

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201500602 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2015.09.30

(51) Int. Cl. E21B 10/43 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2013.12.02

(54) ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ ГРУНТА С УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ
КОНСТРУКЦИЕЙ БОКОВЫХ НАКЛОНОВ РЕЗЦА

(31) 61/732,897

(32) 2012.12.03

(33) US

(86) PCT/US2013/072615

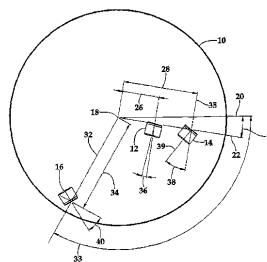
(87) WO 2014/088946 2014.06.12

(71) Заявитель:
УЛТЕРРА ДРИЛЛИНГ
ТЕКНОЛОДЖИЗ, Л.П. (US)

(72) Изобретатель:
Симмонс Роб А., Дин Карл Арон,
Мёрдок Эндрю Дэвид (US)

(74) Представитель:
Баталин А.В. (RU)

(57) Инструменты для бурения грунта с множеством фиксированных резцов, имеющих боковой наклон или поперечные наклоны, предназначенные для улучшения удаления и откачивания шлама, повышения эффективности бурения и/или контроля глубины подачи в сравнении с традиционными конструкциями.



A1

201500602

201500602

A1

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ ГРУНТА С УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ БОКОВЫХ НАКЛОНОВ РЕЗЦА

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится по существу к буровым долотам, буровым расширителям и аналогичным скважинным инструментам для бурения грунтовых пород с использованием фиксированных резцов на вращающемся корпусе.

Уровень техники

Вращательные режущие долота, буровые расширители и аналогичные скважинные инструменты для бурения или формирования отверстий в подземных скальных породах при бурении скважин для добычи нефти и природного газа требуют определенных видов вооружения инструмента, в которых используются режущие элементы, называемые резцами, установленные в фиксированных местах на корпусе инструмента, для бурения пород путем вращения корпуса инструмента. Вращение инструмента позволяет резцам разламывать породу за счет срезающего действия, что приводит к формированию мелкого бурового шлама, который впоследствии откачивают гидравлическими методами с использованием буровой жидкости, нагнетаемой через точно размещенные форсунки в корпусе инструмента.

В одном таком фиксированном резце — инструменте для бурения грунта, по существу известном в отрасли нефтегазопроисводческой разведки как долото из ПАК, используются фиксированные резцы с чрезвычайно износостойкой режущей поверхностью или поверхностью износа, образованной из поликристаллического алмазного композита (ПАК) или аналогичного чрезвычайно износостойкого материала. Как правило, резцы из ПАК изготавливают путем формирования слоя поликристаллического алмаза (ПКА), иногда называемого коронкой или алмазной поверхностью, на устойчивой к эрозии основе. Поверхность износа ПКА образована из спеченного поликристаллического алмаза (либо природного, либо синтетического), который имеет межалмазную связь. В качестве заменителей известны поликристаллический кубический нитрид бора, вюртцитный нитрид бора, агрегированные алмазные нанотрубки (ААН) или другие твердые кристаллические материалы, которые могут быть подходящими в некоторых сферах применения, связанных с бурением. Композит изготавливают путем смешивания материала алмазной крошки в форме порошка с одним или более порошкообразными металлическими катализаторами и

другими материалами, формирующими композит из смеси, а затем его спекания, как правило, с основой из карбида вольфрама с использованием высокой температуры и давления или нагрева микроволновым излучением. Спеченные композиты из поликристаллического кубического нитрида бора, вюртцитного нитрида бора, ААН и аналогичных материалов для целей содержащегося ниже описания являются эквивалентами поликристаллических алмазных композитов, и, следовательно, в подробном описании ссылка на ПАК, если иное явным образом не указано или если не позволяет контекст, должна толковаться как ссылка на спеченные композиты поликристаллического алмаза, кубический нитрид бора, вюртцитный нитрид бора и другие чрезвычайно износостойкие материалы. Ссылка на ПАК также предназначена для того чтобы охватить спеченные композиты этих материалов с другими материалами или структурными элементами, которые можно использовать для улучшения их свойств и режущих характеристик. Более того, ПАК охватывает термически стабильные разновидности, в которых металлический катализатор был частично или полностью удален после спекания.

Основы для поддержки поверхности износа ПАК или слоя, как правило, изготавливают по меньшей мере частично из цементированного карбида металла, причем наиболее распространен карбид вольфрама. Основы из цементированного карбида металла образованы путем спекания порошкообразного карбида металла со связующим веществом из металлического сплава. Композит из ПАК и основы можно изготовить рядом разных способов. Также он, например, может включать переходные слои, в которых карбид металла и алмаз смешивают с другими элементами для улучшения связывания и снижения напряжения между ПАК и основой.

Каждый резец из ПАК изготавливают в виде отдельного фрагмента, независимого от бурового долота. Вследствие используемых для их изготовления процессов слой ПАК и основа, как правило, имеют цилиндрическую форму с относительно тонким диском из ПАК, связанным с более высоким или более длинным цилиндром материала основы. Полученный композит можно подвергать машинной обработке или фрезеровке для изменения его формы. Однако слой ПАК и основа, как правило, используются в цилиндрической форме, с которой они изготовлены.

Фиксированные резцы устанавливают на внешней стороне корпуса инструмента для бурения грунта с предварительно заданной схемой или планом расположения. Более того, в зависимости от конкретной сферы применения резцы, как правило, размещены в виде массива вдоль каждой из нескольких лопастей, которые образованы из приподнятых ребер, образованных на корпусе инструмента для бурения грунта. Например, в долоте из

ПАК лопасти по существу размещены в виде массива радиальным образом вокруг центральной оси (оси вращения) долота. Как правило, но не всегда, они изгибаются в направлении, противоположном направлению вращения долота.

По мере вращения инструмента для бурения грунта с фиксированными резцами резцы совместно переносят один или более предварительно заданных режущих профилей на грунтовую породу, срезая породу. Режущий профиль образован положением и ориентацией каждого из связанных с ним резцов по мере вращения через плоскость, направленную от оси вращения инструмента для бурения грунта вовне. Положение резца вдоль режущего профиля зависит преимущественно от его поперечного смещения от оси вращения, а не от конкретной лопасти, на которой он лежит. Смежные друг с другом резцы на профиле режущего элемента, как правило, не находятся рядом друг с другом на одной и той же лопасти.

В дополнение к положению или местонахождению на долоте каждый резец имеет ориентацию. По существу эта ориентация будет определена относительно одной из двух систем координат: системы координат долота, которая определяется относительно его оси вращения, или системы координат, по существу основанной на самом резце. Как правило, ориентация резца устанавливается с учетом бокового уклона или поворота резца и переднего/заднего уклона или поворота резца. Как правило, боковой уклон устанавливается с учетом угла поперечного наклона или бокового наклона в зависимости от используемой опорной системы. Задний уклон устанавливается с учетом угла осевого наклона или заднего наклона в зависимости от используемой опорной системы.

Раскрытие изобретения

Настоящее изобретение относится по существу к инструментам для бурения грунта с множеством фиксированных резцов с боковыми уклонами, размещенными по предварительно заданным схемам, для улучшения удаления и откачивания, повышения эффективности бурения и/или контроля глубины подачи в сравнении с традиционными конструкциями.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлена схематическая иллюстрация вида спереди вращательного режущего долота;

на фиг. 2А – схематическая иллюстрация режущего профиля для долота из ПАК;

на фиг. 2В – схематическая иллюстрация одного из резцов, изображенных на фиг. 2А;

- на фиг. 3А – вид сбоку характерного примера долота из ПАК;
- на фиг. 3В – вид в перспективе долота из ПАК, изображенного на фиг. 3А;
- на фиг. 3С – вид спереди долота из ПАК, изображенного на фиг. 3А;
- на фиг. 4 – аксонометрический вид выбранных резцов из ПАК долота из ПАК, изображенного на фиг. 3А–3С, для лучшей иллюстрации бокового наклона резцов;
- на фиг. 5А–5J – графики зависимости положения резца от бокового уклона, например, угла бокового или поперечного наклона, которые представляют пример схем таких углов на лопасти или режущем профиле инструмента для бурения грунта с фиксированными резцами.

Осуществление изобретения

В представленном ниже описании аналогичные номера относятся к аналогичным элементам.

