

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039489**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

- | | |
|--|--|
| <p>(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.02</p> <p>(21) Номер заявки
201891605</p> <p>(22) Дата подачи заявки
2017.01.13</p> | <p>(51) Int. Cl. <i>E21B 10/26</i> (2006.01)
<i>E21B 10/28</i> (2006.01)
<i>E21B 10/40</i> (2006.01)
<i>E21B 17/07</i> (2006.01)
<i>E21B 6/02</i> (2006.01)
<i>F16H 25/12</i> (2006.01)
<i>F16H 25/22</i> (2006.01)</p> |
|--|--|

(54) БУРОВОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ

- | | |
|---|---|
| <p>(31) 15/008,071</p> <p>(32) 2016.01.27</p> <p>(33) US</p> <p>(43) 2018.12.28</p> <p>(86) PCT/US2017/013393</p> <p>(87) WO 2017/131969 2017.08.03</p> <p>(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АШМИН ХОЛДИНГ ЭлЭлСи (US)</p> <p>(72) Изобретатель:
Фон Гинц-Рековски Гунтер ХХ,
Уильямс Майкл В. (US)</p> <p>(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)</p> | <p>(56) US-A-2725215
EP-A1-0432786
US-A1-20060237234
US-A1-20110247882
US-A1-5809837
US-A1-20160108678
US-A1-20160208558</p> |
|---|---|

(57) Буровое устройство включает в себя верхний элемент и корпус долота, выполненный с возможностью вращения относительно пилотного долота. Первый конец верхнего элемента соединен с рабочей колонной. Внутренняя полость верхнего элемента включает в себя первую радиальную кулачковую поверхность. Первый конец корпуса долота соединен со вторым концом верхнего элемента так, что корпус долота вращается с верхним элементом. Второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность. Пилотное долото включает в себя первый конец, установленный во внутренней полости верхнего элемента, и включает в себя вторую радиальную кулачковую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с первой радиальной кулачковой поверхностью для подачи ударного усилия. Пилотное долото проходит через центральный канал корпуса долота и включает в себя взаимодействующую поверхность на своем втором конце, выполненную с возможностью взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины.

B1

039489

039489

B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Заявка на данное изобретение является частичным продолжением заявки на патент США № 14/864016, поданной 24 сентября 2015 г., которая испрашивает приоритет по предварительной заявке на патент США № 62/065372, поданной 17 октября 2014 г., обе заявки включены в настоящий документ посредством ссылки.

Уровень техники

Настоящее изобретение относится к буровому устройству и способу. В частности, но без ограничения этим, настоящее изобретение относится к буровому долоту и способу бурения скважин.

Буровые долота применяют для бурения подземных скважин. При бурении ствола скважины оператор стремится бурить скважину эффективно, безопасно и экономично. Буровые долота требуются для бурения прямых скважин, наклонно-направленных скважин, горизонтальных скважин, многоствольных скважин и т.д. Различные буровые долота предложены за много лет, в том числе шарошечные долота и долота с поликристаллическими алмазными вставками.

Раскрытие изобретения

В одном варианте осуществления раскрыто устройство, которое включает в себя вращающуюся часть, имеющую первую радиальную поверхность с первым кольцевым профилем; не вращающуюся часть, имеющую вторую радиальную поверхность со вторым кольцевым профилем; кожух, установленный вокруг первой и второй радиальных поверхностей; и одно или более тел качения, установленных между и в контакте с первой и второй радиальными поверхностями для перемещения не вращающейся части в осевом направлении при вращении вращающейся части. Каждое тело качения перемещается на 360° по кольцевому пути относительно первой радиальной поверхности и 360° по кольцевому пути относительно второй радиальной поверхности. Вращающаяся часть вращается на угол больше 360° относительно не вращающейся части. Первый кольцевой профиль может включать в себя суженную часть, которая может включать в себя волнообразный профиль. Второй кольцевой профиль может включать в себя суженную часть, которая может включать в себя волнообразный профиль. Каждое из тел качения может включать в себя сферическую наружную поверхность. В одном варианте осуществления устройство может включать в себя два тела качения в контакте друг с другом и с каждым телом качения, имеющим диаметр, равный половине внутреннего диаметра кожуха. В другом варианте осуществления устройство может включать в себя три или более тел качения с каждым телом качения в контакте с двумя смежными телами качения. В другом варианте осуществления устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который установлен между первой и второй радиальными поверхностями для удержания тел качения в фиксированном положении относительно друг друга.

В другом варианте осуществления раскрыто устройство, которое включает в себя первую вращающуюся часть, имеющую первую радиальную поверхность с первым кольцевым профилем; вторую вращающуюся часть, имеющую вторую радиальную поверхность со вторым кольцевым профилем; кожух, установленный вокруг первой и второй радиальных поверхностей; и одно или более тел качения, установленных между и в контакте с первой и второй радиальными поверхностями для перемещения второй вращающейся части в осевом направлении при вращении первой вращающейся части. Вторая вращающаяся часть вращается со скоростью, отличающейся от скорости вращения первой вращающейся части. Альтернативно, первая и вторая вращающиеся части вращаются в противоположных направлениях. Каждое тело качения перемещается на 360° по кольцевому пути относительно первой радиальной поверхности и на 360° по кольцевому пути относительно второй радиальной поверхности. Первая вращающаяся часть вращается на угол больше 360° относительно второй вращающейся части. Первый кольцевой профиль может включать в себя суженную часть, которая может включать в себя волнообразный профиль. Второй кольцевой профиль может включать в себя суженную часть, которая может включать в себя волнообразный профиль. Каждое из тел качения может включать в себя сферическую наружную поверхность. В одном варианте осуществления устройство может включать в себя два тела качения в контакте друг с другом и с каждым с диаметром, равным половине внутреннего диаметра кожуха. В другом варианте осуществления устройство может включать в себя три или более тел качения с каждым телом качения в контакте с двумя смежными телами качения. В другом варианте осуществления устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который установлен между первой и второй радиальными поверхностями для удержания тел качения в фиксированном положении относительно друг друга.

В другом варианте осуществления раскрыто устройство для бурения скважины, где устройство соединено с рабочей колонной. Устройство включает в себя корпус долота, имеющий первый конец, внутреннюю полость и второй конец, с первым концом, соединенным с рабочей колонной, выполненным с возможностью подачи вращательного усилия на корпус долота. Внутренняя полость содержит профиль с первой радиальной кулачковой поверхностью. Второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент. Устройство также включает в себя пилотное долото, соединенное с возможностью вращения во внутренней полости корпуса долота. Пилотное долото проходит от рабочей поверхности. Пилотное долото включает в себя первый конец и второй конец. Первый конец пилотного долота имеет вторую радиальную кулачковую поверхность, функционально выполненную с

возможностью взаимодействия с первой радиальной кулачковой поверхностью для подачи ударного усилия. Второй конец пилотного долота включает в себя взаимодействующую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Корпус долота вращается со скоростью, отличающейся от скорости пилотного долота. Первая радиальная кулачковая поверхность может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Вторая радиальная кулачковая поверхность может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Взаимодействующая поверхность может включать в себя эксцентричную коническую поверхность. Альтернативно, взаимодействующая поверхность может включать в себя обрубленную поверхность. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель для подачи вращательного усилия. Устройство может дополнительно включать в себя удерживающий элемент, функционально связанный с пилотным долотом для удержания пилотного долота во внутренней полости. Рабочая колонна может быть собранной из труб бурильной колонной или колонной из гибкой насосно-компрессорной трубы. Устройство может дополнительно включать в себя одно или более тел качения, установленных между и в контакте с первой и второй радиальными кулачковыми поверхностями. Каждое из тел качения может иметь сферическую наружную поверхность. Устройство может включать в себя два тела качения в контакте друг с другом, где диаметр каждого из тел качения равен половине внутреннего диаметра внутренней полости. Устройство может включать в себя три или более тел качения с каждым из тел качения в контакте с двумя смежными телами качения. Устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который установлен между первой и второй радиальными кулачковыми поверхностями для удержания тел качения в фиксированном положении относительно друг друга.

Также раскрыт способ бурения ствола скважины. Способ включает в себя обеспечение устройства в виде долота в стволе скважины, причем устройство в виде долота содержит корпус долота, имеющий первый конец, внутреннюю полость и второй конец, с первым концом, соединенным с рабочей колонной, выполненным с возможностью подачи вращательного усилия на корпус долота; внутреннюю полость, содержащую профиль с первой радиальной кулачковой поверхностью; второй конец включающий в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент; устройство также включает в себя выступающий элемент, соединенный с возможностью вращения во внутренней полости корпуса долота и проходящий от рабочей поверхности; причем выступающий элемент включает в себя первый конец и второй конец, с первым концом, имеющим вторую радиальную кулачковую поверхность, и вторым концом, имеющим взаимодействующую поверхность. Способ дополнительно включает в себя спуск устройства в виде долота в ствол скважины, ввод в контакт режущего элемента рабочей поверхности с поверхностью контакта коллектора, вращение корпуса долота относительно выступающего элемента, взаимодействие взаимодействующей поверхности выступающего элемента с поверхностью контакта коллектора в стволе скважины, и соударение второй радиальной кулачковой поверхности с первой радиальной кулачковой поверхностью так, что ударное усилие подается на режущий элемент и взаимодействующую поверхность во время бурения ствола скважины. В одном варианте осуществления первая радиальная кулачковая поверхность содержит наклонный участок и вертикальный участок и вторая радиальная кулачковая поверхность содержит наклонный участок и вертикальный участок. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель для подачи вращательного усилия. Рабочая колонна может быть собранной из труб бурильной колонной, эксплуатационной колонной или колонной из гибкой насосно-компрессорной трубы. Дополнительно, взаимодействующая поверхность может быть эксцентричной конической поверхностью или обрубленной поверхностью. Выступающий элемент может вращаться вследствие сил трения, связанных с вращением корпуса долота, со скоростью вращения выступающего элемента, отличающейся от скорости вращения корпуса долота. Устройство в виде долота может также включать в себя одно или более тел качения, установленных между и в контакте с первой и второй радиальными кулачковыми поверхностями, и способ может включать в себя соударение второй радиальной кулачковой поверхности с первой радиальной кулачковой поверхностью через тела качения. Каждое из тел качения может включать в себя сферическую наружную поверхность.

