



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013103605/03, 29.06.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.06.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
29.06.2010 US 61/359,606

(43) Дата публикации заявки: 10.08.2014 Бюл. № 22

(45) Опубликовано: 27.09.2016 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2557302 A, 19.06.1951. SU 1724847 A1, 07.04.1992. RU 2389858 C1, 20.05.2010. RU 2215111 C1, 27.10.2003. US 4285409 A, 25.08.1981. US 2038386 A, 21.04.1936. GB 2403313 A, 29.12.2004. US 2007/0034414 A1, 15.02.2007.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 29.01.2013

(86) Заявка РСТ:
US 2011/042437 (29.06.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/006182 (12.01.2012)

Адрес для переписки:

105082, Москва, Спартаковский пер., д. 2, стр. 1,
секция 1, этаж 3, "ЕВРОМАРКПАТ"

(72) Автор(ы):

**БАСКЕ Роберт Дж. (US),
БРЭДФОРД Джон Ф. (US)**

(73) Патентообладатель(и):

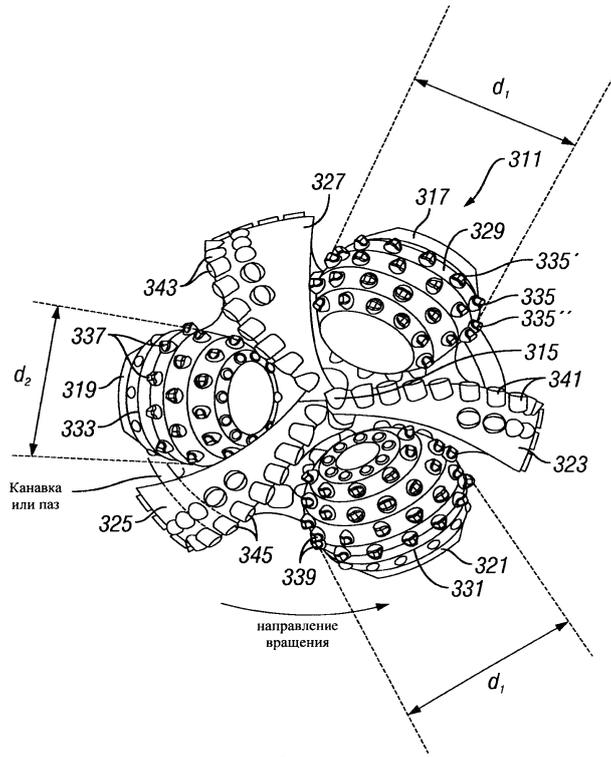
БЕЙКЕР ХЬЮЗ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(54) БУРОВЫЕ ДОЛОТА С АНТИТРЕКИНГОВЫМИ СВОЙСТВАМИ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к гибридным буровым долотам. Технический результат заключается в обеспечении работы с уменьшенным трекингом и повышенной эффективностью бурения. Гибридное буровое долото, выполненное с формированием калибрующей области, области перегиба, носовой и конусной областей, включает корпус долота, имеющий продольную центральную ось; по меньшей мере одну лопасть, отходящую от корпуса долота; первую и вторую лапы, отходящие от корпуса долота; первую шарошку, которая закреплена с возможностью вращения

на первой лапе, отходя внутрь в направлении центральной оси, и которая имеет несколько режущих элементов в области перегиба или носовой области; вторую шарошку, которая закреплена с возможностью вращения на второй лапе, отходя внутрь в направлении центральной оси, и которая имеет несколько режущих элементов в области перегиба или носовой области; и при этом первая шарошка имеет наибольший наружный диаметр в области перегиба или носовой области, который больше наибольшего наружного диаметра второй шарошки в области перегиба или носовой



ФИГ. 18

RU 2598388 C2

RU 2598388 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

E21B 10/14 (2006.01)*E21B 10/16* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013103605/03, 29.06.2011

(24) Effective date for property rights:
29.06.2011

Priority:

(30) Convention priority:
29.06.2010 US 61/359,606

(43) Application published: 10.08.2014 Bull. № 22

(45) Date of publication: 27.09.2016 Bull. № 27

(85) Commencement of national phase: 29.01.2013

(86) PCT application:
US 2011/042437 (29.06.2011)(87) PCT publication:
WO 2012/006182 (12.01.2012)

Mail address:

105082, Moskva, Spartakovskij per., d. 2, str. 1,
sektorsija 1, etazh 3, "EVROMARKPAT"

(72) Inventor(s):

**BASKE Robert Dzh. (US),
BREDFORD Dzhon F. (US)**

(73) Proprietor(s):

Baker Hughes Incorporated (US)(54) **DRILLING BITS WITH ANTI-TRECKING PROPERTIES**

(57) Abstract:

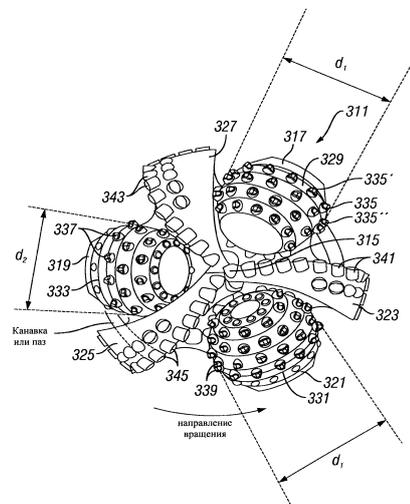
FIELD: mining.

SUBSTANCE: group of inventions relates to hybrid drill bits. Hybrid drill bit designed with formation of gaging, bending, nose and cone areas, includes bit housing having a longitudinal central axis; at least one blade extending from drill bit housing; first and second legs extending from drill bit housing; first cutter, which is fixed with possibility of rotation on first blade, moving away inside central axis, and which has several cutting elements in area of bending or nasal area; second cutter, which is fixed on second blade, moving away inside central axis, and which has several cutting elements in the area of bending or nasal area; wherein first rolling cutter has maximum outer diameter in area of bending or nasal area, which is greater than maximum outer diameter of second cutter in area of bending or nasal area.

EFFECT: technical result consists in ensuring

operation with reduced tracking and improved efficiency of drilling.

34 cl, 19 dwg



ФИГ. 18

Ссылки на родственные заявки

Настоящая заявка претендует на приоритет предварительной заявки US 61/359606, поданной 29 июня 2010 г., содержание которой включено в настоящее описание посредством ссылки.

5 Область техники

Настоящее изобретение относится к буровым долотам, используемым для бурения скважин в подземных породах, и, в частности, к усовершенствованным буровым долотам, в которых, например, объединены две или более шарошки с по меньшей мере одним фиксированным резцом с установленными на нем режущими элементами, и
10 которым свойственен уменьшенный трекинг при проведении буровых работ, а также к работе таких долот в стволе буровой скважины.

Уровень техники

Известны шарошечные буровые долота, так же как и "гибридные" буровые долота, имеющие как фиксированные лопасти, так и шарошки. Шарошечные буровые долота
15 обычно используются в нефтегазовой промышленности для бурения скважин. Шарошечное буровое долото обычно включает корпус долота, на одном конце которого имеется резьбовое соединение с бурильной колонной, а на другом конце - несколько прикрепленных шарошек, обычно три, которые могут вращаться относительно корпуса долота. На каждой из шарошек установлено несколько режущих элементов, обычно
20 расположенных рядами по поверхности каждой шарошки. Режущие элементы обычно могут включать вставки из карбида вольфрама, вставки из поликристаллического алмаза, фрезерованные стальные зубья или их комбинацию.

Разработка и изготовление буровых долот, обладающих повышенной эффективностью бурения и высокой долговечностью, требует больших затрат.
25 Шарошечные буровые долота считаются более сложными по конструкции по сравнению с долотами с фиксированными резцами, поскольку режущие поверхности долота расположены на вращающихся шарошках. Каждая из шарошек на шарошечном долоте вращается независимо по отношению к вращению корпуса долота, вокруг оси, наклоненной к оси корпуса долота. Поскольку шарошки вращаются независимо друг
30 от друга, скорости вращения шарошек обычно различны. Для каждой конкретной шарошки, скорость вращения обычно может быть определена, исходя из скорости вращения долота и эффективного радиуса "ведущего венца" шарошки. Эффективный радиус шарошки обычно относят к радиальной протяженности ее режущих элементов, наиболее удаленных вдоль оси долота в направлении дна скважины. Эти режущие
35 элементы обычно испытывают максимальные нагрузки и могут считаться расположенными в так называемом "ведущем венце". Режущие элементы на шарошке, которыми скважина пробурируется на полный диаметр долота, относятся к "калибрующему ряду".

Помимо сложности конструкции шарошечных долот, расположенные на шарошках
40 режущие элементы во время бурения деформируют земную породу за счет комбинированного воздействия сжимающих дробящих и срезающих сил. Кроме того, в наиболее современных конструкциях шарошечных долот, режущие элементы на каждой шарошке расположены так, что режущие элементы на соседних шарошках перемежаются друг с другом. Наличие перемежающихся режущих элементов в
45 конструкции шарошечных буровых долот обычно желательно для сведения к минимуму налипания породы на долото между соседними концентрическими рядами режущих элементов на шарошке и (или) для большего выступа вставок, позволяющего увеличить скорость проходки, при сохранении долговечности долота. Однако, взаимное

переменение режущих элементов на шарошечных долотах существенно ограничивает варианты расположения режущих элементов на долоте, дополнительно усложняя конструирование шарошечных буровых долот.

Одной серьезной и постоянно проявляющейся проблемой многих современных конструкций шарошечных буровых долот является то, что окончательное расположение резцов на шарошке, вне зависимости от того, как оно получено - произвольно или моделированием конструкции, обеспечивает далеко не оптимальные рабочие характеристики бурения, благодаря явлениям, которые не сразу обнаруживаются, например, трекингу (рейкообразованию) и "соскальзыванию". Трекинг возникает, когда режущие элементы на буровом долоте попадают в имеющиеся следы, ранее сформированные другими режущими элементами при вращении бурового долота. При таком наложении возникает боковое давление на зубья, заставляющее шарошку совмещаться с ранее оставленными следами. Трекинг также может происходить, когда зубья периферийного ряда зубьев одной шарошки попадают в следы, оставленные зубьями периферийного ряда зубьев другой шарошки. Соскальзывание связано с трекингом и происходит, когда режущие элементы ударяются в часть ранее оставленных следов и соскальзывают в эти старые следы, вместо того, чтобы прорезать непрорезанную породу, в результате чего снижается режущая эффективность долота.

В случае шарошечных буровых долот, обычно не происходит правильного перекатывания шарошек долота в процессе бурения из-за взаимодействия с дном ствола скважины (далее называемым "забоем скважины"), например, проскальзывания. Поскольку эффективность резания режущих элементов падает, когда они попадают или соскальзывают в ранее оставленные следы, сделанные другими режущими элементами, желательно избегать трекинга и соскальзывания. В частности, трекинг снижает эффективность, поскольку не происходит срезания новой породы, и энергия расходуется впустую. В идеальном случае, каждый удар в забой скважины должен приводить к удалению новой породы. Кроме того, соскальзывание нежелательно потому, что оно может приводить к неравномерному износу режущих элементов, что, в свою очередь, ведет к преждевременному повреждению долота или резца. Было установлено, что трекинг и соскальзывание часто возникают из-за неоптимального расстояния между режущими элементами на долоте. Во многих случаях, нужным образом изменив расположение режущих элементов на долоте, можно значительно ослабить остроту проблемы трекинга и соскальзывания. Это особенно проявляется в случае режущих элементов, расположенных в ведущем венце шарошки на шарошечном долоте, поскольку ведущий венец является рядом резцов, от которого в основном зависит скорость вращения шарошек.

Как было сказано, эффективность резания режущих элементов на шарошках бурового долота падает, когда они попадают или соскальзывают в ранее образовавшиеся следы, сделанные другими режущими элементами. В частности, трекинг снижает эффективность из-за того, что не происходит срезание новой породы. Это нежелательно еще и потому, что трекинг ведет к снижению скорости проходки, разрушительному износу режущих структур и преждевременному выходу из строя самих буровых долот. Соскальзывание также нежелательно, поскольку может привести к неравномерному износу самих режущих элементов, что, в свою очередь, может привести к преждевременному выходу из строя режущих элементов. Таким образом, трекинг и соскальзывание в процессе бурения может привести к снижению скорости проходки и, во многих случаях, неравномерному износу режущих элементов и конуса шарошки. При надлежащем размещении режущих элементов на долоте, проблемы трекинга и соскальзывания могут

быть значительно ослаблены. Это особенно заметно в случае режущих элементов, расположенных на ведущем венце шарошки, поскольку ведущий венец в основном определяет скорость вращения шарошки.

Учитывая важность этих вопросов, были проведены исследования количественных связей между общей конструкцией бурового долота и степени скоблящего/скребущего действия, в попытке разработать и выбрать долото, подходящее для бурения заданной породы (см. например, Decun Ma и J.J.Azar, SPE Papers (Доклады Общества инженеров-нефтяников). No.19448 (1989)). Предложен ряд решений для изменения ориентации режущих элементов на долоте для решения упомянутых вопросов и проблем трекинга. Например, в US 6401839 раскрыто изменение ориентации вершин режущих элементов долотчатого типа в пределах ряда, либо между налагающимися рядами разных шарошек, для ослабления трекинга и улучшения качества бурения. В US 6527068 и 6827161 раскрываются специальные методы проектирования долот с использованием моделирования процесса бурения долотом для определения его характеристик бурения и подгонки ориентации по меньшей мере одного режущего элемента на долоте, не обладающего симметрией относительно оси, с повторением моделирования, пока не будут достигнуты оптимальные рабочие параметры. В описанном подходе к решению задачи, пользователь также должен выполнять пошаговое решение задачи движения отдельных шарошек с тем, чтобы в будущем избежать трекинга в реальных условиях работы долота. Такое сложное моделирование требует больших затрат вычислительного времени и не всегда учитывает другие факторы, которые могут повлиять на трекинг и соскальзывание, например, твердость пробуриваемой породы.

В US 6942045 раскрывается способ использования режущих элементов с различной геометрией, расположенных в одном ряду долота, для прорезывания одной дорожки в породе и ослабления трекинга. Однако во многих случаях бурения, например, бурения более твердых пород, использование асимметричных режущих элементов, например, долотчатых режущих элементов, нежелательно из-за их невысоких рабочих характеристик при бурении таких пород.

В существующих способах решения проблемы трекинга также использовался различный шаг зубьев в одном ряду. Например, в US 7234549 и US 7292967 описаны способы оценки размещения режущих элементов для бурового долота, включающие выбор размещения режущих элементов для бурового долота и вычисления выигрыша для данной режущей конфигурации. Этот способ также может быть использован для оценки режущей эффективности буровых долот различных конструкций. В одном примере, этот способ используется для вычисления выигрыша для некоторого размещения резцов, на основании сравнения ожидаемой картины следов в забое для некоторого размещения с предпочтительной картиной следов в забое. Согласно приведенным данным этот способ позволяет получить конструкцию шарошечного бурового долота с ослабленным трекингом, по сравнению с ранее существовавшими буровыми долотами.

