

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035588**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.07.13

(51) Int. Cl. **F16H 25/12 (2006.01)**
F16H 25/22 (2006.01)

(21) Номер заявки
201790854

(22) Дата подачи заявки
2015.10.01

(54) БУРОВОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ

(31) **62/065,372; 14/864,016**

(56) EP-A1-0432786

(32) **2014.10.17; 2015.09.24**

US-A-4718291

(33) **US**

US-A-3443446

(43) **2017.09.29**

US-A-5028217

(86) **PCT/US2015/053389**

US-B1-6231468

(87) **WO 2016/060849 2016.04.21**

US-A-5809837

US-A1-20040182189

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АШМИН ХОЛДИНГ ЭлЭлСи (US)

(72) Изобретатель:
**Фон Гинц-Рековски Гунтер ХХ,
Уильямс Майкл В. (US)**

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

(57) Предложено устройство для бурения ствола скважины, включающее в себя корпус долота, имеющий первый конец, внутреннюю полость и второй конец. Первый конец присоединен к рабочей колонне, которая выполнена с конфигурацией, обеспечивающей возможность передачи вращающей силы корпусу долота. Внутренняя полость содержит профиль, имеющий поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром. Второй конец включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент. Устройство также включает в себя пилотное долото, присоединенное с возможностью вращения во внутренней полости. Поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром предусмотрена на первом конце пилотного долота. Поверхности первого и второго кулачков с наружным рабочим контуром функционально выполнены с конфигурацией, обеспечивающей возможность передачи ударной силы. Второй конец пилотного долота может включать в себя поверхность контактного взаимодействия, выполненную с конфигурацией, обеспечивающей возможность контактного взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Корпус долота вращается относительно пилотного долота.

B1**035588****035588****B1**

Заявка на данное изобретение притязает на преимущества и приоритет предварительной заявки на патент США № 62/065372, поданной 17 октября 2014, которая включена в данный документ путем ссылки.

Предпосылки создания изобретения

Данное раскрытие изобретения относится к буровому устройству и способу. Более конкретно, но не в качестве ограничения, данное изобретение относится к буровому долоту и способу бурения скважин.

Буровые долота используются для бурения подземных скважин. При бурении ствола скважины оператор стремится обеспечить эффективное, безопасное и экономичное бурение скважины. Буровые долота требуются для бурения прямолинейных скважин, наклонно-направленных скважин, горизонтальных скважин, многоствольных скважин и т.д. В течение ряда лет были предложены различные буровые долота, включая шарошечные конические долота и коронки, армированные поликристаллическими синтетическими алмазами.

Сущность изобретения

В одном варианте осуществления раскрыто устройство, которое включает в себя вращающуюся часть, имеющую первую радиальную поверхность с первым профилем периферии, невращающуюся часть, имеющую вторую радиальную поверхность со вторым профилем периферии, корпус, расположенный вокруг первой и второй радиальных поверхностей, и одно или более тел качения, расположенных между первой и второй радиальными поверхностями и в контакте с первой и второй радиальными поверхностями для перемещения невращающейся части в аксиальном направлении при вращении вращающейся части. Каждое тело качения перемещается на 360° вдоль круговой траектории относительно первой радиальной поверхности и на 360° вдоль круговой траектории относительно второй радиальной поверхности. Вращающаяся часть поворачивается более чем на 360° относительно невращающейся части. Первый профиль периферии может включать в себя скошенную часть, которая может включать в себя неровный волнообразный профиль. Второй профиль периферии может включать в себя скошенную часть, которая может включать в себя неровный волнообразный профиль. Каждое из тел качения может иметь сферическую наружную поверхность. В одном варианте осуществления устройство может включать в себя два тела качения, находящиеся в контакте друг с другом, и при этом каждое тело качения имеет диаметр, который равен половине внутреннего диаметра корпуса. В другом варианте осуществления устройство может включать в себя три или более тел качения, при этом каждое тело качения находится в контакте с двумя соседними телами качения. В еще одном варианте осуществления устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который расположен между первой и второй радиальными поверхностями для удерживания тел качения в фиксированном положении друг относительно друга.

В другом варианте осуществления раскрыто устройство, которое включает в себя первую вращающуюся часть, имеющую первую радиальную поверхность с первым профилем периферии, вторую вращающуюся часть, имеющую вторую радиальную поверхность со вторым профилем периферии, корпус, расположенный вокруг первой и второй радиальных поверхностей, и одно или более тел качения, расположенных между первой и второй радиальными поверхностями и в контакте с первой и второй радиальными поверхностями для перемещения второй вращающейся части в аксиальном направлении при вращении первой вращающейся части. Вторая вращающаяся часть вращается с частотой вращения, отличающейся от частоты вращения первой вращающейся части. В альтернативном варианте первая и вторая вращающиеся части вращаются в противоположных направлениях. Каждое тело качения перемещается на 360° вдоль круговой траектории относительно первой радиальной поверхности и на 360° вдоль круговой траектории относительно второй радиальной поверхности. Первая вращающаяся часть поворачивается более чем на 360° относительно второй вращающейся части. Первый профиль периферии может включать в себя скошенную часть, которая может включать в себя неровный волнообразный профиль. Второй профиль периферии может включать в себя скошенную часть, которая может включать в себя неровный волнообразный профиль. Каждое из тел качения может иметь сферическую наружную поверхность. В одном варианте осуществления устройство может включать в себя два тела качения, находящиеся в контакте друг с другом, и при этом каждое тело качения имеет диаметр, который равен половине внутреннего диаметра корпуса. В другом варианте осуществления устройство может включать в себя три или более тел качения, при этом каждое тело качения находится в контакте с двумя соседними телами качения. В еще одном варианте осуществления устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который расположен между первой и второй радиальными поверхностями для удерживания тел качения в фиксированном положении друг относительно друга.

В еще одном варианте осуществления раскрыто устройство для бурения скважины, при этом устройство присоединено к рабочей колонне. Устройство включает в себя корпус долота, имеющий первый конец, внутреннюю полость и второй конец, при этом первый конец присоединен к рабочей колонне, которая выполнена с конфигурацией, обеспечивающей возможность передачи вращающей силы корпусу долота. Внутренняя полость содержит профиль, имеющий поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром. Второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент. Устройство также включает в себя пилотное долото, присоединенное с возможностью

вращения во внутренней полости корпуса долота. Пилотное долото выступает от рабочей поверхности. Пилотное долото включает в себя первый конец и второй конец. Первый конец пилотного долота имеет поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром, функционально выполненную с конфигурацией, обеспечивающей возможность взаимодействия с поверхностью первого кулачка с наружным рабочим контуром для передачи ударной силы. Второй конец пилотного долота включает в себя поверхность контактного взаимодействия, выполненную с конфигурацией, обеспечивающей возможность контактного взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Корпус долота вращается с частотой, отличающейся от частоты вращения пилотного долота. Поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Поверхность контактного взаимодействия может включать в себя внецентренную коническую поверхность. В альтернативном варианте поверхность контактного взаимодействия может включать в себя долотообразную поверхность. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель, предназначенный для передачи вращающей силы. Устройство может дополнительно включать в себя фиксатор, функционально взаимодействующий с пилотным долотом для удерживания пилотного долота во внутренней полости. Рабочая колонна может представлять собой колонну бурильных труб или колонну гибких насосно-компрессорных труб. Устройство может дополнительно включать в себя одно или более тел качения, расположенных между поверхностями первого и второго кулачков с наружным рабочим контуром и в контакте с поверхностями первого и второго кулачков с наружным рабочим контуром. Каждое из тел качения может иметь сферическую наружную поверхность. Устройство может включать в себя два тела качения, находящиеся в контакте друг с другом, при этом диаметр каждого из тел качения равен половине внутреннего диаметра внутренней полости. Устройство может включать в себя три или более тел качения, при этом каждое из тел качения находится в контакте с двумя соседними телами качения. Устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который расположен между поверхностями первого и второго кулачков с наружным рабочим контуром для удерживания тел качения в фиксированном положении друг относительно друга.

