



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011129553/03, 17.12.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.12.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
19.12.2008 US 12/340,299

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2013 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 27.10.2014 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2008/0264695 A1, 30.10.2008. WO 2008/091654 A2, 31.07.2008. SU 592956 A1, 15.02.1978. SU 1472623 A1, 15.04.1989. US 2006/0162968 A1, 27.07.2006. US 2004/0173384 A1, 09.09.2004

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 19.07.2011

(86) Заявка РСТ:  
US 2009/068399 (17.12.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2010/080477 (15.07.2010)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Рудолф С. ПЕССИР (US),  
Майкл С. ДАМШЕН (US)

(73) Патентообладатель(и):

БЕЙКЕР ХЬЮЗ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

**(54) ГИБРИДНОЕ БУРОВОЕ ДОЛОТО С БОЛЬШИМ БОКОВЫМ ПЕРЕДНИМ УГЛОМ НАКЛОНА  
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДУБЛИРУЮЩИХ РЕЗЦОВ**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к гибридным буровым долотам. Обеспечивает улучшенные характеристики бурения. Гибридное буровое долото включает корпус долота с осью, по меньшей мере одну лопасть на корпусе долота, по меньшей мере один узел шарошки, установленный на корпусе долота. Долото содержит по меньшей мере один основной резец, имеющий режущую поверхность, выступающий по меньшей мере частично от лопасти, расположенный так, чтобы проходить по траектории резания при вращении корпуса долота

вокруг оси, и имеющий конфигурацию, обеспечивающую захват породы при движении вдоль траектории резания; и комплект резцов, включающий несколько задних резцов, каждый из которых имеет режущую поверхность, выступающую по меньшей мере частично от лопасти. Каждый задний резец расположен так, чтобы по существу следовать за по меньшей мере одним основным резцом вдоль траектории резания при вращении корпуса долота вокруг его оси. По меньшей мере один из задних резцов комплекта резцов имеет боковой передний угол,

который находится в пределах от бокового переднего угла примерно 5 градусов до бокового переднего угла примерно 75 градусов или в пределах от бокового переднего угла примерно минус 5 градусов до бокового переднего угла

примерно минус 75 градусов. По меньшей мере один резец из упомянутого комплекта смещен от траектории вращения основного резца приблизительно на ширину канавки. 2 н. и 15 з.п. ф-лы, 4 ил.

R U 2 5 3 1 7 2 0 C 2

R U 2 5 3 1 7 2 0 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*E21B 10/14* (2006.01)  
*E21B 10/43* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011129553/03, 17.12.2009**(24) Effective date for property rights:  
**17.12.2009**

Priority:

(30) Convention priority:  
**19.12.2008 US 12/340,299**(43) Application published: **27.01.2013 Bull. № 3**(45) Date of publication: **27.10.2014 Bull. № 30**(85) Commencement of national phase: **19.07.2011**(86) PCT application:  
**US 2009/068399 (17.12.2009)**(87) PCT publication:  
**WO 2010/080477 (15.07.2010)**

Mail address:

**105082, Moskva, Spartakovskij per., d. 2, str. 1,  
seksija 1, ehtazh 3, "EVROMARKPAT"**

(72) Inventor(s):

**Rudolf S. PESSIR (US),  
Majkl S. DAMShEN (US)**

(73) Proprietor(s):

**BEJKER KhJuZ INKORPOREJTED (US)**(54) **HYBRID DRILLING BIT WITH HIGH SIDE FRONT INCLINATION ANGLE OF AUXILIARY BACKUP CUTTERS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: hybrid drilling bit includes a bit housing with an axis, a blade on the bit housing, a rolling cutter assembly installed on the bit housing. The bit includes the main cutter having cutting surface projecting partially from the blade, located so that it can pass along the cutting trajectory at rotation of the bit housing about the axis and having the configuration providing the capture of rock at movement along the cutting trajectory; and a set of cutters, which includes several rear cutters, each of which has cutting surface projecting partially from the blade. Each rear cutter is located so that it can follow after the main cutter along

the cutting trajectory at rotation of the bit housing rotation about its axis. At least one of the rear cutters of the set of cutters has side front angle that is within the side front angle of approximately 5 degrees to side front angle of approximately 75 degrees or within the side front angle of approximately minus 5 degrees to the side front angle of approximately minus 75 degrees. At least one cutter of the above said set is offset from the rotation trajectory of the main cutter approximately by groove width.

EFFECT: improved drilling characteristics.

17 cl, 4 dwg

## Притязания на приоритет

Настоящая заявка претендует на приоритет патентной заявки US 12/340299, поданной 19 декабря 2008 г.