В других описанных путях решения проблемы, для ослабления трекинга используются новые способы размещения режущих элементов на буровом долоте. Например, такое размещение описано в US 7647991, где периферийный ряд зубьев первой шарошки имеет число режущих элементов по меньшей мере равное числу режущих элементов в периферийных рядах других шарошек, соседний ряд на второй шарошке имеет число режущих элементов, равное по меньшей мере 90 процентам числа режущих элементов в периферийном ряду первой шарошки, а периферийный ряд третьей шарошки имеет шаг на 20-50% больше шага периферийных рядов первой шарошки.

В то время как упомянутые выше методы считаются полезными в некоторых конкретных применениях, направленных на решение проблем бурения, возникающих в конкретных геологических породах, в других случаях использование таких изменяемых режущих элементов нежелательно, а использование расположения с меняющимся шагом сложно в осуществлении, в результате чего сложность конструкции долота и технологии его изготовления оказываются чрезмерными для решения задачи ослабления трекинга. Требуется упрощенная конструкция, которая обеспечивала бы в конкретных применениях пониженный трекинг, без снижения срока службы долота и необходимости больших затрат времени или средств на разработку и изготовление долота.

Одним из обычно используемых способов ослабления трекинга долота является расстановка режущих элементов в шахматном порядке. В такой конструкции зубья располагаются с неравными интервалами по окружности шарошки. Такое расположение предназначено для прерывания периодически повторяющейся картины следов на забое скважины. Однако шахматное расположение зубьев не предотвращает трекинга у зубьев самых наружных рядов, где зубья встречают следы в породе, оставленные зубьями других шарошек. Недостатком шахматного расположения зубьев является также и то, что оно приводит к флуктуациям скорости шарошки и повышенным вибрациям долота. Например, в US 5197555 (Estes) раскрываются шарошечные резцы для шарошечных буровых долот с фрезерованными резцами и с круговыми рядами износостойких вставок. Как специально указывается в этом документе, "вставки на двух самых наружных рядах ориентированы под углом к оси шарошки в сторону либо ведущей стороны, либо задней стороны шарошки. Такая ориентация позволяет достичь или повышенной устойчивости вставки к разрушению, или(и) повышенной скорости проходки".

Раскрытие изобретения

Предлагаются усовершенствованные гибридные буровые долота, обеспечивающие пониженный трекинг (при увеличенной скорости проходки бурового долота в процессе бурения) и/или соскальзывание расположенных на долоте резцов в процессе подземных буровых работ, без существенного усложнения конструкции, снижения срока службы долота и необходимости больших затрат времени или средств на разработку и изготовление долота.

В соответствии с первым аспектом изобретения, предлагается гибридное буровое долото, выполненное с формированием калибрующей области, области перегиба, носовой области (самой нижней) и конусной области (центральной), и включающее: корпус долота, имеющий продольную центральную ось (осевую линию); по меньшей мере одну лопасть, отходящую от корпуса долота; первую и вторую лапы (кронштейны), отходящие от корпуса долота; первую шарошку, которая закреплена с возможностью вращения на первой лапе, отходя внутрь в направлении центральной оси, и которая имеет несколько режущих элементов в области перегиба или носовой области; вторую шарошку, которая закреплена с возможностью вращения на второй лапе, отходя внутрь в направлении центральной оси, и которая имеет несколько режущих элементов в области перегиба или носовой области; и при этом первая шарошка имеет наибольший наружный диаметр в области перегиба или носовой области, который больше наибольшего наружного диаметра второй шарошки в области перегиба или носовой области.

В соответствии с другим аспектом изобретения, предлагается гибридное буровое долото, имеющее калибрующую область, область перегиба, носовую и конусную области, и включающее: корпус долота, имеющий продольную центральную ось; по

меньшей мере одну лопасть, отходящую от корпуса долота; первую и вторую лапы, отходящие от корпуса долота; первую шарошку, которая закреплена с возможностью вращения на первой лапе, и вторую шарошку, которая закреплена с возможностью вращения на второй лапе. Причем первая и вторая шарошки отходят от лапы внутрь
5 в направлении центральной оси, но при этом усечены в длину так, что они не выступают в конусную область долота, и имеют по несколько режущих элементов, расположенных в основном круговыми рядами по меньшей мере в области перегиба и носовой области. При этом шаг резцов первой усеченной шарошки отличается от шага резцов второй усеченной шарошки. В соответствии с дополнительными вариантами выполнения
10 данной особенности, диаметр первой шарошки отличается от диаметра второй шарошки.

В соответствии с другим аспектом изобретения, также предлагается гибридное долото для бурения пород, включающее: корпус долота, имеющий продольную центральную ось и; по меньшей мере одну лопасть, отходящую от корпуса долота и приспособленную для размещения на ней по меньшей мере одного режущего элемента; по меньшей мере
15 две лапы долота, отходящие от корпуса долота и имеющие проходящую по кругу наружную поверхность, ведущую сторону и заднюю сторону; первую шарошку и вторую шарошку, установленные с возможностью вращения на закрепленной одним концом (консольно) цапфе подшипника, отходящей внутрь от лап долота в направлении центральной оси, при этом каждая шарошка имеет наибольший наружный диаметр в
20 области перегиба и/или носовой области; и несколько резцов, расположенных по кругу на наружной поверхности шарошек в области перегиба или носовой области, при этом первая шарошка и вторая шарошка имеют различные наибольшие диаметры шарошки.

В соответствии с этой особенностью изобретения, резцы, относящиеся к одной или более из этих шарошек, могут дополнительно иметь изменяющийся шаг, угол наклона
25 и (или) твердость по IADC (Международная ассоциация буровых подрядчиков), выбранные так, чтобы уменьшить трекинг долота в процессе буровых работ. В частности, зубцы шарошек могут иметь различный угол наклона.

В соответствии с этими особенностями изобретения, буровое долото может включать одну или более фиксированных режущих лопастей, отходящих в осевом направлении
30 вниз от корпуса долота, на которых установлено несколько фиксированных режущих элементов.

Краткое описание чертежей

на фиг. 1 представлен вид снизу частного примера гибридного бурового долота, имеющего конструкцию в соответствии с некоторыми особенностями настоящего
35 изобретения;

на фиг. 2 представлен вид сбоку гибридного бурового долота, показанного на фиг. 1, конструкция которого соответствует некоторым особенностям настоящего изобретения;

на фиг. 3 представлен вид сбоку гибридного бурового долота, показанного на фиг. 40 1, конструкция которого соответствует некоторым особенностям настоящего изобретения;

на фиг. 4 представлен вид сбоку комбинированной огибающей вращения вставок шарошки и фиксированных режущих элементов на гибридном буровом долоте, показанном на фиг. 1, имеющем конструкцию в соответствии с некоторыми
45 особенностями настоящего раскрытия и взаимодействующего с пробуриваемой породой;

на фиг. 5 представлен вид сбоку с частичным вырезом частного варианта шарошечного бурового долота, в соответствии с некоторыми особенностями настоящего изобретения;

на фиг. 6-7 представлен частный вариант картины следов на забое скважины, оставленных при одном и нескольких оборотах бурового долота, обладающего высокой эффективностью резания;

5 на фиг. 8 представлен частный вариант картины следов на забое скважины, оставленных при нескольких оборотах бурового долота, обладающего низкой эффективностью резания;

на фиг. 9А представлен частный вариант взаимного расположения участков с перекрывающимися канавками и лунками разрушения, при этом канавки показаны прямыми для лучшего понимания настоящего изобретения;

10 на фиг. 9Б представлен частный вариант взаимного расположения участков со значительно перекрывающимися канавками и лунками разрушения, при этом канавки показаны прямыми для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 9В представлено взаимное расположение участков с существенно перекрывающимися канавками и лунками разрушения, при этом канавки показаны 15 прямыми для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 9Г представлено взаимное расположение участков с полностью перекрывающимися канавками и лунками разрушения, при этом канавки показаны прямыми для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 10А представлено взаимное расположение перекрывающихся лунок 20 разрушения, созданных соответствующими рядами резцов, показанных расположенными на прямых линиях для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 10Б представлено взаимное расположение значительно перекрывающихся лунок разрушения, созданных соответствующими рядами резцов, показанных 25 расположенными на прямых линиях для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 10В представлено взаимное расположение существенно перекрывающихся лунок разрушения, созданных соответствующими рядами резцов, показанных 30 расположенными на прямых линиях для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 10Г представлено взаимное расположение полностью перекрывающихся лунок разрушения, созданных соответствующими рядами резцов, показанных 35 расположенными на прямых линиях для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 11А представлено изображение двух рядов лунок разрушения, созданных рядами резцов, причем ряды резцов имеют различный шаг резцов, и показаны 40 расположенными по прямой для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 11Б представлено другое изображение двух рядов лунок разрушения, созданных рядами резцов, причем ряды резцов имеют различный шаг резцов, и показаны 45 расположенными по прямой для лучшего понимания настоящего изобретения;

на фиг. 11В представлено изображение двух рядов лунок разрушения, созданных рядами резцов, причем один из рядов резцов имеет два различных шага резцов, и ряды показаны расположенными по прямой для лучшего понимания настоящего изобретения;

40 на фиг. 12А-12Б представлены виды сечения частных вариантов шарошек в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 13 представлен вид сечения двух соответствующих рядов резцов, имеющих по меньшей мере одинаковый вынос относительно центральной оси долота, при этом 45 каждый ряд расположен на своей шарошке, а ряды резцов имеют различный шаг резцов;

на фиг. 14 представлен вид сечения двух соответствующих рядов резцов, имеющих по меньшей мере одинаковый вынос относительно центральной оси долота, при этом 50 каждый ряд расположен на своей шарошке и один из рядов резцов имеет два разных шага резцов;

на фиг.15 представлен вид сечения двух соответствующих рядов резцов, имеющих по меньшей мере одинаковый вынос относительно центральной оси долота, при этом каждый ряд расположен на своей шарошке, а шарошки имеют различный диаметр, и ряды резцов имеют различный шаг резцов;

5 на фиг.16 представлен вид снизу частного варианта долота для бурения подземных пород в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения, в котором одна из шарошек не сцеплена с другими шарошками;

на фиг.17 представлен вид снизу частного варианта долота для бурения подземных пород в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения, в котором
10 одна из шарошек имеет диаметр и твердость, отличающиеся от других шарошек;

на фиг.18 представлен вид снизу частного варианта гибридного долота для бурения подземных пород в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения, в котором одна из шарошек имеет другой диаметр и резцы с переменным шагом в отличие от других шарошек;

15 на фиг.19 представлена часть классификационной таблицы долот IADC.

В то время как описанные здесь изобретения допускают различные модификации и альтернативные формы, в качестве примера ниже были показаны и подробно описаны только некоторые конкретные варианты выполнения. Чертежи и подробные описания этих конкретных вариантов выполнения не предполагают ни в какой мере ограничения
20 области притязаний идеи изобретения или приложенной формулы. Напротив, чертежи и подробные описания представлены для иллюстрации идеи изобретения специалисту и должны позволить ему реализовать и использовать идею изобретения.

Подробное описание осуществления изобретения

Описанные выше чертежи и приводимое ниже описание конкретных структур и функций не предназначены для ограничения объема изобретения Заявителя или области притязаний приложенной формулы. Напротив, чертежи и описание предназначены для того, чтобы показать любому специалисту, как могут быть изготовлены и использованы изобретения, для которых испрашивается патентная защита. Специалистам должно быть понятно, что для краткости и лучшего понимания описаны или показаны не все
30 признаки промышленных вариантов осуществления изобретений. Специалистам также должно быть понятно, что разработка реальных конструкций, включающих особенности настоящего изобретения, для достижения целей разработки в промышленном образце, потребует многочисленных решений, обусловленных конкретным вариантом реализации. Такие решения, обусловленные конкретным вариантом реализации, могут включать
35 соблюдение ограничений системного, делового, нормативного и иного характера, хотя, скорее всего, не сводятся к ним. Эти ограничения могут отличаться для конкретного варианта осуществления, местоположения, и с течением времени. Хотя стоящие перед разработчиком задачи будут сложны и трудоемки в абсолютном выражении, использование данного раскрытия для специалиста сделает решение этих задач обычной
40 работой. Следует понимать, что раскрытое и описанное здесь изобретение может иметь различные модификации и альтернативные формы. И, наконец, использование термина в единственном числе, например, выражаемого неопределенным артиклем, или иным способом, не подразумевает ограничения количества элементов. Кроме того, использование единственного числа, например, выражаемого артиклем, не
45 подразумевает ограничения числа объектов. Далее, использование терминов, выражающих соотношения, например, помимо прочих, "верх", "низ", "левый", "правый", "верхний", "нижний", "вниз", "вверх", "боковой", "первый", "второй" и другие, используются в описании для прояснения конкретных ссылок на чертежи, и не

предполагают ограничения области притязаний изобретения или приложенной формулы.

Как правило, одна или более шарошек на буровом долоте будут вращаться в процессе работы с различными отношениями скоростей вращения шарошки и долота, в зависимости от различных условий, включая рисунок выработки на забое, процедур
5 начала бурения скважины, изменений в характере пробуриваемой породы и изменений в параметрах бурения скважины. Эти изменения во вращении, а также и другие факторы, например, расположение режущих зубьев на шарошках, могут вызвать трекинг долота. Для ослабления трекинга, необходима система, не ограниченная одним значением соотношения скоростей вращения шарошки и долота в процессе бурения. Заявители
10 создали буровые долота с по меньшей мере двумя шарошками различных диаметров и (или) использующими различный шаг резцов на отдельных или соседних шарошках.

На фиг.1-3 представлен один частный вариант выполнения гибридного долота 11 для бурения подземных пород, в соответствии с настоящим изобретением. На фиг.1
15 показан вид снизу частного варианта выполнения гибридного бурового долота, в соответствии с настоящим изобретением. На фиг.2 представлен вид сбоку бурового долота, показанного на фиг.1. На фиг.3 представлен вид сбоку бурового долота, показанного на фиг.2, с поворотом на 90°. На фиг.4 представлен вид сбоку комбинированной огибающей вращения вставок шарошки и фиксированных режущих
20 элементов на гибридном буровом долоте, показанном на фиг.1. Эти чертежи будут рассмотрены в совокупности. Некоторые компоненты бурового долота могут быть аналогичны компонентам, описанным в патентных публикациях US 20080264695, US 20080296068 и 20090126998, каждая из которых включена в настоящее описание посредством специальной ссылки.

