по меньшей мере частично, во внутреннем отверстии корпуса; осевую опору, расположенную вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса; верхнюю радиальную опору, расположенную вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса, при этом верхняя радиальная опора расположена над осевой опорой и содержит наружный цилиндрический элемент, имеющий внутреннюю поверхность, внутренний цилиндрический элемент, имеющий наружную поверхность, при этом внутренний цилиндрический элемент расположен внутри наружного цилиндрического элемента, при этом одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых

канавок,

множество сферических элементов, расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента, при этом каждый сферический элемент взаимодействует с одной из круговых канавок;

нижнюю радиальную опору, расположенную вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса, при этом нижняя радиальная опора расположена под осевой опорой и содержит

наружный цилиндрический элемент, включающий в себя внутреннюю поверхность;

внутренний цилиндрический элемент, включающий в себя наружную поверхность, при этом внутренний цилиндрический элемент нижней радиальной опоры расположен внутри наружного цилиндрического элемента нижней радиальной опоры, при этом одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента нижней радиальной опоры или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента нижней радиальной опоры имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых канавок; и

множество сферических элементов, расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента нижней радиальной опоры и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента нижней радиальной опоры, при этом каждый сферический элемент нижней радиальной опоры взаимодействует с одной из круговых канавок;

б) вращают внутренний цилиндрический элемент верхней радиальной опоры относительно наружного цилиндрического элемента верхней радиальной опоры и внутренний цилиндрический элемент нижней радиальной опоры относительно наружного цилиндрического элемента нижней радиальной опоры;

с) поглощают радиальную нагрузку посредством верхней и нижней радиальных опор и поглощают осевую нагрузку посредством осевой опоры; и

д) обеспечивают осевое перемещение наружного цилиндрического элемента и внутреннего цилиндрического элемента верхней радиальной опоры относительно друг друга, не вызывая отказ верхней радиальной опоры, и осевое перемещение наружного цилиндрического элемента и внутреннего цилиндрического элемента нижней радиальной опоры относительно друг друга, не вызывая отказ нижней радиальной опоры.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой вид в разрезе обычного опорного узла,

фиг. 2 - вид в разрезе опорной секции, включающей в себя радиальный шарикоподшипник, раскрытый в данном документе,

фиг. 3 - вид в разрезе радиального шарикоподшипника, показанного на фиг. 2,

фиг. 4 - частичный вид в разрезе фрагмента А на фиг. 3,

фиг. 5 - вид в разрезе альтернативного радиального шарикоподшипника,

фиг. 6 - частичный вид в разрезе фрагмента А на фиг. 5,

фиг. 7 - вид в разрезе другого альтернативного радиального шарикоподшипника,

фиг. 8 - частичный вид в разрезе фрагмента А на фиг. 7,

фиг. 9 - вид в разрезе альтернативной опорной секции, включающей в себя верхний радиальный шарикоподшипник и нижний радиальный шарикоподшипник,

фиг. 10 - вид в разрезе альтернативной опорной секции, включающей в себя нижний радиальный шарикоподшипник,

фиг. 11 - вид в разрезе альтернативной опорной секции, включающей в себя радиальный шарикоподшипник, расположенный между верхней осевой опорой и нижней осевой опорой,

фиг. 12 - вид в разрезе альтернативной опорной секции, включающей в себя верхний радиальный шарикоподшипник, расположенный между верхней осевой опорой и нижней осевой опорой, и нижний радиальный шарикоподшипник, расположенный под нижней осевой опорой.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Опорная секция может включать в себя оправку, расположенную, по меньшей мере частично, во внутреннем отверстии корпуса. Каждая из радиальной опоры и осевой опоры может быть расположена вокруг оправки и во внутреннем отверстии корпуса. Радиальная опора может включать в себя наружный цилиндрический элемент, внутренний цилиндрический элемент и множество сферических элементов, расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента. Одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента может иметь ровный профиль, в то время как другая содержит множество круговых канавок. Ровный профиль обеспечивает возможность осевого перемещения внутреннего и наружного цилиндрических элементов относительно друг друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальной опорой. Наружный цилиндрический элемент и внутренний цилиндрический элемент могут включать в себя одну втулку или множество колец.