В другом варианте осуществления раскрыто устройство для бурения скважины, причем устройство соединено с рабочей колонной. Устройство включает в себя корпус долота, имеющий первый конец, внутреннюю полость и второй конец, с первым концом, соединенным с рабочей колонной, выполненным с возможностью подачи вращательного усилия на корпус долота.

Внутренняя полость содержит профиль с ударником. Второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность, содержащую множество режущих элементов. Устройство также включает в себя выступающий элемент, соединенный с возможностью вращения во внутренней полости корпуса долота. Выступающий элемент проходит от рабочей поверхности. Выступающий элемент включает в себя первый конец и второй конец. Первый конец выступающего элемента содержит наковальню. Второй конец выступающего элемента содержит взаимодействующую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Ударник функционально выполнен с возможностью подачи ударного усилия на наковальню. Корпус долота вращается относительно выступающего элемента. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель для подачи вращательного усилия. Ударник может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Наковальня

может включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Альтернативно, профиль внутренней полости дополнительно включает в себя первую радиальную кулачковую поверхность, и первый конец выступающего элемента дополнительно включает в себя вторую радиальную кулачковую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с первой радиальной кулачковой поверхностью. Устройство может дополнительно включать в себя удерживающий элемент, функционально связанный с выступающим элементом, для удержания выступающего элемента во внутренней полости. Взаимодействующая поверхность может включать в себя эксцентричную коническую поверхность или обрубленную поверхность. Рабочая колонна может быть собранной из труб бурильной колонной или колонной гибкой насосно-компрессорной трубы. Выступающий элемент может вращаться со скоростью, отличающейся от скорости вращения корпуса долота. Устройство может дополнительно включать в себя одно или более тел качения, установленных между и в контакте с ударником и наковальней. Каждое из тел качения может иметь сферическую наружную поверхность. Устройство может включать в себя два тела качения в контакте друг с другом, где диаметр каждого из тел качения равен половине внутреннего диаметра внутренней полости. Устройство может включать в себя три или более тел качения с каждым из тел качения в контакте с двумя смежными телами качения. Устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент, который установлен между ударником и наковальней для удержания тел качения в фиксированном положении относительно друг друга.

В другом альтернативном варианте осуществления устройство для бурения ствола скважины включает в себя верхний элемент, корпус долота и пилотное долото. Верхний элемент включает в себя первый конец, внутреннюю полость и второй конец. Первый конец соединен с рабочей колонной, концентрически установленной в стволе скважины. Рабочая колонна выполнена с возможностью подачи вращательного усилия на верхний элемент. Внутренняя полость содержит профиль с первой радиальной кулачковой поверхностью. Корпус долота включает в себя первый конец, второй конец и центральный канал, проходящий от первого конца до второго конца. Первый конец корпуса долота функционально соединен со вторым концом верхнего элемента, при этом корпус долота выполнен с возможностью вращения с вращением верхнего элемента. Второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент. Пилотное долото соединено с возможностью вращения во внутренней полости верхнего элемента и проходит через центральный канал корпуса долота за рабочую поверхность корпуса долота. Пилотное долото включает в себя первый конец и второй конец. Первый конец включает в себя вторую радиальную кулачковую поверхность, функционально выполненную с возможностью взаимодействия с первой радиальной кулачковой поверхностью для подачи ударного усилия. Второй конец пилотного долота включает в себя взаимодействующую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Верхний элемент и корпус долота вращаются относительно пилотного долота. Первая радиальная кулачковая поверхность и вторая радиальная кулачковая поверхность могут каждая включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Взаимодействующая поверхность пилотного долота может включать в себя эксцентричную коническую поверхность или обрубленную поверхность. Устройство может дополнительно включать в себя удерживающий элемент, функционально связанный с пилотным долотом, для удержания пилотного долота во внутренней полости. Устройство может дополнительно включать в себя одно или более тел качения, установленных между и в контакте с первой радиальной кулачковой поверхностью и второй радиальной кулачковой поверхностью. Каждое из тел качения может включать в себя сферическую наружную поверхность. Устройство может включать в себя два тела качения в контакте друг с другом с диаметром каждого из тел качения, приблизительно равным половине внутреннего диаметра внутренней полости. Альтернативно, устройство может включать в себя три или более тел качения с каждым из тел качения в контакте с двумя смежными телами качения. В другой альтернативе устройство может включать в себя два или более тел качения и направляющий элемент с направляющим элементом, установленным между первой и второй радиальными кулачковыми поверхностями для удержания тел качения в фиксированном положении относительно друг друга. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель для подачи вращательного усилия. Рабочая колонна может быть собранной из труб бурильной колонной или колонной гибкой насосно-компрессорной трубы.

В другом альтернативном варианте осуществления устройство для бурения ствола скважины включает в себя верхний элемент, корпус долота и выступающий элемент. Верхний элемент включает в себя первый конец, внутреннюю полость и второй конец. Первый конец соединен с рабочей колонной, концентрически установленной в стволе скважины. Рабочая колонна выполнена с возможностью подачи вращательного усилия на верхний элемент. Внутренняя полость содержит профиль с ударником. Корпус долота включает в себя первый конец, второй конец и центральный канал, проходящий от первого конца до второго конца. Первый конец корпуса долота функционально соединен со вторым концом верхнего элемента. Корпус долота выполнен с возможностью вращения с вращением верхнего элемента. Второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность, содержащую множество режущих элементов. Выступающий элемент соединен с возможностью вращения во внутренней полости верхнего элемента и проходит через центральный канал корпуса долота за рабочую поверхность корпуса долота. Выступающий элемент включает в себя первый конец и второй конец. Первый конец включает в себя наковальней

вальню, и второй конец включает в себя взаимодействующую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Ударник верхнего элемента функционально выполнен с возможностью подачи ударного усилия на наковальню выступающего элемента. Верхний элемент и корпус долота вращаются относительно пилотного долота. И ударник, и наковальня могут включать в себя наклонный участок и вертикальный участок. Взаимодействующая поверхность выступающего элемента может включать в себя эксцентричную коническую поверхность или обрубленную поверхность. Профиль внутренней полости верхнего элемента может дополнительно включать в себя первую радиальную кулачковую поверхность, и первый конец выступающего элемента может дополнительно включать в себя вторую радиальную кулачковую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с первой радиальной кулачковой поверхностью. Устройство может дополнительно включать в себя одно или более тел качения, установленных между и в контакте с ударником и наковальней. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель для подачи вращательного усилия. Устройство может дополнительно включать в себя удерживающий элемент, функционально связанный с выступающим элементом, для удержания выступающего элемента во внутренней полости. Рабочая колонна может быть собранной из труб бурильной колонной или колонной гибкой насосно-компрессорной трубы. Выступающий элемент может вращаться со скоростью, отличающейся от скорости вращения верхнего элемента и корпуса долота. Каждое из тел качения может включать в себя сферическую наружную поверхность. Устройство может включать в себя два тела качения в контакте друг с другом с диаметром каждого из тел качения, приблизительно равным половине внутреннего диаметра внутренней полости. Альтернативно, устройство может включать в себя три или более тел качения, с каждым из тел качения в контакте с двумя смежными телами качения. В другой альтернативе, устройство включает в себя два или более тел качения и направляющий элемент, с направляющим элементом, установленным между ударником и наковальней для удержания тел качения в фиксированном положении относительно друг друга.

Способ бурения ствола скважины включает в себя этап (а) обеспечения бурового устройства. Буровое устройство включает в себя верхний элемент, корпус долота и пилотное долото. Верхний элемент включает в себя первый конец, внутреннюю полость и второй конец. Первый конец соединен с рабочей колонной, выполненной с возможностью подачи вращательного усилия на верхний элемент. Внутренняя полость содержит профиль с первой радиальной кулачковой поверхностью. Корпус долота включает в себя первый конец, второй конец и центральный канал, проходящий от первого конца до второго конца. Первый конец корпуса долота функционально соединен со вторым концом верхнего элемента, с корпусом долота, выполненным с возможностью вращения верхнего элемента. Второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент. Пилотное долото соединено с возможностью вращения во внутренней полости верхнего элемента и проходит через центральный канал корпуса долота за рабочую поверхность корпуса долота. Пилотное долото включает в себя первый конец и второй конец. Первый конец включает в себя вторую радиальную кулачковую поверхность. Вторым концом пилотного долота включает в себя взаимодействующую поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с пластом, окружающим ствол скважины. Верхний элемент и корпус долота вращаются относительно пилотного долота. Способ дополнительно включает в себя следующие этапы: (b) спуск бурового устройства в ствол скважины; (c) ввод в контакт режущего элемента рабочей поверхности с поверхностью контакта с коллектором; (d) вращение верхнего элемента и корпуса долота относительно пилотного долота; (e) взаимодействие взаимодействующей поверхности пилотного долота с поверхностью контакта коллектора в стволе скважины и (f) соударение второй радиальной кулачковой поверхности с первой радиальной кулачковой поверхностью так, что ударное усилие подается на режущие элементы и взаимодействующую поверхность во время бурения ствола скважины буровым устройством. Рабочая колонна может содержать гидравлический забойный двигатель для подачи вращательного усилия на верхний элемент. Рабочая колонна может быть собранной из труб бурильной колонной или колонной гибкой насосно-компрессорной трубы. Взаимодействующая поверхность пилотного долота может включать в себя эксцентричную коническую поверхность или обрубленную поверхность. На этапе (d) пилотное долото может вращаться вследствие сил трения, связанных с вращением корпуса долота и верхнего элемента, со скоростью вращения пилотного долота не равной скорости вращения корпуса долота. Буровое устройство может дополнительно включать в себя одно или более тел качения, установленных между и в контакте с первой радиальной кулачковой поверхностью и второй радиальной кулачковой поверхностью, и этап (f) может дополнительно включать в себя соударение второй радиальной кулачковой поверхности с первой радиальной кулачковой поверхностью через тела качения.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показан вид с сечением одного варианта осуществления долота, раскрытого в настоящем описании.