Как показано на фиг.1-3, буровое долото 11 включает корпус 13 долота с центральной
25 продольной осью 15, определяющей центральную ось корпуса 13 долота. Гибридное долото 11 включает корпус 13 долота, на верхнем конце 12 которого имеется резьба или иная конструкция для присоединения к бурильной колонне. Буровое долото 11 может иметь один или более несущих лап (кронштейнов) 17, отходящих вдоль оси
30 корпуса 13 долота. Несущие лапы 17 могут быть либо сформированы в виде неотъемлемой части корпуса 13, либо закреплены в гнездах в наружной части корпуса долота (не показаны). Можно считать, что каждая из несущих лап имеет ведущую кромку, заднюю кромку, расположенную между ними наружную поверхность, и нижнюю затылочную часть, проходящую вниз от верхнего конца 12 долота к рабочей торцевой
35 поверхности долота. Корпус 13 долота также может включать одну или более фиксированных лопастей 19, проходящих вдоль оси. Корпус 13 долота может быть выполнен из стали, или твердосплавного матричного материала (например, карбида вольфрама) со стальными вставками. Корпус 13 бурового долота также включает продольный канал внутри долота (не показан), обеспечивающий подачу бурового
40 раствора в промывочные каналы и стандартные форсунки (не показаны) для выпуска или впрыскивания его в ствол скважины и на поверхность забоя сквозь выпускные отверстия 18 вблизи корпуса 13 бурового долота при проведении буровых работ. В одном варианте выполнения настоящего изобретения, центры лап 17 и фиксированные лопасти 19 расположены с интервалом друг относительно друга с чередованием симметрично вокруг оси 15. В другом варианте выполнения, центры лап 17 и
45 фиксированные лопасти 19 расположены с интервалом друг относительно друга с чередованием вокруг оси 15 асимметрично. Например, лапы 17 могут быть ближе к соответствующей ведущей фиксированной лопасти 19, в противоположность соответствующей идущей следом фиксированной лопасти 19, относительно направления

вращения долота 11. В альтернативном варианте, лапы 17 могут быть ближе к соответствующей идущей следом фиксирующей лопасти 19, относительно направления вращения 11.

5 На корпусе 13 бурового долота также имеется паз 14 для инструмента для монтажа долота, сформированный на противоположных боковых сторонах хвостовика долота для создания сопряженных поверхностей для паза для инструмента, используемого в промышленности для соединения/разъединения бурового долота с бурильной колонной.

10 На соответствующих лапах 17 установлены шарошки 21. Каждая шарошка 21 может быть усечена так, что дистальные концы шарошек 21 радиально отстоят от центральной оси 15 (фиг.1) на минимальное радиальное расстояние 24. На шарошках 21 установлены несколько режущих вставок или элементов 25 шарошек, которые радиально отстоят от центральной оси на минимальное радиальное расстояние 28. Согласно заявке, минимальные радиальные расстояния 24, 28 могут изменяться, и могут меняться от шарошки к шарошке и (или) от режущего элемента к режущему элементу.

15 Кроме того, на фиксированных лопастях 19, 19' установлено несколько режущих элементов 31. По меньшей мере один из фиксированных режущих элементов 31 может быть расположен на оси 15 корпуса 13 долота и приспособлен для резания породы по центральной оси. Кроме того, на каждой фиксированной лопасти 19, 19', между ведущей и задней ее кромками может быть расположен ряд или любое нужное число рядов
20 дублирующих резцов 33. Дублирующие резцы 33 могут быть расположены на одной линии с основными или первичными режущими элементами 31 на соответствующих фиксированных лопастных резцах 19, 19' с тем, чтобы они прорезали ту же полосу или канавку или паз, что и основные или первичные режущие элементы, расположенные на фиксированном лопастном резце. В альтернативном варианте, они могут быть
25 радиально смещены от основных режущих элементов фиксированных лопастей с тем, чтобы они резали ту же полосу или канавку или паз, либо между теми же полосами или канавками или пазами, сформированными основными или первичными режущими элементами, расположенными на соответствующих фиксированных лопастных резцах. Кроме того, дублирующие резцы 33 обеспечивают дополнительные точки касания или
30 зацепления между долотом 11 и пробуриваемой породой, повышая, благодаря этому, устойчивость гибридного долота 11. Примерами режущих элементов 25, 27 шарошек и фиксированных режущих элементов 31, 33 служат вставки из карбида вольфрама, вставки из сверхтвердых материалов, например, поликристаллического алмаза, и других известных специалистам материалов.

35 Используемый здесь термин "узел шарошки" включает шарошки и конусы шарошек в сборе различных типов и форм, установленных на лапе. Термин узел шарошки может использоваться в качестве эквивалента "шарошки" и "конуса шарошки". Узел шарошки может иметь в целом коническую наружную форму, либо может иметь более
40 скругленную форму. Узлы шарошки на шарошечном долоте обычно обращены внутрь друг к другу, или по меньшей мере в направлении центральной оси бурового долота. В некоторых применениях, например, шарошечных буровых долотах, имеющих только один узел шарошки, узел шарошки может иметь в целом шаровую внешнюю форму.

Используемый термин "режущий элемент" включает различные порошковые прессовки, вставки, фрезерованные зубья и сварные прессовки, пригодные для
45 использования в шарошке и гибридных буровых долотах. Термины "режущая структура" и "режущие структуры" могут быть в равной степени использованы в настоящей заявке для обозначения различных комбинаций и конфигураций режущих элементов, сформированных на одном или более узлах шарошки шарошечного бурового долота,

или прикрепленных к такому узлу.

Как показано на фиг.4, шарошечные режущие элементы 25, 27 и фиксированные режущие элементы 31, 33 объединяются для образования режущего профиля 41, проходящего от центральной оси 15 к наиболее радиально удаленной от оси внешней границе, или калибрующей секции 43. Однако шарошечные режущие элементы 25 перекрываются с фиксированными режущими элементами 31 на режущем профиле 41, между центральной осью 15 и наиболее радиально удаленной от оси внешней границей 43. Шарошечные режущие элементы 25 расположены так, чтобы резать в носовой части 45 и на перегибе 47 режущего профиля 41, при этом носовая часть 45 является ведущей частью профиля (т.е., расположена между центральной осью 15 и перегибом 47), обращенной в сторону стенки ствола скважины и расположенной рядом с калибрующей частью 43.

Таким образом, шарошечные режущие элементы 25, 27 и фиксированные режущие элементы 31, 33 объединяются для формирования общей режущей торцевой поверхности 51 (фиг.2 и 3) в носовой 45 части и перегибе 47, которые, как известно, являются наименее надежными частями профиля долота с фиксированными резами. Режущий торец 51 расположен по оси на дистальном конце гибридного бурового долота 11. По меньшей мере один из режущих элементов 25, 27 каждой шарошки, и фиксированных режущих элементов 31, 33 выступают в осевом направлении на режущей торцевой поверхности по существу на одинаковое расстояние и, в одном варианте выполнения, смещены по радиусу один относительно другого, даже если они находятся на одинаковом расстоянии вдоль оси. Однако, выравнивание вдоль оси наиболее удаленных элементов 25, 31 не требуется, чтобы элементы 25, 31 могли быть разнесены вдоль оси на значительное расстояние, находясь в наиболее удаленном дистальном положении. Например, корпус долота имеет развилку 53 (фиг.3), образованную по меньшей мере отчасти по центральной оси между лапами 17 и фиксированными лопастями 19, 19'.

В одном варианте выполнения, необходимо, чтобы фиксированные режущие элементы 31, 33 были сдвинуты вдоль оси и удалены (т.е., находились ниже) по отношению к развилке 53. В другом варианте выполнения, шарошки 21, 23 и шарошечные режущие элементы 25, 27 могут выступать за пределы (например, примерно на 0,060 дюйма) наиболее удаленных вдоль оси частей фиксированных лопастей 19, 19' и фиксированных режущих элементов 31, 33, для компенсации различия в износе между этими компонентами. Когда профиль 41 переходит от перегиба 47 к внешней границе, или калибрующей части гибридного долота 11, шарошечные вставки 25 больше не входят в зацепление с породой (см фиг.4), и несколько рядов расставленных по вертикали (т.е., вдоль оси) в шахматном порядке фиксированных режущих элементов 31 разбуривают гладкую стенку ствола скважины. Шарошечные режущие элементы 25 имеют сильно сниженную эффективность разбуривания и создавали бы нежелательные повреждения стенки ствола скважины.

Когда шарошки 21, 23 дробят или каким-либо иным способом проходят сквозь пробуриваемую породу, ряды шарошечных режущих элементов 25, 27 образуют канавки или борозды. Эти канавки имеют в основном круговую форму, поскольку долото 11 вращается в процессе бурения. Канавки также расположены с промежутками от центральной оси пробуриваемой скважины, также как и ряды шарошечных режущих элементов 25, 27 разнесены с промежутками от центральной оси 15 долота 11. В частности, каждый из резцов 25, 27 обычно формирует одну или более лунку разрушения вдоль канавки, создаваемой рядами резцов, к которым принадлежит резец 25, 27.

На фиг.5 в целом представлен частный вариант долота 111 шарошечного типа, в

соответствии с особенностями настоящего изобретения, при этом долото 111 имеет корпус 113 долота с одной или более лапами 127, отходящими от корпуса долота. На верхнем конце корпуса 113 долота имеется резьба 115 для присоединения долота к бурильной колонне (не показана). Как в целом показано на чертеже, лапа долота может
5 иметь проходящую в основном по кругу наружную поверхность, ведущую сторону и заднюю сторону. Корпус 111 долота имеет несколько компенсаторов 117 смазки для снижения перепада давления между смазкой внутри долота и буровым раствором на поверхности долота. На корпусе 113 долота имеется по меньшей мере одна форсунка 119, направляющая буровой раствор под давлением изнутри бурильной колонны для
10 выноса обломков породы и охлаждения долота 111. Один или более резцов, или шарошек 121, установлен на корпусе 113 долота с возможностью вращения на закрепленной одним концом цапфе 120 подшипника, отходящей внутрь от лапы долота. Как правило, каждое долото 111 шарошечного типа (также называемые "трехшарошечными" долотами) имеет три шарошки 121, 123, 125, установленные с возможностью вращения
15 на корпусе 113 долота посредством лапы 127 долота, при этом на фиг.5 одна из шарошек частично скрыта. Вдоль кромки лапы долота, соотносящейся с шарошкой, образована затылочная область 129. Лапы долота и (или) корпус долота также могут, в варианте выполнения, включать одну или более калибрующую часть 128, поверхность которой касается стенок ствола скважины, пробуриваемой долотом 111, и на которой,
20 предпочтительно, располагаются один или более калибрующих резцов 137 (например, резцы на основе элементов из поликристаллического алмаза) для прорезания боковых сторон ствола скважины, например, в процессе направленного или траекторного бурения.

Каждая шарошка 121 имеет в целом коническую конфигурацию, и включает несколько
25 режущих зубьев или вставок 131, размещенных в основном круговыми рядами, например, периферийным рядом, внутренним рядом, калибрующим рядом и др. В соответствии с некоторыми вариантами выполнения изобретения, зубцы 131 могут быть выполнены механической обработкой или фрезерованием из металла-основы шарошек 121, 123, 125. В альтернативном варианте, зубья 131 могут представлять собой
30 вставки из карбида вольфрама, запрессованные в сопряженные с ними отверстия в материале-основе шарошки. Каждая шарошка 121, 123, 125 также имеет у основания калибрующую поверхность 135, определяющую калибр или диаметр 111 долота, которая может включать круговой ряд режущих вставок 137, так называемых резцов калибрующего ряда или триммеров, а также и других режущих элементов, например
35 калибрующих вставок, имеющих срезающую кромку (не показана).

Как в общих чертах показано на фиг.5, корпус 113 долота частного варианта шарошечного долота 111 выполнен из трех сваренных друг с другом головок. Каждая головка включает лапу 127 долота, отходящую вниз от корпуса 113, на которой
40 установлена одна из шарошек 121, 123, 125. Лапы 127 долота и головки имеют наружные поверхности, представляющие собой сегменты круга, определяющие наружный диаметр долота 111. Между лапами 127 долота находятся утопленные области 129, диаметр которых меньше наружного диаметра 113 долота с тем, чтобы сформировать каналы для возвращения бурового раствора и обломков породы в процессе бурения.

Например, на фиг.6 показаны начальные прорезы 150, 153 и 156, сделанные режущими
45 элементами первой, второй и третьей шарошек 121, 123 и 125, соответственно, после одного оборота частного варианта бурового долота, например, бурового долота 111, показанного на фиг.5. На фиг.7 показаны прорезы 151, 154, 157, сформированные соответствующими шарошками после двух оборотов долота. Работа долота может

быть смоделирована для широкого диапазона соотношений скоростей вращения шарошки и долота и углов резцов, в зависимости от конкретных условий, для получения обобщенного представления работы долота.

Эффективность шарошки может быть определена путем оценки общей площади удаленного материала с забоя скважины, в сравнении с теоретически возможными максимальной и минимальной площадями. Минимальная площадь определяется как площадь, вырезаемая за один оборот долота при фиксированном соотношении скоростей вращения шарошки и долота. Для того чтобы шарошка вырезала это минимальное количество материала, она должна, на каждом последующем обороте, точно попадать в ранее сделанные прорезы. Считается, что шарошка, удаляющая материал с минимальной площади, имеет нулевую (0%) эффективность. В качестве иллюстрации, пример бурового долота, имеющего очень низкую эффективность, приведен на фиг.8, где показан результат трех оборотов долота. Как видно на этом общем виде, области 160, 163, 166, прорезанные тремя соответствующими шарошками, изменяются очень незначительно.

Максимальная площадь определяется как площадь материала, удаленного в случае, когда каждый режущий элемент удаляет теоретически максимально возможное количество материала. Это означает, что на каждом обороте, каждый режущий элемент не перекрывает область, прорезанную любым другим режущим элементом. Шарошка, удаляющая максимальное количество материала, считается обладающей 100% эффективностью. Пример бурового долота, имеющего высокую эффективность, приведен на фиг.6-7, на которых представлены результаты одного и трех оборотов, соответственно.

Эффективность шарошки для любой данной шарошки является линейной функцией, заключенной между двумя границами. Долота с шарошками, обладающими высокой эффективностью в диапазоне соотношений скоростей вращения шарошки и долота, меньше страдают от трекинга и, в результате, имеют большую скорость проходки породы. В одном варианте выполнения, самые низкие эффективности шарошки увеличиваются путем изменения интервалов расположения или перемещения иным путем режущих элементов, для повышения скорости проходки. В другом варианте выполнения, средняя эффективность шарошки повышается для достижения увеличенной скорости проходки.

На фиг.9-10 иллюстрируется трекинг, при котором первая канавка 100а, прорезанная первым рядом резцов 25 на одной из шарошек 21, перекрывается со второй канавкой 100b, прорезанной вторым рядом резцов 27, например, на другой из шарошек 23. При более сильном трекинге, лунки 102b разрушения, сформированные резцами 27 второго ряда резцов 25, фактически перекрываются с лунками 102а разрушения, прорезанными резцами 25 первого ряда резцов 25. В этом случае, второй ряд резцов 25, и, возможно, вторая шарошка 21, дают меньший вклад в скорость проходки бурового долота 11. Кроме того, трекинг может действительно ускорять износ шарошек 21 и 23.