Как показано на фиг. 2, опорный узел 50 может включать в себя оправку 52, установленную так, что она проходит через верхнюю радиальную опору 54, осевую опору 56 и нижнюю радиальную опору 58. Нижний конец 60 опорного узла 50 может быть выполнен с возможностью контактного взаимодействия

с буровым долотом. Корпус 62 опоры может окружать верхнюю радиальную опору 54, осевую опору 56 и нижнюю радиальную опору 58. Верхняя радиальная опора 54 может включать в себя наружный элемент 64 и внутренний элемент 66, расположенный внутри наружного элемента 64. Каждая из внутренней поверхности наружного элемента 64 и наружной поверхности внутреннего элемента 66 может иметь ровный профиль. Противолежащие поверхности с ровными профилями могут скользить друг по другу при вращении наружного и внутреннего элементов 64 и 66 относительно друг друга. Осевая опора 56 может включать в себя множество шариковых опор 68, расположенных в канавках, образованных в множестве наружных опорных элементов 70 и множестве внутренних опорных элементов 72. Нижняя радиальная опора 58 может представлять собой конструкцию с радиальными шарикоподшипниками, включающую в себя наружный элемент 74, внутренний элемент 76, расположенный внутри наружного элемента 74, и множество шариковых опор 78 между наружным элементом 74 и внутренним элементом 76. Каждый из наружного элемента 74 и внутреннего элемента 76 может иметь цилиндрическую форму.

Как показано на фиг. 3 и 4, внутренняя поверхность 80 наружного элемента 74 может иметь ровный профиль. Наружная поверхность 82 внутреннего элемента 76 может включать в себя множество круговых канавок 84. Каждая из шариковых опор 78 может быть расположена в одной из круговых канавок 84. При вращении наружного и внутреннего элементов 74 и 76 относительно друг друга шариковые опоры 78 могут вращаться в круговых канавках 84 внутреннего элемента 76 и могут свободно перемещаться вдоль ровного профиля внутренней поверхности 80 наружного элемента 74. Таким образом, радиальный шарикоподшипник 58 обеспечивает возможность осевого перемещения наружного и внутреннего элементов 74 и 76 относительно друг друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальным шарикоподшипником 58. Радиальный шарикоподшипник 58 может включать в себя любое соответствующее число (например, две - тридцать) шариковых опор 78 и круговых канавок 84.

Фиг. 5 и 6 иллюстрируют альтернативный радиальный шарикоподшипник 90, который может включать в себя наружный элемент 92, внутренний элемент 94, расположенный внутри наружного элемента 92, и множество шариковых опор 96. Наружный элемент 92 может иметь внутреннюю поверхность 98, имеющую множество круговых канавок 100. Внутренний элемент 94 может иметь наружную поверхность 102, имеющую ровный профиль. Каждая из шариковых опор 96 может быть расположена в одной из круговых канавок 100. При вращении наружного и внутреннего элементов 92 и 94 относительно друг друга шариковые опоры 96 могут вращаться в круговых канавках 100 наружного элемента 92 и могут свободно перемещаться вдоль ровного профиля наружной поверхности 102 внутреннего элемента 94. Таким образом, радиальный шарикоподшипник 90 обеспечивает возможность осевого перемещения наружного и внутреннего элементов 92 и 94 друг относительно друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальным шарикоподшипником 90. Радиальный шарикоподшипник 90 может включать в себя любое соответствующее число (например, две - тридцать) шариковых опор 96 и круговых канавок 100.

Каждый из наружного и внутреннего элементов 74 и 76 радиального шарикоподшипника 58 и наружного и внутреннего элементов 92 и 94 радиального шарикоподшипника 90 может быть образован из одной непрерывной детали. В альтернативном варианте любой из элементов 74, 76, 92 или 94 может быть образован из множества колец. Например, фиг. 7 и 8 показывают радиальный шарикоподшипник 58, включающий в себя наружный элемент 74, образованный из одной непрерывной детали, и внутренний элемент 76, образованный из отдельных колец 76А, 76В, 76С, 76D и 76Е, каждое из которых содержит одну круговую канавку 84. Таким же образом наружный элемент 92 радиального шарикоподшипника 90 может быть образован из отдельных колец, таких как отдельные кольца, каждое из которых содержит одну круговую канавку 100.