На фиг. 2 показан в изометрии один вариант осуществления кулачковой поверхности на пилотном долоте.

На фиг. 3 показана с увеличением часть сечения площади, обозначенной "А" на фиг. 1, показана радиальная кулачковая поверхность в долоте.

На фиг. 4 показано в изометрии пилотное долото фиг. 1.

На фиг. 5 показан вид с сечением второго варианта осуществления долота, раскрытого в настоящем описании.

На фиг. 6 показан в изометрии второй вариант осуществления пилотного долота фиг. 5.

На фиг. 7 показан вид с сечением долота фиг. 1 по линии А-А.

На фиг. 8 показан вид с сечением третьего варианта осуществления долота, раскрытого в настоящем описании.

На фиг. 9А показана в изометрии радиальная кулачковая поверхность долота фиг. 8.

На фиг. 9В показана схема кольцевого профиля радиальной кулачковой поверхности фиг. 9А.

На фиг. 9С показана в изометрии альтернативная радиальная кулачковая поверхность.

На фиг. 10 показан вид с сечением пятого варианта осуществления долота, раскрытого в настоящем описании.

На фиг. 11 показана с увеличением часть сечения площади, обозначенной "В" на фиг. 10.

На фиг. 12 показана схема рабочей колонны, проходящей от буровой установки, с рабочей колонной, установленной концентрично в стволе скважины.

На фиг. 13 показан вид с сечением устройства для приложения осевого перемещения с вращающимся элементом.

На фиг. 14А показан вид с сечением устройства по линии А-А на фиг. 13.

На фиг. 14В показано альтернативное сечение устройства по линии А-А на фиг. 13.

На фиг. 14С показано другое альтернативное сечение устройства по линии А-А на фиг. 13.

На фиг. 14D показано еще одно альтернативное сечение устройства по линии А-А на фиг. 13.

На фиг. 15 показан вид с сечением устройства фиг. 13, включающего в себя направляющий элемент.

На фиг. 16А показан вид с сечением устройства по линии В-В на фиг. 15.

На фиг. 16В показано альтернативное сечение устройства по линии В-В на фиг. 15.

На фиг. 16С показано другое альтернативное сечение устройства по линии В-В на фиг. 15.

На фиг. 16D показано еще одно альтернативное сечение устройства по линии В-В на фиг. 15.

На фиг. 17 показан вид с сечением альтернативного варианта осуществления бурового устройства, раскрытого в настоящем описании.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

На фиг. 1 показан вид с сечением одного варианта осуществления долота 2, раскрытого в настоящем описании. Долото 2 включает в себя первый конец 4 с наружным диаметром, который содержит наружное резьбовое средство 6, при этом наружное резьбовое средство 6 должно соединяться с рабочей колонной (здесь не показана). Долото 2 может быть любым инструментом с функциональными возможностями бурения ствола в горную породу, таким как лопастное долото, шарошечное долото, дробящее долото или фрезер. Как понятно специалисту в данной области техники, рабочая колонна может включать в себя компоновку низа бурильной колонны, которая включает в себя приборы измерений во время бурения, гидравлический забойный двигатель и утяжеленные бурильные трубы (отмечаем, что данный перечень является иллюстративным). Наружное резьбовое средство 6 проходит до радиального заплечика 8, который, в свою очередь, проходит до наружной конической поверхности 10. Как видно на фиг. 1, наружная коническая поверхность 10 проходит до множества лопастей, в том числе лопастей 12 и 14. Долото 2, в частности лопасти 12, 14, содержит режущие элементы для бурения и разрушения подземной породы, как понятно специалисту в данной области техники. В одном варианте осуществления лопасти 12, 14 содержат участки лап, с которыми режущие элементы можно соединять. Например, на фиг. 1 показаны режущие элементы 16, 18, 20, 22, соединенные с дальними концами 23 (также называемыми рабочей поверхностью 23) участков лап лопастей 12, 14. Таким образом, режущие элементы 16, 18, 20, 22 содержатся на рабочей поверхности 23 долота 2.

Долото 2 также содержит радиально плоскую верхнюю поверхность 24, которая проходит радиально внутрь до участка 26 внутреннего диаметра. Участок 26 внутреннего диаметра продолжается до отверстия, в общем, позиция 28. Отверстие 28 в некоторых случаях называют внутренней полостью. Отверстие 28 имеет внутренний профиль 30, при этом профиль 30 содержит первую радиальную кулачковую поверхность, описано ниже и показано на фиг. 2. Отверстие 28 проходит до нижней части долота 2. Как видно на фиг. 1, в отверстии 28 установлено пилотное долото 32 (пилотное долото 32 можно называть выступающим элементом 32). Пилотное долото 32 может, но необязательно должно, проходить за рабочую поверхность 23 долота 2. Пилотное долото 32 имеет первый конец (в общем, позиция 34) и второй конец (в общем, позиция 36). Первый конец 34 содержит вторую радиальную кулачковую поверхность, описано ниже и показано на фиг. 3. Следует отметить, что первая и вторая радиальные кулачковые поверхности работают вместе, что описано ниже в раскрытии.

Как показано на фиг. 1, отверстие 28 дополнительно включает в себя периферийную площадь 38 увеличенного диаметра, которая приспособлена для размещения в ней удерживающего элемента 40 для удержания пилотного долота 32 в отверстии 28. Удерживающий элемент 40 может быть шаровыми элементами, как показано. Альтернативно, удерживающий элемент 40 может быть пальцем, установочным

винтом или другим аналогичным механизмом, расположенным, по меньшей мере частично, в отверстии 28 для удержания пилотного долота 32 в отверстии 28. В состав может быть включено любое число удерживающих элементов 40. Более конкретно, пилотное долото 32 содержит поверхность 42 первого наружного диаметра, которая продолжается до скошенной поверхности 44, которая, в свою очередь проходит до поверхности 46 второго наружного диаметра, затем до скошенной поверхности 48, затем до поверхности 50 третьего наружного диаметра. В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, поверхность 50 третьего наружного диаметра проходит до поверхности обрубленного профиля, в общем, позиция 52, где поверхность 52 обрубленного профиля имеет скошенный конец 54 для контакта с подземной горной породой. Центральная линия 56 проходит через участок 26 внутреннего диаметра долота 2, а также через срезанный на конус конец 54 пилотного долота 32. Шарикоподшипниковые элементы 40 обеспечивают вращение долота 2, а также вращение пилотного долота 32. В одном варианте осуществления шарикоподшипниковые элементы 40 обеспечивают долоту 2 и пилотному долоту 32 вращение с отличающимися скоростями, поэтому долото 2 может иметь первую скорость вращения, измеренную в оборотах в минуту (об/мин), а пилотное долото 32 может иметь вторую скорость вращения, также измеренную в об/мин. Поверхности 42 и 50 первого и третьего наружного диаметра пилотного долота 32 могут функционировать, как радиальные подшипники, вместе с внутренними поверхностями отверстия 28 долота 2.

На фиг. 2 показан в изометрии и описан ниже один вариант осуществления второй радиальной кулачковой поверхности 60 на пилотном долоте 32. Следует отметить, что одинаковые позиции относятся к одинаковым компонентам на различных чертежах. На фиг. 2 показана поверхность 42 наружного диаметра, а также поверхность 50 наружного диаметра, с поверхностью 50 наружного диаметра, проходящей до поверхности 52 обрубленного профиля. В одном варианте осуществления вторая радиальная кулачковая поверхность 60 содержит три ramпы, а именно ramпы 62, 64, 66. Ramпы 62, 64 и 66 должны взаимодействовать с внутренним профилем 30 для подачи ударного усилия, что подробнее описано ниже. Ramпа 66 содержит вертикальный участок 68, наклонный участок 70 и плоский участок 72, расположенный между наклонным участком 70 и вертикальным участком 68. Ramпы 62, 64 и 66 имеют одинаковую конструкцию. Радиально плоская площадь 74a, 74b, 74c должна быть площадью, по которой два кулачка должны ударять во время ударного действия. Другими словами, радиально плоские площади 74a, 74b, 74c принимают ударное усилие, а не ramповые поверхности.

На фиг. 3 показана с увеличением часть сечения выделенного кружком фрагмента "А" на фиг. 1, описанного ниже. На фиг. 3 показана первая радиальная кулачковая поверхность 80 на внутреннем профиле 30 долота 2. На фиг. 3 показан наклонный участок 82, который тянется до вертикального участка 84, затем снижающегося до плоского участка 86. Радиально плоская площадь показана позицией 88. Наклонный участок 82, вертикальный участок 84, плоский участок 86 и радиально плоская площадь 88 являются ответными со второй поверхностью 60 кулачка, описанной выше. Вторая радиальная кулачковая поверхность 60 должна взаимодействовать с первой радиальной кулачковой поверхностью 80 для генерирования ударного усилия, согласно идеям настоящего описания. Внутренний профиль 30 взаимодействует совместно со второй радиальной кулачковой поверхностью 60, поэтому, когда долото 2 вращается относительно пилотного долота 32 (т.е. пилотное долото 32 не вращается или пилотное долото 32 вращается со скоростью, отличающейся от скорости вращения долота 2), плоский участок 86 внутреннего профиля 30 скользит вверх по наклонному участку 70, через плоский участок 72, по вертикальному участку 68 и на плоскую площадь 74b второй радиальной кулачковой поверхности 60. Когда плоский участок 86 падает на плоскую площадь 74b второй радиальной кулачковой поверхности 60, генерируется ударное усилие в осевом направлении через долото 2 и пилотное долото 32 для содействия в бурении через подземный пласт. В одном варианте осуществления вторая радиальная кулачковая поверхность 60 является элементом в виде наковальни, и первая радиальная кулачковая поверхность 80 является ударным элементом.