Также раскрыт способ бурения ствола скважины. Способ включает обеспечение наличия устройства с долотом в стволе скважины, при этом устройство с долотом содержит корпус долота, имеющий первый конец, внутреннюю полость и второй конец, при этом первый конец присоединен к рабочей колонне, которая выполнена с конфигурацией, обеспечивающей возможность передачи вращающей силы корпусу долота, при этом внутренняя полость содержит профиль, имеющий поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром, второй конец включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент, при этом устройство также включает в себя выступающую часть, присоединенную с возможностью вращения во внутренней полости корпуса долота и выступающую от рабочей поверхности, при этом выступающая часть включает в себя первый конец и второй конец, при этом первый конец имеет поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром и второй конец имеет поверхность контактного взаимодействия. Способ дополнительно включает опускание устройства с долотом в ствол скважины, ввод режущего элемента рабочей поверхности в контакт с граничной поверхностью пласта, приведение корпуса долота во вращение относительно выступающей части, ввод поверхности контактного взаимодействия выступающей части в контактное взаимодействие с граничной поверхностью пласта в стволе скважины и соударение поверхности второго кулачка с наружным рабочим контуром с поверхностью первого кулачка с наружным рабочим контуром так, что ударная сила передается режущему элементу и поверхности контактного взаимодействия во время бурения ствола скважины. В одном варианте осуществления поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром содержит наклонный участок и вертикальный участок и поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром содержит наклонный участок и вертикальный участок. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель, предназначенный для передачи вращающей силы. Рабочая колонна может представлять собой колонну бурильных труб или колонну гибких насосно-компрессорных труб. Кроме того, поверхность контактного взаимодействия может представлять собой внецентренную коническую поверхность или долотообразную поверхность. Выступающая часть может быть приведена во вращение вследствие сил трения, связанных с вращением корпуса долота, при этом частота вращения выступающей части отличается от частоты вращения корпуса долота. Устройство с долотом также может включать в себя одно или более тел качения, расположенных между поверхностями первого и второго кулачков с наружным рабочим контуром и в контакте с поверхностями первого и второго кулачков с наружным рабочим контуром, и способ может включать соударение поверхности второго кулачка с наружным рабочим контуром с поверхностью первого кулачка с наружным рабочим контуром посредством тел качения. Каждое из тел качения может иметь сферическую наружную поверхность.

В еще одном варианте осуществления раскрыто устройство для бурения скважины, при этом устройством присоединено к рабочей колонне. Устройство включает в себя корпус долота, имеющий первый конец, внутреннюю полость и второй конец, при этом первый конец присоединен к рабочей колонне, которая выполнена с конфигурацией, обеспечивающей возможность передачи вращающей силы корпусу долота. Внутренняя полость содержит профиль, имеющий ударный элемент. Второй конец корпуса до-

лота включает в себя рабочую поверхность, содержащую множество режущих элементов. Устройство также включает в себя выступающую часть, присоединенную с возможностью вращения во внутренней полости корпуса долота. Выступающая часть выступает от рабочей поверхности. Выступающая часть включает в себя первый конец и второй концы. Первый конец выступающей части содержит упорный элемент. Второй конец выступающей части содержит поверхность контактного взаимодействия, выполненную с конфигурацией, обеспечивающей возможность контактного взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Ударный элемент функционально выполнен с конфигурацией, обеспечивающей возможность передачи ударной силы упорному элементу. Корпус долота вращается относительно выступающей части. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель, предназначенный для передачи вращающей силы. Ударный элемент может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Упорный элемент может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. В альтернативном варианте профиль внутренней полости дополнительно включает в себя поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром и первый конец выступающей части дополнительно включает в себя поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром, выполненную с конфигурацией, обеспечивающей возможность взаимодействия с поверхностью первого кулачка с наружным рабочим контуром. Устройство может дополнительно включать в себя фиксатор, функционально взаимодействующий с выступающей частью для удерживания выступающей части во внутренней полости. Поверхность контактного взаимодействия может включать в себя внецентричную коническую поверхность или долотообразную поверхность. Рабочая колонна может представлять собой колонну бурильных труб или колонну гибких насосно-компрессорных труб. Выступающая часть может вращаться с частотой вращения, отличающейся от частоты вращения корпуса долота. Устройство может дополнительно включать в себя одно или более тел качения, расположенных между ударным элементом и упорным элементом и в контакте с ударным элементом и упорным элементом. Каждое из тел качения может иметь сферическую наружную поверхность. Устройство может включать в себя два тела качения, находящиеся в контакте друг с другом, при этом диаметр каждого из тел качения равен половине внутреннего диаметра внутренней полости. Устройство может включать в себя три или более тел качения, при этом каждое из тел качения находится в контакте с двумя соседними телами качения. Устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который расположен между ударным элементом и упорным элементом для удерживания тел качения в фиксированном положении друг относительно друга.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой вид в разрезе одного варианта осуществления долота, раскрытого в данном описании.

Фиг. 2 представляет собой вид в перспективе одного варианта осуществления поверхности кулачка на пилотном долоте.

Фиг. 3 представляет собой увеличенное частичное сечение зоны, обозначенной "А" на фиг. 1, которое показывает поверхность кулачка с наружным рабочим контуром внутри долота.

Фиг. 4 представляет собой вид в перспективе пилотного долота, видимого на фиг. 1.

Фиг. 5 представляет собой вид в разрезе второго варианта осуществления долота, раскрытого в данном описании.

Фиг. 6 представляет собой вид в перспективе второго варианта осуществления пилотного долота, видимого на фиг. 5.

Фиг. 7 представляет собой поперечное сечение долота по фиг. 1, выполненное по линии А-А.

Фиг. 8 представляет собой вид в разрезе третьего варианта осуществления долота, раскрытого в данном описании.

Фиг. 9А представляет собой вид в перспективе поверхности кулачка с наружным рабочим контуром долота, показанного на фиг. 8.

Фиг. 9В представляет собой схематическое изображение профиля периферии поверхности кулачка с наружным рабочим контуром, показанной на фиг. 9А.

Фиг. 9С представляет собой вид в перспективе альтернативной поверхности кулачка с наружным рабочим контуром.

Фиг. 10 представляет собой вид в разрезе четвертого варианта осуществления долота, раскрытого в данном описании.

Фиг. 11 представляет собой увеличенное частичное сечение зоны, обозначенной "В" на фиг. 10.

Фиг. 12 представляет собой схематическое изображение рабочей колонны, проходящей от буровой установки, при этом рабочая колонна расположена концентрически внутри ствола скважины.

Фиг. 13 представляет собой вид в разрезе устройства, предназначенного для сообщения аксиально-перемещения посредством вращающегося элемента.

Фиг. 14А представляет собой поперечное сечение устройства, выполненное по линии А-А на фиг. 13.

Фиг. 14В представляет собой альтернативное поперечное сечение устройства, выполненное по линии А-А на фиг. 13.

Фиг. 14С представляет собой другое альтернативное поперечное сечение устройства, выполненное по линии А-А на фиг. 13.

Фиг. 14D представляет собой еще одно альтернативное поперечное сечение устройства, выполненное по линии А-А на фиг. 13.

Фиг. 15 представляет собой вид в разрезе устройства по фиг. 13, включающего в себя направляющий элемент.

Фиг. 16А представляет собой поперечное сечение устройства, выполненное по линии В-В на фиг. 15.

Фиг. 16В представляет собой альтернативное поперечное сечение устройства, выполненное по линии В-В на фиг. 15.

Фиг. 16С представляет собой другое альтернативное поперечное сечение устройства, выполненное по линии В-В на фиг. 15.