Каждый из радиальных шарикоподшипников 58 или 90 может быть использован в опорной секции, имеющей любую конфигурацию. Другими словами, каждый из радиальных шарикоподшипников 58 или 90 может быть использован в качестве нижней радиальной опоры, верхней радиальной опоры или в качестве как верхней, так и нижней радиальной опоры. Как показано на фиг. 2, радиальный шарикоподшипник 58 может быть использован в качестве нижней радиальной опоры в опорной секции 50, которая также содержит осевую опору 56, расположенную над радиальным шарикоподшипником 58, и верхнюю радиальную опору 54, расположенную над осевой опорой 56. Верхняя радиальная опора 54 может представлять собой обычную радиальную опору скольжения. В альтернативном варианте осуществления радиальный шарикоподшипник 90 может быть использован в качестве нижней радиальной опоры в опорной секции 50.

Как также показано на фиг. 2, опорная секция 50 может быть использована в смазываемом буровым раствором, буровом двигателе. Обломки выбуренной породы в буровом растворе могут вызывать износ шариковых опор 68, что приводит к уменьшению диаметра шариковых опор 68. При уменьшении диаметров шариковых опор 68 наружный и внутренний опорные элементы 70 и 72 могут оказаться невыровненными/несоосными, так что наружный и внутренний опорные элементы 70 и 72 будут воздействовать с неодинаковыми осевыми усилиями на наружный и внутренний элементы 74 и 76 радиального шарикоподшипника 58. Вследствие ровного профиля внутренней поверхности 80 наружного элемента 74 (показанного на фиг. 3 и 4) наружный и внутренний элементы 74 и 76 радиального шарикоподшипника 58 мо-

гут перемещаться в аксиальном направлении относительно друг друга под действием неодинаковых осевых усилий. Осевое перемещение наружного и внутреннего элементов 74 и 76 радиального шарикоподшипника 58 относительно друг друга предотвращает поглощение какой-либо осевой нагрузки шариковыми опорами 78, что приводит к меньшему разрушению шариковых опор 78 даже при износе шариковых опор 68 осевой опоры 56.

Фиг. 9 иллюстрирует альтернативную опорную секцию 110, включающую в себя оправку 112, установленную так, что она проходит через верхний радиальный шарикоподшипник 58, осевую опору 114 и нижний радиальный шарикоподшипник 58. Каждый из верхнего и нижнего радиальных шарикоподшипников 58 может включать в себя наружный элемент 74, внутренний элемент 76, расположенный внутри наружного элемента 74, и множество шариковых опор 78 между наружным и внутренним элементами 74 и 76. В одном варианте осуществления каждый из наружных элементов 74 может включать в себя верхний буртик 116. Осевая опора 114 может включать в себя множество шариковых опор 118, расположенных в канавках, образованных в множестве наружных опорных элементов 120 и множестве внутренних опорных элементов 122. Когда шариковые опоры 118 осевой опоры 114 изнашиваются и наружный и внутренний опорные элементы 120 и 122 воздействуют с неодинаковыми осевыми усилиями на наружный и внутренний элементы 74 и 76 верхнего и нижнего радиальных шарикоподшипников 58, наружные и внутренние элементы 74 и 76 могут перемещаться в аксиальном направлении относительно друг друга для предотвращения разрушения шариковых опор 78. Верхние буртики 116 наружных элементов 74 могут предотвратить аксиальное перемещение наружных и внутренних элементов 74 и 76 относительно друг друга за верхние буртики 116.

Фиг. 10 иллюстрирует альтернативную опорную секцию 160, включающую в себя оправку 162, установленную так, что она проходит через осевую опору 164 и нижний радиальный шарикоподшипник 58. Осевая опора 164 может иметь конструкцию, аналогичную осевым опорам 56, 114 и 134. Опорная секция 160 может не включать в себя верхнюю радиальную опору. В альтернативном варианте осевая опора 164 может также функционировать в качестве верхней радиальной опоры.

Фиг. 11 иллюстрирует альтернативную опорную секцию 170, включающую в себя оправку 172, установленную так, что она проходит через верхнюю осевую опору 174, верхний радиальный шарикоподшипник 58 и нижнюю осевую опору 176. Каждая из верхней и нижней осевых опор 174 и 176 может быть выполнена с конструкцией, аналогичной осевым опорам 56, 114 и 134.

Фиг. 12 иллюстрирует альтернативную опорную секцию 180, включающую в себя оправку 182, установленную так, что она проходит через верхнюю осевую опору 184, верхний радиальный шарикоподшипник 58, нижнюю осевую опору 186 и нижний радиальный шарикоподшипник 58. Каждая из верхней и нижней осевых опор 184 и 186 может быть выполнена с конструкцией, аналогичной осевым опорам 56, 114 и 134.