На фиг. 4 показан в изометрии первый вариант осуществления элемента в виде пилотного долота, а именно, пилотное долото 32. Как видно на фиг. 4, поверхность 50 наружного диаметра проходит до первой вогнутой поверхности 90, а также второй вогнутой поверхности 92, которые, в свою очередь, проходят до срезанного на конус конца 54. Таким образом, по ходу бурения, срезанный на конус конец 54 может контактировать с подземной горной породой, которая, в свою очередь, должна разрушаться и откалываться.

На фиг. 5 показан вид с сечением второго варианта осуществления долота 94, причем на фиг. 5 показан второй вариант осуществления пилотного долота 96, содержащего эксцентричную поверхность 98. Долото 94 является одинаковым с долотом 2, показанным на фиг. 1, отличие создает пилотное долото 96. Как видно на фиг. 5, центральная линия 100 долота 94 смещена от вершины 102 конического участка 104 пилотного долота 96. Центральная линия 106 конического участка 104 смещена от центральной линии 100 долота 94, при этом образована эксцентричная коническая поверхность 104. Вследствие данного смещения (т.е. эксцентриситета), требуется более высокий крутящий момент для вращения пилотного долота 96, что, в свою очередь, требует более высокого трения между радиальными кулачковыми поверхностями долота 94 и пилотного долота 96 для вращения пилотного долота 96. При большем эксцен-

триситете вершины 102 более высокий крутящий момент нужен для вращения пилотного долота 96. Таким образом, эксцентриситет дает более высокую разность между скоростью вращения долота 2 и скоростью вращения пилотного долота 96 (т.е. более высокую скорость относительного вращения), что создает увеличенную частоту ударов в результате взаимодействия радиальных кулачковых поверхностей.

На фиг. 6 показан в изометрии второй вариант осуществления элемента 96 в виде пилотного долота фиг. 5, описанный ниже. Пилотное долото 96 содержит на дальнем конце конический участок 104, который ведет к вершине 102. Конический участок 104 установлен внецентренно, при этом образуется радиальная площадь 108. Конический участок 104 можно выполнить интегрально на корпусе 96 пилотного долота или можно прикрепить, например, сваркой.

На фиг. 7 показан вид с сечением долота 2 фиг. 1 по линии 7-7. Здесь пилотное долото 32 показано вместе с шарикоподшипниковыми элементами, такими как элемент 40, причем с шарикоподшипниковым элементом 40, установленным в периферийной площади 38 увеличенного диаметра. Также показаны лопасти 12, 14 вместе с лопастью 109. На фиг. 7 показано, как долото 2 может вращаться в направлении 110 по часовой стрелке относительно пилотного долота 32. Хотя долото 2 выполнено с возможностью вращения, пилотное долото 32 выполнено без возможности вращения. Соответственно, пилотное долото 32 может быть не вращающимся элементом. В одном варианте осуществления вместе с тем, силы трения могут обуславливать вращение пилотного долота 32. В таком случае пилотное долото 32 должно вращаться со скоростью, отличающейся от скорости вращения долота 2.

На фиг. 8 показан другой вариант осуществления долота 113. Кроме указанных отличий, долото 113 является одинаковым с долотом 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 до радиальной поверхности 118. Пилотное долото 119 может включать в себя участок 120 в виде вала, проходящий от верхнего участка 121 до конического участка 122. Вершина 123 конического участка 122 может быть смещена от центральной линии 124 долота 113. Верхний участок 121 может включать в себя радиальную кулачковую поверхность 125 и радиальный заплечик 126. Радиальная поверхность 118 долота 113 может удерживать верхний участок 121 пилотного долота 119 во внутренней полости 116.

Долото 113 может дополнительно включать в себя тела 127 и 128 качения, установленные между и в контакте с кулачковыми поверхностями 117 и 125. Тела 127, 128 качения можно также называть вращающимися элементами. В одном предпочтительном варианте осуществления тела 127, 128 качения являются сферическими элементами, такими как шарикоподшипники из нержавеющей стали или керамические шарики. В данном варианте осуществления каждый сферический элемент может иметь диаметр, приблизительно равный половине внутреннего диаметра внутренней полости 116, так что сферические элементы имеют контакт друг с другом. Понятно, что долото 113 может включать в себя любое число тел качения. Число тел качения, включенных в состав, может быть равным числу высоких точек или рамп на каждой из радиальных кулачковых поверхностей 117 и 125. Каждое из тел качения может иметь один размер.

Тела 127, 128 качения могут свободно перемещаться между кулачковыми поверхностями 117 и 125 с наружным рабочим контурами, когда долото 113 вращается относительно пилотного долота 119. В одном варианте осуществления тела 127, 128 качения могут перемещаться в кольцевом пути на радиальной кулачковой поверхности 125, когда долото 113 вращается относительно пилотного долота 119. Данное перемещение тел 127, 128 качения по кулачковыми поверхностям 117 и 125 может обуславливать аксиальное перемещение пилотного долота 119 относительно долота 113. Применение тел 127, 128 качения обеспечивает уменьшение прямого ударного взаимодействия между радиальными кулачковыми поверхностями 117 и 125 долота 113 и пилотного долота 119, что может увеличивать рабочий ресурс долота 113 и пилотного долота 119.

На фиг. 9А показан первый вариант осуществления радиальной кулачковой поверхности 125. В данном варианте осуществления радиальная кулачковая поверхность 125 включает в себя ряд поверхностей, а именно поверхности 125a, 125b, 125c, 125d, 125e, 125f, 125g, 125h, 125i, 125j, 125k, 125l. Несколько из данных поверхностей могут иметь поднимающийся или снижающийся уклон, так что радиальная кулачковая поверхность 125 имеет многочисленные сегменты. На фиг. 9В показан вид кольцевого профиля радиальной кулачковой поверхности 125 фиг. 9А. На фиг. 9С показан другой вариант осуществления радиальной кулачковой поверхности 125. В данном варианте осуществления радиальная кулачковая поверхность 125 включает в себя низкую сторону 126a кулачка и высокую сторону 126b кулачка. Профиль данного варианта осуществления радиальной кулачковой поверхности 125 может иметь более гладкую волнообразную форму. В одном варианте осуществления профиль радиальной кулачковой поверхности 125 имеет синусоидальную волнообразную форму. Следует отметить, что варианты осуществления радиальной кулачковой поверхности 125, показанные на фиг. 9А и 9С, можно называть волнообразным профилем. Радиальная кулачковая поверхность 117 долота 113 может быть ответной с радиальной кулачковой поверхностью 125. Альтернативно, одна из радиальных кулачковых поверхностей 117 и 125 может быть плоской радиальной поверхностью.

На фиг. 10 показан вид с сечением другого варианта осуществления долота 130. За исключением

указанных отличий, долото 130 является одинаковым с долотом 2. Долото 130 может включать в себя лопасти 132 и 134. Долото 130 может также включать в себя внутреннюю полость 136, ведущую от радиальной кулачковой поверхности 138 и ударной поверхности 140 до рабочей поверхности 142. Радиальную кулачковую поверхность 138 и ударную поверхность 140 может разделять в осевом направлении некоторое расстояние. Пилотное долото 144 может быть установлено 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 радиальную кулачковую поверхность 150 и поверхность 152 наковальни. Радиальную кулачковую поверхность 150 и поверхность 152 наковальни может разделять в осевом направлении некоторое расстояние. Радиальная кулачковая поверхность 150 может взаимодействовать с радиальной кулачковой поверхностью 138, и поверхность 152 наковальни может взаимодействовать с ударной поверхностью 140. Второй конец 148 пилотного долота 144 может включать в себя поверхность обрубленного профиля (как показано) или эксцентричный конический участок вида, рассмотренного выше.

На фиг. 11 показан с увеличением фрагмент В, фиг. 10. На данном фрагменте показан момент контакта ударной поверхности 140 долота 130 с поверхностью 152 наковальни пилотного долота 144, радиальные кулачковые поверхности 138 и 150 разделяет расстояние ΔX . Когда долото 130 вращается относительно пилотного долота 144, радиальная кулачковая поверхность 138 долота 130 взаимодействует с радиальной кулачковой поверхностью 150 пилотного долота 144. Как описано выше для других вариантов осуществления, каждая высокая точка 154 на радиальной кулачковой поверхности 138 скользит по каждой рампе 156 радиальной кулачковой поверхности 150. В это время ударная поверхность 140 отделена от поверхности 152 наковальни. Когда каждая высокая точка 154 радиальной кулачковой поверхности 138 скользит по каждой высокой точке 158 радиальной кулачковой поверхности 150, каждая высокая точка 154 должна падать по вертикальным участкам 160 радиальной кулачковой поверхности 150. Данное падение обуславливает удар ударной поверхности 140 долота 130 по поверхности 152 наковальни пилотного долота 144. Вследствие разделения на расстояние ΔX ударное усилие не прикладывается напрямую на радиальные кулачковые поверхности 138 и 150. Данное устройство должно увеличивать долговечность долота 130 и пилотного долота 144 благодаря уменьшению износа на радиальных кулачковых поверхностях 138 и 150. Данный вариант осуществления может также включать в себя одно или более тел качения между радиальными кулачковыми поверхностями 138 и 150. В случае применения тел качения тела качения могут не иметь контакта с обеими кулачковыми поверхностями, когда ударная поверхность 140 входит в контакт и ударяет по поверхности 152 наковальни.