## Область техники

5 Настоящее изобретение, в общем, относится к области долот для бурения подземных пород и, в частности, к долоту, в котором объединены шарошки, фиксированные резцы и режущие элементы, и способу конструирования и использования таких долот.

## Уровень техники

10 Достижения роторного бурения позволили обнаружить нефтяные и газовые пласты глубокого залегания и обеспечили добычу огромных количеств нефти. Долото для роторного бурения стало важным изобретением, сделавшим возможным достижения роторного бурения. Первые лопастные долота и долота ударно-канатного бурения могли использоваться для промышленного бурения только мягких грунтовых пород, но уже двухшарошечное дробящее долото, изобретенное Говардом Р. Хьюзом (US 15 930759), бурило покрывающую породу с относительной легкостью. По скорости и глубине бурения это - почтенное изобретение, относящееся к первой декаде прошлого столетия, многократно уступает современным долотам для роторного бурения. Первое долото Хьюза могло бурить несколько часов, в то время как современные буровые долота бурят по несколько дней. В некоторых случаях современным буровым долотом 20 пробуривают тысячи футов вместо нескольких футов. Столь внушительные улучшения характеристик долот для роторного бурения стали возможны благодаря многим усовершенствованиям.

В бурении скважин в земных породах с использованием долот с коническими шарошками или с шарошками применяются дробящие долота с закрепленными на них 25 одним, двумя или тремя вращающимися шарошками. Долото прикрепляется к нижнему концу бурильной колонны, которую вращают с поверхности, либо скважинным двигателем или турбиной. Резцы, установленные на долоте, при вращении бурильной колонны вращаются и скользят по дну буровой скважины, захватывая и разрушая материал удаляемой породы. На шарошках имеются режущие элементы или зубья, 30 которые под весом бурильной колонны проникают в дно буровой скважины и продалбливают его. Обломки породы со дна и боковых стенок скважины смываются буровым раствором, нагнетаемым вниз с поверхности сквозь полую вращающуюся бурильную колонну и промывочные насадки в отверстиях в буровом долоте. В конечном итоге обломки уносятся в виде взвеси в буровом растворе вверх на поверхность по 35 кольцевому пространству между бурильной колонной и стенкой буровой скважины.

Шарошечные буровые долота преобладали в бурении нефтяных скважин большую часть XX столетия. Благодаря прогрессу в технологии синтетических или искусственных алмазов в 70-х - 80-х годах в конце XX столетия снова стало популярным долото с 40 фиксированными резцами или "лопастное" долото. Современные долота с фиксированными резцами, часто называемые "алмазными" или ПКА (PDC от англ. polycrystalline diamond compact - вставка из поликристаллического алмаза) долотами, очень далеко ушли от первых долот с фиксированными резцами XIX и начала XX столетий. В алмазных или ПКА долотах используются режущие элементы, включающие 45 слои или "пластинки" вставок из поликристаллического алмаза, сформированные и закрепленные на несущей подложке, обычно выполненной из твердого сплава на основе карбида вольфрама, при этом режущие элементы устанавливаются в определенных местах на лопастях или иных структурах на корпусе долота, а алмазные пластинки обращены в основном в направлении вращения долота. Преимущество алмазных долот

по сравнению с шарошечными долотами состоит в том, что у них нет движущихся частей. Алмазные долота отличаются по механике и динамике бурения от шарошечных именно благодаря тому, что у них отсутствуют движущиеся части. При проведении буровых работ алмазные долота используются так же, как и шарошечные долота, они так же вращаются, удаляя материал породы, прижимаемые к выбуриваемой породе приложенным к долоту весом (ОННД - осевая нагрузка на долото). Алмазные режущие элементы находятся в зацеплении с дном и краями скважины, срезая или соскребая материал породы, в то время как шарошечные долота дробят породу. Шарошечные и алмазные долота, каждые, имеют свою область применения, для которой они подходят лучше другого; никакое из этих долот в обозримом будущем, вероятно, не сможет полностью заменить другое.

Известно, что в некоторых буровых долотах используется комбинация одной или более шарошек с одним или более фиксированными резцами. Некоторые из этих комбинированных буровых долот называют гибридными долотами. В известных конструкциях гибридных долот, например, описанных в US 4343371 (Baker, III), разрушение породы выполняется в основном шарошками, особенно в центре скважины или долота. Комбинированные долота другого типа, известные под названием "керновых долот", например, раскрыты в US 4006788 (Garner). Керновые буровые долота обычно включают усеченные шарошки, не достигающие до центра долота, и предназначены для извлечения образца керна породы посредством бурения вниз, но вокруг сплошного цилиндра породы, который должен извлекаться из скважины в основном неповрежденным.