Когда шариковые опоры осевых опор 164, 174, 176, 184 и 186 изнашиваются и наружные и внутренние опорные элементы этих осевых опор воздействуют с неодинаковыми усилиями на наружные и внутренние элементы 74 и 76 радиальных шарикоподшипников 58, наружные и внутренние элементы 74 и 76 могут перемещаться в аксиальном направлении относительно друг друга для предотвращения разрушения шариковых опор 78.

Хотя были описаны предпочтительные варианты осуществления, следует понимать, что варианты осуществления являются только иллюстративными и что объем изобретения должен определяться только приложенной формулой изобретения при увязке с полным набором эквивалентов, при этом многие варианты и модификации естественным образом могут прийти на ум специалистам в данной области техники на основе рассмотрения данного документа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Опорная секция (110) для смазываемого буровым раствором бурового двигателя, содержащая корпус (62), имеющий внутреннее отверстие; оправку (112), расположенную, по меньшей мере частично, во внутреннем отверстии корпуса (62); осевую опору (114), расположенную вокруг оправки (112) и во внутреннем отверстии корпуса (62); верхнюю радиальную опору (58), расположенную вокруг оправки (112) и во внутреннем отверстии корпуса (62), при этом верхняя радиальная опора (58) расположена над осевой опорой (114) и содержит наружный цилиндрический элемент (74), включающий в себя внутреннюю поверхность; внутренний цилиндрический элемент (76), включающий в себя наружную поверхность, при этом внутренний цилиндрический элемент (76) расположен внутри наружного цилиндрического элемента (74), причем одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента (74) или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента (76) имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых канавок;

множество сферических элементов (78), расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента (74) и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента (76), при этом каждый сферический элемент (78) взаимодействует с одной из круговых

канавок;

нижнюю радиальную опору (58), расположенную вокруг оправки (112) и во внутреннем отверстии корпуса (62), при этом нижняя радиальная опора (58) расположена под осевой опорой (114) и содержит наружный цилиндрический элемент (74), включающий в себя внутреннюю поверхность;

внутренний цилиндрический элемент (76), включающий в себя наружную поверхность, при этом внутренний цилиндрический элемент (76) нижней радиальной опоры (58) расположен внутри наружного цилиндрического элемента (74) нижней радиальной опоры (58), при этом одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента (74) нижней радиальной опоры (58) или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента (76) нижней радиальной опоры (58) имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых канавок; и

множество сферических элементов (78), расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента (74) нижней радиальной опоры (58) и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента (76) нижней радиальной опоры (58), при этом каждый сферический элемент (78) нижней радиальной опоры (58) взаимодействует с одной из круговых канавок.

2. Опорная секция (110) по п.1, в которой наружная поверхность внутреннего цилиндрического элемента (76) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) имеет ровный профиль, который выполнен таким, чтобы обеспечить возможность осевого перемещения внутреннего цилиндрического элемента (76) и наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) относительно друг друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальной опорой (58).

3. Опорная секция (110) по п.2, в которой наружная поверхность внутреннего цилиндрического элемента (76) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) содержит верхний буртик (116), выполненный с возможностью ограничения осевого перемещения наружного цилиндрического элемента (74) и внутреннего цилиндрического элемента (76) каждой из радиальных опор (58) относительно друг друга.

4. Опорная секция (110) по п.2, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента (76) и наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из одной втулки.

5. Опорная секция (110) по п.2, в которой внутренний цилиндрический элемент (76) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из множества колец, и в которой наружный цилиндрический элемент (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из одной втулки.

6. Опорная секция (110) по п.2, в которой внутренний цилиндрический элемент (76) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из одной втулки, и в которой наружный цилиндрический элемент (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из множества колец.

7. Опорная секция (110) по п.2, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента (76) и наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из множества колец.

8. Опорная секция (110) по п.1, в которой внутренняя поверхность наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) имеет ровный профиль, который выполнен таким, чтобы обеспечить возможность осевого перемещения внутреннего цилиндрического элемента (76) и наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) относительно друг друга без поглощения какой-либо осевой нагрузки радиальной опорой (58).

9. Опорная секция (110) по п.8, в которой внутренняя поверхность наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) содержит верхний буртик (116), выполненный с возможностью ограничения осевого перемещения наружного цилиндрического элемента (74) и внутреннего цилиндрического элемента (76) каждой из верхней и нижней радиальных опор относительно друг друга.