На фиг. 12 показано схематичное представление рабочей колонны 230, проходящей от буровой установки 232, с рабочей колонной 230, размещенной концентрично в стволе 234 скважины. Рабочая колонна 230 должна функционально соединяться с компоновкой низа бурильной колонны, в общем, позиция 236. В варианте осуществления фиг. 12 компоновка 236 низа бурильной колонны включает в себя гидравлический забойный двигатель 238 для вращательного привода долота 2. Как понятно специалисту в данной области техники, в процессе бурения скважины буровой раствор подается насосом через рабочую колонну 230. Буровой раствор пропускается через гидравлический забойный двигатель, при этом обуславливая вращение части компоновки низа бурильной колонны. Вращающая сила передается на долото 2, что должно обеспечивать долоту 2 вращение относительно пилотного долота 32. Таким образом, долото 2 вращается, получая первую скорость вращения. Режущие элементы (например, режущие элементы 16, 18, 20, 22, фиг. 1) на рабочей поверхности 23 должны также взаимодействовать с поверхностью 240 контакта с коллектором. Срезанный на конус конец 54 пилотного долота 32 (показан на фиг. 4), вершина 102 пилотного долота 96 (показана на фиг. 6) или вершина 123 пилотного долота 119 должны взаимодействовать с поверхностью 240 контакта с коллектором. Понятно, что, если иное не указано, долота 2, 94, 113 и 130 функционируют одинаково и пилотные долота 32, 96, 119, и 144 функционируют одинаково.

Пилотное долото 32 может не вращаться во время бурения. Вместе с тем, вращение долота 2 относительно пилотного долота 32 может обуславливать вращение пилотного долота 32 под действием сил трения. Относительное вращение между долотом 2 и пилотным долотом 32 может быть обусловлено трением скольжения и качения между долотом 2 и пилотным долотом 32 и трением между обоими элементами и породой коллектора, окружающей ствол скважины. Долото 2 и пилотное долото 32 могут требовать отличающихся величин крутящего момента для преодоления трения качения и трения с породой коллектора, что может обуславливать вращение пилотного долота 32 со скоростью, отличающейся от скорости вращения долота 2. Относительное вращение может также быть обусловлено смещением оси вершины 102 от центральной линии долота 94, когда применяется пилотное долото 96. Долото 2 может вращаться с более высокой частотой вращения или скоростью, чем пилотное долото 32. Например, долото может вращаться со скоростью 80-400 об/мин, а пилотное долото может вращаться со скоростью 2-10 об/мин. Способ дополнительно включает в себя удары второй радиальной кулачковой поверхности 60 по первой радиальной кулачковой поверхности 80, при которых ударное усилие подается на рабочую поверхность 23 и пилотное долото 32. Таким путем относительное вращение между долотом 2 и пилотным долотом 32 преобразуется в относительное осевое перемещение между долотом 2 и пилотным доло-

том 32. Режущее и разрушающее действие режущих элементов 16, 18, 20, 22 и пилотного долота 32 в соединении с ударным усилием должно реализовать бурение ствола скважины.

Как указано выше, в одном варианте осуществления первая радиальная кулачковая поверхность содержит наклонный участок и вертикальный участок и вторая радиальная кулачковая поверхность содержит наклонный участок и вертикальный участок, которые являются ответными и взаимодействуют для создания ударного усилия на радиально плоских площадях, таких как площади 74a, 74b, 74c, фиг. 2. В одном варианте осуществления рабочая колонна содержит гидравлический забойный двигатель для подачи вращательного усилия; вместе с тем, другие варианты осуществления включают в себя вращающее средство на поверхности для придания вращения рабочей колонне с бурового пола. В другом варианте осуществления рабочая колонна выбрана из группы, включающей в себя собранную из труб бурильную колонну, колонну в виде гибкой насосно-компрессорной трубы и трубу для спуска под давлением. Признаком одного варианта осуществления является то, что взаимодействующая поверхность (т.е. дальний конец пилотного долота 32) может являться эксцентричной конической поверхностью, поверхностью обрубленного профиля или другой аналогичной поверхностью.

На фиг. 13 показано устройство 302, включающее в себя вращающийся элемент 304 (в некоторых случаях называемый вращающейся частью) и второй элемент 306 (в некоторых случаях называемый второй частью). Вращающийся элемент 304 и второй элемент 306 можно каждый по меньшей мере частично устанавливать в кожухе 308. Вращающийся элемент 304 может включать в себя первую радиальную поверхность 310. Второй элемент 306 может включать в себя вторую радиальную поверхность 312, противоположную первой радиальной поверхности 310. Первая радиальная поверхность 310 или вторая радиальная поверхность 312 может включать в себя сужающуюся поверхность, как описано выше. В одном варианте осуществления обе радиальные поверхности 310, 312 включают в себя сужающуюся поверхность. Сужающаяся поверхность может иметь волнообразный профиль. Понятно, что вращающиеся элементы 304 можно устанавливать выше или ниже второго элемента 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, без ограничения, сферическую наружную поверхность с диаметром, приблизительно равным половине внутреннего диаметра кожуха 308, так что тела 314a и 314b качения имеют постоянный контакт друг с другом. Понятно, что устройство 302 может включать в себя любое число тел качения. Число тел качения, включенное в состав в скважинном устройстве, может быть равным числу высоких точек или рампы на каждой из радиальных поверхностей 310 и 312. Каждое из тел качения может иметь один размер.

Вращающийся элемент 304 может вращаться непрерывно относительно второго элемента 306, т.е. вращающийся элемент 304 может поворачиваться на угол больше 360° относительно второго элемента 306. В одном варианте осуществления второй элемент 306 является не вращающимся элементом. Не вращающийся элемент означает, что элемент выполнен без возможности вращения и элемент является, по существу, не вращающимся относительно вращающегося элемента. В другом варианте осуществления второй элемент 306 является элементом, вращающимся со скоростью, отличающейся от скорости вращения вращающегося элемента 304. Скорость вращения является скоростью, которую можно измерить в единицах частоты 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, когда вращающийся элемент 304 вращается относительно второго элемента 306, тела качения 314 перемещаются между первой и второй радиальными поверхностями 310 и 312, при этом создавая осевое перемещение второго элемента 306 относительно вращающихся элементов 304. Тела качения 314 могут каждое перемещаться на 360° по кольцевому пути относительно второй радиальной поверхности 312. Тела качения 314 могут также каждое перемещаться на 360° по кольцевому пути относительно первой радиальной поверхности 310. Перемещение тел 314 качения на первой и второй радиальных поверхностях 310 и 312 может проходить одновременно, так что тела качения 314 перемещаются на 360° по кольцевому пути относительно первой радиальной поверхности 310 и одновременно перемещаются на 360° по кольцевому пути относительно второй радиальной поверхности 312.

Понятно, что устройство 302 не ограничено показанным устройством, задающим направление и наклон. Другими словами, устройство 302 должно функционировать, когда первая радиальная поверхность 310 противостоит второй радиальной поверхности 31 с одним или несколькими телами качения, установленными между ними. Устройство 302 можно расположить в перевернутом вертикальном положении относительно показанного на данных чертежах. Устройство 302 можно также расположить в горизонтальном положении или любом другом наклонном положении.

На фиг. 14A в сечении по линии А-А фиг. 13 показаны тела 314a, 314b качения на первой радиальной поверхности 310, установленные в кожухе 308. На фиг. 14B показано альтернативное сечение по линии А-А фиг. 13. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя три тела качения, а именно тела 314a, 314b, 314c качения. На фиг. 14C в другом альтернативном сечении по линии А-А фиг. 13 показано устройство 302, включающее в себя четыре тела качения, а именно тела 314a, 314b, 314c, 314d качения. На фиг. 14D в другом альтернативном сечении по линии А-А фиг. 13 показано уст-

ройство 302, включающее в себя десять тел качения, а именно тела 314a, 314b, 314c, 314d, 314e, 314f, 314g, 314h, 314i, 314j качения. Каждому телу качения фиг. 14B-14D можно придать такие размеры, чтобы каждое тело качения имело контакт с двумя смежными телами качения.

На фиг. 15 показано устройство 302 с направляющим элементом 316, установленным между радиальными поверхностями 310 и 312. Направляющий элемент 316 можно применяться для удержания тел 314a и 314b качения в фиксированном положении относительно друг друга. На фиг. 16A в сечении по линии В-В, фиг. 15 показаны тела 314a, 314b качения, удерживаемые направляющим элементом 316 на первой радиальной поверхности 310, расположенной в кожухе 308. В данном варианте осуществления телам 314a, 314b качения приданы такие размеры, что они имеют постоянный контакт друг с другом. На фиг. 16B показано альтернативное сечение по линии В-В, фиг. 15. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя два тела 314a, 314b качения, причем телам качения приданы такие размеры, что они отделены друг от друга. Направляющий элемент 316 удерживает тела 314a, 314b качения в фиксированном положении относительно друг друга, например, с интервалом 180°. На фиг. 16C показано другое альтернативное сечение по линии В-В, фиг. 15. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя три тела 314a, 314b, 314c качения, где телам качения приданы такие размеры, что они отделены друг от друга и удерживаются в фиксированном положении относительно друг друга направляющим элементом 316, например, с интервалом 120°. На фиг. 16D показано другое альтернативное сечение по линии В-В, фиг. 15. В данном варианте осуществления устройство 302 включает в себя четыре тела 314a, 314b, 314c, 314d качения, где телам качения приданы такие размеры, что они отделены друг от друга и удерживаются в фиксированном положении относительно друг друга направляющим элементом 316, например, с интервалом 90°. Понятно, что направляющий элемент 316 можно применять с любым числом тел 314 качения. Применение направляющего элемента 316 является предпочтительным, когда телам качения 314 приданы такие размеры, что каждое тело качения не имеет постоянного контакта с двумя смежными телами качения, как в вариантах осуществления, показанных на фиг. 16B-16D.