В гибридном долоте другого типа, раскрытом в US 5695019 (Shamburger, Jr.), шарошки проходят почти до центра. Вставки 50 фиксированных резцов (фиг.2 и 3) расположены в области 2 свода или "промежности" долота для завершения удаления выбуренной породы. Гибридное долото еще одного типа, иногда называемое "расширителем ствола скважины", описано в US 6527066.

Расширитель ствола скважины имеет неподвижную выступающую резьбовую часть, выходящую по оси за пределы шарошек, для прикрепления к ней направляющего долота, которое может представлять собой шарошечное долото или долото с фиксированными резцами. В этих двух последних случаях центр прорезается фиксированными режущими элементами, но фиксированные режущие элементы не образуют сплошного режущего профиля без разрывов от центра до края долота.

Хотя каждое из этих долот пригодно для определенных ограниченных применений, желательнее создание усовершенствованного гибридного долота для бурения подземных пород с улучшенными характеристиками бурения.

#### Раскрытие изобретения

В настоящем изобретении предлагается гибридное буровое долото с большим боковым передним углом наклона вспомогательных дублирующих резцов.

Ниже изобретение более подробно рассмотрено со ссылкой на приложенные чертежи, на которых:

#### Краткое описание чертежей

на фиг.1 представлено гибридное долото в соответствии с настоящим изобретением; на фиг.2 представлен вид спереди или в плане варианта осуществления гибридного долота, показанного на фиг.1;

на фиг.2А представлен вид основного резца и дублирующего резца гибридного долота;

на фиг.2Б представлен вид основного резца и дублирующего резца гибридного

долота;

на фиг.2В представлен вид дублирующего резца на лопасти гибридного долота;

на фиг.2Г представлен вид, иллюстрирующий боковой передний наклон

дублирующего резца на лопасти гибридного долота;

5 на фиг.3 представлена схема расположения резцов гибридного долота в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг.3А-3В представлены схемы расположения резцов на лопасти и шарошке гибридного долота;

10 на фиг.4А-4Ж представлены виды сверху комплектов, расположенных по линии резцов гибридного долота.

Осуществление изобретения

На фиг.1 и 2 представлен вариант осуществления гибридного долота 11 для бурения подземных пород, в соответствии с настоящим изобретением. Гибридное долото 11 включает корпус 13 долота, верхняя часть которого имеет резьбу или иным образом  
15 приспособлена для присоединения к бурильной колонне. Корпус 13 долота может быть выполнен из стали или твердосплавного матричного материала (например, карбида вольфрама) со стальными вставками. Ось или центральная линия 15 корпуса 13 долота в большинстве случаев совпадает с осью вращения бурового долота 11. В гибридном долоте 11, показанном на фиг.1 и 2, может использоваться конфигурация с "ведущей  
20 шарошкой", когда шарошка идет впереди фиксированной режущей лопасти, конфигурация с "ведущей лопастью", когда фиксированная режущая лопасть идет впереди шарошки на гибридном долоте, или конфигурация с "противолежащими резами", когда шарошка расположена напротив фиксированной режущей лопасти. В гибридных долотах всех этих типов, включающих описанные здесь фиксированные  
25 режущие лопасти и шарошки, гибридное долото включает дублирующие резцы на фиксированных режущих лопастях, имеющие большой боковой передний угол.

На фиг.1 от корпуса 13 долота вдоль оси вниз отходят три лапы 17, 19 (не показаны) 21 долота. С каждой лапой долота связан компенсатор смазки для выравнивания колебаний давления в смазке, подаваемой для смазки подшипника в лапе долота. Между  
30 лапами 17, 19, 21 долота вниз от корпуса 13 долота вдоль оси отходят три фиксированных режущих лопасти 23, 25, 27.

На каждой лапе 17, 19, 21 долота установлены вращающиеся шарошки 29, 31, 33 (обычно на подшипниках скольжения, но могут быть использованы подшипники качения и другие подшипники). На каждой шарошке 29, 31, 33 имеется несколько  
35 режущих элементов 35, 37, 39 шарошки, расположенных на ней в основном рядами по окружности. В представленном варианте осуществления режущие элементы 35, 37, 39 шарошек представляют собой вставки из карбида вольфрама, установленные на тугой посадке в отверстия или гнезда, сформированные в каждой шарошке 29, 31, 33. В альтернативном варианте режущие элементы 35, 37, 39 шарошек могут быть  
40 сформированы совместно с шарошкой и подвергнуты поверхностному упрочнению, как в шарошках со стальными или фрезерованными зубьями. Для режущих элементов 35, 37, 39 шарошек также могут быть использованы иные материалы, помимо карбида вольфрама, например поликристаллический алмаз или другие сверхтвердые или суперабразивные материалы.