10. Опорная секция (110) по п.8, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента (76) и наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из одной втулки.

11. Опорная секция (110) по п.8, в которой внутренний цилиндрический элемент (76) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из множества колец, и в которой наружный цилиндрический элемент (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из одной втулки.

12. Опорная секция (110) по п.8, в которой внутренний цилиндрический элемент (76) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из одной втулки, и в которой наружный цилиндрический элемент (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из множества колец.

13. Опорная секция (110) по п.8, в которой каждый из внутреннего цилиндрического элемента (76) и наружного цилиндрического элемента (74) каждой из верхней и нижней радиальных опор (58) образован из множества колец.

14. Способ поглощения радиальной нагрузки в смазываемом буровым раствором буровом двигателе, включающий в себя этапы, на которых

а) выполняют опорную секцию (110) для бурового двигателя, содержащую корпус (62), имеющий внутреннее отверстие; оправку (112), расположенную, по меньшей мере частично, во внутреннем отверстии корпуса (62); осевую опору (114), расположенную вокруг оправки (112) и во внутреннем отверстии

корпуса (62); верхнюю радиальную опору (58), расположенную вокруг оправки (112) и во внутреннем отверстии корпуса (62), при этом верхняя радиальная опора (58) расположена над осевой опорой (114) и содержит наружный цилиндрический элемент (74), имеющий внутреннюю поверхность, внутренний цилиндрический элемент (76), имеющий наружную поверхность, при этом внутренний цилиндрический элемент (76) расположен внутри наружного цилиндрического элемента (74), при этом одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента (74) или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента (76) имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых канавок,

множество сферических элементов (78), расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента (74) и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента (76), при этом каждый сферический элемент (78) взаимодействует с одной из круговых канавок;

нижнюю радиальную опору (58), расположенную вокруг оправки (112) и во внутреннем отверстии корпуса (62), при этом нижняя радиальная опора (58) расположена под осевой опорой (114) и содержит наружный цилиндрический элемент (74), включающий в себя внутреннюю поверхность;

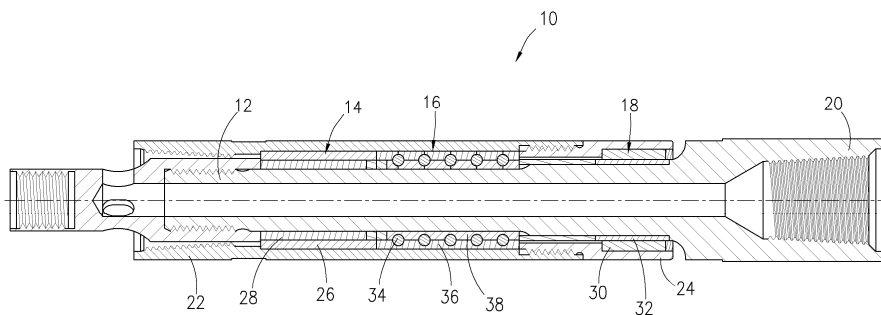
внутренний цилиндрический элемент (76), включающий в себя наружную поверхность, при этом внутренний цилиндрический элемент (76) нижней радиальной опоры (58) расположен внутри наружного цилиндрического элемента (74) нижней радиальной опоры (58), при этом одна из внутренней поверхности наружного цилиндрического элемента (74) нижней радиальной опоры (58) или наружной поверхности внутреннего цилиндрического элемента (76) нижней радиальной опоры (58) имеет ровный профиль, а другая содержит множество круговых канавок; и

множество сферических элементов (78), расположенных в пространстве между внутренней поверхностью наружного цилиндрического элемента (74) нижней радиальной опоры (58) и наружной поверхностью внутреннего цилиндрического элемента (76) нижней радиальной опоры (58), при этом каждый сферический элемент (78) нижней радиальной опоры (58) взаимодействует с одной из круговых канавок;