На фиг. 17 показано буровое устройство 400, включающее в себя верхний элемент 402, долото 404 и пилотное долото 406. Верхний элемент 402 может включать в себя верхний конец 408 с наружным диаметром, который содержит наружное резьбовое средство 410. Наружное резьбовое средство 410 можно соединять с рабочей колонной. Наружное резьбовое средство 410 может проходить до радиального заплечика 412. Верхний элемент 402 может также включать в себя наружную поверхность 414, проходящую от радиального заплечика 412 до нижней радиальной поверхности 416 на нижнем конце 418 верхнего элемента 402. Верхний элемент 402 может дополнительно включать в себя внутреннюю полость 420, включающую в себя радиальную кулачковую поверхность 422 и радиальную поверхность 424. Канал 426 верхнего элемента 402 может проходить от внутренней полости 420 до нижней полости 428 с внутренним резьбовым средством 430. Внутреннее резьбовое средство 430 может проходить до нижней радиальной поверхности 416. Верхний элемент 402 может быть любым компонентом скважинной буровой компоновки, которую функционально соединяют с буровым долотом или другим инструментом с функциональными возможностями бурения скважины в пласт горной породы. Например, верхний элемент 402 может быть, без ограничения, компонентом компоновки низа буровой колонны, которая включает в себя приборы измерений во время бурения, гидравлический забойный двигатель и утяжеленные буровые трубы.

Верхний конец 432 долота 404 может включать в себя наружное резьбовое средство 434, проходящее до радиального заплечика 436. Нижний конец 438 долота 404 может включать в себя лопасти 440 и 442. Внутренний канал 444 может проходить через долото 404 от верхнего конца 432 до нижнего конца 438. Если иное не указано, долото 404 может включать в себя элементы, одинаковые с долотом 2 и долотом 113. Верхний конец 432 долота 404 можно установить в нижней полости 428 с наружным резьбовым средством 434 долота 404, взаимодействующим с внутренним резьбовым средством 430 верхнего элемента 402. При этом долото 404 и верхний элемент 402 свинчивают так, что нижняя радиальная поверхность 416 верхнего элемента 402 взаимодействует с радиальным заплечиком 436 долота 404.

Пилотное долото 406 может включать в себя участок 446 в виде вала, проходящий от верхнего участка 448 до конического участка 450. Вершина 452 конического участка 450 может быть смещена от центральной линии 454 верхнего элемента 402 и долота 404. Верхний участок 448 может быть установлен во внутренней полости 420 верхнего элемента 402. Верхний участок 448 может включать в себя радиальную кулачковую поверхность 456 и радиальный заплечик 458. Радиальный заплечик 458 пилотного долота 406 может взаимодействовать с радиальной поверхностью 424 верхнего элемента 402 для удержания верхнего участка 448 во внутренней полости 420. Участок 446 в виде вала пилотного долота 406 может быть установлен проходящим через канал 426 верхнего элемента 402 и через внутренний канал 444 долота 404. Канал 426 и внутренний канал 444 могут каждый быть выполнен с возможностью приема участка 446 в виде вала пилотного долота 406. В одном варианте осуществления канал 426 и внутренний канал 444 имеют приблизительно равные внутренние диаметры.

Устройство 400 может дополнительно включать в себя тела 460 и 462 качения, установленные во внутренней полости 420 между и в контакте с радиальной кулачковой поверхностью 422 верхнего элемента 402 и радиальной кулачковой поверхностью 456 пилотного долота 406. Тела 460 и 462 качения

можно также называть вращающимися элементами. В одном предпочтительном варианте осуществления тела 460 и 462 качения являются сферическими элементами, такими как шарикоподшипники из нержавеющей стали или керамические шарики. В данном варианте осуществления каждый сферический элемент может иметь диаметр, приблизительно равный половине внутреннего диаметра внутренней полости 420, при этом сферические элементы имеют контакт друг с другом. Понятно, что устройство 400 может включать в себя любое число тел качения. Число тел качения, включенных в состав, может быть равным числу высоких точек или рампы на каждой из радиальных кулачковых поверхностей 422 и 456. Каждое из тел качения может иметь один размер. Радиальные кулачковые поверхности 422 и 456 могут каждая включать в себя любые формы, описанные выше со ссылками на фиг. 9А-9С, показывающие радиальную кулачковую поверхность 125.

Верхний элемент 402 и долото 404 могут вращаться относительно пилотного долота 406. Тела 460 и 462 качения могут свободно перемещаться между радиальными кулачковыми поверхностями 422 и 456, когда верхний элемент 402 вращается относительно пилотного долота 406. В одном варианте осуществления тело 460 и 462 качения может перемещаться в кольцевом пути на каждой радиальной кулачковой поверхности 422 и 456, когда верхний элемент 402 вращается относительно пилотного долота 406. Данное перемещение тел 460 и 462 качения по радиальным кулачковым поверхностям 422 и 456 может обуславливать осевое перемещение пилотного долота 406 относительно верхнего элемента 402 и долота 404. Применение тел 460 и 462 качения обеспечивает уменьшенный прямой удар между радиальными кулачковыми поверхностями 422 и 456, что может увеличивать рабочий ресурс верхнего элемента 402 и пилотного долота 406. Буровое устройство 400 может быть одинаковым по конструкции с долотом 113, показанным на фиг. 8, за исключением того, что тела качения установлены в полости верхнего элемента вместо полости в долоте.

В другом варианте осуществления устройство 400 может быть сконфигурировано для применения без тела качения так, что радиальные кулачковые поверхности 422 и 456 напрямую контактируют друг с другом для создания осевого перемещения пилотного долота 406 относительно долота 404, как описано со ссылками на фиг. 1-7. В другом варианте осуществления устройство 400 может быть сконфигурировано для применения без тела качения и с ударной поверхностью на верхнем элементе 402, выполненной с возможностью удара поверхности наковальни на пилотном долоте 406 для создания осевого перемещения пилотного долота 406 относительно долота 404, как описано со ссылками на фиг. 10-11.

Хотя настоящее изобретение описано весьма детально со ссылкой на некоторые предпочтительные его варианты, возможны другие варианты. Поэтому, сущность и объем прилагаемой формулы изобретения не ограничен описанием предпочтительных вариантов в настоящем документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для бурения ствола скважины, содержащее рабочую колонну, концентрически установленную в нем, при этом устройство содержит долото в сборе, содержащее втулку, корпус долота и направляющую для долота;

причем втулка содержит первый конец, внутреннюю полость и второй конец, при этом первый конец функционально соединен с рабочей колонной, при этом внутренняя полость содержит профиль с первой радиальной кулачковой поверхностью;

причем корпус долота содержит первый конец, второй конец и центральный канал, проходящий от первого конца до второго конца, причем первый конец корпуса долота функционально соединен со вторым концом втулки, при этом корпус долота выполнен с возможностью вращения с вращением втулки, при этом второй конец корпуса долота включает в себя рабочую поверхность, содержащую режущий элемент;

причем направляющая для долота соединена с возможностью вращения во внутренней полости втулки и проходит через центральный канал корпуса долота за рабочую поверхность корпуса долота, при этом направляющая для долота включает в себя первый конец и второй конец, причем первый конец включает в себя вторую радиальную кулачковую поверхность, при этом второй конец направляющей для долота включает в себя взаимодействующую поверхность, взаимодействующую с пластом, окружающим ствол скважины;

при этом долото в сборе дополнительно содержит по меньшей мере два тела качения, установленных между и в контакте с первой радиальной кулачковой поверхностью и второй радиальной кулачковой поверхностью, причем по меньшей мере два тела качения выполнены с возможностью нахождения в непосредственном контакте друг с другом, при этом диаметр каждого по меньшей мере из двух тел качения приблизительно равен половине внутреннего диаметра внутренней полости;

при этом первая радиальная кулачковая поверхность содержит волнообразный профиль, а вторая радиальная кулачковая поверхность содержит или волнообразный профиль, или радиально плоскую поверхность или вторая радиальная кулачковая поверхность содержит волнообразный профиль, а первая радиальная кулачковая поверхность содержит или волнообразный профиль, или радиально плоскую поверхность; и

при этом втулка и корпус долота выполнены с возможностью вращения относительно направляющей для долота, перемещая тем самым по меньшей мере два тела качения по первой и второй радиальным кулачковым поверхностям и способствуя аксиальному перемещению направляющей для долота относительно втулки и корпуса долота.

2. Устройство по п.1, в котором взаимодействующая поверхность направляющей для долота представляет собой эксцентричную коническую поверхность или обрубленную поверхность.

3. Устройство по п.1, дополнительно содержащее удерживающий элемент, функционально связанный с направляющей для долота для удержания направляющей для долота во внутренней полости.

4. Устройство по п.1, в котором каждое по меньшей мере из двух тел качения включает в себя сферическую наружную поверхность.

5. Устройство по п.4, в котором каждое по меньшей мере из двух тел качения содержит шарикоподшипники из нержавеющей стали или керамики.

6. Устройство по п.1, в котором по меньшей мере два тела качения содержат три или более тел качения, при этом каждое из трех или более тел качения имеет непосредственный контакт с двумя смежными телами качения.

7. Устройство по п.1, в котором долото в сборе дополнительно содержит направляющий элемент, причем направляющий элемент установлен между первой и второй радиальными кулачковыми поверхностями для удержания по меньшей мере двух тел качения в фиксированном положении относительно друг друга.

8. Устройство по п.1, в котором волнообразный профиль первой радиальной кулачковой поверхности содержит множество высоких точек, причем количество по меньшей мере двух тел качения равно числу высоких точек.

9. Устройство по п.1, в котором волнообразный профиль второй радиальной кулачковой поверхности содержит множество высоких точек, причем количество по меньшей мере двух тел качения равно числу высоких точек.