Типовой фиксированный резец, в частности резец из ПАК, имеет по существу цилиндрическую форму с по существу плоским верхом, который выполняет функции его первичной рабочей поверхности. Однако резец не должен быть (и не всегда бывает) идеально цилиндрическим или симметричным. Фиксированный резец имеет одну или более рабочих поверхностей для зацепления породы и выполнения работы по ее разлому. Для фиксированного резца режущая поверхность образована из одной или более поверхностей резца, которые предназначены для сталкивания с породой и ее зацепления и, таким образом, выполнения работы по разлому породы. Как правило, эти поверхности испытывают наивысшую силу противодействия со стороны породы. Для резцов цилиндрической формы по существу плоский слой ПАК цилиндра функционирует как первичная режущая поверхность, и, следовательно, ориентацию этой поверхности можно использовать для установления ориентации резца на долоте, используя, например, вектор, нормальный к плоскости этой поверхности, а также вектор в плоскости этой поверхности. Например, на резце из ПАК первичная режущая поверхность образована из верхней относительно плоской поверхности слоя ПАК, а центральная ось цилиндрического резца расположена нормально к ней и центрирована на ней. Однако открытые стороны слоя ПАК могут выполнять некоторую работу, и их можно рассматривать как рабочую или режущую поверхность или часть режущей поверхности. Долота из ПАК также могут иметь, например, часть верхнего края резца со скосом или фаской. Более того, часть режущей поверхности может не быть плоской или плоскостной.

Фиксированные резцы на режущих долотах, буровых расширителях и аналогичных вращающихся корпусах для бурения через скальную породу, как правило, имеют по

меньшей мере преобладающую часть своей первичной режущей поверхности относительно или по существу плоскостной или плоской. Она может быть не идеально плоской, но в сравнении с заметно закругленной, конической формой или какой-либо другой формой она является относительно плоской. Если не указано иное, для целей установления ориентации резца взято представленное ниже описание вектора, нормального к плоскости этой относительно плоской части преобладающей режущей поверхности. Этот вектор будет называться «главной осью» или «осью ориентации» резца для целей представленного ниже описания. Так как для представленного ниже описания предполагается использовать резцы цилиндрической формы, если не указано иное, центральная ось резца будет главной осью резца в примерах, приведенных для фиг. 1, 2А и 2В. Однако выбор этого условного обозначения не предполагает ограничения описанных ниже понятий. Можно использовать и другие условные обозначения для установления местоположения и ориентации первичной режущей поверхности резца.

На фиг. 1 представлена схематическая иллюстрация вида спереди долота, предназначенная для иллюстрации понятия поперечного наклона. Размер долота по существу обозначен окружностью 10. Для ясности представлены лишь три фиксированных резца 12, 14 и 16. Ссылочный номер 18 определяет центр вращения долота, изображенного на фиг. 1, и ось вращения, изображенную на фиг. 2А. Радиальная линия 20 представляет нуль градусов углового смещения вокруг оси 18. Фиксированные резцы 12 и 14 размещены по существу на одной радиальной линии 22 с одним угловым смещением, как обозначено углом 24, но они радиально смещены на разные расстояния 26 и 28. Они размещены на одной лопасти, которая не показана на схематическом представлении. Однако резцы на одной лопасти не всегда лежат на одной радиальной линии или имеют одинаковое значение углового смещения вокруг оси 18. Как правило, в действительности ситуация обратная. Резец 16 лежит на радиальной линии 32, которая по существу имеет большее значение углового положения, как обозначено углом 33. Его радиальное смещение от оси вращения обозначено расстоянием 34, которое превышает расстояния двух других резцов 12 и 14.

Каждый из показанных резцов 12, 14 и 16 имеет разные значения поперечного наклона, которые обозначены углами 36, 38 и 40 соответственно. Поперечный наклон образован углом между (1) линией, которая перпендикулярна радиальной линии для этого резца и проходит через точку, образованную при пересечении режущей поверхности резца и главной оси резца, и (2) главной осью резца. Например, в случае резца 14 угол 38 поперечного наклона образован между линией 35, перпендикулярной радиальной линии, и главной осью 39 резца. Для упрощения иллюстрации ни один из показанных резцов не

имеет какого-либо заднего наклона, но определение выше верно и для резцов с задним наклоном.

Кривая 42 на фиг. 2А представляет режущий профиль долота, изображенного на фиг. 1, с внешними диаметрами отдельных резцов 12, 14 и 16, представленных круговыми контурами 44, 46 и 48 соответственно. Профили резцов образованы путем вращения их положений к радиальной линии 20 нуля градусов углового смещения (фиг. 1) и их проецированием на плоскость, в которой лежит ось 18 вращения и радиальная линия 20 нуля градусов углового смещения. Кривая 42, которая представляет режущий профиль долота, касается каждого резца в одной точке и по существу представляет заданную форму поперечного сечения буровой скважины, которую формирует долото по мере его проникновения в породу. Однако в каждом из контуров 44, 46 и 48 для целей упрощения иллюстрации предполагается, что резцы не имеют какого-либо заднего наклона или бокового наклона. Если бы резец имел какой-либо задний наклон или боковой наклон, проекция внешнего диаметра слоя ПКА на плоскость через радиальную линию для этого резца была бы эллиптической.

Как также показано на фиг. 2В, точка 50 представляет собой точку, в которой главная ось резца, которая в этом примере считается центральной осью резца, пересекает плоскостную часть режущей поверхности. Для целей примера в представленном ниже описании эта точка будет взята за начало опорной системы для образования бокового наклона и заднего наклона резца. Линия 52 представляет ось бокового наклона и является осью, вокруг которой вращается резец для создания бокового наклона. Ось бокового наклона расположена нормально к касательной к профилю резца в точке, в которой проекция диаметра 44 резца касается кривой 42 режущего профиля долота и проходит через точку 50. Линия 54, пересекающая главную ось резца и параллельная оси вращения 18, представляет ось поперечного наклона резца. Угол 56 между осью 52 бокового наклона и осью 54 поперечного наклона относится к углу профиля резца. Угол вращения (не показан) резца вокруг оси 52 бокового наклона является его углом бокового наклона. Линия 58 представляет ось заднего наклона резца. Вращение резца вокруг этой оси образует угол заднего наклона резца. Ось заднего наклона ортогональна главной оси резца и оси 52 бокового наклона.

Линия 60 представляет нулевой угол для режущего профиля. Секция 62 режущего профиля соответствует конусу долота из ПАК. Углы профиля в этой секции находятся в диапазоне от 270 градусов до 360 (или нуля) градусов. Значения углов профиля увеличиваются до 360 градусов, начиная от оси вращения 18 и двигаясь к профилю с углом в нуль градусов на линии 60. Режущая кромка долота соответствует по существу

секции 63 режущего профиля, в котором углы профиля близки к нулю градусов. Часть 64 профиля соответствует плечевой секции долота. В этой секции углы профиля быстро увеличиваются до тех пор, пока не достигнут значения 90 градусов. В пределах секции 66 режущего профиля, соответствующего калибрующей секции долота, режущий профиль составляет приблизительно девяносто градусов.

Как также показано на фиг. 3А–3С, долото 100 из ПАК является характерным примером по существу скважинного инструмента для бурения грунта и, в частности, характерным примером вращательного режущего долота с резцами из ПАК. Оно выполнено с возможностью вращения вокруг своей центральной оси 102. Оно образовано из корпуса 104 долота, соединенного с шейкой 106. В этом примере оно также содержит конусообразную резьбовую муфту 108 для соединения долота с бурильной колонной и поверхность 110 доски отворота для взаимодействия с доской отворота с целью навинчивания и отвинчивания муфты с бурильной колонны. Наружная поверхность корпуса, которая должна быть обращена по существу в направлении бурения, называется передней поверхностью долота и по существу обозначена ссылкой позицией 112.

На поверхности долота размещено множество приподнятых лопастей 114а–114е. Каждая лопасть направлена по существу в радиальном направлении вовне к периферии режущей поверхности. В этом примере имеется пять лопастей, разнесенных вокруг центральной оси 102, и каждая лопасть изгибается или искривляется обратно по отношению к направлению вращения. В этом конкретном примере лопасти 114а и 114д имеют сегменты или секции, размещенные вдоль конуса корпуса долота. Все пять лопастей в этом примере либо начинаются, либо имеют сегмент или секцию на режущей кромке корпуса долота, в которых угол режущего профиля приблизительно равен нулю, сегмент вдоль плеча корпуса долота, который характеризуется растущими углами профиля, и сегмент на калибрующей части. Корпус включает множество калибрующих площадок 115, размещенных на конце каждой из лопастей.