Канавки 100а, 100b на фиг.9А-9Г (в общих чертах показанные на фиг.6) были выпрямлены, и показаны только их части, с тем, чтобы более наглядно продемонстрировать соотношение между двумя канавками 100а, 100b, и двумя группами лунок 102а, 102b разрушения. Как показано на фиг.9А, канавки 100а, 100b просто могут иметь небольшую степень перекрытия (например, менее примерно 25%). Это называется обычным перекрытием или наложением. В этом случае, ряды резцов 25, 27 на шарошках 21, 23, создающих канавки 100а, 100b, аналогично смещены от центральной оси долота, и поэтому эти ряды могут считаться имеющими аналогичное смещение, или

аналогично смещенными, от центральной оси 15. Как показано на фиг.9Б, канавки могут перекрываться примерно на 50% или более. Такое перекрытие называется "значительным перекрытием" или значительным наложением. Поскольку ряды, формирующие дорожки, смещены от центральной оси 15 долота, такое смещение можно считать примерно одинаковым смещением от центральной оси 15 долота. Как показано на фиг.9В, приведенные в качестве примера дорожки 102а, 102б могут перекрываться примерно на 75% и более. Такое перекрытие называется "существенным перекрытием" или существенным наложением. Поскольку ряды, формирующие дорожки, смещены от центральной оси 15 долота, такое смещение может считаться по существу одинаковым смещением, или они могут называться по существу одинаково смещенными, от центральной оси 15 долота 11. Как показано на фиг. 9Г, канавки 102а, 102б могут перекрываться примерно на 95-100%. Такое перекрытие называется "по существу полным перекрытием" или по существу полным наложением. Поскольку ряды, формирующие канавки, смещены от центральной оси 15 долота, такое смещение может также считаться "равным смещением", или ряды могут считаться одинаково смещенными, от центральной оси 15 бурового долота.

То же может быть сказано о наложении лунок разрушения, формируемых резцами 25, 27, расположенных на шарошках 21, 23, т.е., перекрытие, составляющее 50% или более, называется "значительным перекрытием" с примерно одинаковым смещением от центральной оси; перекрытие, составляющее примерно 75% или более, называется "существенным перекрытием" с примерно одинаковым смещением от центральной оси 15; перекрытие, составляющее примерно 95-100% или более, называется "по существу полным перекрытием" с равным смещением от центральной оси 15, как показано на фиг.10А-10Г. В то время как ряды лунок 102а, 102б разрушения показаны в основном с поперечным перекрытием, перекрытие может быть продольным, или комбинацией поперечного и продольного перекрытий, как показано на фиг.11А-11В.

Одним возможным способом снижения систематического перекрытия является изменение шага, или расстояния между резцами 25, на одной или обеих шарошках 21. Например, как показано на фиг.11А, 11Б и 11В, первая шарошка 21 может иметь один или более рядов резцов 25 с шагом резцов, отличающимся от шага резцов второй шарошки 23, или перекрывающегося ряда резцов 27 на второй шарошке 23. Показанные на фиг.11А-11В ряды лунок 102а, 102б, которые были бы сформированы рядами резцов 25, 27, выпрямлены для более наглядной демонстрации соотношения между двумя канавками 100а, 100б и двумя группами или рядами лунок 102а, 102б разрушения. В любом случае, первая канавка, или ряд лунок 102а разрушения, формируемых первым рядом резцов 25, расположенных на первой шарошке 21, может перекрываться со второй канавкой, или рядом лунок 102б разрушения, формируемых резцами 27 второго ряда, расположенными на второй шарошке 23, при этом лунки разрушения, сформированные резцами 25, не обязательно будут систематически перекрываться существенно, или даже значительно. Напротив, с однородным, но различным шагом резцов, перекрытие будет переменным, так, что некоторые лунки 102а, 102б разрушения перекрываются полностью, в то время как другие лунки 102а, 102б разрушения перекрываются не будут. При этом даже и при полном трекинге канавок, то есть полном перекрытии канавок, лунки разрушения будут перекрываться в меньшей, изменяющейся степени. В этом случае, некоторые лунки разрушения могут перекрываться полностью, в то время как некоторые лунки разрушения не будут перекрываться совсем.

Из сказанного очевидно, что посредством изменения шага резцов, угла наклона резцов и (или) диаметра шарошек на одном буровом долоте можно сократить или

устранить нежелательный трекинг долота в процессе работы долота. На фиг.12А и фиг.12Б показаны виды сечения частных вариантов конической шарошки 121 и усечено-конической шарошки 21, иллюстрирующие несколько особенностей размеров, в соответствии с настоящим изобретением. Например, диаметр d_1 шарошки 121

5 представляет собой наибольшую ширину поперек шарошки, у ее основания, перпендикулярно центральной оси α_1 шарошки. Математически, диаметр d_1 шарошки 21 может быть определен измерением угла (β) между вертикальной осью α_1 и линией, проведенной вдоль наклонной стороны S_1 . Затем может быть определен радиус R_1 шарошки 121, как тангенс высоты шарошки 121, а диаметр d_1 шарошки 121 может
10 быть выражен как: $d_1 = 2 \times \text{высота} \times \tan(\beta)$. Для усечено-конической шарошки 21, например, показанной с гибридным буровым долотом 11 на фиг.1, диаметром долота (d_2) здесь обозначена наибольшая ширина между наружными кромками самой шарошки.

15 На фиг.12 также показан шаг резцов 25 и 125 на шарошках 21 и 121, в соответствии с настоящим изобретением. Шаг резцов в настоящем описании обычно определяется как расстояние между режущими элементами в ряду на поверхности шарошки. Например, шаг может быть определен как расстояние по прямой линии между осевыми линиями на вершинах смежных режущих элементов, или, в альтернативном варианте, шаг может быть выражен углом между смежными режущими элементами,
20 расположенными в ряду по кругу вокруг оси шарошки. Этот угол обычно измеряется в плоскости, перпендикулярной оси шарошки. Когда режущие элементы расположены вокруг конической поверхности шарошки с равными интервалами в ряду, такое расположение характеризуется "равномерным шагом" (т.е., угловой шаг равен 360° , разделенным на число режущих элементов). Когда режущие элементы расположены
25 вокруг конической поверхности шарошки с неравными интервалами в ряду, такое расположение характеризуется "неравномерным шагом". В соответствии с некоторыми особенностями настоящего раскрытия, термин "шаг" также может относиться либо к "кольцевому шагу" или "вертикальному шагу", по обстоятельствам. Термин "кольцевой шаг" относится к расстоянию от вершины одного режущего элемента в ряду шарошки
30 до вершины соседнего режущего элемента в том же, или почти том же ряду. Термин "вертикальный шаг" относится к расстоянию от вершины одного режущего элемента в ряду шарошки (например, шарошки 21 или 121) до вершины ближайшего режущего элемента на следующем, смещенном по вертикали, ряду на шарошке, например, обозначенному как r_1 и r_2 на фиг.12. Зачастую шаг на шарошке является равномерным,
35 но иногда величина шага отличается от равномерной в большую и меньшую сторону. Термином "угол наклона" в настоящем описании обозначается угол атаки зубьев относительно породы, который может изменяться от зуба к зубу, в зависимости от типа пробуриваемой породы.

40 Например, первый шаг резца может на 25% превышать второй шаг резца. Другими словами, резцы 25 могут быть расположены друг от друга на 25% дальше с первым шагом резца, по сравнению со вторым шагом резца. В альтернативном варианте, первый шаг резца может быть на 50% больше второго шага резца. В другом альтернативном варианте, первый шаг резца может быть на 75% больше второго шага резца. В других
45 вариантах выполнения, первый шаг резца может отличаться от второго шага резца на какую-либо величину между 25% и 50%, между 50% и 75%, или между 25% и 75%.

Конечно, первый шаг резца может быть меньше второго шага резца, на 25%, 50%, 75% или какую-либо промежуточную величину, как показано на фиг.11Б и фиг.13. В

частности, как показано на фиг. 11Б и фиг. 13, в первом ряду резцов 25 на первой шарошке 21 а может использоваться первый шаг резцов, а во втором ряду резцов 27 на второй шарошке 23b может использоваться второй, больший, шаг резца, или интервал между резцами 27. Таким образом, даже если первый и второй ряды резцов 25, 27 прорезают одну канавку 100, ряды резцов 25, 27 формируют лунки 102а, 102b разрушения, которые не образуют систематического перекрытия, или перекрываются в меньшей, изменяющейся степени.

В другом примере, в первом ряде резцов 25 на первой шарошке 21 может использоваться первый шаг резца, в во втором ряде резцов 25 на первой шарошке 21 может использоваться второй ряд резца. При этом для того, чтобы избежать значительного трекинга, первый ряд резцов 25 на второй шарошке 21, который соответствовал бы первому ряду резцов 25 на первой шарошке 21 или иным путем перекрывался бы с ним, может использовать второй шаг резца. Аналогично, второй ряд резцов 25 на второй шарошке 21, который соответствовал бы второму ряду резцов 25 на первой шарошке 21 или иным путем перекрывался бы с ним, может использовать первый шаг резца. Таким образом, не существует двух соответствующих, или перекрывающихся, рядов, использующих одинаковый шаг резца, и каждая шарошка имеет по меньшей мере один ряд резцов 25 с первым шагом резца, и другой ряд резцов 25 со вторым шагом резца.

Другой возможный путь состоит в том, чтобы один или более рядов резцов 25 на первой шарошке 21 имел различающийся шаг резца по своей окружности. Например, как показано на фиг. 11В и 14, часть первого или второго рядов резцов 25 может использовать первый шаг резца, в то время как оставшиеся две трети этого ряда резцов 25 могут использовать второй шаг резца. В этом случае, в другом, перекрывающемся или соответствующем, ряде резцов 25 может использоваться первый шаг резца, второй шаг резца, или совершенно другой третий шаг резца. Конечно, ряд может быть разбит на половины и (или) четверти.

В другом примере, одна треть первого ряда резцов 25, на первой шарошке 21, может использовать первый шаг резца, другая треть первого ряда резцов 25 может использовать второй шаг резца, и оставшаяся одна треть первого ряда резцов 25 может иметь третий ряд резца. В этом случае, другой, перекрывающийся, или соответствующий, ряд резцов 25 может использовать первый шаг резца, второй шаг резца, третий шаг резца, либо совершенно иной четвертый шаг резца.

Поскольку шаг резца, или промежуток/расстояние между резцами 25 может быть таким образом изменен, первая канавка, создаваемая первым рядом резцов 25, расположенным на первой шарошке 21, может перекрываться со второй канавкой, создаваемой вторым рядом резцов 25, расположенными на второй шарошке 21, однако лунки разрушения, сформированные резцами 25, не обязательно будут образовывать существенное систематическое перекрытие, или даже значительное. Должно быть очевидно, что если первый ряд резцов 25 имеет больший шаг резцов по сравнению со вторым рядом, и первый и второй ряды, или шарошки 21, имеют одинаковый диаметр, первый ряд будет иметь меньше резцов 25. Таким образом, данная особенность настоящего изобретения может быть выражена в величинах шага резцов и (или) числа резцов в данном ряду, в предположении однородности интервала между резцами и диаметра шарошки 21.

Одна из проблем, связанных с трекингом, состоит в том, что если резцы 25 постоянно, или систематически, попадают в лунки разрушения, сформированные другими резцами 25, шарошка 21 сама может начать касаться пробуриваемой породы, грунта или скалы.

Такое соприкосновение может привести к преждевременному износу шарошки 21. Поэтому, в дополнение к рассмотренному выше различному шагу резца, либо вместо него, одна из шарошек 21, 23 может иметь другой размер, или диаметр, как показано на фиг.15. Например, первая шарошка 21 может быть на 5%, 10%, 25%, либо на какую-либо промежуточную величину, больше или меньше, чем вторая шарошка 23. Размер резцов 25 и (или) шаг резца также могут быть больше или меньше на первой шарошке 21, по сравнению со второй шарошкой 23.

На фиг.16-18 представлены частные варианты конструкций, в соответствии с настоящим изобретением, позволяющие сократить тенденцию режущих элементов первой группы, расположенных на долоте, "идти по следу", т.е., попадать или соскальзывать в следы, оставленные режущими элементами второй группы, и наоборот. На фиг.16 представлен вид сверху частного варианта конструкции шарошек, в соответствии с особенностями настоящего изобретения. На фиг.17 представлен вид сверху альтернативного варианта конструкции шарошек, в которой одна шарошка имеет уменьшенный диаметр. На фиг.18 представлен вид сверху частного варианта конструкции гибридного бурового долота, в котором одна шарошка имеет уменьшенный диаметр, и изменяемый шаг резцов. Эти чертежи будут рассмотрены совместно.

На фиг.16 представлен вид сверху шарошечного бурового долота 211, например, по типу долота, в целом показанного на фиг.5, в соответствии с особенностями изобретения. Долото 211 включает три шарошки, 221, 223 и 225, установленные на корпусе 213 долота вокруг центральной оси 215. Каждая из шарошек имеет несколько рядов резцов 227, отходящих от носовой части 231 к калибрующему ряду 237, при этом по обстоятельствам могут включаться дополнительные ряды, например, внутренние ряды 235 и периферийные ряды 239. Шарошки также могут при необходимости включать триммеры 233 вблизи зубьев периферийного ряда 239 на одной или более шарошках. В то время как резцы 227 на фиг.16 (и фиг.17) показаны в основном в виде резцов со вставками из карбида вольфрама, следует иметь в виду, что они с тем же успехом могут представлять собой резцы в виде фрезерованных зубьев, выступающих на пробуриваемую породу. Как показано на чертеже, шарошки 221 и 223 имеют первый диаметр (например, 7-7/8 дюйма), в то время как третья шарошка 225 имеет второй, меньший диаметр (т.е., 6-1/8 дюйма), так что шарошка 225 меньшего диаметра не перемежается с другими шарошками (221, 223). Кроме того, на одном долоте могут быть использованы шарошки с разной твердостью так, что шарошки первого диаметра имеют первую твердость (например, в соответствии с кодом 571 по IADC), в то время как шарошки второго, меньшего диаметра, имеют вторую твердость, меньшую или большую, по сравнению с первой твердостью (например, код 647 по IADC). При желании, что вполне допустимо, каждая из шарошек долота может иметь свой диаметр, и свою твердость, согласно требованиям.

На фиг.17 представлено аналогичное долото 211', включающее первую, вторую и третью шарошки 221, 223 и 225, прикрепленные к корпусу 213 долота вокруг центральной оси 215 долота, на каждой из которых установлено несколько режущих элементов, или зубьев, 227, прикрепленных к шарошкам или сформированных на них, и расположенных круговыми рядами, как было описано со ссылкой на фиг.16. Кроме того, на фигуре показано, что диаметр шарошки 225 отличается (меньше) от диаметра первой и второй шарошек 221, 223. Далее, в по меньшей мере одном ряду третьей шарошки 225, которая не перемежается с другими шарошками 221, 223 при вращении вокруг центральной оси 215, резцы имеют переменный шаг внутри ряда, например, интервал между резцом 229 и резцом 231 меньше интервала между резцом 233 и резцом

231.