10. Способ бурения ствола скважины, включающий в себя этапы, на которых:

а) спускают устройство для бурения по п.1 в ствол скважины, причем рабочая колонна содержит гидравлический забойный двигатель, функционально соединенный с долотом в сборе;

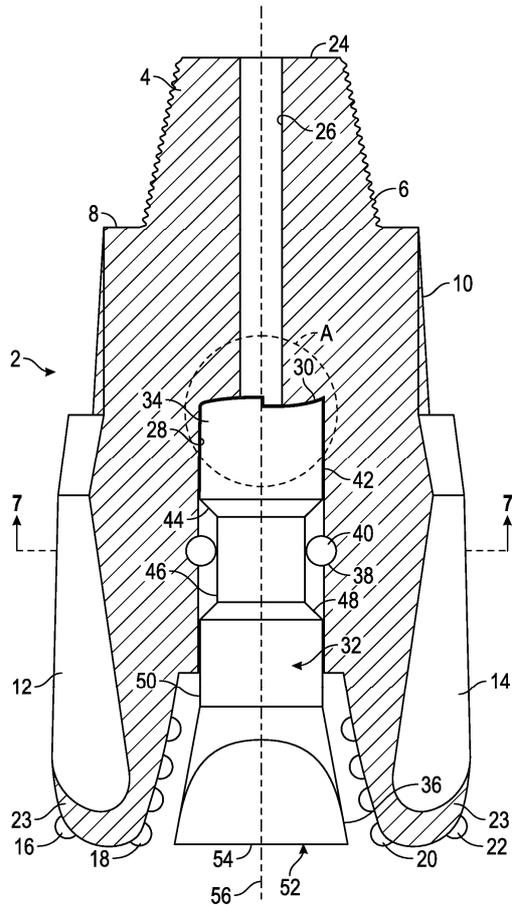
б) вводят в контакт режущий элемент рабочей поверхности с поверхностью контакта коллектора;

в) подают буровой раствор через рабочую колонну к гидравлическому забойному двигателю для вращения втулки и корпуса долота относительно направляющей для долота, вызывая тем самым перемещение по меньшей мере двух тел качения по первой и второй радиальным кулачковым поверхностям, способствуя аксиальному перемещению направляющей для долота относительно втулки и корпуса долота с обеспечением контакта с поверхностью контакта коллектора при бурении ствола скважины посредством долота в сборе.

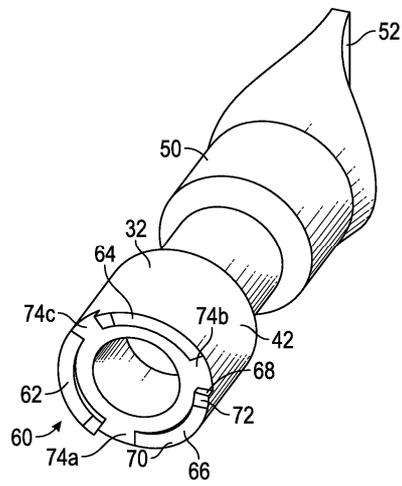
11. Способ по п.10, в котором рабочая колонна является собранной из труб бурильной колонной или колонной из гибкой насосно-компрессорной трубы.

12. Способ по п.10, в котором взаимодействующая поверхность направляющей для долота является эксцентричной конической поверхностью или обрубленной поверхностью.

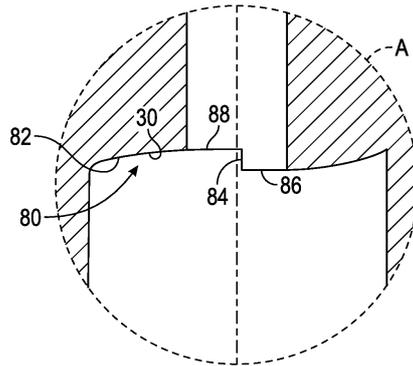
13. Способ по п.10, в котором на этапе (в) направляющая для долота вращается вследствие сил трения, связанных с вращением корпуса долота и втулки, при этом скорость вращения направляющей для долота не равна скорости вращения корпуса долота.