45 Несколько режущих элементов 41, 43, 45 фиксированных лопастей расположены в ряд на ведущей кромке каждой фиксированной режущей лопасти 23, 25, 27, соответственно. Каждый режущий элемент 41, 43, 45 фиксированной лопасти представляет собой круглый диск из поликристаллического алмаза, установленный на

штифте из карбида вольфрама или другого твердого металла, который в свою очередь прикреплен пайкой, пайкой тугоплавким припоем или иным способом к ведущей кромке каждой фиксированной режущей лопасти. Также может быть использован термостабильный поликристаллический алмаз или иной обычный материал для режущих элементов фиксированной лопасти. Каждый ряд основных фиксированных режущих элементов 41, 43, 45 на каждой из фиксированных режущих лопастей 23, 25, 27 расходится от центральной части корпуса 13 долота к радиально наиболее удаленной или калибрующей части на поверхности корпуса 13 долота. В по меньшей мере одном из рядов на одной из фиксированных режущих лопастях 23, 25, 27 режущий элемент фиксированной лопасти расположен на центральной линии 15 корпуса 13 долота или вблизи нее ("на или вблизи" означает, что какая-то часть режущего элемента фиксированной лопасти находится на центральной линии 15 или в пределах интервала 0,040 дюйма от нее). В представленном варианте осуществления окружность ближайшего к центру режущего элемента 41 фиксированной лопасти в ряду на фиксированной режущей лопасти 23 является касательной к оси или центральной линии 15 корпуса 13 долота и долота 11.

На радиально наиболее удаленной или калибрующей поверхности или калибрующей накладке каждой фиксированной режущей лопасти 23, 25, 27 сформировано несколько износостойких вставок с плоским верхом из карбида вольфрама или аналогичного твердого металла. Эти вставки предназначены для защиты этой части долота от абразивного износа в результате контакта с боковой стенкой буровой скважины. Кроме того, на каждом фиксированной режущей лопасти 23, 25, 27 между его ведущей и задней кромками имеется ряд каждых из дублирующих резцов 53, 53'. Дублирующие резцы 53, 53' могут быть расположены по линии с основными режущими элементами 41, 43, 45 фиксированных лопастей на соответствующих фиксированных режущих лопастях 23, 25, 27 так, что они прорезают ту же полосу, или канавку, или желобок, что и основные режущие элементы фиксированной лопасти. В альтернативном варианте они могут быть радиально разнесены с основными режущими элементами фиксированной лопасти так, что будут прорезать между канавками или желобками, создаваемыми основными режущими элементами, расположенными на соответствующих фиксированных режущих лопастях. Кроме того, дублирующие резцы 53, 53' создают дополнительные точки контакта или захвата между гибридным долотом 11 и пробуриваемой породой, повышая тем самым стабильность работы гибридного долота 11.

Фиг.2 иллюстрирует вариант осуществления гибридного долота 11 для бурения подземных пород, имеющего конфигурацию с "противолежащими резцами", когда шарошка расположена напротив фиксированной режущей лопасти гибридного долота 11 с фиксированными режущими лопастями 23, 25, 27 и шарошками 29, 31, 33, в соответствии с настоящим изобретением. Режущие элементы 35, 37, 39 на каждой из шарошек 29, 31, 33, соответственно, расположены так, чтобы прорезать ту же полосу, или канавку, или желобок, что и основные режущие элементы 43, 45, 41 на противоположных или противоположных фиксированных режущих лопастях 25, 27, 23, соответственно, гибридного долота 11. Таким образом, режущие элементы 35 на шарошке 29 попадают на ту же полосу или канавку или желоб или траекторию вращения, что и режущие элементы 43 на противоположной фиксированной режущей лопасти 25. То же справедливо и для режущих элементов 37 на шарошке 31 и режущих элементов 45 на противоположной фиксированной режущей лопасти 27; и для режущих элементов 39 на шарошке 33 и режущих элементов 41 на противоположной фиксированной режущей лопасти 23. Такая конфигурация режущих элементов гибридного долота 11

обычно называется конфигурацией с "противолежащими резцами". При таком расположении скорее режущие элементы на фиксированной режущей лопасти или шарошке лежат напротив режущих элементов на противоположной или противолежащей шарошке или фиксированной режущей лопасти, нежели режущие элементы на фиксированной режущей лопасти или шарошке "идут впереди" режущих элементов на идущей сзади шарошке или фиксированной режущей лопасти.