На фиг.18 представлен вид сверху на рабочую торцевую поверхность частного варианта гибридного бурового долота 311, в соответствии с вариантами выполнения настоящего изобретения. Гибридное долото включает две или более шарошки (показаны три), и две или более (показаны три) фиксированные режущие лопасти. Шарошка 329, 331, 333 установлена на каждой лапе 317, 319, 312 долота с возможностью вращения (обычно на подшипнике скольжения, хотя в равной степени могут быть использованы подшипники с элементами качения или иные подшипники). На каждой шарошке 329, 331, 333 имеется несколько режущих элементов 335, 337, 339, расположенными на шарошках в целом круговыми рядами. Между лапами 317, 319, 321 долота, отходит вниз вдоль оси от корпуса долота по меньшей мере один фиксированный лопастной резец 323, 325, 327. По ведущей кромке каждого фиксированного лопастного резца 323, 325, 327 расположены в ряд несколько режущих элементов 341, 343, 345. Каждый режущий элемент 341, 343, 345 представляет собой круглый диск из поликристаллического алмаза, установленный на штыре из карбида вольфрама или другого твердосплавного металла, который, в свою очередь, припаивается мягким или твердым припоем или прикрепляется иным путем, к ведущей кромке каждого фиксированного лопастного резца. Также может быть использован термостойкий поликристаллический алмаз (TSP) или другой обычный материал режущих элементов фиксированных лопастей. Каждый ряд режущих элементов 341, 343, 345 на каждом из фиксированных лопастных резцов 323, 325, 327 выступает от центральной части корпуса долота до радиально наиболее удаленной, или калибрующей, части поверхности корпуса долота. В соответствии с особенностями настоящего изобретения, одна из усеченно-конических шарошек, шарошка 333, имеет диаметр, отличающийся (в данном случае, меньше) от диаметров других шарошек. Аналогично, как показано на чертеже, разные круговые ряды режущих элементов на одной или более шарошках имеют изменяемый шаг режущих элементов. Другими словами, видно, что шаг между режущими элементами 335 и 335' больше шага между режущими элементами 335' и 335".

Кроме того, в соответствии с особенностями настоящего изобретения, буровое долото само по себе и, в частности, шарошки, связанные с долотом (например, долото 11 или 111) и включающие по меньшей мере две шарошки с изменяемым шагом, углом наклона и (или) диаметрами шарошки по отношению друг к другу (например, частные варианты долот на фиг.16, 17 или 18), могут иметь конструкцию, в которой шарошки одного долота могут иметь различную твердость. Например, в частном варианте долота, представленном на фиг.16, шарошки 221 и 223 могут иметь первую твердость (например, в соответствии с кодом 517 по IADC), в то время как третья шарошка 225 уменьшенного диаметра может иметь вторую твердость (например, в соответствии с кодом 647 по IADC) так, что внутри одного бурового долота будут шарошки с различной твердостью. При этом в соответствии с другими особенностями настоящего изобретения, две или более шарошек в одном буровом долоте могут иметь различную твердость, определенную по стандарту IADC. Например, шарошки могут соответствовать разной классификации IADC по твердости в интервале кодов от 54 до 84, либо, в альтернативном варианте, могут иметь принадлежать к разным сериям по классификации IADC, в интервале от серии 1 до серии 8 (см. фиг.19), включая серию 1, серию 2, серию 3, серию 4, серию 5, серию 6, серию 7 или серию 8. Специалистам известно, что Международная ассоциация буровых подрядчиков (IADC) ввела систему классификации долот для определения долот, пригодных для конкретных буровых работ, подробно описанную в "Системе классификации шарошечных долот IADC", принятой на основании доклада

в IADS/SPE 23937, представленного 18-21 февраля 1992 г. Согласно этой системе, каждое долото попадает в определенную категорию по 3-символьной классификации долот IADC. Первый символ в классификации IADC обозначает "серию" пород, указывающую на тип режущих элементов, используемых на шарошках долота, а также твердость породы, для бурения которой долото предназначено. Как показано в примере на фиг.19, "серии" в интервале 1-3 относятся к фрезерованным или стальным зубьям для мягких (1), средних (2) или твердых (3) пород, в то время как "серии" в интервале 4-8 относятся к долоту со вставками из карбида вольфрама (ТСІ - от англ. tungsten carbide insert) для изменяющейся твердости породы, где 4 соответствует наиболее мягкой, а 8 - наиболее твердой. Чем выше номер серии, тем тверже порода, для бурения которой предназначено долото. Также на фиг.19 показано, что "серия" 4 относится к ТСІ долотам, предназначенным для бурения более мягких подземных пород с низким пределом прочности при сжатии. Специалистам известно, что в таких долотах обычно в основном используются конические, и (или) долотчатые резцы большого диаметра и сильно выступающие, в сочетании с максимальным смещением осей шарошек, для достижения более высокой скорости проходки, и с глубоким перемежением рядов режущих элементов для предотвращения образования сальника на долоте в липких породах. С другой стороны, как также показано на фиг.19, "серия" 8 относится к долотам, предназначенным для бурения исключительно твердых и абразивных пород. Специалистам известно, что такие долота обычно включают вставки с повышенной износостойкостью в наружных рядах долота для предотвращения снижения диаметра долота, и максимальное количество полусферических вставок в забойных режущих рядах для обеспечения работоспособности долота и повышения его срока службы.

Второй символ в классификации долот по IADC означает тип породы в пределах данной серии, и обеспечивает дополнительную классификацию типов породы, для бурения которой предназначено выбранное долото. Как далее показано на фиг.19, для каждой из серий 4-8, типы породы обозначаются цифрами от 1 до 4. При этом "1" представляет наиболее мягкую породу в данной серии, а цифра "4" представляет наиболее твердую породу в данной серии. Например, буровое долото, имеющее первыми двумя символами по классификации IADC цифры "63" могло бы быть использовано для бурения более твердой породы по сравнению с буровым долотом, имеющим цифры "62" по классификации IADC. Кроме этого, использованный здесь интервал классификации IADC, обозначенный как "54-84" (или "от 54 до 84") означает долота, классифицируемые по IADC в серии 5 (тип 4), серии 6 (типы от 1 до 4), серии 7 (типы от 1 до 4) или серии 8 (типы от 1 до 4), либо в любой недавно принятой классификации IADC, описывающей ТСІ долота, и предназначенные для использования от пород средней твердости с низким пределом прочности при сжатии до исключительно твердых и абразивных пород. Третий символ классификационного кода IADC относится к особенностям конструкции подшипников и защиты калибрующих поверхностей, и в данном описании опускается как не относящийся к вопросам использования долот и компонентов долота в настоящем изобретении. При необходимости также может быть включен четвертый символ, в виде буквенного кода, для обозначения дополнительных особенностей, например, среди прочего, центральной струи (С), конической вставки (У), дополнительной защиты калибрующих поверхностей (G), управления отклонением (D) и стандартного стального зуба (S). Однако для ясности изложения, в настоящем описании эти символы также опущены, как не относящиеся к основной концепции настоящего изобретения.

Другие варианты выполнения, использующие одну или более особенностей описанных

выше изобретений, могут быть выведены в пределах существа изобретения Заявителя. Например, для уменьшения трекинга, в любом из рядов резцов 25, 27 долота 11, может на практике использоваться изменяемый шаг резца и (или) случайный шаг резца и (или) угол наклона. Кроме того, в долотах с тремя или более шарошками может использоваться различный диаметр и (или) различный шаг резца. Далее, различные способы и варианты выполнения настоящего изобретения могут быть использованы в комбинации друг с другом для получения модификаций раскрытых способов и вариантов выполнения. Рассмотрение одиночных элементов может относиться к нескольким элементам и наоборот.

Порядок шагов может отличаться, если это специально не оговорено. Описанные здесь различные шаги могут быть объединены с другими шагами, перегруппированы с установленными шагами и (или) разбиты на несколько шагов. Аналогично, было приведено функциональное описание элементов, которые могут быть реализованы в виде отдельных компонентов, либо могут быть объединены в компоненты, имеющие несколько функций.

Изобретения были описаны применительно к предпочтительным и другим вариантам осуществления, но не каждый вариант осуществления изобретения был описан. Специалистам доступны очевидные модификации и изменения описанных вариантов осуществления. Раскрытые и нераскрытые варианты осуществления не подразумевают ограничения области притязаний или применения изобретения, предложенных Заявителем, напротив, в соответствии с патентным законодательством. Заявитель намерен обеспечить полную защиту всех таких модификаций и усовершенствований, попадающих в область притязаний или множество эквивалентов приведенной ниже формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Гибридное буровое долото (111), выполненное с формированием калибрующей области, области перегиба, носовой и конусной областей и включающее: корпус (113) долота, имеющий продольную центральную ось (15); по меньшей мере одну лопасть (19), отходящую от корпуса (113) долота; первую и вторую лапы (127), отходящие от корпуса (113) долота; первую шарошку (121), которая закреплена с возможностью вращения на первой лапе, отходя внутрь в направлении центральной оси, и которая имеет несколько режущих элементов в области перегиба или носовой области; вторую шарошку (123), которая закреплена с возможностью вращения на второй лапе, отходя внутрь в направлении центральной оси, и которая имеет несколько режущих элементов в области перегиба или носовой области; и при этом первая шарошка (121) имеет наибольший наружный диаметр в области перегиба или носовой области, который больше наибольшего наружного диаметра второй шарошки (123) в области перегиба или носовой области.
2. Буровое долото по п. 1, у которого первая шарошка имеет шаг резца, отличающийся от шага резца второй шарошки.
3. Буровое долото по п. 1, у которого шаг резца первой шарошки на 25% больше шага резца второй шарошки.
4. Буровое долото по п. 1, у которого первая шарошка включает резцы, имеющие два разных шага.
5. Буровое долото по п. 1, у которого ряд резцов на первой шарошке разделен с двумя разными шагами резца.

6. Буровое долото по п. 1, у которого первая часть ряда резцов на первой шарошке разделена с первым шагом резца, а вторая часть ряда резцов на первой шарошке разделена со вторым, отличающимся шагом резца.

5 7. Буровое долото по п. 1, у которого ряд резцов на первой шарошке разделен с первым шагом резца вдоль одной трети своей окружности и со вторым, отличающимся шагом резца вдоль двух третей своей окружности.

8. Буровое долото по п. 1, у которого первая шарошка имеет два разных шага резца в одном ряду резцов.

10 9. Буровое долото по п. 1, у которого первая и вторая шарошки имеют по ряду резцов, в целом одинаково смещенных от центральной оси.

10. Буровое долото по п. 9, у которого в целом одинаково смещенные ряды имеют различный шаг резца.

11. Буровое долото по п. 9, у которого в целом одинаково смещенные ряды имеют разные диаметры.

15 12. Буровое долото по п. 1, у которого первая и вторая шарошки имеют по ряду резцов, сходным образом смещенных от центральной оси так, что их канавки перекрываются.

13. Буровое долото по п. 12, у которого перекрывающиеся ряды имеют различный шаг резца.

20 14. Буровое долото по п. 12, у которого перекрывающиеся ряды имеют различный диаметр.

15. Гибридное буровое долото (311), имеющее калибрующую область, область перегиба, носовую и конусную области и включающее:

корпус (113) долота, имеющий продольную центральную ось (315);

25 по меньшей мере одну лопасть (327), отходящую от корпуса (113) долота;

первую и вторую лапы (317, 319), отходящие от корпуса (113) долота;

первую шарошку (329), которая закреплена с возможностью вращения на первой лапе (317) и отходит внутрь в направлении центральной оси, но при этом усечена в длину так, что она не выступает в конусную область долота, и которая имеет несколько режущих элементов (335), расположенных в основном круговыми рядами по меньшей мере в области перегиба и носовой области; и

вторую шарошку (333), которая закреплена с возможностью вращения на второй лапе (319) и отходит внутрь в направлении центральной оси, но при этом усечена в длину так, что она не выступает в конусную область долота, и которая имеет несколько режущих элементов (337), расположенных в основном круговыми рядами по меньшей мере в области перегиба и носовой области;

при этом шаг резцов первой усеченной шарошки (329) отличается от шага резцов второй усеченной шарошки (333).

40 16. Буровое долото по п. 15, у которого шаг резца на первой шарошке на 25% превышает шаг резца на второй шарошке.

17. Буровое долото по п. 15, у которого первая шарошка включает резцы, имеющие два разных шага.

18. Буровое долото по п. 15, у которого ряд резцов на первой шарошке разделен с двумя разными шагами резца.

45 19. Буровое долото по п. 15, у которого первая часть ряда резцов на первой шарошке разделена с первым шагом резца, а вторая часть ряда резцов на первой шарошке разделена со вторым, отличающимся шагом резца.

20. Буровое долото по п. 15, у которого ряд резцов на первой шарошке разделен с

первым шагом резца вдоль одной трети своей окружности, и со вторым, отличающимся шагом резца, вдоль двух третей своей окружности.

21. Буровое долото по п. 15, у которого первая шарошка имеет два разных шага резца в одном ряду резцов.

5 22. Буровое долото по п. 15, у которого первая и вторая шарошки имеют по ряду резцов, в целом одинаково смещенных от центральной оси.

23. Буровое долото по п. 22, у которого в целом одинаково смещенные ряды имеют различный шаг резца.

10 24. Буровое долото по п. 22, у которого в целом одинаково смещенные ряды имеют разные диаметры.

25. Буровое долото по п. 15, у которого первая и вторая шарошки имеют по ряду резцов, сходным образом смещенных от центральной оси так, что их канавки перекрываются.

15 26. Буровое долото по п. 25, у которого перекрывающиеся ряды имеют различный шаг резца.

27. Буровое долото по п. 25, у которого перекрывающиеся ряды имеют различный диаметр.

28. Буровое долото по п. 15, у которого первая шарошка и вторая шарошка имеют разные диаметры шарошки.

20 29. Буровое долото по п. 15, у которого режущие элементы на первой шарошке имеют большую твердость по классификации IADC, чем режущие элементы на второй шарошке.

30. Гибридное долото (211) для бурения пород, включающее:

корпус (213) долота, имеющий продольную центральную ось и;

25 по меньшей мере одну лопасть, отходящую от корпуса долота и приспособленную для размещения на ней по меньшей мере одного режущего элемента;

по меньшей мере две лапы (127) долота, отходящие от корпуса (213) долота и имеющие проходящую по кругу наружную поверхность, ведущую сторону и заднюю сторону;

30 первую шарошку (221) и вторую шарошку (225), установленные с возможностью вращения на закрепленной одним концом цапфе подшипника, отходящей внутрь от лап долота в направлении центральной оси, при этом каждая шарошка имеет наибольший наружный диаметр в области перегиба и/или носовой области; и

35 несколько резцов (227, 231), расположенных по кругу на наружной поверхности шарошек в области перегиба или носовой области,

при этом первая шарошка (221) и вторая шарошка (225) имеют различные наибольшие диаметры шарошки.