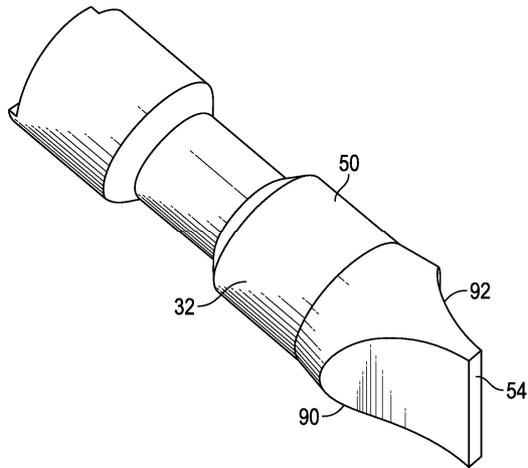
Фиг. 1



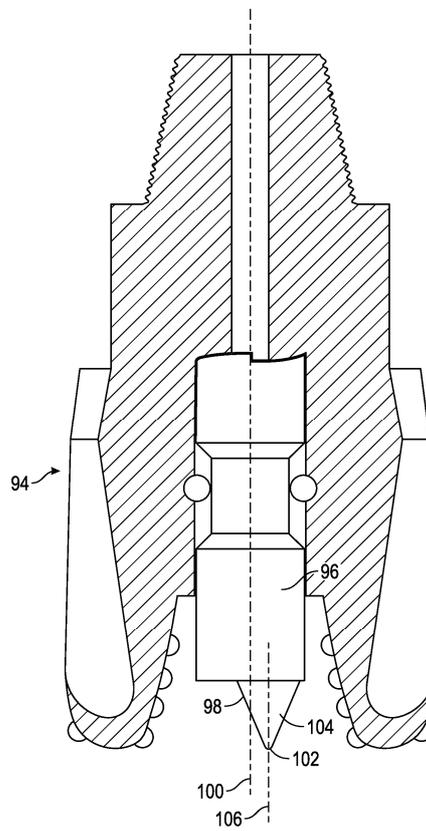
Фиг. 2



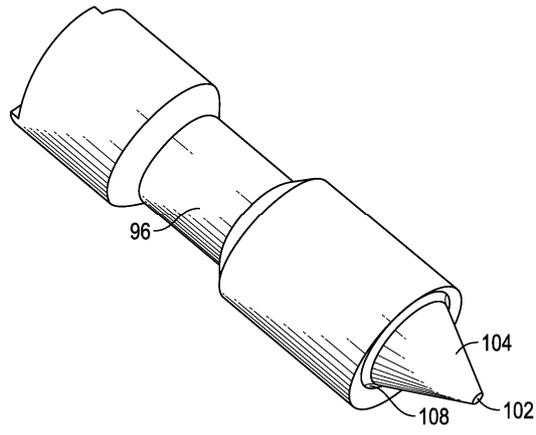
Фиг. 3



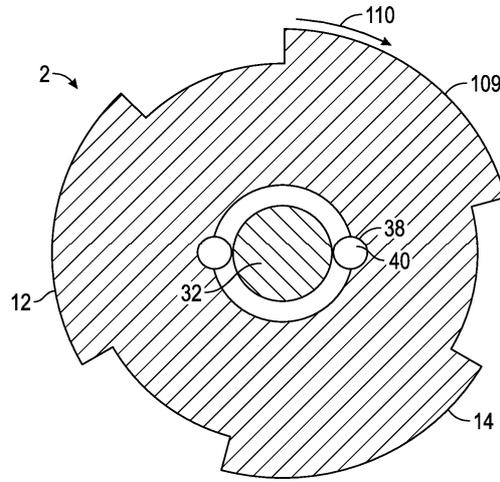
Фиг. 4



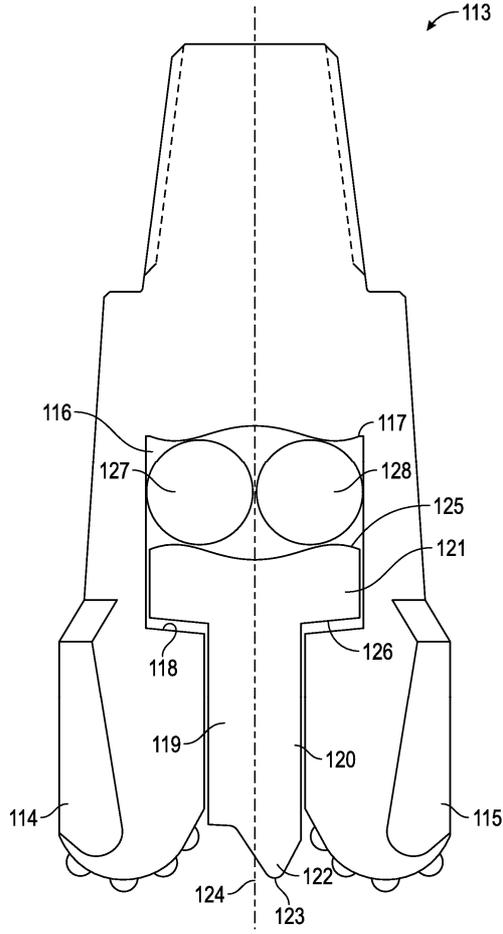
Фиг. 5



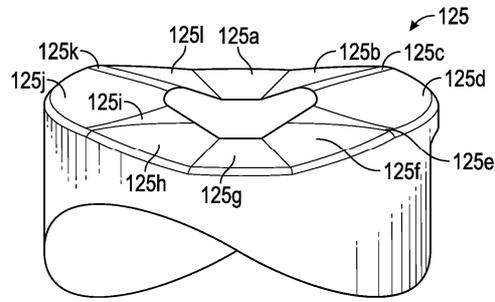
Фиг. 6



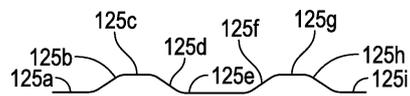
Фиг. 7



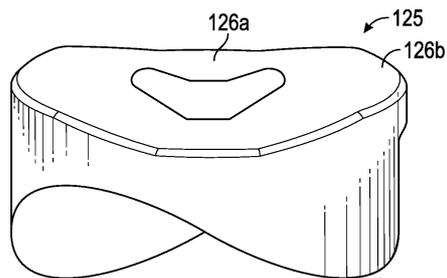
Фиг. 8



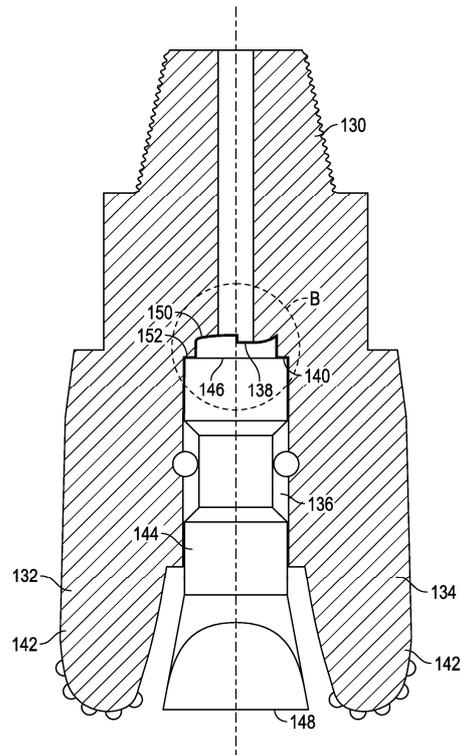
Фиг. 9А



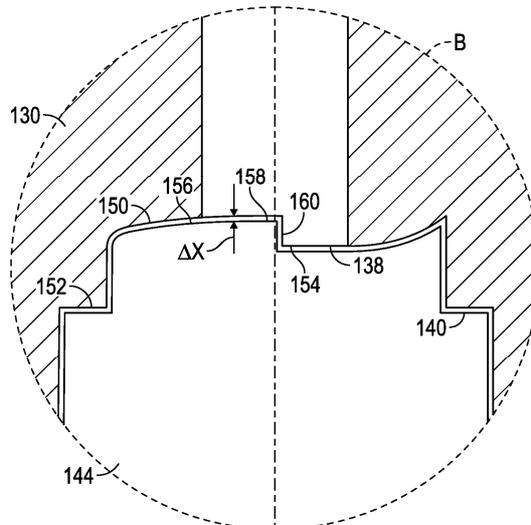
Фиг. 9В



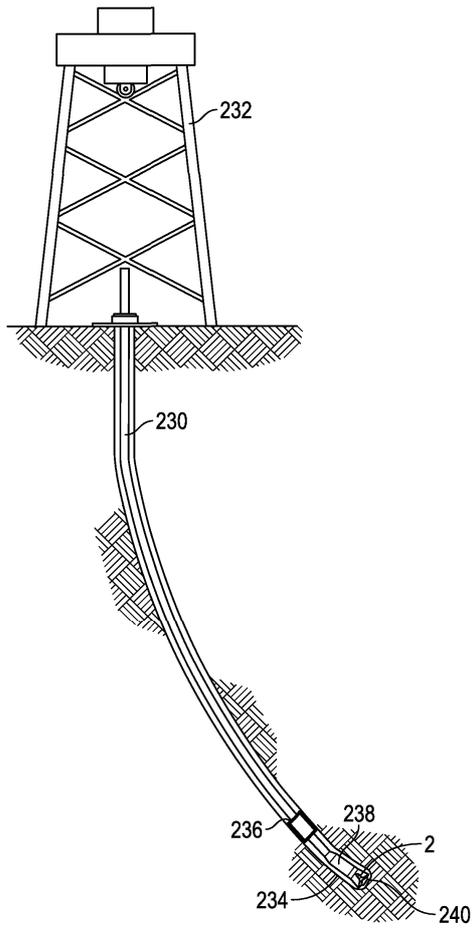
Фиг. 9С



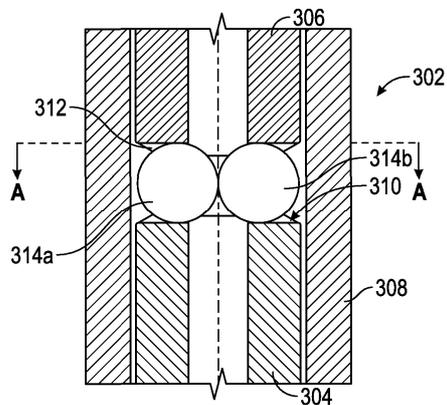
Фиг. 10



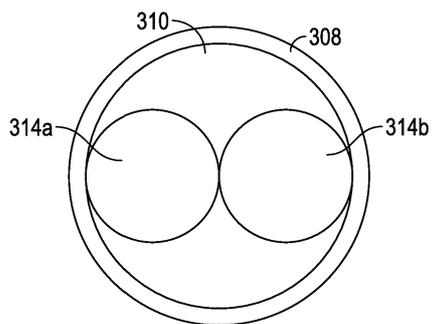
Фиг. 11



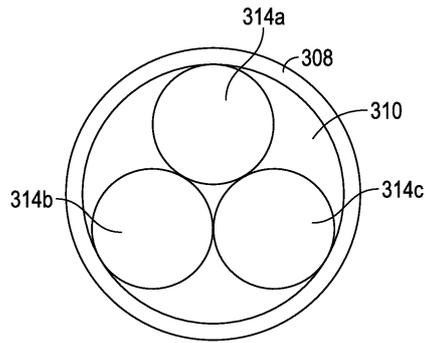
Фиг. 12



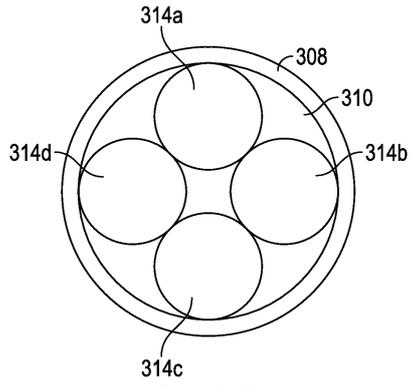
Фиг. 13



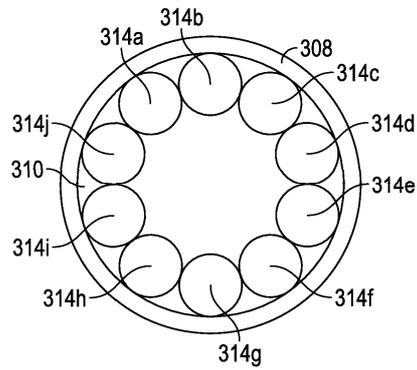
Фиг. 14А



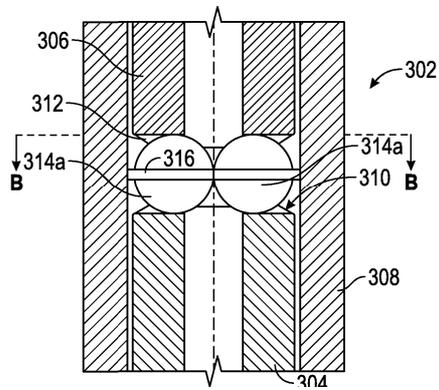
Фиг. 14В



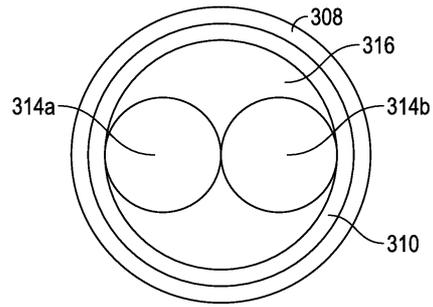
Фиг. 14С



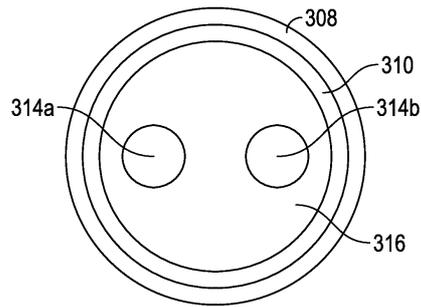
Фиг. 14D



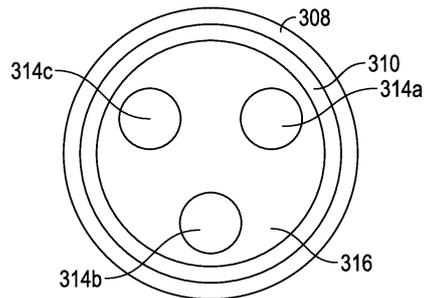
Фиг. 15



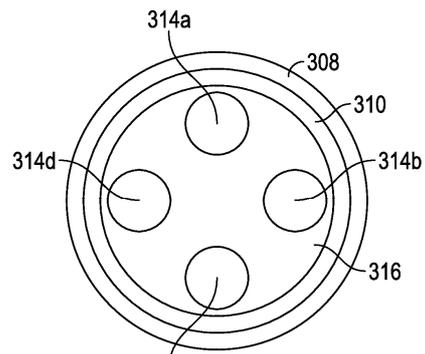
Фиг. 16А



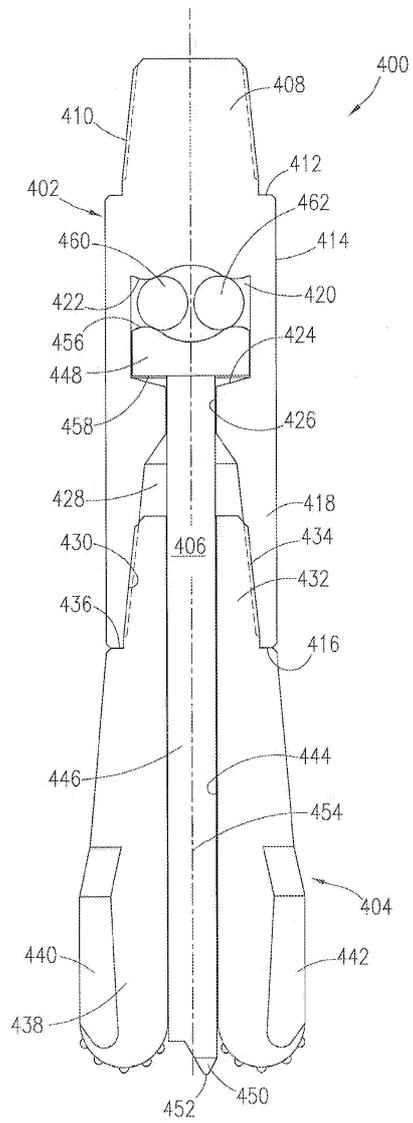
Фиг. 16В



Фиг. 16С



Фиг. 16D



Фиг. 17