На каждой лопасти размещено множество отдельных режущих элементов, или резцов 116, которые совместно образуют часть первичных режущих профилей долота. В этом примере на каждой из лопастей размещен набор вспомогательных резцов 118, которые зачастую совместно образуют второй режущий профиль долота. В этом примере все из резцов 116 и 118 представляют собой резцы из ПАК с поверхностью износа или режущей поверхностью, изготовленной из сверхтвердого поликристаллического алмаза или т. п., поддерживаемой основой, которая образует монтажную шпильку для размещения в каждом кармане, образованном в лопасти. В корпусе расположены форсунки 120 для направления буровой жидкости вдоль режущих лопастей, чтобы

способствовать откачиванию элементов разрушенной породы или шлама, а также чтобы охлаждать резцы.

Чтобы лучше продемонстрировать ориентации резцов 116, на фиг. 4 удален корпус долота и вспомогательные резцы 118 примера долота из ПАК, изображенного на фиг. 3А и 3С, и оставлены только резцы первичного режущего профиля. Резцы 122а–122g соответствуют по существу резцам 116 на лопасти 114а, изображенной на фиг. 3А–3С, резцы 128а–128с соответствуют резцам 116 на лопасти 114b, резцы 130а–130d соответствуют резцам 116 лопасти 114с, резцы 132а–132f соответствуют резцам на лопасти 114d, а резцы 134а–134d соответствуют резцам 116 на лопасти 114е.

В этом конкретном примере резцы 122а–122с на лопасти 114а размещены на сегменте или секции 136 лопасти по существу на конусе долота, а резец 122d размещен на сегменте режущей кромки или секции 138 лопасти на режущей кромке долота. Резцы 122е и 122f находятся на плечевом сегменте 138 лопасти, направленной вдоль плеча корпуса долота, а резец 122g размещен на калибрующем участке или сегменте 142 лопасти на калибрующей части долота. Резцы 132а–132f также размещены в виде массива вдоль конуса, режущей кромки, плеча и калибрующих сегментов лопасти 114d. Резец 128а–128с, 130а–130с и 134а–134d по существу захватывает только режущую кромку, плечо и калибрующие сегменты или части соответствующих лопастей 114b, 114с и 114е. В альтернативных вариантах осуществления долото может иметь разное число лопастей, разные длины и расположения лопастей и/или резцы на каждой лопасти.

Ось бокового наклона для каждого резца перпендикулярна режущему профилю и указана сплошной линией 125. Сплошная линия 124 указывает ориентацию главной оси резца и перпендикулярна оси бокового наклона. Показанные в настоящем документе начала как оси бокового наклона, так и главной оси представляют собой пересечение поверхности резца из ПАК и режущего профиля. Пунктирная линия 126 указывает на угол бокового наклона для резца, равный нулю градусов. Угол 136 между двумя линиями является углом бокового наклона резца. Угол бокового наклона следует правилу буравчика. Следовательно, для резца 122с поворот вокруг оси 125 бокового наклона вправо является положительным. Таким образом, добавление бокового наклона резца воздействует на поворот главной оси 124 резца, показанной сплошной линией, от его начального положения 126, которое указывало ориентацию главной оси резца до применения бокового наклона. Воздействием этого является расположение режущей поверхности под углом к калибрующей части долота для этого резца, в данном случае — под положительным углом приблизительно 10 градусов, показанным как угол 136. И наоборот, резец 122d имеет отрицательный боковой наклон приблизительно 4 градуса,

причем он повернут влево вокруг своей оси 125 бокового наклона, оказывая воздействие на расположение режущей поверхности под углом к центру долота. (Следует отметить, что для ясности на иллюстрации явно идентифицирован не каждый угол бокового наклона). Вследствие перспективы рисунка углы бокового наклона могут казаться меньше, чем они являются в действительности, или может казаться, что они отсутствуют.

В примере на фиг. 4 наибольшее отличие угла бокового наклона и поперечного угла между любыми двумя резцами в пределах режущего профиля долота составляет по меньшей мере 4 градуса. Более того, наибольшие отличия углов бокового наклона, углов поперечного наклона или обоих углов на резцах, размещенных на долоте, также составляют по меньшей мере четыре градуса.

Несмотря на то что фиг. 4 может не давать полной ясности, изменения или отличия углов бокового наклона резцов вдоль по меньшей мере лопасти 114a чередуют направления от положительного к отрицательному, и зачастую путем изменения величин. На фиг. 5A показан пример аналогичного изменения углов наклона и указано, как чередуется направление изменения. В примере лопасти 114a это чередование происходит вдоль всей длины лопасти 114a. В альтернативном варианте осуществления это чередование происходит только вдоль части лопасти, например вдоль некоторой части или всей конусной секции, секции режущей кромки и/или плеча. Более того, углы бокового наклона чередуются между положительным и отрицательным на по меньшей мере части лопасти, например, между резцами 122b–122f в показанном примере. Однако в альтернативном варианте осуществления чередование положительного и отрицательного угла может происходить по всей длине лопасти или только для одной или более секций лопасти. В этом примере резцы на каждой из дополнительных лопастей 114b–114e также имеют резцы с отличиями между боковыми углами и/или поперечными углами резцов, чередуя направления способом, аналогичным для лопасти 114a.

В альтернативных вариантах осуществления одна или более лопастей на корпусе долота имеют по меньшей мере три смежных резца с углом бокового наклона и/или углами поперечного наклона, изменяющимися в направлениях чередования. В дополнительных альтернативных вариантах осуществления по меньшей мере два из трех включают чередующиеся направления с положительными и отрицательными углами на каждой из трех лопастей. В одном альтернативном варианте осуществления и вплоть до калибрующей части в другом варианте осуществления по меньшей мере три резца покрывают по меньшей мере часть длины лопасти, например, некоторой части или всего конуса, секции режущей кромки и/или плеча.

Положительные углы бокового наклона или поперечного наклона, как правило, позволяют выталкивать фрагмент срезаемой породы, который иногда называют обрезком, шламом или стружкой, к периферии долота, от оси вращения или центра долота. Отрицательные углы бокового наклона или поперечного наклона, как правило, оказывают противоположное воздействие. Размещение на одной лопасти рядом с резцом с нейтральным или положительным углом бокового наклона или поперечного наклона резца с меньшим или отрицательным боковым углом так, чтобы поверхности резцов были ориентированы по направлению друг к другу, может приводить к образованию шлама, так как они представляют собой валки соответствующих поверхностей резцов, выталкиваемых вместе. В зависимости от типа породы это может облегчить разбивание шлама, что упрощает его откачивание через щели между лопастями. По существу чередование бокового наклона или поперечного наклона следующего смежного резца в режущем профиле может способствовать разлому породы конкретного типа. Например, следующий резец в профиле может иметь боковой наклон или поперечный угол противоположной полярности, например, отрицательный вместо положительного, или относительно большое отличие угла бокового наклона или поперечного наклона.

На графиках на фиг. 5A–5G показаны различные альтернативные варианты осуществления конфигураций бокового наклона или поперечного наклона для фиксированных резцов на вращательном инструменте для бурения грунта, таком как долото из ПАК или буровой расширитель. В одном варианте осуществления ось x представляет последовательные положения резцов вдоль лопасти. В другом варианте осуществления ось x представляет последовательные радиальные положения смежных резцов в пределах режущего профиля долота. В этих примерах начало представляет собой ось вращения инструмента с последовательными положениями вдоль оси x, которые представляют положения ближе к калибрующей части корпуса инструмента и дальше от оси вращения. Однако показанные схемы можно использовать в промежуточных секциях режущего профиля или в промежуточных секциях лопасти. Ось y указывает либо угол бокового наклона, либо угол поперечного наклона резцов. Считается, что графики не предполагают какого-либо конкретного диапазона положений на лопасти или в пределах режущего профиля.

Конфигурация на фиг. 5A представляет конфигурацию, в которой отличия или изменения углов бокового или поперечного наклона по меньшей мере трех резцов в смежных положениях приводят к чередованию направлений. Например, угол резца в первом положении и угол резца во втором положении имеют противоположные полярности. Направление изменения или отличие отрицательны. Изменение между

резцами во втором и третьем положениях является направлением, противоположным направлению изменения от первого ко второму резцу. Угол растёт, а отличие в значениях углов является положительным.