Фиг. 16D представляет собой еще одно альтернативное поперечное сечение устройства, выполненное по линии В-В на фиг. 15.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Фиг. 1 представляет собой вид в разрезе одного варианта осуществления долота 2, раскрытого в данном описании. Долото 2 включает в себя первый конец 4, имеющий наружную периферию, которая содержит наружную резьбу 6, при этом наружная резьба 6 будет соединяться с рабочей колонной (не видимой на данном изображении). Долото 2 может представлять собой любой инструмент, который выполнен с возможностью бурения ствола в горной породе, такой как лопастное долото, шарошечное долото, плоское дробящее долото или фрезер. Как будет понятно средним специалистам в данной области техники, рабочая колонна может включать в себя оборудование низа бурильной колонны, которое включает в себя приборы для скважинных измерений в процессе бурения, гидравлический забойный двигатель и утяжеленные бурильные трубы (следует отметить, что данный перечень является иллюстративным). Наружная резьба 6 проходит до радиального буртика 8, который, в свою очередь, проходит до наружной конической поверхности 10. Как видно на фиг. 1, наружная коническая поверхность 10 проходит до множества лопастей, включающего лопасти 12 и 14. Долото 2 и, в частности, лопасти 12, 14 содержат режущие элементы для бурения и дробления подземной скальной породы, как будет понятно средним специалистам в данной области техники. В одном варианте осуществления лопасти 12, 14 содержат ножи, на которых могут быть присоединены режущие элементы. Например, фиг. 1 показывает режущие элементы 16, 18, 20, 22, присоединенные к дистальным концам 23 (также называемым рабочей поверхностью 23) ножек лопастей 12, 14. Следовательно, режущие элементы 16, 18, 20, 22 удерживаются на рабочей поверхности 23 долота 2.

Долото 2 также содержит проходящую в радиальном направлении, плоскую верхнюю поверхность 24, которая проходит в радиальном направлении внутрь до части 26 с внутренним диаметром. Часть 26 с внутренним диаметром проходит до отверстия, обозначенного в целом ссылкой позицией 28. Отверстие 28 иногда называют внутренней полостью. Отверстие 28 имеет внутренний профиль 30, при этом профиль 30 содержит поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром, которая будет описана со ссылкой на фиг. 2. Отверстие 28 проходит до нижней части долота 2. Как видно на фиг. 1, внутри отверстия 28 расположено пилотное долото 32 (пилотное долото 32 может быть названо выступающей частью 32). Пилотное долото 32 может выступать, но необязательно выступает, за рабочую поверхность 23 долота 2. Пилотное долото 32 имеет первый конец (обозначенный в целом ссылкой позицией 34) и второй конец (обозначенный в целом ссылкой позицией 36). Первый конец 34 содержит поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром, которая будет описана со ссылкой на фиг. 3. Следует отметить, что поверхности первого и второго кулачков с наружным рабочим контуром взаимодействуют, как будет более полно разъяснено позднее при раскрытии изобретения.

Как видно на фиг. 1, отверстие 28 дополнительно включает в себя окружную периферийную зону 38 с увеличенным диаметром, которая выполнена с возможностью размещения в ней фиксатора 40, предназначенного для удерживания пилотного долота 32 в отверстии 28. Фиксатор 40 может представлять собой шаровые элементы, как показано. В альтернативном варианте фиксатор 40 может представлять собой штифт, установочный винт или другой аналогичный механизм, расположенный по меньшей мере частично в отверстии 28 для удерживания пилотного долота 32 в отверстии 28. Может быть предусмотрено любое число фиксаторов 40. Более конкретно, пилотное долото 32 содержит первую наружную цилиндрическую поверхность 42, которая проходит до скошенной поверхности 44, которая, в свою очередь, проходит до второй наружной цилиндрической поверхности 46, затем до скошенной поверхности 48, затем до третьей наружной цилиндрической поверхности 50. В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, третья наружная цилиндрическая поверхность 50 проходит до поверхности с долотообразным профилем, обозначенной в целом ссылкой позицией 52, при этом поверхность 52 с долотообразным профилем имеет скошенный конец 54, предназначенный для контакта с подземной скальной породой. Осевая линия 56 проходит через часть 26 с внутренним диаметром долота 2, а также через скошенный конец 54 пилотного долота 32. Шаровые опорные элементы 40 обеспечивают возможность вращения долота 2, а также вращения пилотного долота 32. В одном варианте осуществления шаровые опорные

элементы 40 обеспечивают возможность вращения долота 2 и пилотного долота 32 с разными скоростями, так что долото 2 может иметь первую частоту вращения, измеряемую в оборотах в минуту (об/мин), в то время как пилотное долото 32 может иметь вторую частоту вращения, также измеряемую в об/мин. Первая и третья наружные цилиндрические поверхности 42 и 50 пилотного долота 32 могут функционировать в качестве радиальных опор вместе с внутренними поверхностями отверстия 28 долота 2.

Далее со ссылкой на фиг. 2 будет описан вид в перспективе одного варианта осуществления поверхности 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром на пилотном долоте 32. Следует отметить, что аналогичные ссылочные позиции относятся к аналогичным компонентам на различных чертежах. Фиг. 2 показывает наружную цилиндрическую поверхность 42, а также наружную цилиндрическую поверхность 50, при этом наружная цилиндрическая поверхность 50 проходит до поверхности 52 с долотообразным профилем. В одном варианте осуществления поверхность 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром содержит три наклонных элемента, а именно наклонные элементы 62, 64, 66. Наклонные элементы 62, 64 и 66 будут взаимодействовать с внутренним профилем 30 для передачи ударной силы, как будет более полно разъяснено ниже. Наклонный элемент 66 содержит вертикальный участок 68, наклонный участок 70 и плоский участок 72, который расположен между наклонным участком 70 и вертикальным участком 68. Наклонные элементы 62, 64 и 66 имеют аналогичную конструкцию. Проходящая в радиальном направлении плоская зона 74a, 74b, 74c будет зоной, в которой два плоских кулачка с наружным рабочим контуром будут сталкиваться во время ударного воздействия. Другими словами, проходящие в радиальном направлении плоские зоны 74a, 74b, 74c, а не наклонные поверхности воспринимают ударную силу.

Далее будет описана, в частности, фиг. 3, которая представляет собой увеличенное частичное сечение окруженной зоны, обозначенной "А" на фиг. 1. Фиг. 3 показывает поверхность 80 первого кулачка с наружным рабочим контуром на внутреннем профиле 30 долота 2. Фиг. 3 показывает наклонный участок 82, который продолжается до вертикального участка 84, который затем выравнивается до плоского участка 86. Проходящая в радиальном направлении плоская зона обозначена ссылочной позицией 88. Наклонный участок 82, вертикальный участок 84, плоский участок 86 и проходящая в радиальном направлении плоская зона 88 являются обратными по отношению ко поверхности 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром, описанной ранее. Поверхность 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром будет взаимодействовать с поверхностью 80 первого кулачка с наружным рабочим контуром для создания ударной силы в соответствии с идеями данного раскрытия изобретения. Внутренний профиль 30 входит в контактное взаимодействие и взаимодействует с поверхностью 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром, так что при вращении долота 2 относительно пилотного долота 32 (т.е. пилотное долото 32 не вращается или пилотное долото 32 вращается с частотой вращения, отличающейся от частоты вращения долота 2) плоский участок 86 внутреннего профиля 30 скользит вверх по наклонному участку 70, по плоскому участку 72, по вертикальному участку 68 и на плоскую зону 74b поверхности 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром. Когда плоский участок 86 падает на плоскую зону 74b поверхности 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром, будет создаваться ударная сила, действующая в аксиальном направлении через долото 2 и пилотное долото 32 для содействия бурению подземного пласта. В одном варианте осуществления поверхность 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром представляет собой упорный элемент и поверхность 80 первого кулачка с наружным рабочим контуром представляет собой ударный элемент.

Фиг. 4 представляет собой вид в перспективе первого варианта осуществления элемента, представляющего собой пилотное долото, а именно пилотного долота 32. Как видно на фиг. 4, наружная цилиндрическая поверхность 50 проходит до первой вогнутой поверхности 90, а также до второй вогнутой поверхности 92, которая, в свою очередь, проходит до скошенного конца 54. Следовательно, по мере продолжения бурения скошенный конец 54 может контактировать с подземной скальной породой, которая, в свою очередь, будет раздробляться и разрубаться.