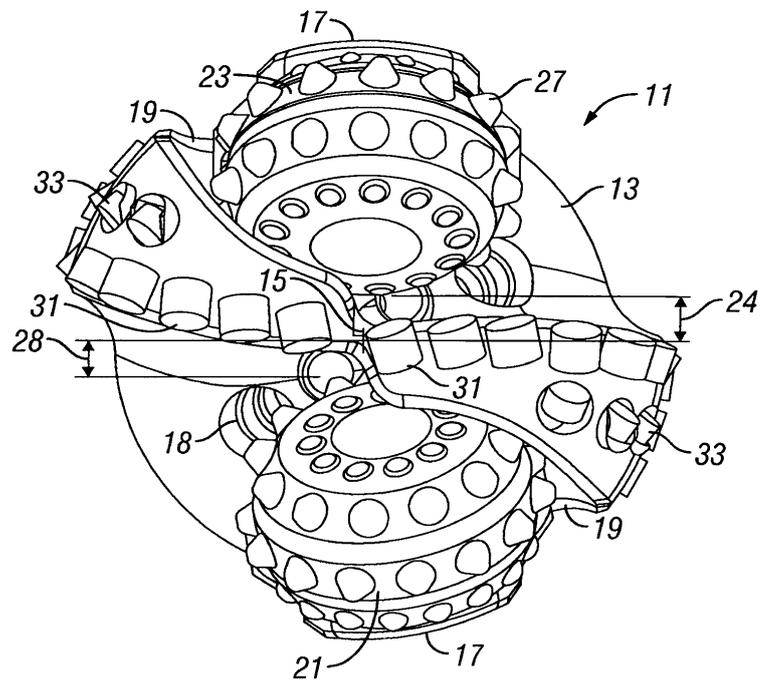
31. Долото по п. 30, у которого по меньшей мере два резца на по меньшей мере одной из первой и второй шарошек имеют различный шаг.

40 32. Долото по п. 30, у которого по меньшей мере два резца на по меньшей мере одной из первой и второй шарошек имеют различный угол наклона.

33. Долото по п. 30, у которого резцы на первой шарошке имеют большую твердость по классификации IADC, чем резцы на второй шарошке.

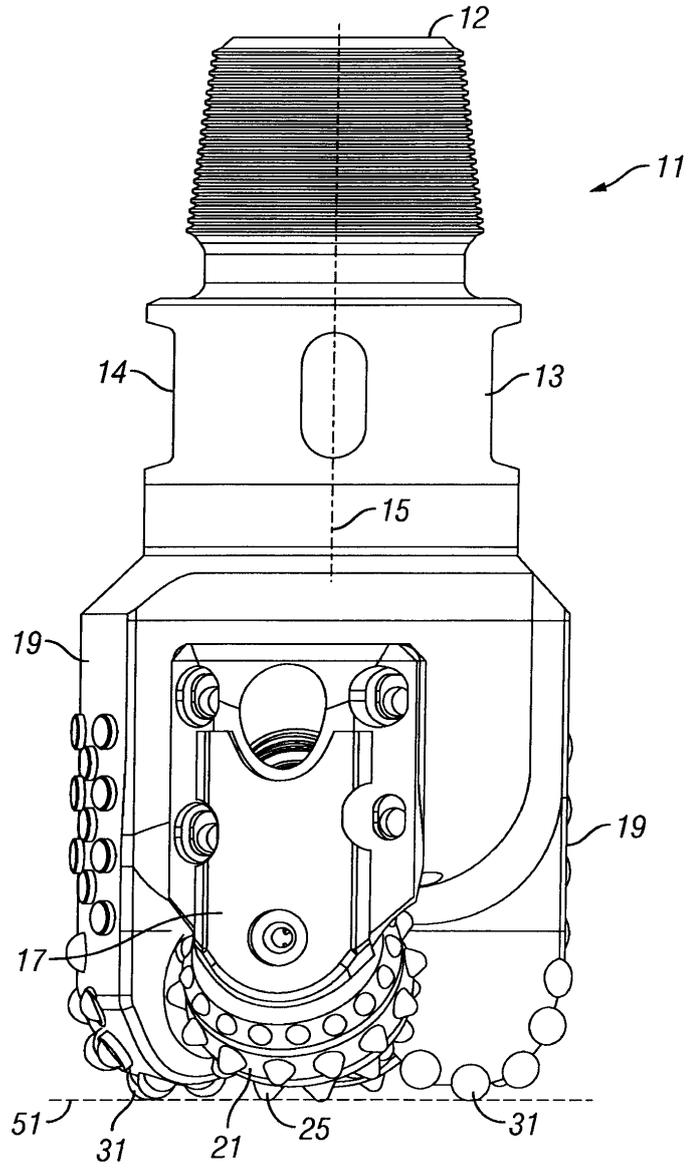
45 34. Долото по п. 30, дополнительно включающее фиксированный лопастной резец с ведущей кромкой и задней кромкой и имеющее несколько режущих элементов, расположенных в ряд на ведущей кромке фиксированного лопастного резца.