Схема на фиг. 5В аналогична фиг. 5А, за исключением того, что она образована из двух связанных схем 150 и 152, которые противоположны друг другу. В каждой из этих двух схем изменение угла бокового наклона или поперечного наклона от отдельного резца к группе двух (или более) резцов с аналогичным углом бокового наклона или поперечного наклона происходит в одном направлении, а затем изменение угла от группы к одному резцу происходит в противоположном направлении.

В примере конфигурации на фиг. 5С отличия в углах бокового наклона или поперечного наклона в пределах группы 154 по меньшей мере двух последовательных резцов (в этом примере — четырех) существуют в первом направлении. Угол в этой группе поступательно растёт, в этом примере — от отрицательного к положительному. В следующей смежной группе 156 двух или более резцов углы поперечного или бокового наклона изменяются противоположным образом между смежными элементами резцов в пределах этой группы. В этом примере углы уменьшаются. Более того, они уменьшаются от положительных углов до отрицательных углов. Третья группа из по меньшей мере резцов 158 имеет растущие углы, и, следовательно, направление изменения угла в пределах этой группы является положительным. Таким образом, на схеме показано чередование направления изменения в пределах смежных групп резцов.

Фиг. 5D аналогична фиг. 5С, за исключением того, что изменения углов бокового наклона или поперечного наклона происходят по синусоидальной схеме, а не по линейной схеме.

На фиг. 5Е показан пример схемы, в которой углы бокового наклона или поперечного наклона в пределах групп 160 и 162 двух и более последовательных резцов аналогичны (например, все имеют одинаковую величину или все являются отрицательными или положительными), но каждый третий (или более) резец 164 имеет другой угол (например, положительный, когда углы в группе 160 отрицательные). Угол изменяется в первом направлении от группы 160 до резца 164, а затем в противоположном направлении между резцом 164 и группой 162. Альтернативным вариантом осуществления является использование обратной схемы. Резцы, имеющие одну полярность бокового наклона, могут быть расположены на стороне долота, а резцы с противоположной полярностью могут быть расположены на другой стороне долота. Например, в шестилопастном долоте можно использовать один боковой наклон на лопастях 1–3, а второй боковой наклон — на лопастях 4–6.

На фиг. 5F показан пример схемы для долота, в которой боковые или поперечные наклоны двух или более смежных резцов с группой 166, например, в пределах конуса долота, являются положительными, а группа двух или более смежных резцов в смежной группе 168 является отрицательной. Вторая группа может быть расположена, например, вдоль режущей кромки и плеча долота. Затем угол бокового или поперечного наклона снова становится положительным. На схеме также показано ступенчатое уменьшение или увеличение в пределах группы.

На фиг. 5G показан пример ступенчатой схемы или конфигурации, в которой угол бокового или поперечного наклона по существу растёт. В этом примере угол бокового или поперечного наклона растёт по существу нелинейным образом, но изменение угла колеблется между направлением роста и нейтральным. В этом примере растущий положительный боковой наклон по мере роста выталкивает обрезки к внешнему диаметру долота, что повышает эффективность бурения.

В альтернативных схемах или конфигурациях на фиг. 5A–5D схемы могут быть обратными. Более того, несмотря на полярность (положительную или отрицательную) углов, образующих часть примеров схем, значения углов в альтернативных вариантах осуществления могут сдвигаться к положительным или отрицательным без изменения других аспектов схемы, а именно схемы в направлениях изменений угла между смежными резцами или группой резцов. Например, в конфигурации на фиг. 5A все из резцов могли иметь либо положительный, либо отрицательный боковой наклон без изменения изменений чередования в направлении или отличий между резцами. Более того, схема чередования изменений положительного и отрицательного направления может выполняться сначала между резцами с положительными углами, а затем переходить к комбинации положительных и отрицательных углов и после этого — ко всем отрицательным углам без прерывания схемы чередования. Другим альтернативным вариантом осуществления является долото, например, с лопастями 1–3, имеющими один боковой наклон, и лопастями 4–6, имеющими противоположный или по существу отличный боковой наклон, аналогичный конструкции, показанной на фиг. 5E и 5F. Эта конструкция может снижать склонность к колебаниям долота и может быть выполнена с возможностью обеспечивать большую поперечную стабильность, чем более традиционная конструкция.

На фиг. 5H–5J представлены дополнительные примеры этих альтернативных схем. На фиг. 5H углы поперечного и/или бокового наклона являются положительными и по существу растут. Но при определенной частоте угол уменьшается. В этом примере частота представляет собой каждый третий резец в последовательности. Однако можно выбрать

отличную частоту, или же точка, в которой происходит уменьшение, может быть основана на переходе между секциями долота или лопасти, например, между конусом и режущей кромкой, режущей кромкой и плечом и плечом и калибрующей частью.

На фиг. 5I представлен альтернативный вариант осуществления, показанного на фиг. 5A, в котором углы наклона остаются положительными, но растут и уменьшаются чередующимся образом.

На фиг. 5J показано, что схемы изменений угла наклона в дополнение к направлению также могут включать варьирование величины изменения угла наклона между резцами.

Некоторые из достоинств или преимуществ для регулировки боковых наклонов и поперечных наклонов фиксированных резцов на инструментах для бурения грунта при использовании схем, таких как описанные выше, включают одно или более из представленных ниже.

Удаление шлама и откачивание шлама за счет контроля образования шлама и разбивания или удаления обрезков шлама. Этот процесс можно усовершенствовать за счет наличия гидравлической системы, настроенной на улучшение процесса удаления шлама и/или воздействия разбивания шлама.

Повышение эффективности бурения, достигаемое за счет снижения вибрации и момента в результате действия контролируемых боковых усилий, снижения усилия разбалансировки и/или за счет более эффективных механизмов разрушения породы. Этого можно достичь путем контроля направлений усилия. Связь между резцами в трещиноватых породах улучшается при специальном использовании боковых наклонов во время проектирования долота, включая связь между первичными и вспомогательными резцами в трещиноватых породах. Модифицированные формы эллиптического реза, достигаемые с помощью бокового наклона, могут оказывать значительное воздействие на повышение эффективности бурения, и их можно дополнительно улучшить путем расположения, размера и/или ориентации вспомогательных резцов. Кроме того, стратегическое использование бокового наклона вблизи калибрующей части или на ней также может повышать управляемость.

Контроль глубины подачи (ГП) путем использования разных боковых наклонов для придания различных форм эллиптического реза вместе с положением вспомогательных элементов для лучшего контроля глубины подачи. Этот принцип конструкции можно использовать в отдельных местах на долоте для обеспечения максимального использования достоинств.

Выше представлено описание примеров осуществления и предпочтительных вариантов осуществления. Настоящее изобретение, определенное в приложенных пунктах формулы изобретения, не ограничено описанными вариантами осуществления. Изменения и модификации раскрытых вариантов осуществления могут быть внесены без отступления от настоящего изобретения. Если явно не указано иное, то предполагается, что используемые в данном описании термины имеют общепринятое и принятое значение и не должны быть ограничены деталями показанных или описанных структур или вариантов осуществления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вращательное устройство для бурения грунта, содержащее:
корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой долото имеет возможность вращения; и
группу из двух или более резцов из ПАК, установленных в фиксированных положениях на корпусе, причем группа резцов совместно образует по меньшей мере часть режущего профиля для долота при его вращении, при этом каждый из резцов в группе резцов имеет режущую поверхность, предварительно заданное радиальное положение в пределах режущего профиля на основании его расстояния от центральной оси и предварительно заданную ориентацию для его режущей поверхности, причем предварительно заданная ориентация содержит угол бокового уклона, который может быть отрицательным, нулевым или положительным;
при этом по меньшей мере два резца в группе резцов имеют углы бокового уклона, которые отличаются друг от друга на по меньшей мере 4 градуса.
2. Устройство по п. 1, в котором корпус содержит режущую поверхность, на которой размещено множество направленных вовне лопастей, причем по меньшей мере два резца находятся на одной лопасти.
3. Устройство по п. 2, в котором по меньшей мере два резца смежны друг с другом на одной лопасти.
4. Устройство по п. 1, в котором по меньшей мере два резца имеют смежные радиальные положения на плане расположения резцов на корпусе.
5. Устройство по п. 4, в котором корпус содержит режущую поверхность, на которой размещено множество направленных вовне лопастей, причем по меньшей мере два резца также смежны друг с другом на одной лопасти.
6. Устройство по любому из пп. 1–5, в котором угол бокового уклона по меньшей мере одного из по меньшей мере двух резцов в группе резцов является положительным, а угол бокового уклона другого одного из по меньшей мере двух резцов группы резцов является отрицательным.
7. Устройство по любому из пп. 1–6, в котором угол бокового уклона каждого резца в группе резцов образован боковым наклоном резца, причем боковой наклон содержит угловую ориентацию режущей поверхности резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца.
8. Устройство по любому из пп. 1–6, в котором угол бокового уклона каждого резца в группе резцов образован боковым наклоном резца, причем боковой наклон

содержит угловую ориентацию режущей поверхности резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца, спроецированного на плоскость режущей поверхности.