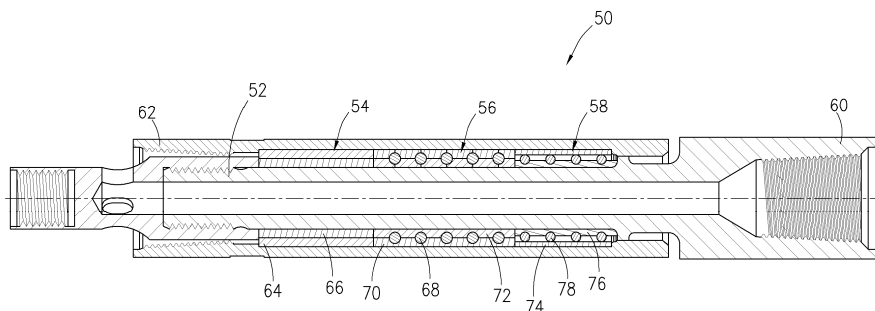
б) вращают внутренний цилиндрический элемент (76) верхней радиальной опоры (58) относительно наружного цилиндрического элемента (74) верхней радиальной опоры (58) и внутренний цилиндрический элемент (76) нижней радиальной опоры (58) относительно наружного цилиндрического элемента (74) нижней радиальной опоры (58);

с) поглощают радиальную нагрузку посредством верхней и нижней радиальных опор (58) и поглощают осевую нагрузку посредством осевой опоры (114); и

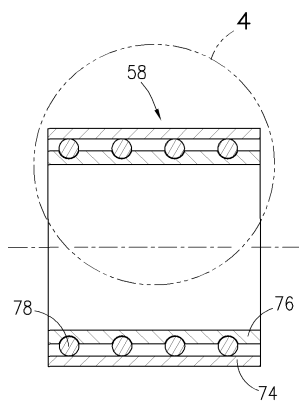
д) обеспечивают осевое перемещение наружного цилиндрического элемента (74) и внутреннего цилиндрического элемента (76) верхней радиальной опоры (58) относительно друг друга, не вызывая отказ верхней радиальной опоры (58), и осевое перемещение наружного цилиндрического элемента (74) и внутреннего цилиндрического элемента (76) нижней радиальной опоры (58) относительно друг друга, не вызывая отказ нижней радиальной опоры (58).