Фиг. 5 представляет собой вид в разрезе второго варианта осуществления долота 94, при этом фиг. 5 показывает второй вариант осуществления пилотного долота 96, содержащего внецентренную коническую поверхность 98. Долото 94 является таким же, как долото 2, показанное на фиг. 1, за исключением пилотного долота 96. Как видно на фиг. 5, осевая линия 100, проходящая через центр долота 94, смещена от вершины 102 конической части 104 пилотного долота 96. Осевая линия 106 конической части 104 смещена от осевой линии 100 долота 94, в результате чего образуется внецентренная коническая поверхность 104. Вследствие данного смещения (т.е. расстояния между центрами) требуется больший крутящий момент для приведения во вращение пилотного долота 96, что, в свою очередь, требует большего трения между поверхностями кулачков с наружным рабочим контуром на долоте 94 и пилотном долоте 96 для приведения во вращение пилотного долота 96. При большем расстоянии смещения вершины 102 от центра потребуются больший крутящий момент для приведения во вращение пилотного долота 96. Таким образом, расстояние между центрами обеспечивает большее различие между частотой вращения долота 2 и частотой вращения пилотного долота 96 (т.е. большее относительное вращение), в результате чего увеличивается частота ударов, создаваемых за счет взаимодействия поверхностей кулачков с наружным рабочим контуром.

Со ссылкой на фиг. 6 далее будет описан вид в перспективе второго варианта осуществления элемента 96, представляющего собой пилотное долото и видимого на фиг. 5. Пилотное долото 96 содержит на дистальном конце коническую часть 104, которая "ведет" к вершине 102. Коническая часть 104 расположена эксцентрически, в результате чего образуется радиальная зона 108. Коническая часть 104 может быть образована как одно целое на корпусе пилотного долота 96 или может быть прикреплена, например, посредством сварки.

Фиг. 7 представляет собой поперечное сечение долота 2 по фиг. 1, выполненное по линии 7-7. Таким образом, показано пилотное долото 32 вместе с шаровыми опорными элементами, такими как элемент 40, при этом шаровой опорный элемент 40 расположен в окружной периферийной зоне 38 с увеличенным диаметром. Также показаны лопасти 12, 14 вместе с лопастью 109. Фиг. 7 показывает, как долото 2 может вращаться в направлении 110 по часовой стрелке относительно пилотного долота 32. В то время как долото 2 выполнено с конфигурацией, обеспечивающей возможность вращения, пилотное долото 32 не предназначено для вращения. Соответственно, пилотное долото 32 может представлять собой невращающийся элемент. Тем не менее, в одном варианте осуществления силы трения могут вызвать вращение пилотного долота 32. В этом случае пилотное долото 32 будет вращаться с частотой вращения, отличающейся от частоты вращения долота 2.

Фиг. 8 иллюстрирует еще один вариант осуществления долота 113. За исключением того, что указано как иное, долото 113 является таким же, как долото 2. Долото 113 может включать в себя лопасти 114 и 115. Долото 113 может также включать в себя внутреннюю полость 116, проходящую, по меньшей мере, от поверхности 117 кулачка с наружным рабочим контуром до радиальной поверхности 118. Пилотное долото 119 может включать в себя стержнеобразную часть 120, проходящую от верхней части 121 до конической части 122. Вершина 123 конической части 122 может быть смещена от осевой линии 124 долота 113. Верхняя часть 121 может включать в себя поверхность 125 кулачка с наружным рабочим контуром и радиальный буртик 126. Радиальная поверхность 118 долота 113 может обеспечить удержание верхней части 121 пилотного долота 119 во внутренней полости 116.

Долото 113 может дополнительно включать в себя тела 127 и 128 качения, расположенные между поверхностями 117 и 125 кулачков с наружным рабочим контуром и в контакте с поверхностями 117 и 125 кулачков с наружным рабочим контуром. Тела 127, 128 качения также могут быть названы вращающимися элементами. В одном предпочтительном варианте осуществления тела 127, 128 качения представляют собой сферические элементы, такие как шаровые опоры из нержавеющей стали или керамические шарики. В данном варианте осуществления каждый сферический элемент может иметь диаметр, который приблизительно равен половине внутреннего диаметра внутренней полости 116, так что сферические элементы находятся в контакте друг с другом. Следует понимать, что долото 113 может включать в себя любое число тел качения. Число включенных тел качения может быть равно числу высших точек или наклонных элементов на каждой из поверхностей 117 и 125 кулачков с наружным рабочим контуром. Все тела качения могут иметь одинаковый размер.

Тела 127, 128 качения могут быть выполнены с возможностью свободного перемещения между поверхностями 117 и 125 кулачков с наружным рабочим контуром при вращении долота 113 относительно пилотного долота 119. В одном варианте осуществления тела 127, 128 качения могут перемещаться по круговой траектории на поверхности 125 кулачка с наружным рабочим контуром при вращении долота 113 относительно пилотного долота 119. Данное перемещение тел 127, 128 качения по поверхностям 117 и 128 кулачков с наружным рабочим контуром может вызвать аксиальное перемещение пилотного долота 119 относительно долота 113. Применение тел 127, 128 качения обеспечивает возможность менее прямого удара между поверхностями 117 и 125 кулачков с наружным рабочим контуром на долоте 113 и пилотном долоте 119, что может привести к увеличению срока службы долота 113 и пилотного долота 119.

Фиг. 9А иллюстрирует первый вариант осуществления поверхности 125 кулачка с наружным рабочим контуром. В данном варианте осуществления поверхность 125 кулачка с наружным рабочим контуром включает в себя ряд поверхностей, а именно поверхности 125а, 125b, 125с, 125d, 125е, 125f, 125g, 125h, 125i, 125j, 125k, 125l. Некоторые из данных поверхностей могут иметь наклон вверх или вниз, так что поверхность 125 кулачка с наружным рабочим контуром представляет собой радиальную поверхность с множеством сегментов.

Фиг. 9В представляет собой изображение профиля периферии поверхности 125 кулачка с наружным рабочим контуром, показанной на фиг. 9А.

Фиг. 9С иллюстрирует другой вариант осуществления поверхности 125 кулачка с наружным рабочим контуром. В данном варианте осуществления поверхность 125 кулачка с наружным рабочим контуром включает в себя нижнюю сторону 126а кулачка и верхнюю сторону 126b кулачка. Профиль поверхности 125 кулачка с наружным рабочим контуром по данному варианту осуществления может представлять собой более плавный волнообразный профиль. В одном варианте осуществления профиль 125 кулачка с наружным рабочим контуром представляет собой синусоидальный волнообразный профиль.

Следует отметить, что варианты осуществления поверхности 125 кулачка с наружным рабочим контуром, показанные на фиг. 9А и 9С, могут быть оба названы неровным профилем. Поверхность 117

кулачка с наружным рабочим контуром на долоте 113 может иметь обратную форму по отношению к поверхности 125 кулачка с наружным рабочим контуром. В альтернативном варианте одна из поверхностей 117 и 125 кулачков с наружным рабочим контуром может представлять собой плоскую радиальную поверхность.

Фиг. 10 представляет собой вид в разрезе еще одного варианта осуществления долота 130. За исключением того, что указано как иное, долото 130 является таким же, как долото 2. Долото 130 может включать в себя лопасти 132 и 134. Долото 130 может также включать в себя внутреннюю полость 136, ведущую от поверхности 138 кулачка с наружным рабочим контуром и ударной поверхности 140 к рабочей поверхности 142. Поверхность 138 кулачка с наружным рабочим контуром и ударная поверхность 140 могут быть расположены на некотором расстоянии друг от друга в аксиальном направлении. Пилотное долото 144 может быть расположено во внутренней полости 136 долота 130. Пилотное долото 144 может включать в себя первый конец 146 и второй конец 148. Первый конец 146 может включать в себя поверхность 150 кулачка с наружным рабочим контуром и упорную поверхность 152. Поверхность 150 кулачка с наружным рабочим контуром и упорная поверхность 152 могут быть расположены на некотором расстоянии друг от друга в аксиальном направлении. Поверхность 150 кулачка с наружным рабочим контуром может взаимодействовать с поверхностью 138 кулачка с наружным рабочим контуром, и упорная поверхность 152 может взаимодействовать с ударной поверхностью 140. Вторым концом 148 пилотного долота 144 может включать в себя поверхность с долотообразным профилем (как показано) или внецентренную коническую часть вышерассмотренного типа.