9. Вращательное устройство для бурения грунта, содержащее:

корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой устройство имеет возможность вращения; и

группу резцов в фиксированных положениях на корпусе, причем группа резцов совместно образует режущий профиль для долота при его вращении, при этом каждый резец в группе резцов имеет режущую поверхность, предварительно заданное положение в пределах режущего профиля и предварительно заданный угол бокового уклона, который может быть отрицательным, нулевым или положительным;

причем группа резцов содержит первый резец, второй резец и третий резец с разными радиальными положениями в пределах режущего профиля, при этом угол бокового уклона первого резца в сравнении со вторым резцом изменяется в первом направлении, а угол бокового уклона третьего резца в сравнении со вторым резцом изменяется во втором направлении, противоположном первому направлению.

10. Устройство по п. 9, в котором угол бокового уклона первого, второго и третьего резцов образован угловой ориентацией режущей поверхности этого резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца.

11. Устройство по п. 9, в котором угол бокового уклона первого, второго и третьего резцов образован угловой ориентацией режущей поверхности этого резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца, спроецированного на плоскость режущей поверхности.

12. Устройство по любому из пп. 9, 10 или 11, которое дополнительно содержит множество лопастей, образованных на корпусе; причем первый, второй и третий резцы размещены на одной из множества лопастей.

13. Устройство по п. 12, в котором первый, второй и третий резцы смежны друг с другом на одной лопасти.

14. Устройство по любому из пп. 1–11, в котором первый, второй и третий резцы имеют смежные радиальные положения на режущем профиле.

15. Устройство по любому из пп. 9–14, в котором угол бокового уклона по меньшей мере одного из первого, второго и третьего резцов является положительным, а угол бокового уклона по меньшей мере одного другого из первого, второго и третьего резцов является отрицательным.

16. Вращательное устройство для осуществления операций по бурению грунта, содержащее:

корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой устройство имеет возможность вращения; и

множество резцов из ПАК, размещенных в виде массива на корпусе долота, причем множество резцов совместно образуют по меньшей мере часть режущего профиля для долота при его вращении, при этом каждая из группы резцов имеет режущую поверхность, предварительно заданное радиальное положение в пределах режущего профиля и предварительно заданный угол бокового уклона для режущей поверхности, причем угол может быть отрицательным, нулевым или положительным;

при этом множество резцов содержат группу из по меньшей мере двух смежных резцов, третьего резца, смежного с первой группой, и по меньшей мере четвертого резца, который не является частью группы; и

причем углы бокового уклона каждого резца в первой группе и угол бокового уклона третьего резца в сравнении с углом бокового уклона каждого из резцов в первой группе изменяются в первом направлении, а угол бокового уклона четвертого резца в сравнении с углом бокового уклона третьего резца изменяется во втором направлении, противоположном первому направлению.

17. Устройство по п. 16, в котором угол бокового уклона группы из по меньшей мере двух резцов, третьего резца и четвертого резца образован угловой ориентацией режущей поверхности конкретного резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца.

18. Устройство по п. 16, в котором угол бокового уклона группы из по меньшей мере двух резцов, третьего резца и четвертого резца образован угловой ориентацией режущей поверхности конкретного резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца, спроецированного на плоскость поверхности резца.

19. Устройство по любому из пп. 16–18, которое дополнительно содержит множество лопастей, образованных на корпусе; причем группа из по меньшей мере двух резцов, третьего резца и четвертого резца размещена на одной из множества лопастей.

20. Вращательное устройство для осуществления операций по бурению грунта, содержащее:

корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой устройство имеет возможность вращения; и

множество резцов, размещенных в виде массива на корпусе режущего инструмента, причем группа резцов совместно образует режущий профиль для долота при его вращении, причем каждая из группы резцов имеет режущую поверхность, предварительно заданное радиальное положение в пределах режущего профиля и предварительно заданный угол бокового уклона для режущей поверхности;

при этом множество резцов содержит первую группу из по меньшей мере двух смежных резцов и вторую группу из по меньшей мере двух смежных резцов; и

причем углы бокового уклона каждого резца в первой группе одинаковы, и углы бокового уклона каждого резца во второй группе одинаковы, но отличаются от углов бокового уклона в первой группе.

21. Устройство по п. 20, в котором корпус содержит режущую поверхность, на которой размещено множество направленных вовне лопастей, причем первая группа резцов и вторая группа резцов находятся на одной лопасти.

22. Устройство по п. 21, в котором первая группа резцов и вторая группа резцов смежны друг с другом на одной лопасти.

23. Устройство по п. 22, в котором первая группа из по меньшей мере двух смежных резцов имеет смежные радиальные положения на плане расположения резцов на корпусе, и вторая группа из по меньшей мере двух смежных резцов имеет смежные радиальные положения на плане расположения резцов на корпусе.

24. Устройство по п. 23, в котором первая группа и вторая группа являются смежными друг с другом на плане расположения резцов.

25. Устройство по любому из пп. 20–24, в котором угол бокового уклона по меньшей мере двух резцов в первой группе резцов является положительным, а угол бокового уклона по меньшей мере двух резцов во второй группе резцов является отрицательным.

26. Устройство по любому из пп. 20–25, в котором угол бокового уклона каждого резца в группе резцов образован боковым наклоном резца, причем боковой наклон содержит угловую ориентацию режущей поверхности резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца.

27. Устройство по любому из пп. 20–25, в котором угол бокового уклона каждого резца в группе резцов образован боковым наклоном резца, причем боковой наклон содержит угловую ориентацию режущей поверхности резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца, спроецированной на плоскость режущей поверхности.

28. Вращательное устройство для осуществления операций по бурению грунта, содержащее:

корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой устройство имеет возможность вращения; и

множество резцов, размещенных в виде массива на корпусе в фиксированных положениях, причем множество резцов совместно образуют по меньшей мере часть режущего профиля для долота при его вращении, при этом каждая из группы резцов имеет режущую поверхность, предварительно заданное радиальное положение в пределах режущего профиля и предварительно заданный угол бокового уклона;

причем группа резцов содержит первую группу из по меньшей мере двух смежных резцов и вторую группу из по меньшей мере двух смежных резцов;

при этом углы бокового уклона резцов в первой группе последовательно изменяются от одного резца к следующему смежному резцу в первом направлении; а углы бокового уклона резцов во второй группе последовательно изменяются от одного резца к следующему смежному резцу во втором направлении, противоположном первому направлению.

29. Устройство по п. 28, в котором резцы в первой группе являются радиально смежными друг с другом на плане расположения резцов, причем резцы во второй группе являются радиально смежными друг с другом на плане расположения резцов.

30. Устройство по п. 28, которое дополнительно содержит множество лопастей, размещенных на корпусе долота, причем резцы в первой группе являются смежными друг с другом, и резцы второй группы являются смежными друг с другом на одной из множества лопастей.

31. Устройство по любому из пп. 28–30, в котором первая группа резцов и вторая группа резцов являются смежными друг с другом.

32. Вращательное устройство для осуществления операций по бурению грунта, содержащее:

корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой долото имеет возможность вращения, причем корпус имеет образованное на нем множество направленных вовне лопастей, при этом множество лопастей включает первую лопасть и вторую лопасть; и

группу фиксированных резцов, размещенных в виде массива вдоль длины первой лопасти, причем группа резцов содержит по меньшей мере три смежных резца, имеющих чередующиеся отрицательные и положительные углы бокового уклона;

при этом угол бокового уклона каждого резца в группе резцов образован угловой ориентацией режущей поверхности этого резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца.