1/19



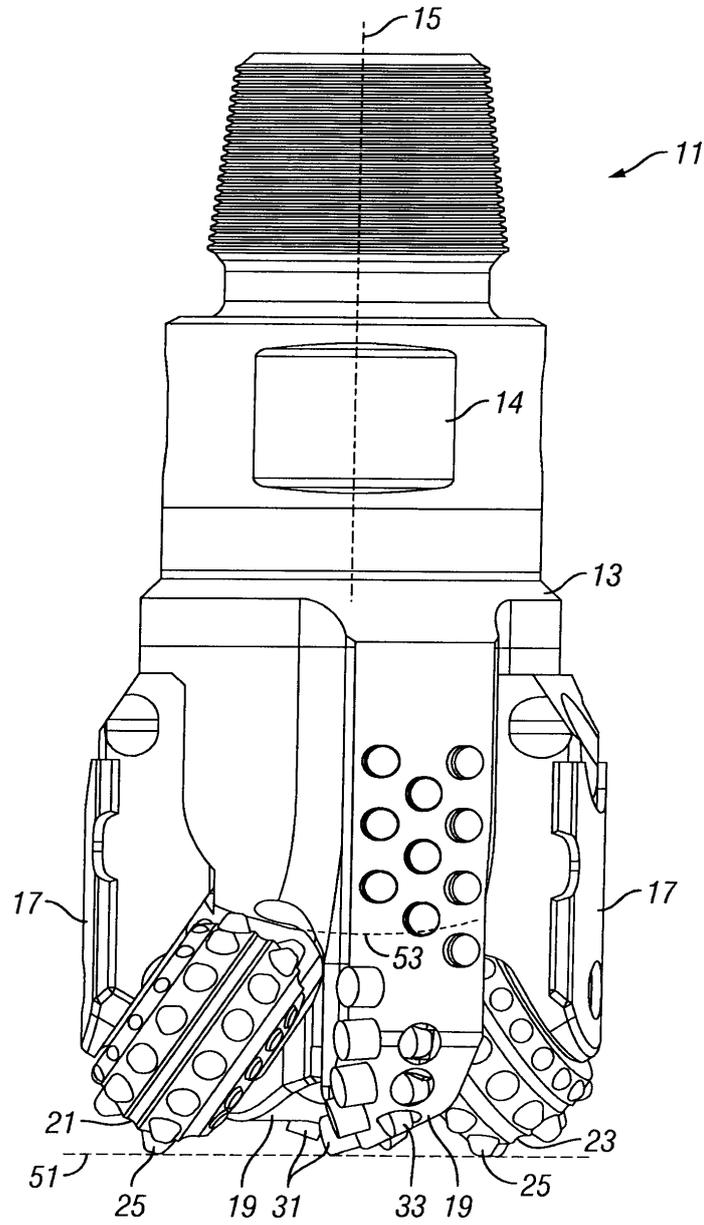
ФИГ. 1

2/19



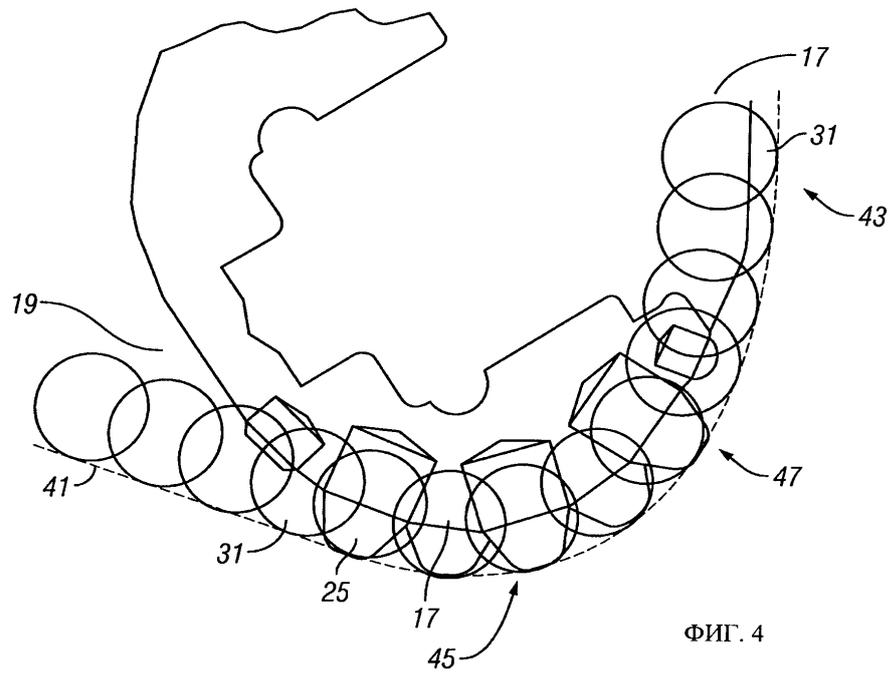
ФИГ. 2

3/19

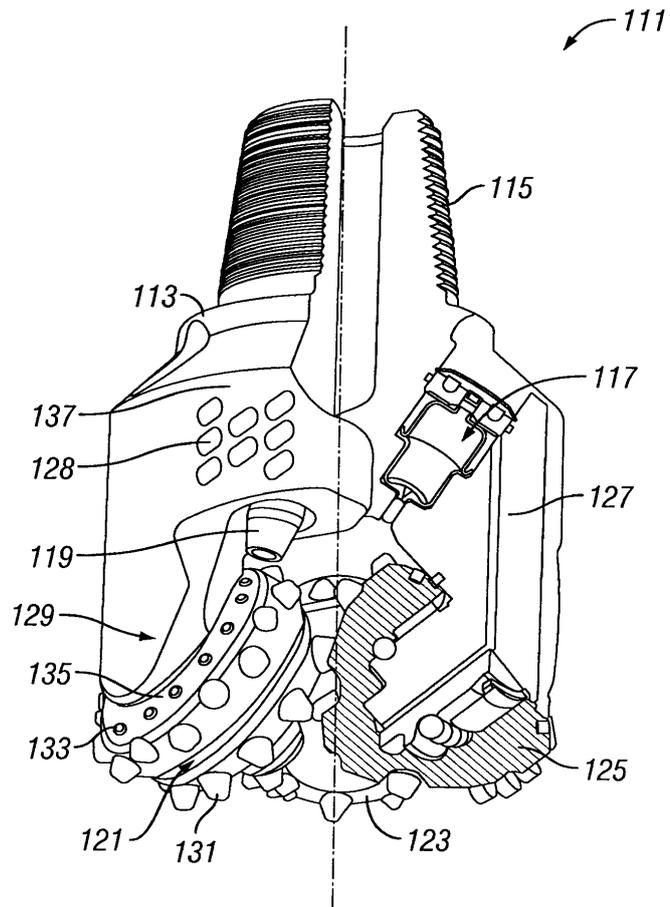


ФИГ. 3

4/19

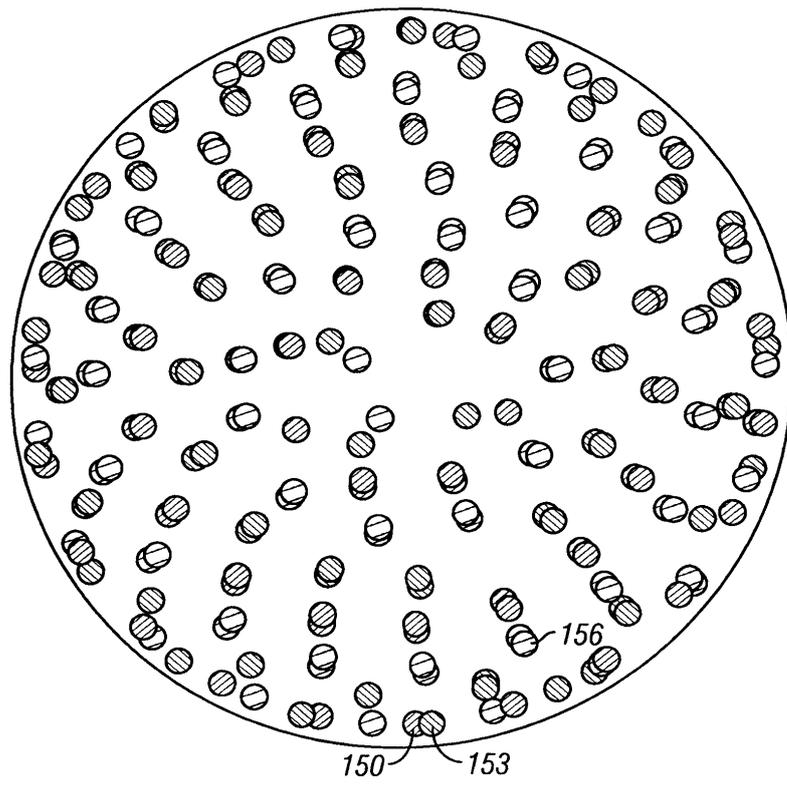


5/19



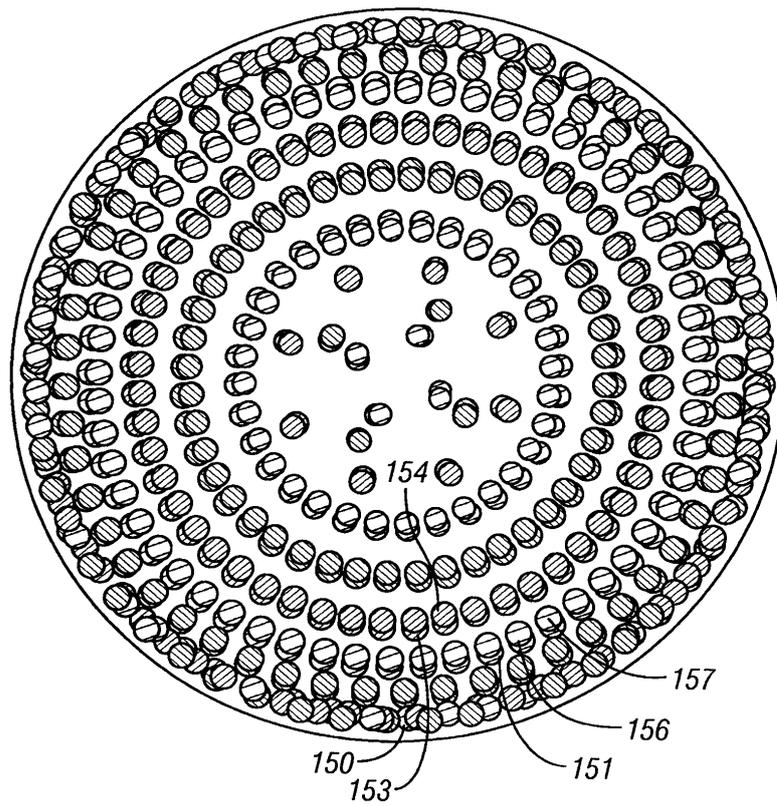
ФИГ. 5

6/19



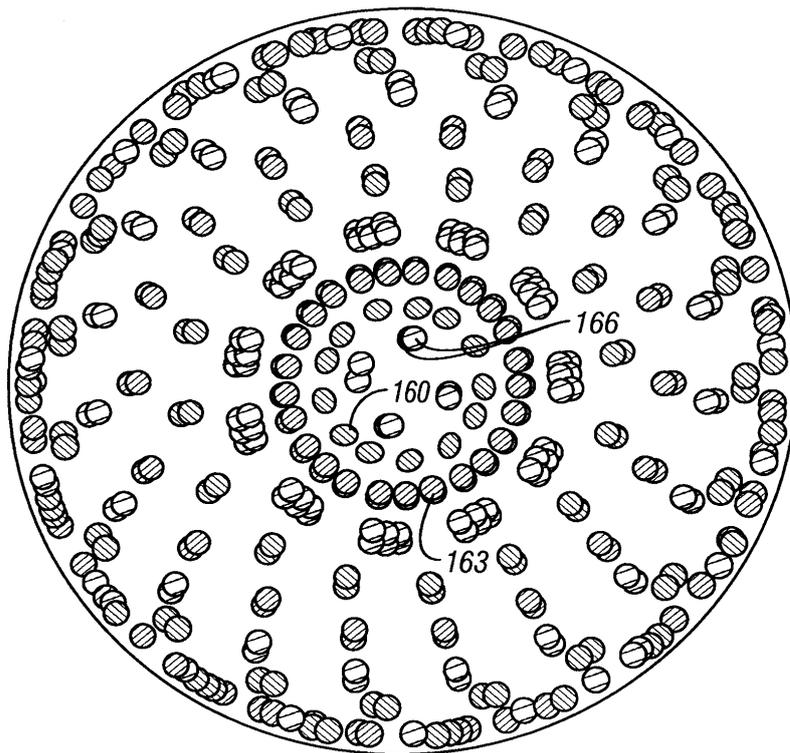
ФИГ. 6

7/19

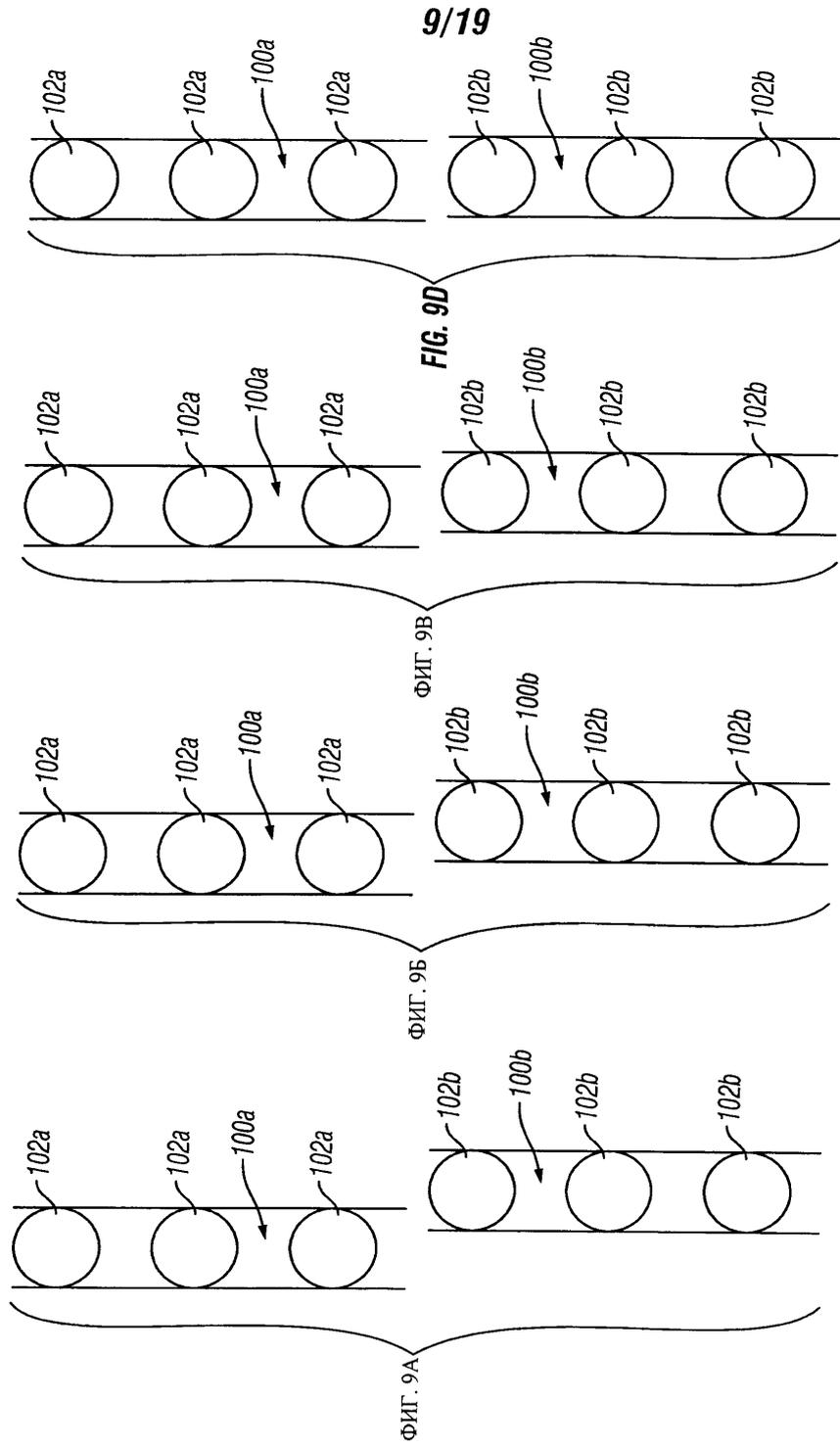


ФИГ. 7

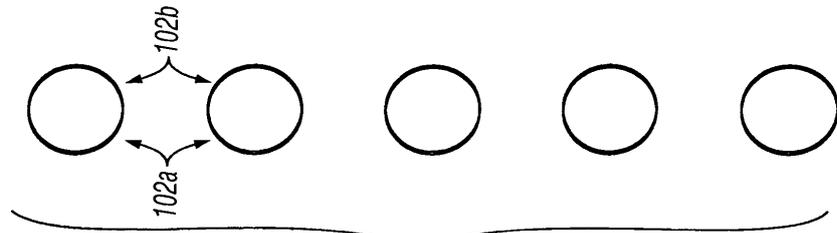
8/19



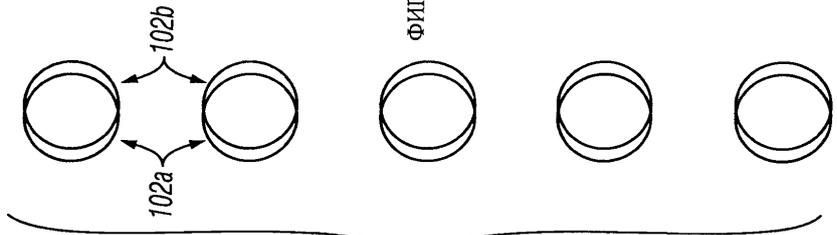
ФИГ. 8



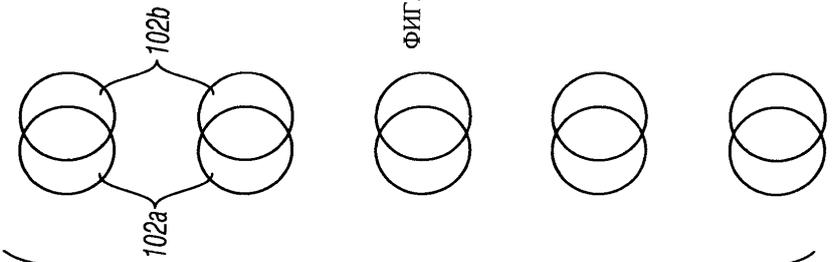
10/19



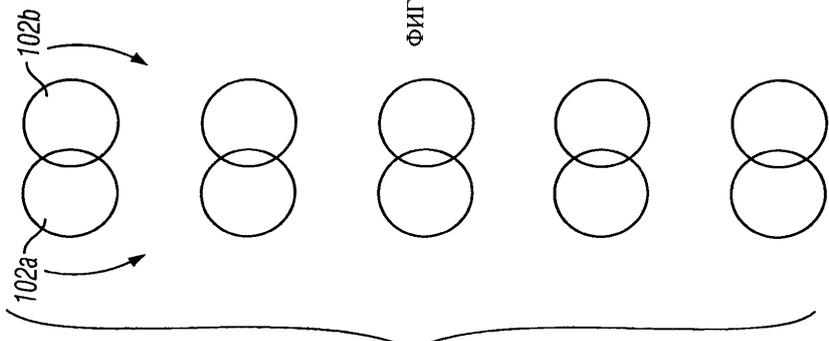
ФИГ. 10Г



ФИГ. 10Б

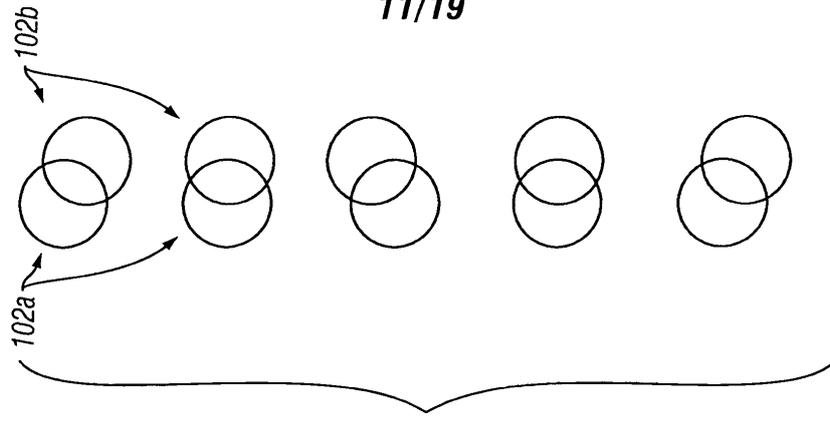


ФИГ. 10Б

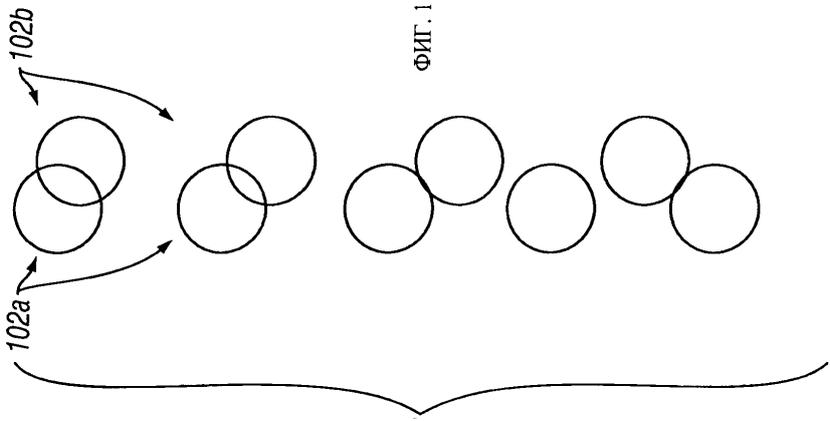


ФИГ. 10А

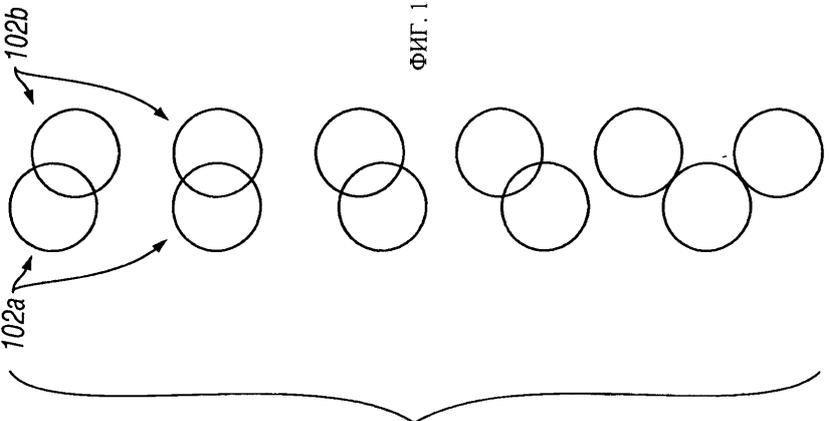
11/19



ФИГ. 11В

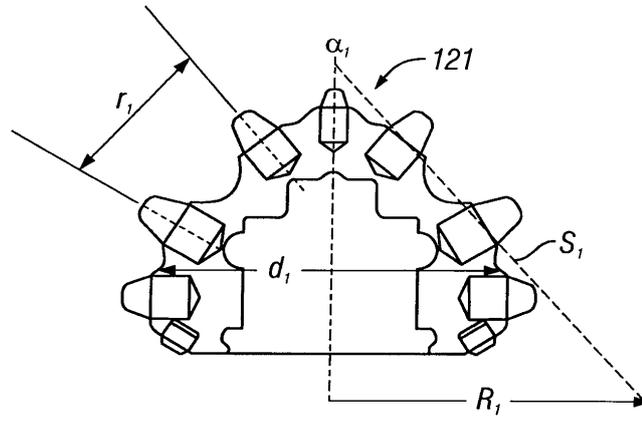


ФИГ. 11Б

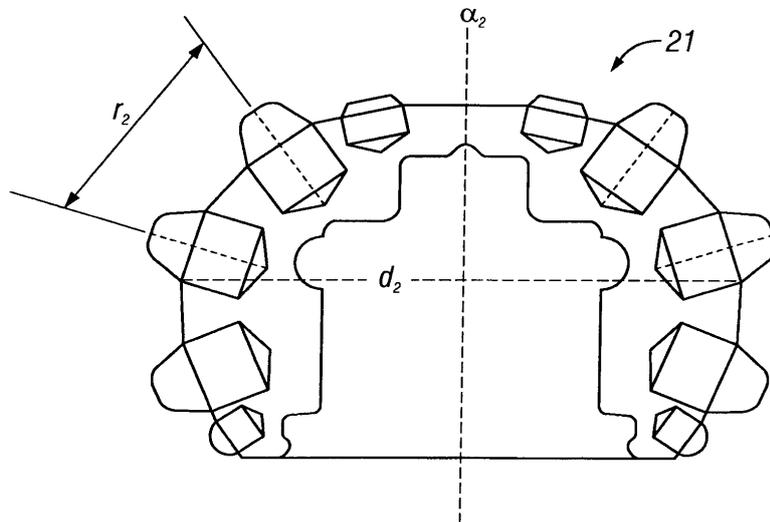


ФИГ. 11А

12/19

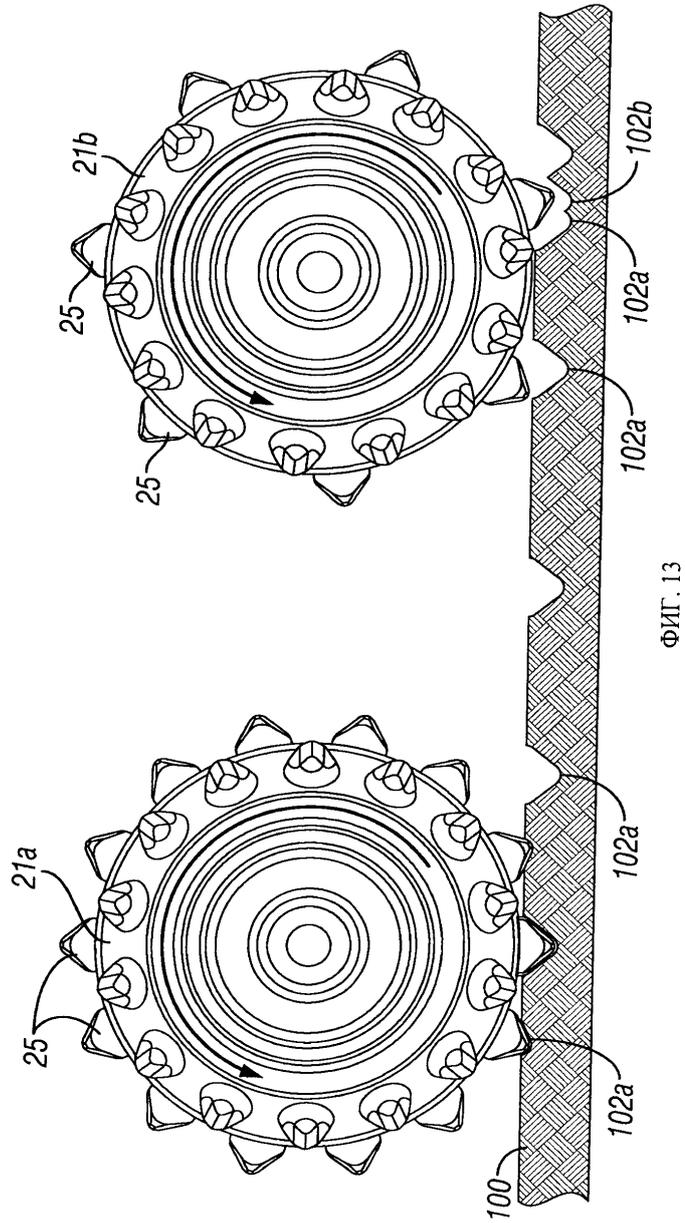


ФИГ. 12А

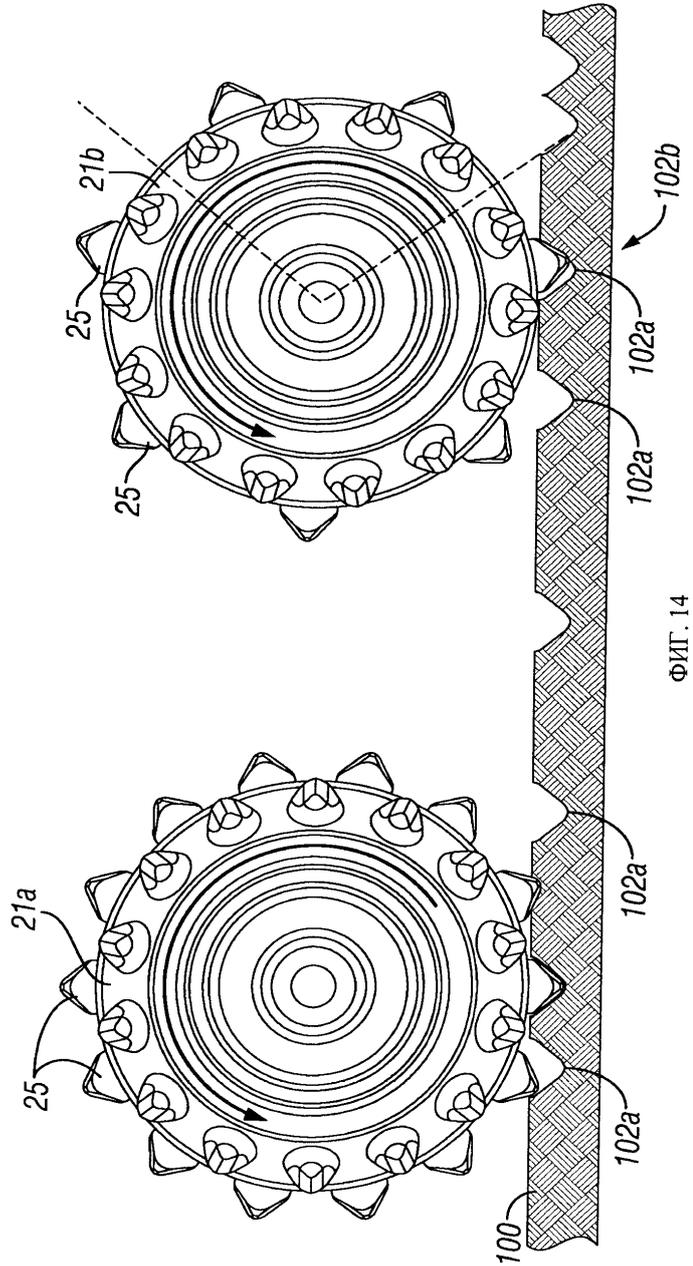