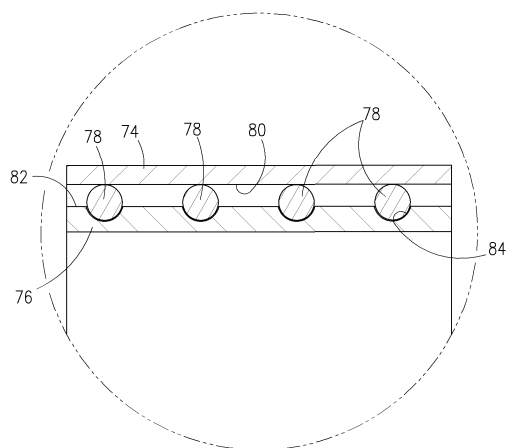
Фиг. 1



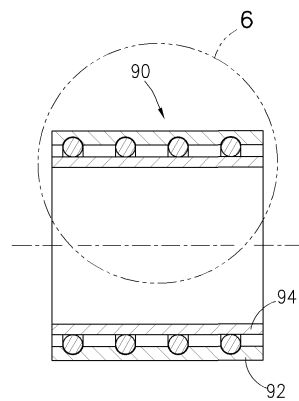
Фиг. 2



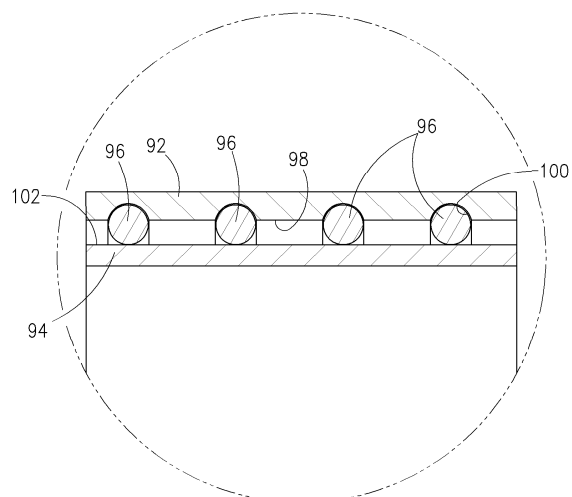
Фиг. 3



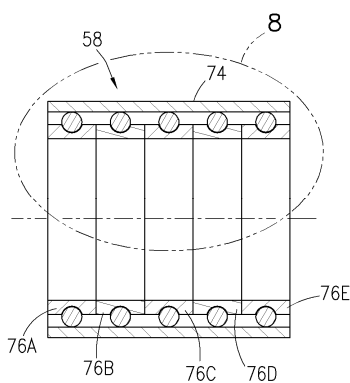
Фиг. 4



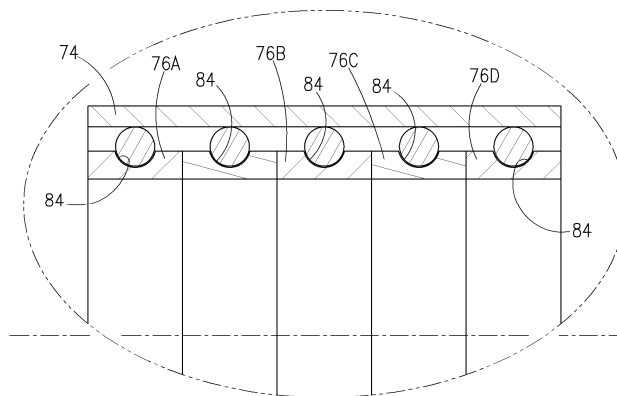
Фиг. 5



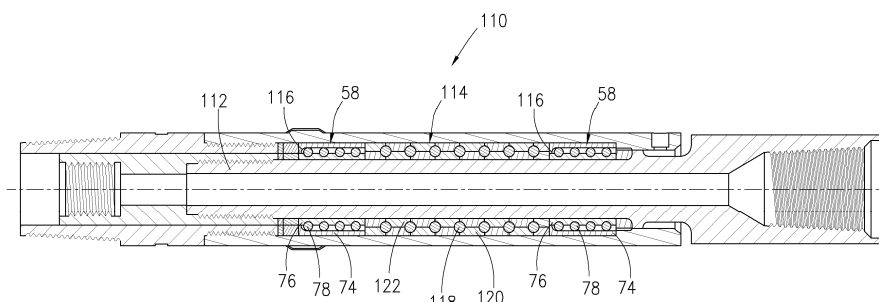
Фиг. 6



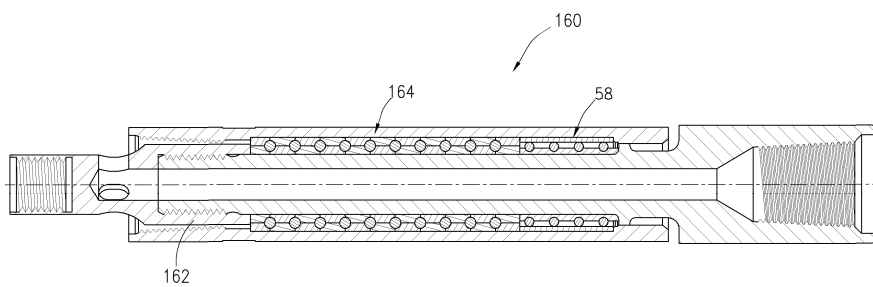
Фиг. 7



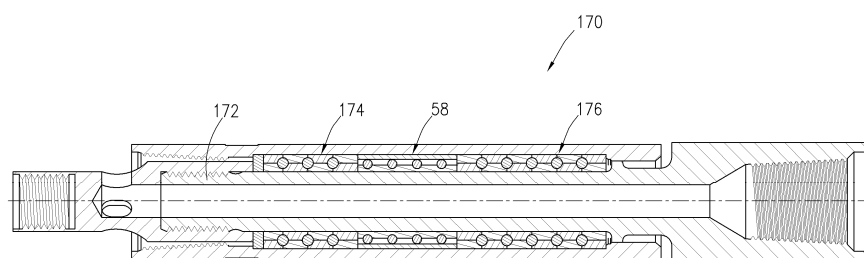
Фиг. 8



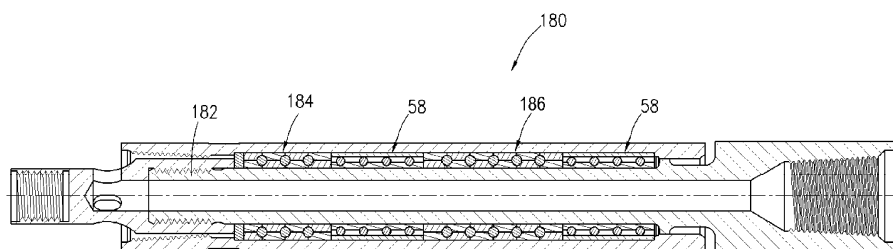
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2