В варианте осуществления, представленном на фиг.2, шарошки 29, 31, 33 расположены под углом примерно 120 градусов друг к другу (измеряется между их осями вращения). Ось вращения каждой шарошки 29, 31, 33 пересекает ось 15 корпуса 13 долота или гибридного долота 11, хотя каждая из шарошек 29, 31, 33, или все они, могут быть отклонены на любой требуемый угол и (или) иметь поперечное смещение так, чтобы их собственные оси не пересекали оси корпуса 13 долота или гибридного долота 11.

Проходы 20 для бурового раствора лежат между лопастями 29, 31, 33, и буровой раствор в них попадает из отверстий 120, которыми кончаются каналы, ведущие от напорной камеры, проходящей в корпусе долота от трубчатого хвостовика (см фиг.1) в верхней части гибридного долота 11. В отверстиях 120 могут быть закреплены любые необходимые промывочные насадки для улучшения параметров потока промывочного раствора и управления им. Проходы 120 для бурового раствора проходят к канавкам для выноса бурового шлама, проходящим вверх вдоль боковой поверхности гибридного долота 11 между фиксированными режущими лопастями 23, 25, 27. Калибрующие накладки (см. фиг.1) образуют проходящие продольно вверх продолжения фиксированных режущих лопастей 23, 25, 27 и могут включать износостойкие вставки или покрытия на своих радиально наружных поверхностях, как это известно в уровне техники. Обломки породы уносятся от резцов 41, 43, 45 буровым раствором (не показаны), выходящим из отверстий 120 и проходящим в целом по радиусу наружу по ходам 20 для бурового раствора и далее вверх по канавкам для выноса бурового шлама в кольцевое пространство между бурильной колонной и стенкой буровой скважины. Буровой раствор обеспечивает охлаждение основным резцам 41, 43, 45 на фиксированных режущих лопастях 23, 25, 27 в процессе бурения и смывает обломки породы с торцевой поверхности гибридного долота 11.

Каждый из резцов 41, 43, 45 в этом варианте осуществления является ПКА (поликристаллический алмаз) резцом. Однако считается, что любой другой режущий элемент подходящего типа может быть использован в представленных вариантах осуществления изобретения. Для ясности и простоты описания и представления изобретения резцы показаны как единые конструкции, однако понятно, что резцы 41, 43, 45 могут включать слои материалов. Например, ПКА резцы 41, 43, 45 в настоящем варианте изобретения каждый могут включать алмазную пластинку, прикрепленную к несущей подложке, как было упомянуто ранее. При вращении гибридного бурового долота 11, ПКА резцы 41, 43, 45 удаляют материал подстилающих подземных пород срезающим действием при соприкосновении с породой режущих кромок резцов 41, 43, 45. Выбуренная порода распределяется в потоке бурового раствора с образованием взвеси, и смесь с частицами уносится через канавки для выноса бурового шлама.

Каждая из фиксированных режущих лопастей 23, 25, 27 рассматривается как основная лопасть. Фиксированная режущая лопасть 23, так же, как и фиксированные режущие лопасти 25, 27, в качестве основной лопасти включает коническую часть, и носовую часть и часть перегиба, которая проходит (выступает радиально и продольно) от торцевой поверхности к калибрующей поверхности гибридного долота 11. Как показано, некоторые из дублирующих резцов 53, 53', более конкретно дублирующие резцы 53',

гибридного долота 11 установлены под большим боковым передним углом, составляющим примерно от 10° до 60° или, в альтернативном варианте, примерно от 5° до 75°, как показано в настоящем описании и изображено на фиг.2А-2Г и фиг.4-4Е для того, чтобы предотвратить накапливание обломков и осколков перед режущими элементами 53, 53', в результате чего снижается их эффективность. Боковой передний угол дублирующих резцов 53, 53' зависит от необходимой степени отклонения обломков и от желательного пути их движения к открытым пространствам между задней частью фиксированной лопасти и фронтальной частью шарошек, размера гибридного бурового долота 11, конструкции гидравлической системы гибридного долота, числа режущих элементов, например, 41, 53, 53' на фиксированной режущей лопасти 23 гибридного долота 11, и общего числа фиксированных лопастей и шарошек.