33. Вращательное устройство для осуществления операций по бурению грунта, содержащее:

корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой долото имеет возможность вращения, причем корпус имеет образованное на нем множество направленных вонне лопастей, причем множество лопастей включает первую лопасть и вторую лопасть; и

группу фиксированных резцов, размещенных в виде массива вдоль длины первой лопасти, причем группа резцов содержит по меньшей мере три смежных резца, имеющих чередующиеся отрицательные и положительные углы бокового уклона;

при этом угол бокового уклона каждого резца в группе резцов образован угловой ориентацией режущей поверхности этого резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца, спроецированной на плоскость режущей поверхности.

34. Вращательное устройство для осуществления операций по бурению грунта, содержащее:

корпус, имеющий центральную ось, вокруг которой долото имеет возможность вращения;

группу фиксированных резцов, установленных на корпусе, которые совместно образуют режущий профиль для долота;

множество образованных на корпусе направленных вонне лопастей, причем множество лопастей включает первую лопасть и вторую лопасть;

при этом группа резцов содержит первую группу фиксированных резцов, линейно размещенных в виде массива вдоль по меньшей мере части длины первой лопасти, причем углы бокового уклона смежных резцов в первой группе изменяют направления чередующимся образом вдоль этой части длины лопасти;

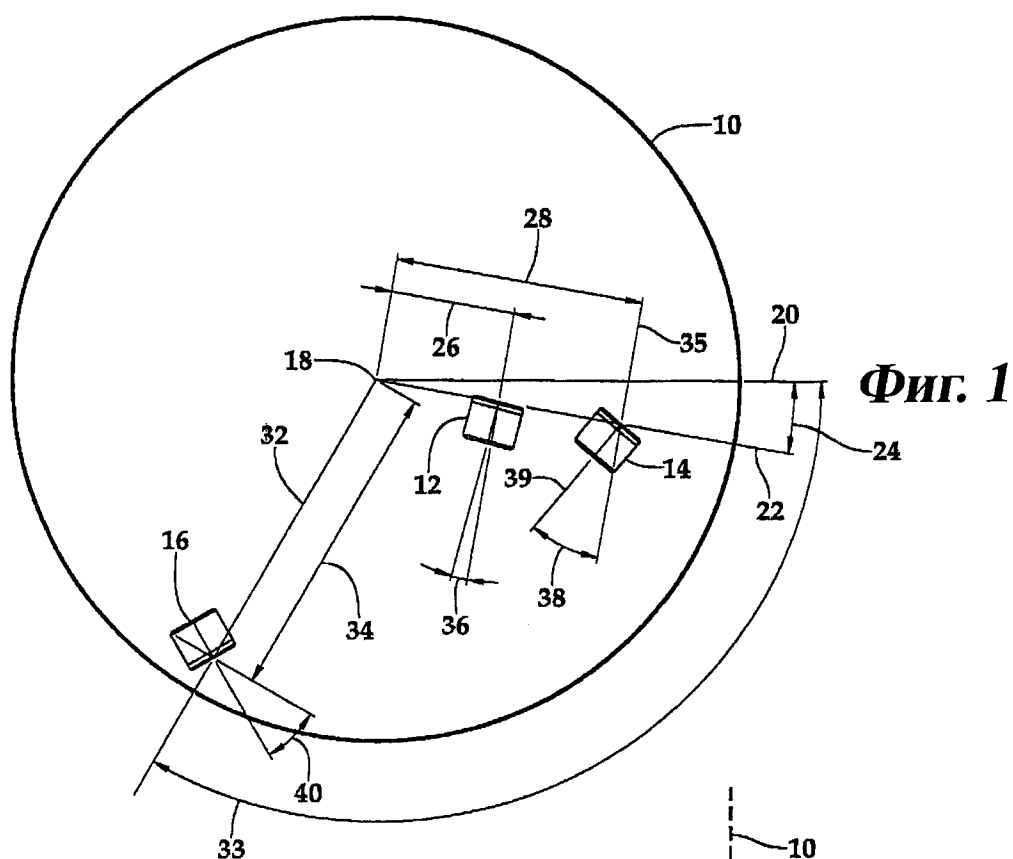
при этом угол бокового уклона каждого резца в группе резцов образован угловой ориентацией режущей поверхности этого резца вокруг оси, которая нормальна к касательной к режущему профилю в радиальном положении этого резца, спроецированной на плоскость режущей поверхности.

35. Устройство по п. 34, в котором углы бокового уклона смежных резцов вдоль по меньшей мере части длины первой лопасти чередуются между отрицательными и положительными углами бокового уклона.

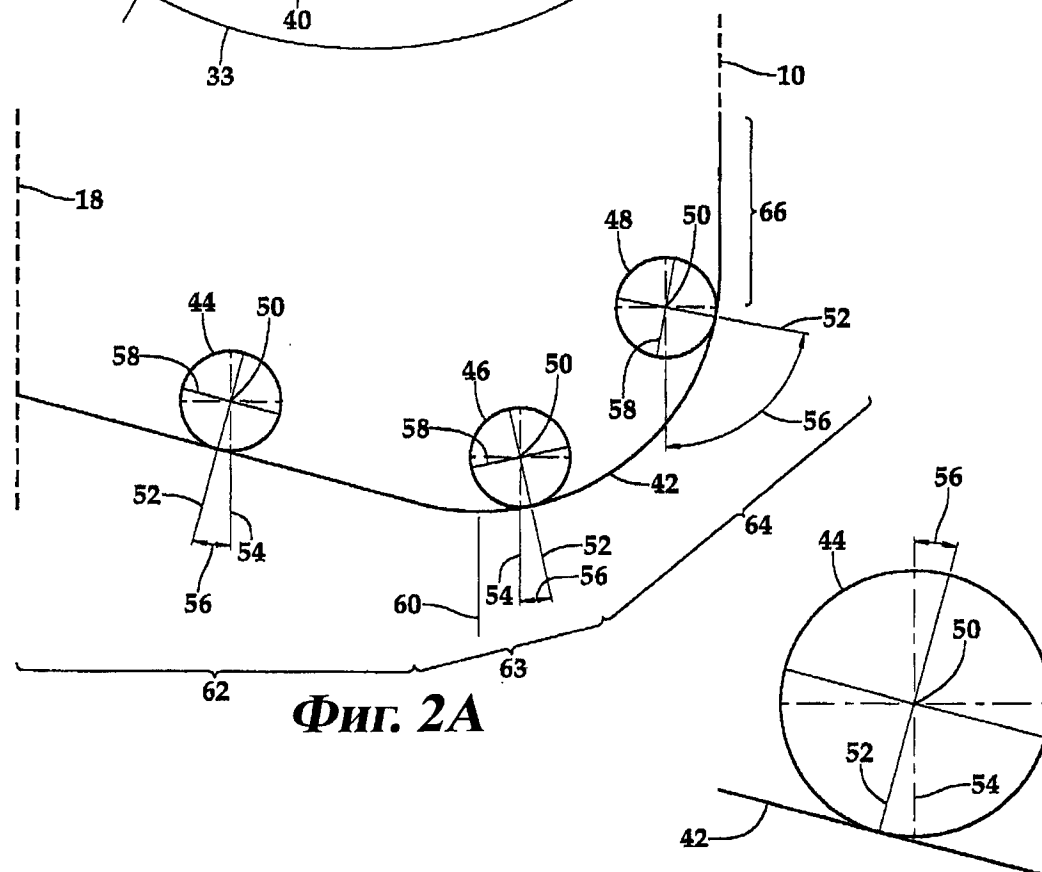
36. Устройство по п. 34, в котором корпус образован из конической секции, проходящей от центральной оси радиально на предварительно заданное расстояние, и секции режущей кромки, которая переходит в калибрующую секцию; причем часть длины первой лопасти проходит от конца лопасти, проксимальной к центральной оси, до калибрующей секции корпуса.

37. Устройство по любому из пп. 1–36, в котором каждый фиксированный резец представляет собой резец из ПАК.

38. Устройство по любому из пп. 1–37, которое содержит вращательное режущее долото.