Фиг. 11 представляет собой увеличенный вид части В по фиг. 10. Данный вид показывает, что, в том случае когда ударная поверхность 140 долота 130 находится в контакте с упорной поверхностью 152 пилотного долота 144, поверхности 138 и 150 кулачков с наружным рабочим контуром разделены расстоянием ΔX . При вращении долота 130 относительно пилотного долота 144 поверхность 138 кулачка с наружным рабочим контуром на долоте 130 входит в контактное взаимодействие с поверхностью 150 кулачка с наружным рабочим контуром на пилотном долоте 144. Как разъяснено выше в связи с другими вариантами осуществления, каждая высшая точка 154 на поверхности 138 кулачка с наружным рабочим контуром "скользит" вдоль каждого наклонного элемента 156 поверхности 150 кулачка с наружным рабочим контуром. В течение этого времени ударная поверхность 140 будет удаляться от упорной поверхности 152. Когда каждая высшая точка 154 поверхности 138 кулачка с наружным рабочим контуром смещается за каждую высшую точку 158 поверхности 150 кулачка с наружным рабочим контуром, каждая высшая точка 154 будет снижаться по вертикальным участкам 160 поверхности 150 кулачка с наружным рабочим контуром. Данное снижение вызовет удар ударной поверхности 140 долота 130 по упорной поверхности 152 пилотного долота 144. Вследствие разделяющего расстояния ΔX ударная сила не будет действовать непосредственно на поверхности 138 и 150 кулачков с наружным рабочим контуром. Данная конструкция обеспечит увеличение долговечности долота 130 и пилотного долота 144 за счет уменьшения износа на поверхностях 138 и 150 кулачков с наружным рабочим контуром. Данный вариант осуществления может также включать в себя одно или более тел качения между поверхностями 138 и 150 кулачков с наружным рабочим контуром. В том случае, когда используются тела качения, тело качения может не находиться в контакте с поверхностями обоих кулачков, когда ударная поверхность 140 контактирует с упорной поверхностью 150 и ударяет по упорной поверхности 150.

Далее рассматривается фиг. 12, которая представляет собой схематическое изображение рабочей колонны 230, проходящей от буровой установки 232, при этом рабочая колонна 230 расположена концентрически внутри ствола 234 скважины. Рабочая колонна 230 будет функционально соединена с оборудованием низа бурильной колонны, обозначенным в целом ссылочной позицией 236. В варианте осуществления по фиг. 12, оборудование 236 низа бурильной колонны включает в себя гидравлический забойный двигатель 238, предназначенный для приведения долота 2 во вращение. Как будет понятно средним специалистам в данной области техники, в процессе бурения скважины буровой раствор закачивают через рабочую колонну 230. Буровой раствор направляется через гидравлический забойный двигатель, что вызывает вращение сегмента оборудования низа бурильной колонны. Вращающая сила передается долоту 2, что вызывает вращение долота 2 относительно пилотного долота 32. Следовательно, долото 2 приводится во вращение таким образом, что достигается первая частота вращения. Режущие элементы (например, режущие элементы 16, 18, 20, 22, показанные на фиг. 1), удерживаемые на рабочей поверхности 23, будут также входить в контактное взаимодействие с граничной поверхностью 240 пласта. Скошенный конец 54 пилотного долота 32 (показанного на фиг. 4), вершина 102 пилотного долота 96 (показанного на фиг. 6) или вершина 123 пилотного долота 119 будут входить в контактное взаимодействие с граничной поверхностью 240 пласта. Следует понимать, что, если не указано иное, долота 2, 94, 113 и 130 функционируют одинаковым образом, и пилотные долота 32, 96, 119 и 144 функционируют одинаковым образом.

Пилотное долото 32 может не вращаться во время операций бурения. Однако относительное вращение долота 2 относительно пилотного долота 32 может вызвать вращение пилотного долота 32 вследствие сил трения. Вращение долота 2 и пилотного долота 32 друг относительно друга может быть вызва-

но трением скольжения и качения между долотом 2 и пилотным долотом 32 и трением между обоими элементами и скальной породой пласта, окружающей ствол скважины. Долото 2 и пилотное долото 32 могут потребовать разных значений крутящего момента для преодоления трения качения и трения о скальную породу пласта, что может привести к вращению пилотного долота 32 с частотой вращения, отличающейся от частоты вращения долота 2. Относительное вращение также может быть вызвано эксцентрическим смещением вершины 102 от осевой линии долота 94, когда используется пилотное долото 96. Долото 2 может вращаться с более высокой частотой или скоростью вращения, чем пилотное долото 32. Например, долото может вращаться с частотой вращения, составляющей 80-400 об/мин, в то время как пилотное долото может вращаться с частотой вращения, составляющей 2-10 об/мин. Способ дополнительно включает удары поверхности 60 второго кулачка с наружным рабочим контуром о поверхность 80 первого кулачка с наружным рабочим контуром так, что ударная сила будет передаваться рабочей поверхности 23 и пилотному долоту 32. Таким образом, вращение долота 2 и пилотного долота 32 друг относительно друга преобразуется в аксиальное перемещение долота 2 и пилотного долота 32 друг относительно друга. Режущее и дробящее воздействие режущих элементов 16, 18, 20, 22 и пилотного долота 32 в сочетании с ударной силой обеспечит бурение ствола скважины.

Как было отмечено ранее, в одном варианте осуществления поверхность первого кулачка с наружным рабочим контуром содержит наклонный участок и вертикальный участок, и поверхность второго кулачка с наружным рабочим контуром содержит наклонный участок и вертикальный участок, которые являются взаимно обратными и взаимодействуют для создания ударной силы на проходящих в радиальном направлении, плоских зонах, таких как зоны 74a, 74b, 74c, видимые на фиг. 2. В одном варианте осуществления рабочая колонна содержит гидравлический забойный двигатель, предназначенный для передачи вращающей силы; тем не менее, другие варианты осуществления включают в себя ротационные средства на поверхности, предназначенные для сообщения вращения рабочей колонне от пола буровой установки. В другом варианте осуществления рабочая колонна выбрана из группы, состоящей из колонны бурильных труб, колонны гибких насосно-компрессорных труб и трубы, спускаемой под давлением. Признак одного варианта осуществления состоит в том, что поверхность контактного взаимодействия (т.е. дистальный конец пилотного долота 32) может представлять собой внецентренную коническую поверхность, долотообразную поверхность или другую аналогичную поверхность.

Фиг. 13 иллюстрирует устройство 302, включающее в себя вращающийся элемент 304 (иногда называемый вращающейся частью) и второй элемент 306 (иногда называемый второй частью). Каждый из вращающегося элемента 304 и второго элемента 306 может быть по меньшей мере частично расположен внутри корпуса 308. Вращающийся элемент 304 может включать в себя первую радиальную поверхность 310. Второй элемент 306 может включать в себя вторую радиальную поверхность 312, противоположную по отношению к первой радиальной поверхности 310. Первая радиальная поверхность 310 или вторая радиальная поверхность 312 может включать в себя скошенную поверхность, как описано выше. В одном варианте осуществления обе радиальные поверхности 310, 312 включают в себя скошенную поверхность. Скошенная поверхность может иметь неровный волнообразный профиль. Следует понимать, что вращающийся элемент 304 может быть расположен над или под вторым элементом 306.