На фиксированной режущей лопасти 23, 25, 27 гибридного долота 11 могут быть расположены один или более дополнительных рядов дублирующих резцов 53, 53', идущих сзади по направлению вращения и дополняющих основные резцы 41, 43, 45 каждой фиксированной режущей лопасти 23, 25, 27, и дублирующие резцы 53, 53'. Каждый из одного или более дополнительных рядов дублирующих резцов, ряда дублирующих резцов и ряда основных резцов включают один или более режущих элементов на одной и той же лопасти. Каждый из режущих элементов одного или более дополнительных рядов дублирующих резцов могут располагаться на одной или по существу на одной линии на концентрической полосе или канавке на траектории вращения с режущими элементами ряда, предшествующими ему на траектории вращения. В варианте осуществления каждый режущий элемент может следовать на круговой траектории с некоторым смещением от центра описываемой при вращении полосы, или канавки, или вращательной траектории режущих элементов, расположенных в ряду дублирующих резцов и основных режущих элементов 41, 43, 45 каждой фиксированной режущей лопасти 23, 25, 27.

Каждый дополнительный дублирующий резец может иметь индивидуальную величину выступа относительно предшествующего дублирующего резца на предшествующей режущей лопасти 23, 25, 27 гибридного долота 11. Например, каждый дублирующий резец может обладать одинаковым выступом, либо может иметь ступенчато уменьшающуюся величину выступа по сравнению с предыдущим дублирующим резцом, то есть каждый дублирующий резец имеет все меньшую величину выступа по отношению к предыдущему дублирующему резцу. В варианте осуществления каждый следующий дублирующий резец может иметь уменьшенную в большей или меньшей степени величину выступа относительно предшествующего ему дублирующего резца. Подбирая величину снижения величины выступа для дублирующих резцов, дублирующие резцы можно сделать такими, чтобы они вступали в соприкосновение с материалом породы по мере прогрессивного увеличения площади кромки износа, начиная с основных резцов, и далее у следующих за ними дублирующих резцов. Таким путем можно сделать так, чтобы дублирующие резцы продлевали срок службы гибридного долота 11. Как правило, основной режущий элемент, например 41, 43, 45, располагается обычно в передней части фиксированной режущей лопасти 23, 27, 25, принимая на себя большую часть нагрузки по срезанию породы, особенно при небольшом износе резцов. По мере того как основные режущие элементы 41, 43, 45 подвергаются вредным динамическим воздействиям или по мере износа режущих элементов, дублирующие резцы начинают захватывать породу и начинают принимать на себя нагрузку от основных резцов для улучшения удаления материала породы.

На фиг.2А представлен вид фрагмента роторного лопастного долота 11,

иллюстрирующий понятия бокового переднего наклона резца (боковой передний наклон) в отношении резцов 41, размещения резцов (боковой интервал) в отношении дублирующих резцов 53 и размера резца (размер). "Боковой передний наклон" описан выше. "Боковой интервал" представляет собой величину расстояния между резцами в соседних рядах резцов. "Размер" представляет размер резца, на который обычно указывает диаметр резцов.

На фиг.2Б представлен вид сбоку фрагмента роторного лопастного долота, показанного на фиг.2, иллюстрирующий понятия продольного переднего наклона в отношении дублирующих резцов 53, выступа и фаски в отношении резцов 41 и интервала в отношении резцов 41 и дублирующих резцов 53.

На фиг.2В представлен вид сечения через середину дублирующего резца 53, 53', расположенного на лопасти 23, 25, 27 гибридного долота 11 (фиг.1). Направление резания представлено стрелкой 72. Резцы 53, 53' могут быть установлены на фиксированных режущих лопастях 23, 25, 27 с такой ориентацией, что режущая кромка резца 53, 53' расположена под продольным передним углом 74 по отношению к линии 80. Линия 80 может быть определена как линия, проходящая радиально наружу от торцевой поверхности бурового долота 11 в направлении, в целом перпендикулярном к ней в этом месте. Дополнительно, или в качестве альтернативы, линия 80 может быть определена как линия, проходящая радиально наружу от торцевой поверхности бурового долота 11 в направлении, в целом перпендикулярном к направлению 72 резания. Продольный передний угол 74 может быть измерен относительно линии 80, при этом положительные углы отсчитываются в направлении против часовой стрелки, а отрицательные углы отсчитываются по часовой стрелке.

Резец 53, 53', показанный на фиг.2В, имеет положительный продольный передний угол, равный примерно  $20^\circ$ , иллюстрирующий "наклон назад". В других вариантах осуществления резец 53, 53' может иметь отрицательный продольный передний угол. В таких конфигурациях можно сказать, что резец 53, 53' имеет "наклон вперед". В качестве частного варианта, не ограничивающего изобретение, каждый резец 53, 53' на торцевой поверхности бурового долота, показанного на фиг.1, может обычно иметь продольный передний угол в интервале примерно от  $5^\circ$  до  $30^\circ$ .