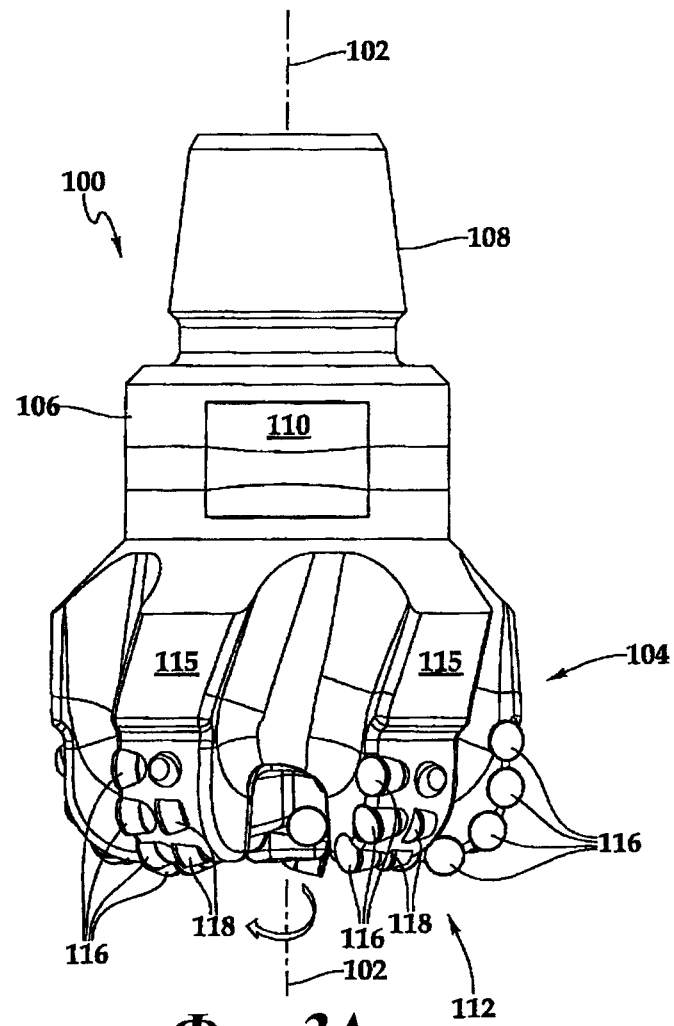


Фиг. 1

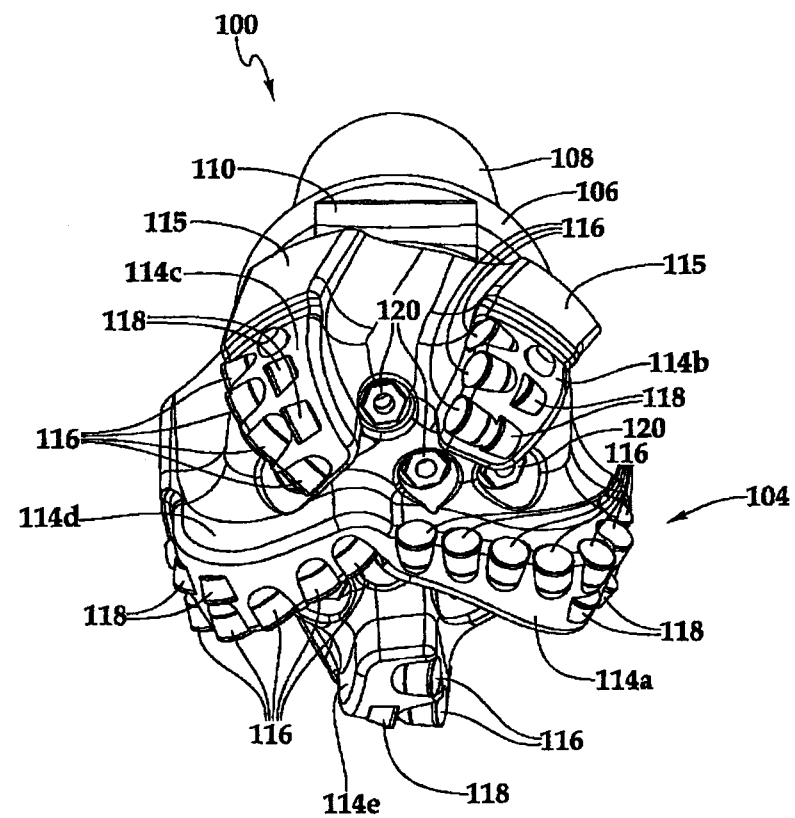


Фиг. 2А

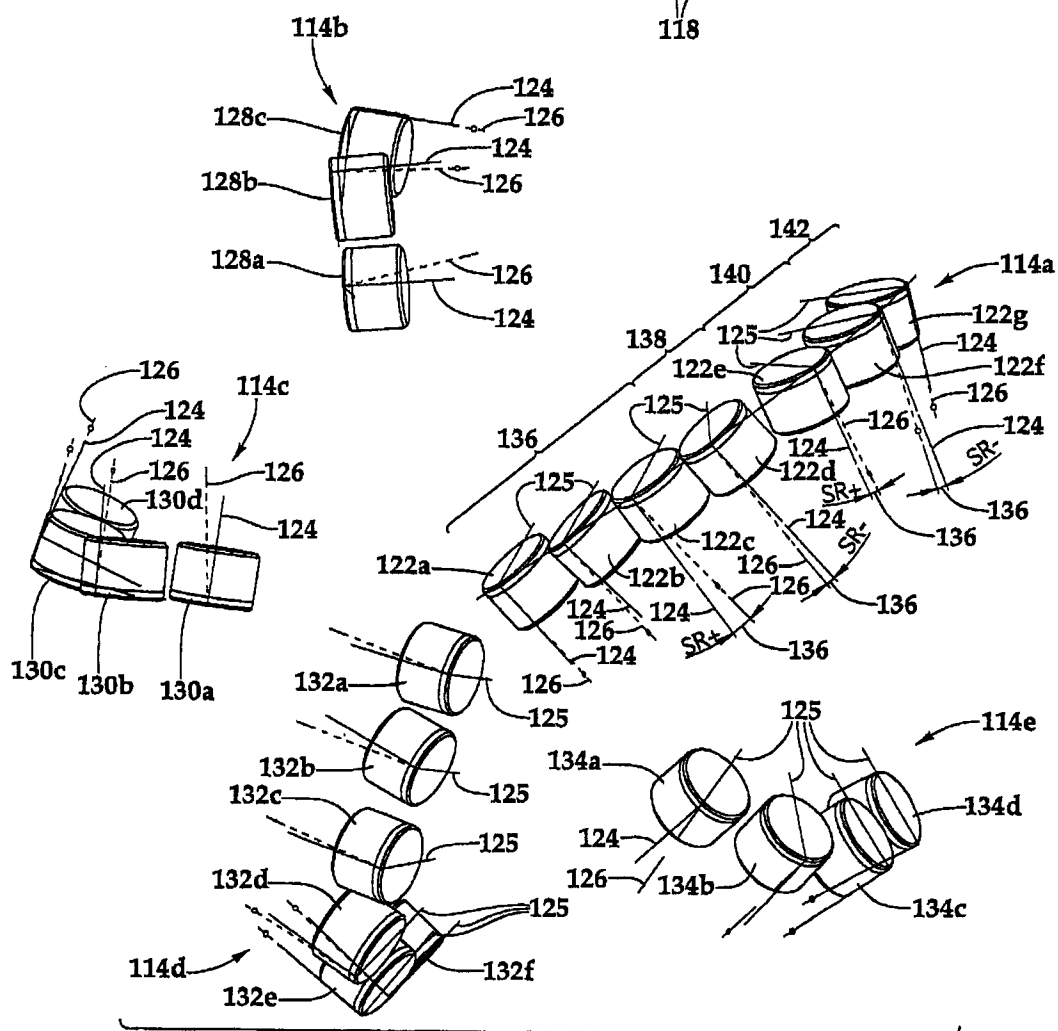
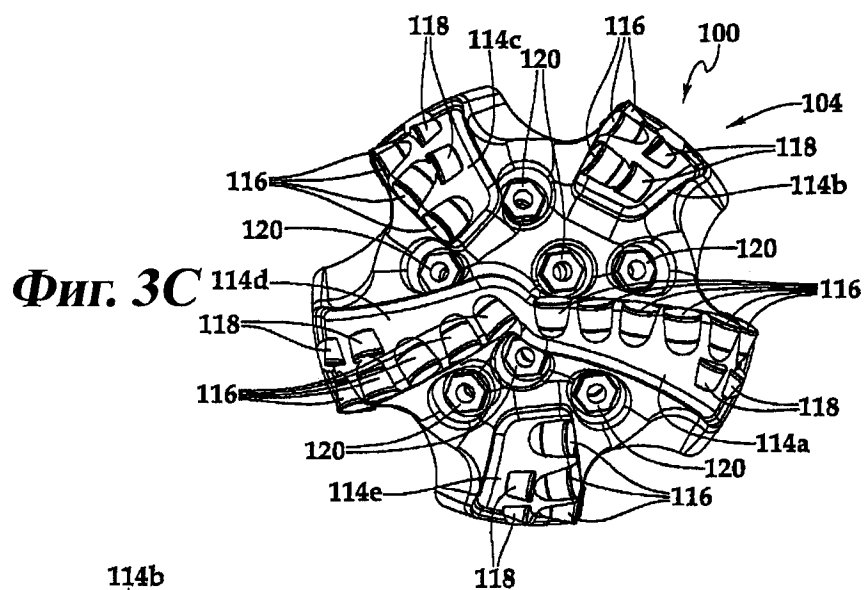
Фиг. 2В