Устройство 302 может включать в себя одно или более тел 314 качения. В одном варианте осуществления устройство 302 включает в себя два тела 314a, 314b качения, как показано на фиг. 13. Каждое тело качения может иметь сферическую наружную поверхность, но не ограничено сферической наружной поверхностью, при этом сферическая наружная поверхность имеет диаметр, который приблизительно равен половине внутреннего диаметра корпуса 308, так что тела 314a и 314b качения находятся в постоянном контакте друг с другом. Следует понимать, что устройство 302 может включать в себя любое число тел качения. Число тел качения, включенных в скважинное устройство, может быть равно числу высших точек или наклонных элементов на каждой из радиальных поверхностей 310 и 312. Все тела качения могут иметь одинаковый размер.

Вращающийся элемент 304 может непрерывно вращаться относительно второго элемента 306, т.е. вращающийся элемент 304 может поворачиваться более чем на 360° относительно второго элемента 306. В одном варианте осуществления второй элемент 306 представляет собой невращающийся элемент. Термин "невращающийся элемент" означает, что элемент не предназначен для вращения, и элемент является по существу не вращающимся относительно вращающегося элемента. В другом варианте осуществления второй элемент 306 представляет собой элемент, вращающийся с частотой вращения, отличающейся от частоты вращения вращающегося элемента 304. Частота вращения представляет собой скорость вращения, которая может быть измерена в единицах вращения или оборотах в минуту (об/мин). В дополнительном варианте осуществления второй элемент 306 и вращающийся элемент 304 вращаются в противоположных направлениях. Во всех вариантах осуществления при вращении вращающегося элемента 304 относительно второго элемента 306 тела 314 качения перемещаются между первой и второй радиальными поверхностями 310 и 312, в результате чего обеспечивается аксиальное перемещение второго элемента 306 относительно вращающегося элемента 304. Каждое из тел 314 качения может перемещаться на 360° вдоль круговой траектории относительно второй радиальной поверхности 312. Каждое из тел 314 качения также может перемещаться на 360° вдоль круговой траектории относительно первой ради-

альной поверхности 310. Перемещение тел 314 качения по первой и второй радиальным поверхностям 310 и 312 может происходить одновременно, так что тела 314 качения перемещаются на 360° вдоль круговой траектории относительно первой радиальной поверхности 310 и одновременно перемещаются на 360° вдоль круговой траектории относительно второй радиальной поверхности 312.

Следует понимать, что устройство 302 не ограничено показанной направленной и наклонной конструкцией. Другими словами, устройство 302 будет функционировать при условии, что первая радиальная поверхность 310 будет расположена напротив второй радиальной поверхности 311 при одном или более телах качения, расположенных между ними. Устройство 302 может быть расположено в перевернутом вертикальном положении по отношению к положению, показанному на данных чертежах. Устройство 302 также может быть расположено в горизонтальном положении или любом другом наклонном положении.

Фиг. 14А представляет собой поперечное сечение, выполненное по линии А-А на фиг. 13, показывающее тела 314а, 314b качения на первой радиальной поверхности 310, расположенной внутри корпуса 308.

Фиг. 14В представляет собой альтернативное поперечное сечение, выполненное по линии А-А на фиг. 13. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя три тела качения, а именно тела 314а, 314b, 314с качения.

Фиг. 14С представляет собой другое альтернативное поперечное сечение, выполненное по линии А-А на фиг. 13, показывающее устройство 302, которое включает в себя четыре тела качения, а именно тела 314а, 314b, 314с, 314d качения.

Фиг. 14D представляет собой еще одно альтернативное поперечное сечение, выполненное по линии А-А на фиг. 13, показывающее устройство 302, которое включает в себя десять тел качения, а именно тела 314а, 314b, 314с, 314d, 314е, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j качения.

Каждое тело качения на фиг. 14В, 14С и 14D может быть выполнено с такими размерами, что каждое тело качения будет находиться в контакте с двумя соседними телами качения.

Фиг. 15 иллюстрирует устройство 302, имеющее направляющий элемент 316, расположенный между радиальными поверхностями 310 и 312. Направляющий элемент 316 может быть использован для удерживания тел 314а и 314b качения в фиксированном положении друг относительно друга.

Фиг. 16А представляет собой поперечное сечение, выполненное по линии В-В на фиг. 15, показывающее тела 314а, 314b качения, удерживаемые направляющим элементом 316 на первой радиальной поверхности 310, расположенной внутри корпуса 308. В данном варианте осуществления тела 314а, 314b качения выполнены с такими размерами, что они находятся в постоянном контакте друг с другом.

Фиг. 16В представляет собой альтернативное поперечное сечение, выполненное по линии В-В на фиг. 15. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя два тела 314а, 314b качения, при этом тела качения выполнены с такими размерами, что они будут отделены/расположены на расстоянии друг от друга. Направляющий элемент 316 удерживает тела 314а, 314b качения в фиксированном положении друг относительно друга, например, диаметрально противоположно.

Фиг. 16С представляет собой другое альтернативное поперечное сечение, выполненное по линии В-В на фиг. 15. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя три тела 314а, 314b, 314с качения, при этом тела качения выполнены с такими размерами, что они будут отделены/расположены на расстоянии друг от друга и будут удерживаться в фиксированном положении друг относительно друга посредством направляющего элемента 316, например, на расстоянии, соответствующем 120° . Фиг. 16D представляет собой еще одно альтернативное поперечное сечение, выполненное по линии В-В на фиг. 15. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя четыре тела 314а, 314b, 314с, 314d качения, при этом тела качения выполнены с такими размерами, что они будут отделены/расположены на расстоянии друг от друга и будут удерживаться в фиксированном положении друг относительно друга посредством направляющего элемента 316, например, на расстоянии, соответствующем 90° . Следует понимать, что направляющий элемент 316 может быть использован с любым числом тел 314 качения. Использование направляющего элемента 316 является предпочтительным, когда тела 314 качения выполнены с такими размерами, что каждое тело качения не находится в постоянном контакте с двумя соседними телами качения, например, как в вариантах осуществления, показанных на фиг. 16В, 16С и 16D.

Несмотря на то что настоящее изобретение было описано в значительной мере подробно со ссылкой на его определенные предпочтительные варианты, возможны другие варианты. Следовательно, сущность и объем приложенной формулы изобретения не должны быть ограничены описанием предпочтительных вариантов, содержащимся в данном документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для бурения ствола (234) скважины, при этом ствол (234) скважины содержит рабочую колонну (230), концентрически расположенную в нем, содержащее

долото (113), имеющее первый конец, внутреннюю полость (116) и второй конец, при этом первый конец присоединен к рабочей колонне (230), при этом указанная рабочая колонна (230) передает вращающую силу указанному долоту (113), при этом внутренняя полость (116) содержит профиль, имеющий поверхность (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром, и при этом второй конец включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент;

направляющее долото (119), присоединенное с возможностью вращения во внутренней полости (116) и выступающее от рабочей поверхности, при этом указанное направляющее долото (119) включает в себя первый конец (121) и второй конец (122), при этом первый конец (121) имеет поверхность (125) второго кулачка с наружным рабочим контуром, функционально взаимодействующим с поверхностью (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром для передачи ударной силы, и при этом второй конец (122) направляющего долота (119) включает в себя поверхность (123) контактного взаимодействия для контактного взаимодействия с пластом (240), окружающим ствол (234) скважины; и

одно или более тел (127, 128) качения, расположенных между и в контакте с поверхностью (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром и поверхностью (125) второго кулачка с наружным рабочим контуром, при этом указанная поверхность (123) контактного взаимодействия содержит вершину конической части (122), причем указанная вершина смещена от центральной линии (124) долота (113).

2. Устройство по п.1, в котором каждая из указанной поверхности (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром и указанной поверхности (125) второго кулачка с наружным рабочим контуром содержит профиль, причем по меньшей мере один профиль указанной поверхности (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром и указанной поверхности (125) второго кулачка с наружным рабочим контуром является волнообразным профилем.