На фиг.2Г приведено увеличенное изображение фрагмента резца 53, 53', установленного на фиксированной режущей лопасти 23, 25, 27 на торцевой поверхности бурового долота 11, показанного на фиг.1. Направление резания представлено стрелкой 72. Ориентация установки резца 53, 53' на лопасти 23, 25, 27 может быть такой, что режущая кромка резца 53, 53' будет расположена в целом перпендикулярно направлению 72 резания. При таком расположении резец 53, 53' не имеет бокового наклона. Боковой передний угол резца 53, 53' может быть определен как угол между линией 82, направленной в целом перпендикулярно направлению резания, и режущей кромкой резца 53, 53', при этом положительные углы отсчитываются в направлении против часовой стрелки, а отрицательные углы отсчитываются по часовой стрелке. В дополнительных вариантах резец 53, 53' может быть установлен с ориентацией, показанной пунктирной линией 78А. В такой конфигурации резец 53, 53' может иметь отрицательный боковой передний (SR) угол 76А. Кроме того, резец 53, 53' может иметь ориентацию, представленную пунктирной линией 78В. В этой конфигурации резец 53, 53' может иметь положительный боковой передний угол 76В. В качестве частного варианта, не ограничивающего изобретения, каждый резец 53, 53' на торцевой поверхности бурового долота 11, показанного на фиг.1, может иметь боковой передний угол, составляющий в интервале примерно от  $10^\circ$  до  $60^\circ$ , или, в альтернативном случае,

примерно от 5° до 75°, хотя при необходимости они могут быть установлены и с отрицательным боковым передним углом, примерно в том же интервале значений или большем.

На фиг.3 представлен, в целом, режущий профиль фиксированных режущих элементов 41, 43, 45 на фиксированных режущих лопастях 23, 25, 27, и режущих элементов 35, 37, 39 на шарошках 29, 33, 31. Видно, что самый внутренний режущий элемент 41 на фиксированной режущей лопасти 23 образует касательную к оси 15 корпуса 13 долота гибридного долота 11. Показаны следующий самый внутренний режущий элемент 45 на фиксированной режущей лопасти 27 и также третий самый внутренний режущий элемент 43 на фиксированной режущей лопасти 25. Режущий элемент 39 на шарошке 33 показан с той же глубиной резания или выступом, что и режущий элемент 41 на фиксированной режущей лопасти 23, и каждый из них расположен на одной и той же осевой линии и прорезают одну и ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения. Видно, что некоторые режущие элементы 41 на фиксированной режущей лопасти 23 расположены в конической части гибридного долота 11, в то время как другие режущие элементы 41 расположены в носовой части, части перегиба и калибрующей части гибридного долота 11. Режущие элементы 39 шарошки 33, прорезают ту же полосу, или канавку, или желобок или траекторию вращения, что и режущие элементы 41 в носовой части или части перегиба гибридного долота 11. Режущие элементы 35, 37, 39 на шарошках 29, 31, 33 не заходят в коническую часть гибридного долота 11, а в целом расположены в носовой части и части перегиба гибридного долота 11, до калибрующей части гибридного долота 11. На фиг.3 также показаны режущие элементы 35, 37 на шарошках 29 и 31, и их соотношение с режущими элементами 43 и 45 на фиксированных режущих лопастях 25, 27, прорезающих при вращении гибридного бурового долота 11 ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, либо по центру той же полосы или канавки или желобка или траектории вращения, либо со смещением. Каждый режущий элемент 41, 43, 45 и режущий элемент 35, 37, 39 были показаны имеющими либо одинаковый выступ глубины резания, либо различный выступ глубины резания так, что каждый режущий элемент вырезает либо то же самое количество породы, либо различное количество породы в различных областях установки режущих элементов на гибридном долоте 11. Глубина резания для каждого режущего элемента может быть, при необходимости, различной в одной и той же полосе или канавке или желобке или траектории вращения.