Фиг. 3А

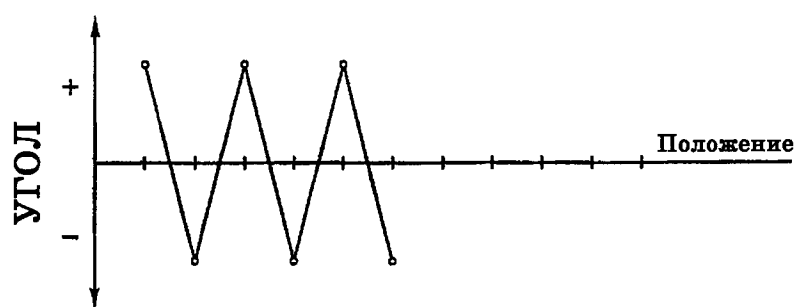


Фиг. 3В

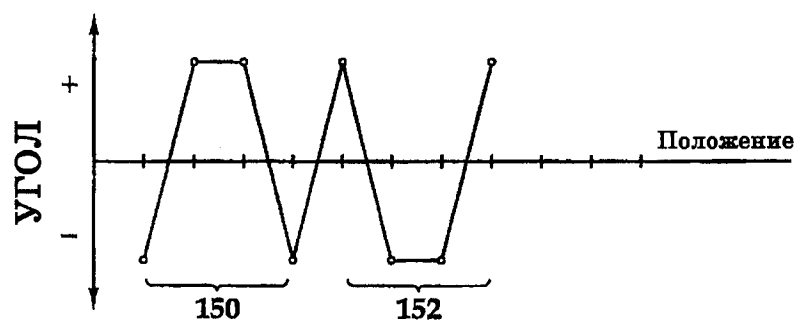


Фиг. 4

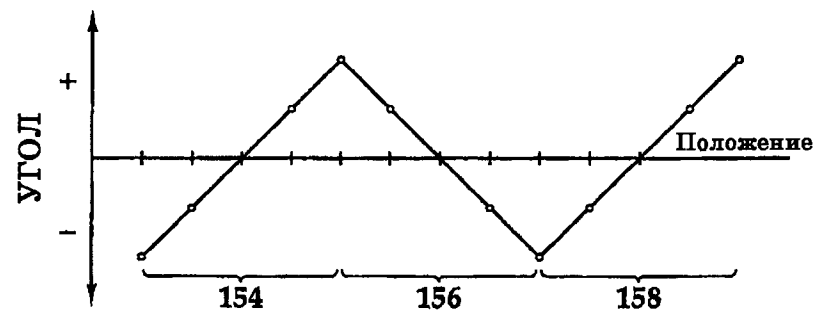
Фиг. 5А



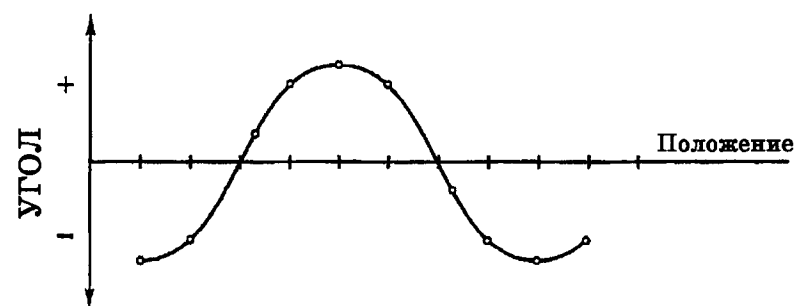
Фиг. 5В



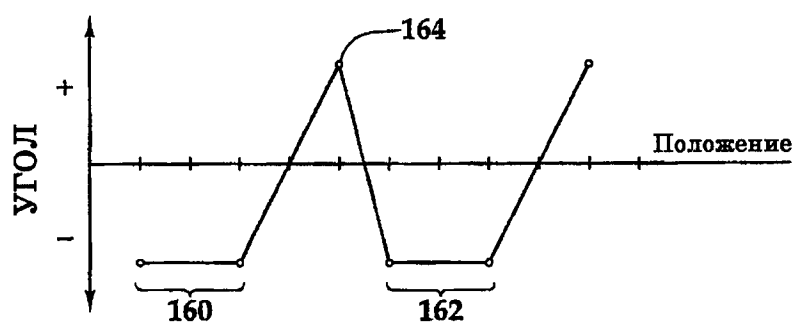
Фиг. 5С



Фиг. 5D



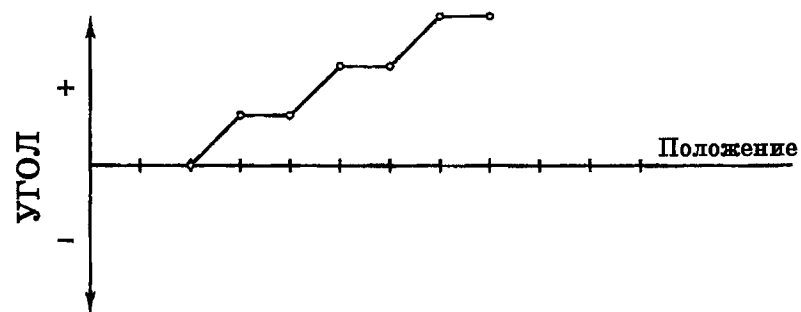
Фиг. 5E



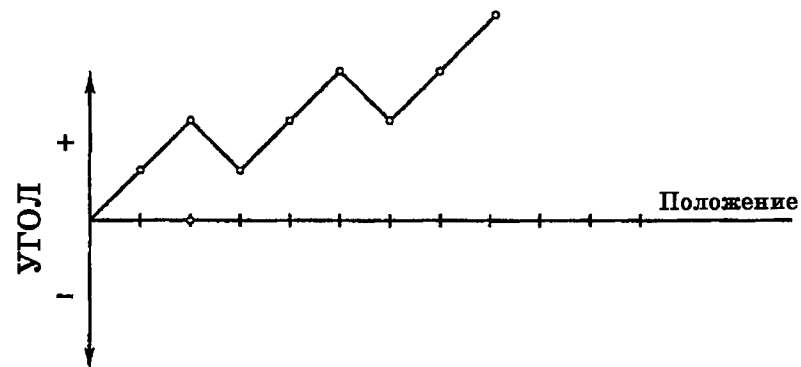
Фиг. 5F



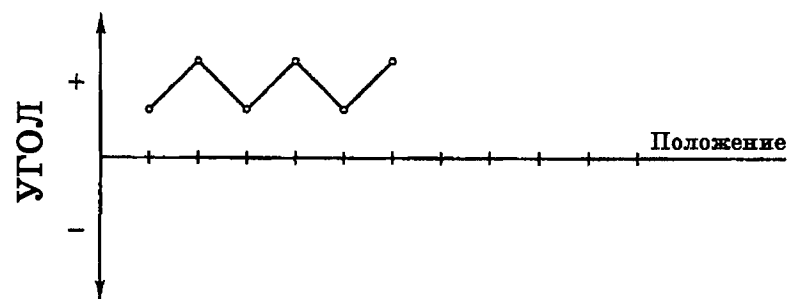
Фиг. 5G



Фиг. 5H



Фиг. 5I



Фиг. 5J