3. Устройство по п.2, дополнительно содержащее поверхность (118) долота (113), удерживающую верхнюю часть (121) направляющего долота (119) во внутренней полости (116), при этом рабочая колонна (230) представляет собой колонну бурильных труб или колонну гибких насосно-компрессорных труб, причем рабочая колонна (230) содержит гидравлический забойный двигатель (238) для передачи вращающей силы.

4. Устройство по п.1, в котором каждое из одного или более тел (127, 128) качения имеет сферическую наружную поверхность.

5. Способ бурения ствола (234) скважины, в котором:

а) опускают устройство с долотом по п.1 в ствол (234) скважины;

б) осуществляют ввод режущего элемента рабочей поверхности в контакт с граничной поверхностью (240) пласта;

в) приводят долото (113) во вращение относительно направляющего долота (119);

г) осуществляют ввод поверхности (123) контактного взаимодействия направляющего долота (119) в контактное взаимодействие с граничной поверхностью (240) пласта в стволе (234) скважины;

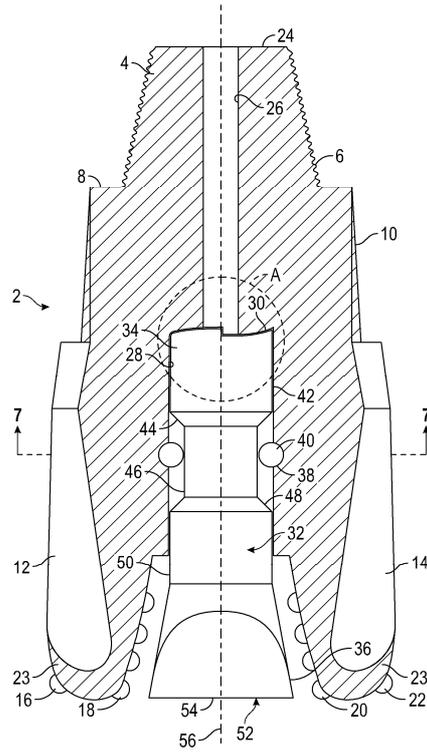
д) приводят поверхность (125) второго кулачка с наружным рабочим контуром в соударение с поверхностью (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром через один или более элементов (127, 128) качения так, что ударная сила передается режущему элементу и поверхности (123) контактного взаимодействия во время бурения ствола (230) скважины посредством устройства с долотом.

6. Способ по п.5, в котором каждая из указанной поверхности (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром и указанной поверхности (125) второго кулачка с наружным рабочим контуром содержит профиль, причем по меньшей мере один профиль указанной поверхности (117) первого кулачка с наружным рабочим контуром и указанной поверхности (125) второго кулачка с наружным рабочим контуром является волнообразным профилем.

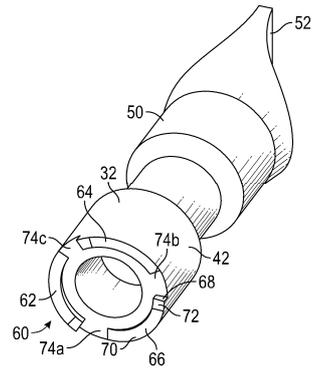
7. Способ по п.6, в котором рабочая колонна (230) содержит гидравлический забойный двигатель (238) для передачи вращающей силы, причем рабочая колонна (230) представляет собой колонну бурильных труб или колонну гибких насосно-компрессорных труб.

8. Способ по п.5, в котором на этапе (д) направляющее долото (119) приводится во вращение вследствие сил трения, связанных с вращением долота (113).

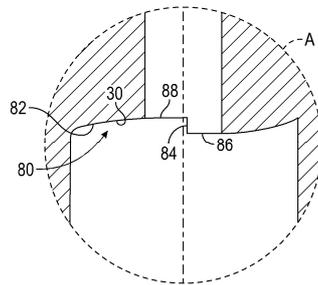
9. Способ по п.5, в котором каждое из одного или более тел (127, 128) качения имеет сферическую наружную поверхность.