ФИГ. 12Б

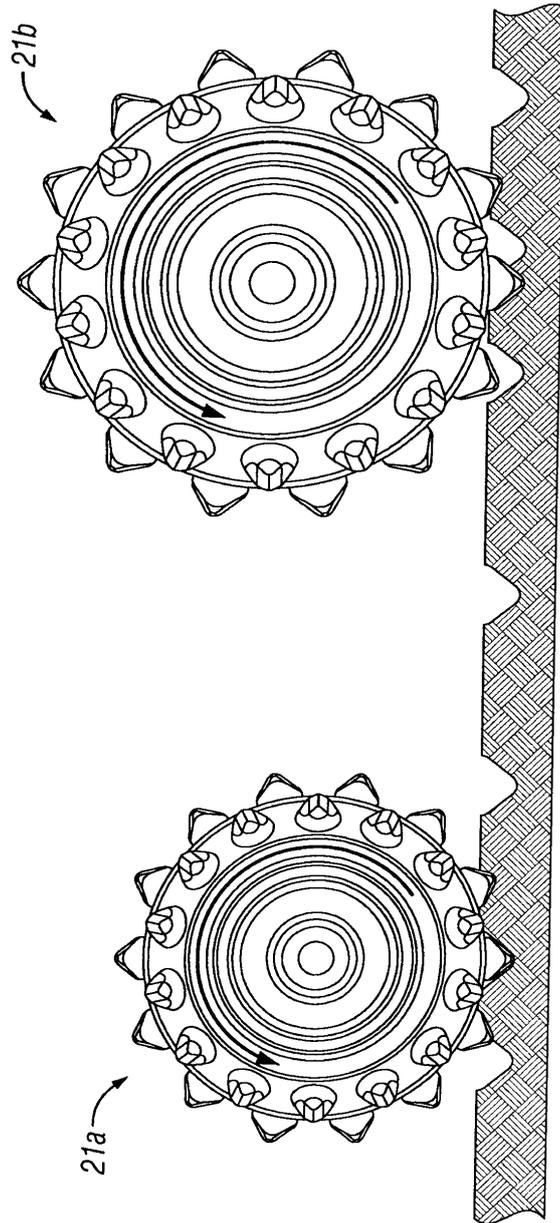
13/19



14/19

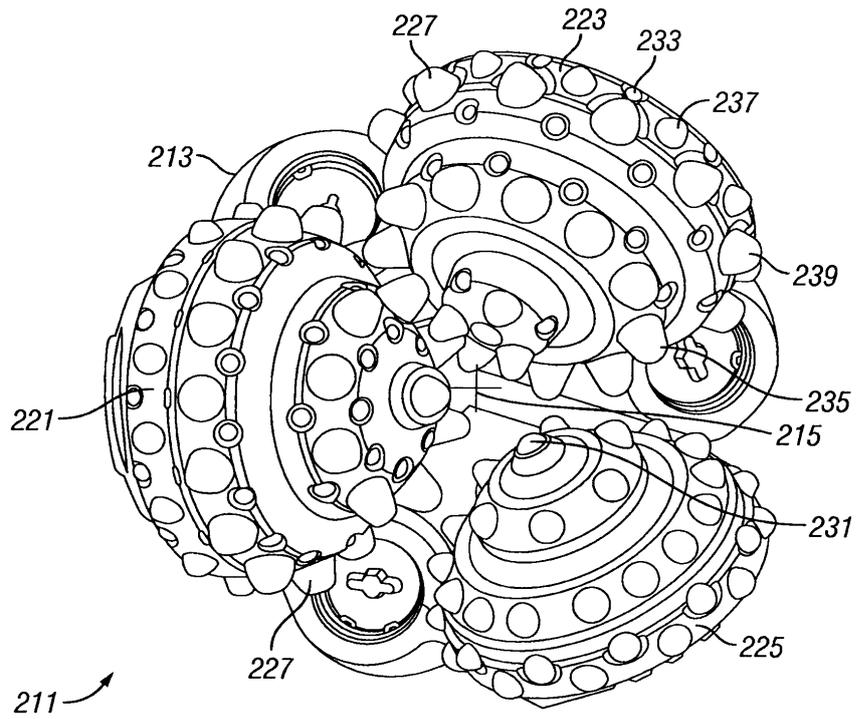


15/19



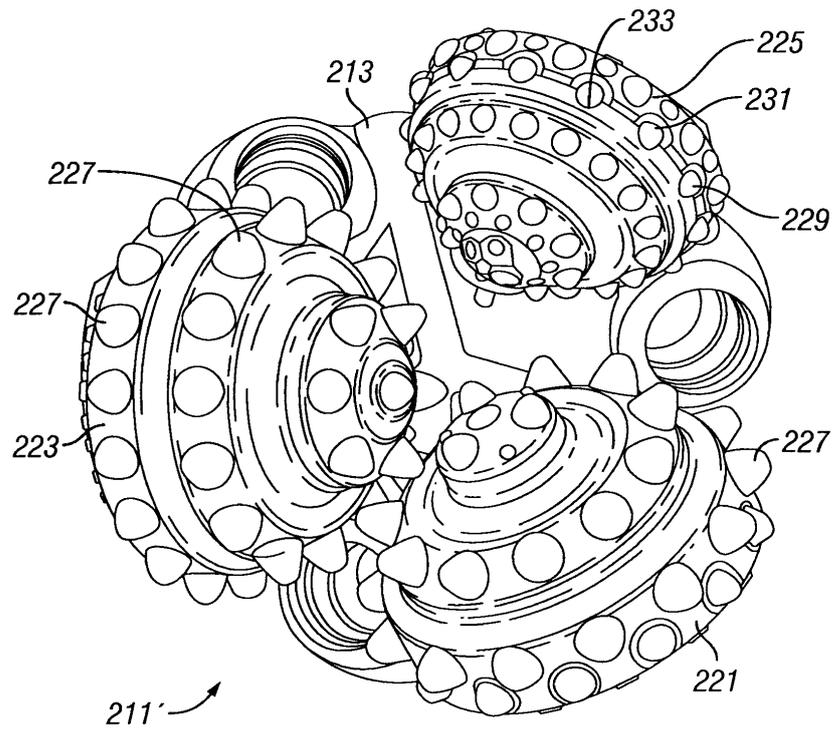
ФИГ. 15

16/19



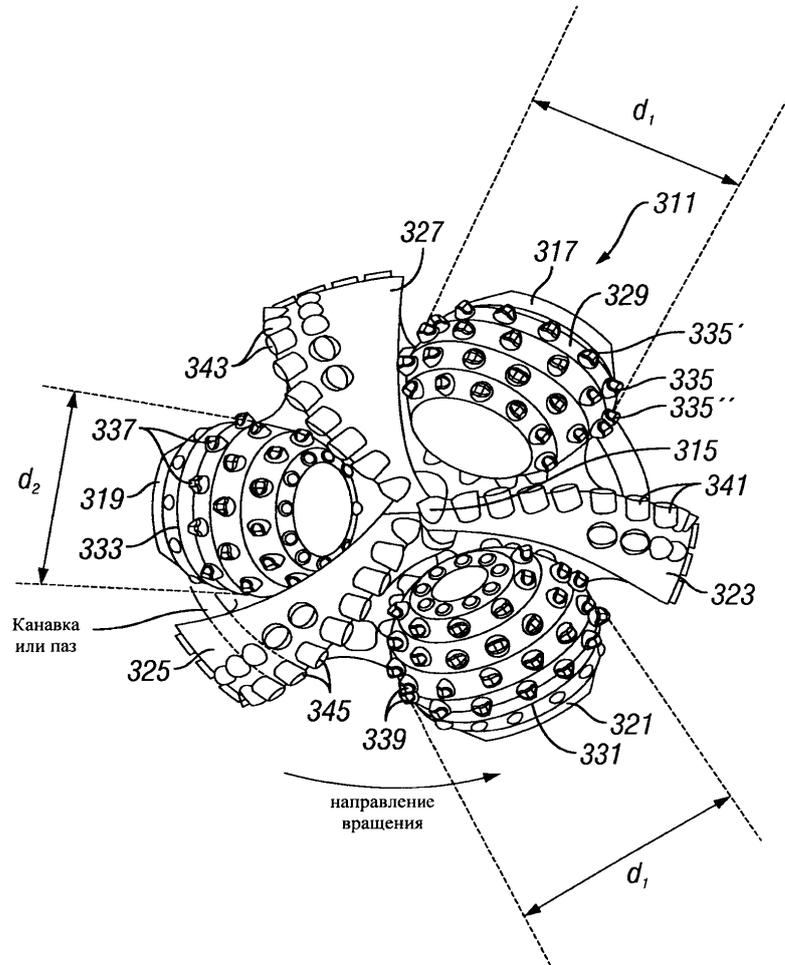
ФИГ. 16

17/19



ФИГ. 17

18/19



ФИГ. 18

19/19

СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ДОЛОТ IADC СЕРИИ И ТИПЫ ДОЛОТ ДЛЯ РАЗНЫХ ПОРОД ДОЛОТА С ФРЕЗЕРОВАННЫМИ ЗУБЬЯМИ		
Серии	Порода	Типы
1	Мягкие породы с низкой прочностью на сжатие	1
		2
		3
2	Средние и средне-твердые породы с высокой прочностью на сжатие	1
		2
		3
3	Твердые полуабразивные породы	1
		2
		3
Долота со вставками из карбида вольфрама		
Серии	Породы	Типы
4	Мягкие породы с низкой прочностью на сжатие	1
		2
		3
		4
5	Мягкие и средней твердости породы с низкой прочностью на сжатие	1
		2
		3
		4
6	Породы средней твердости с высокой прочностью на сжатие	1
		2
		3
		4
7	Твердые, полуабразивные и абразивные породы	1
		2
		3
		4
8	Очень твердые и абразивные породы	1
		2
		3
		4

ФИГ. 19