Фиг. 1

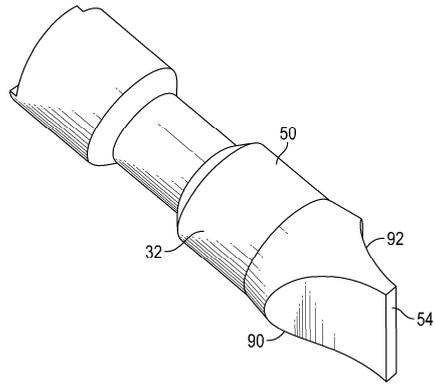


Фиг. 2

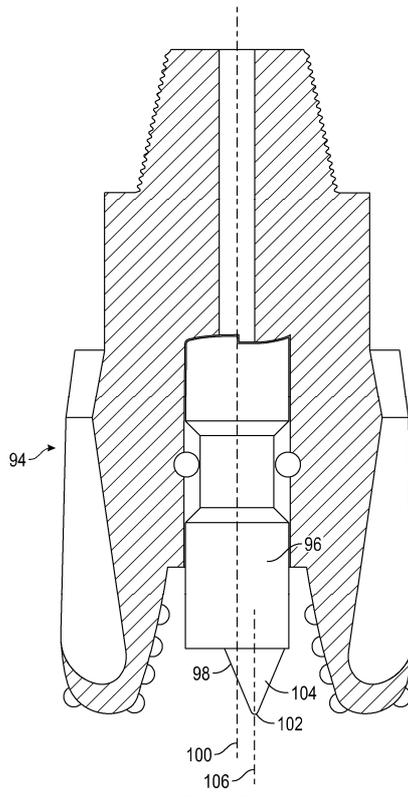


Фиг. 3

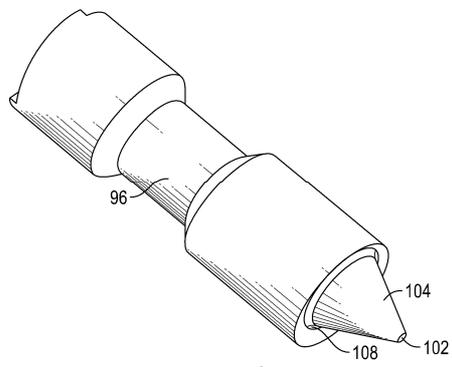
035588



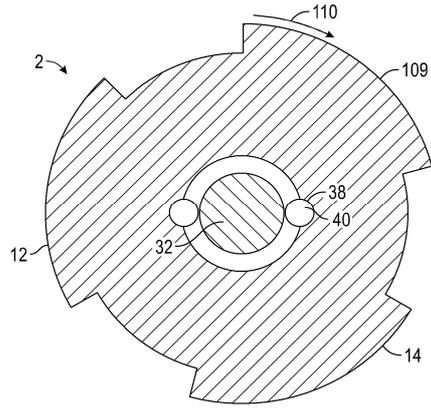
Фиг. 4



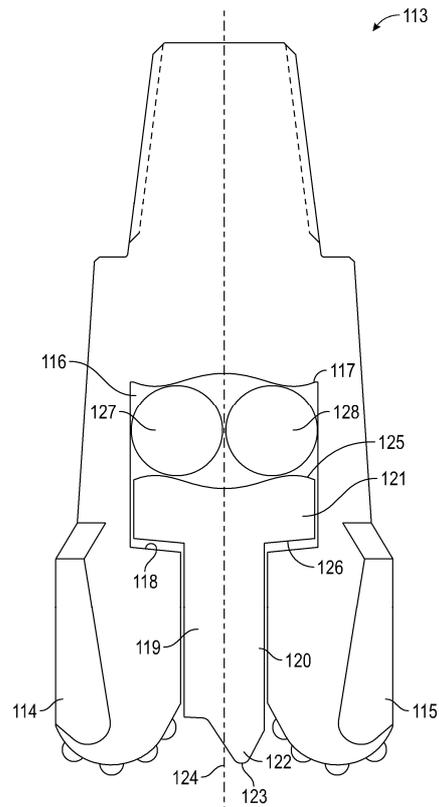
Фиг. 5



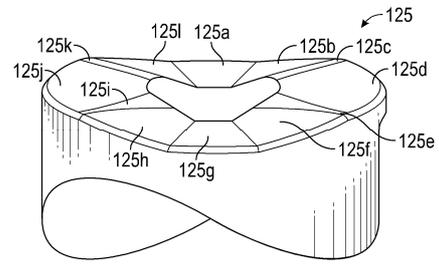
Фиг. 6



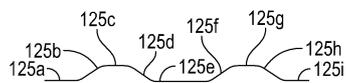
Фиг. 7



Фиг. 8

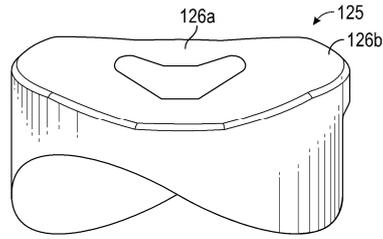


Фиг. 9А

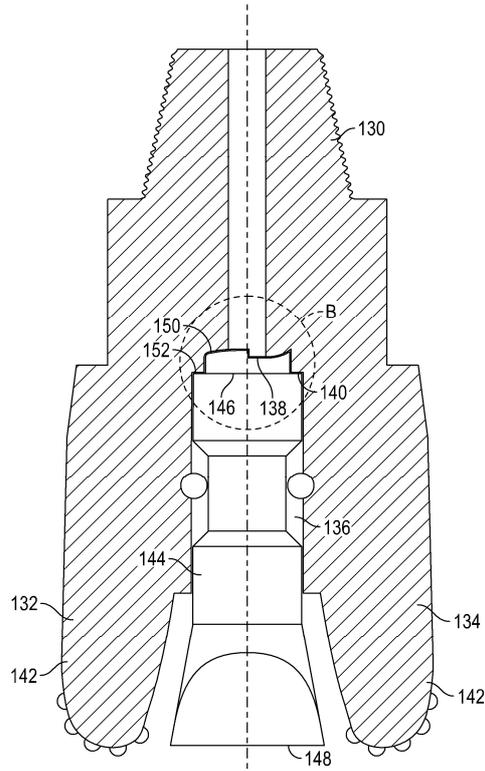


Фиг. 9В

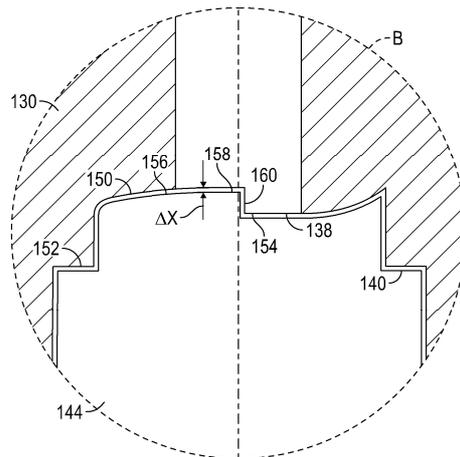
035588



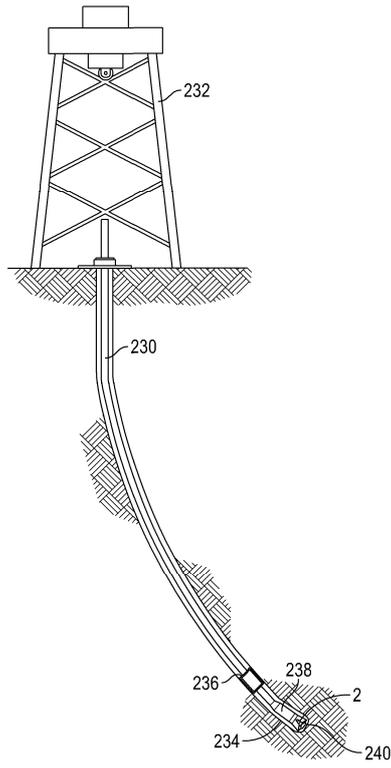
Фиг. 9С



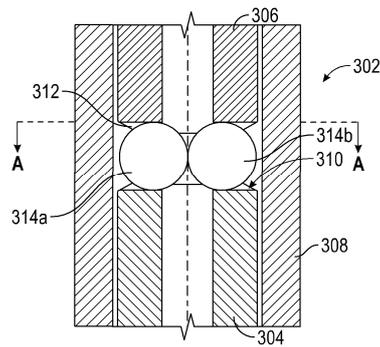
Фиг. 10



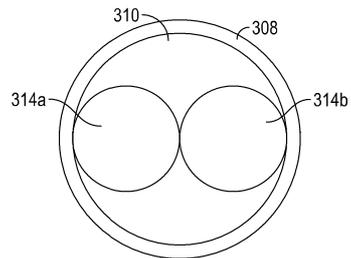
Фиг. 11



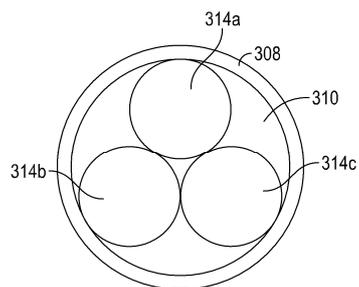
Фиг. 12



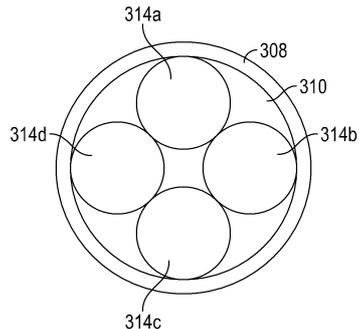
Фиг. 13



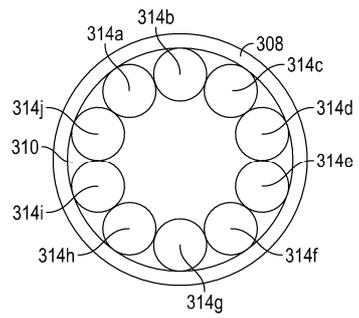
Фиг. 14А



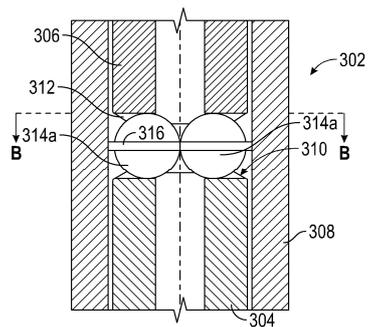
Фиг. 14В



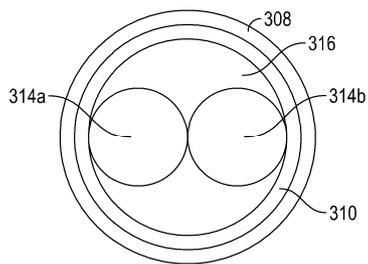
Фиг. 14С



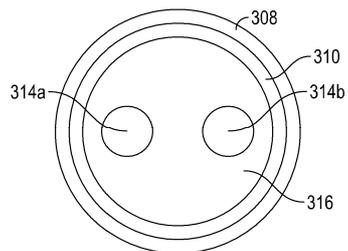
Фиг. 14D



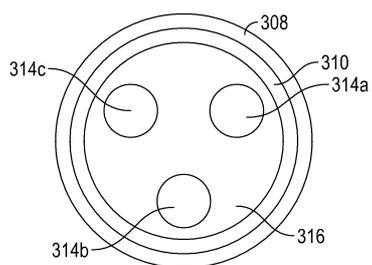
Фиг. 15



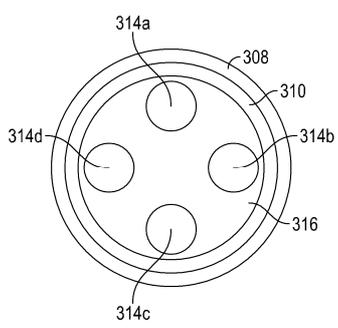
Фиг. 16А



Фиг. 16В



Фиг. 16С



Фиг. 16D