На фиг.3А показано соотношение режущих профилей фиксированных режущих элементов 41 на фиксированной режущей лопасти 23 и режущих элементов 39 на шарошке 33. Фиксированная режущая лопасть 23 и шарошка 33 представляют собой пару резцов на гибридном долоте 11 в виде пары противоположащего резца и шарошки. Видно, что некоторые из режущих элементов 41 на фиксированной режущей лопасти 23 и режущих элементов 39 на шарошке 33 имеют общий центр и прорезают ту же полосу, или канавку, или желобок, в то время как другие режущие элементы 41' на фиксированной режущей лопасти 23 и режущие элементы 39' на шарошке 33 не имеют общего центра, но все равно прорезают одну и ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения. Показано, что все режущие элементы 41 и 41' на фиксированной режущей лопасти 23, и режущие элементы 39 и 39' на шарошке 33 имеют одинаковый выступ или различный выступ, прорезая породу при вращении гибридного бурового долота 11 либо на одинаковую глубину, либо на разную глубину, хотя эта глубина может быть изменена при необходимости. На фиг.3А также показаны дублирующие режущие элементы 53, 53' на фиксированной лопасти 23, расположенные

за режущими элементами 41. Дублирующие режущие элементы 53, 53' могут иметь такой же выступ, либо меньший выступ, либо, при необходимости, больший выступ, чем основные режущие элементы 41, и могут иметь такой же диаметр или меньший диаметр, чем режущий элемент 41. Кроме того, дублирующие режущие элементы 53, 53', прорезая ту же ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, что и режущий элемент 41, могут быть расположены со смещением от центра режущего элемента 41, находящегося впереди ассоциированного с ним дублирующего режущего элемента 53, 53'. Таким путем режущие элементы 41 и дублирующие режущие элементы 53, 53' на фиксированной лопасти 23, и режущие элементы 39 на шарошке 33, все будут прорезать одну и ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, имея общий центр или имея слегка разнесенные центры, имея одинаковый выступ резания или, напротив, меньший выступ резания.

На фиг.3Б представлено соотношение режущих профилей фиксированных режущих элементов 43 на фиксированной режущей лопасти 25 и режущих элементов 35 на шарошке 29. Фиксированная режущая лопасть 25 и шарошка 29 образуют пару резцов на гибридном долоте 11 в виде пары противоположащего резца и шарошки. Видно, что некоторые из режущих элементов 43 на фиксированной режущей лопасти 25 и режущих элементов 35 на шарошке 29 имеют общий центр и прорезают ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, в то время как другие режущие элементы 43' на фиксированной режущей лопасти 25 и режущие элементы 35' на шарошке 29 не имеют общего центра, но все равно прорезают одну и ту же полосу, или канавку, или желобок или траекторию вращения. Показано, что все режущие элементы 43 и 43' на фиксированной режущей лопасти 25, и режущие элементы 35 и 35' на шарошке 29 имеют одинаковый выступ, или меньший выступ, или различный выступ, прорезая породу при вращении гибридного бурового долота 11 либо на одинаковую глубину, либо на разную глубину, хотя эта глубина может быть изменена при необходимости. На фиг.3Б также показаны дублирующие режущие элементы 53, 53' на фиксированной лопасти 25, расположенные за режущими элементами 43. Дублирующие режущие элементы 53, 53' могут иметь такой же выступ, либо меньший выступ, либо, при необходимости, больший выступ резания, чем режущие элементы 43, и могут иметь такой же диаметр или меньший диаметр, чем режущий элемент 43. Кроме того, дублирующие режущие элементы 53, 53', прорезая ту же ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, что и режущий элемент 43', могут быть расположены со смещением от центра режущего элемента 43, находящегося впереди ассоциированного с ним дублирующего режущего элемента 53, 53'. Таким путем, режущие элементы 43 и дублирующие режущие элементы 53, 53' на фиксированной лопасти 25, и режущие элементы 35 на шарошке 29, все будут прорезать одну и ту же полосу, или канавку, или желобок или траекторию вращения, имея общий центр или имея слегка разнесенные центры, имея одинаковый выступ резания или, напротив, меньший выступ резания.

На фиг.3В представлено соотношение режущих профилей фиксированных режущих элементов 45 на фиксированной режущей лопасти 27 и режущих элементов 37 на шарошке 31, при этом фиксированная режущая лопасть 27 и шарошка 31 образуют пару резцов на гибридном долоте 11 в виде пары противоположащего резца и шарошки. Видно, что некоторые из режущих элементов 45 на фиксированной режущей лопасти 27 и режущих элементов 37 на шарошке 31 имеют общий центр и прорезают ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, в то время как другие режущие элементы 45' на фиксированной режущей лопасти 27 и режущие элементы 37' на шарошке 31 не имеют общего центра, но все равно прорезают одну и ту же полосу,

или канавку, или желобок. Показано, что все режущие элементы 45 и 45' на фиксированной режущей лопасти 27, и режущие элементы 37 и 37' на шарошке 31 имеют одинаковый выступ или различный выступ, прорезая породу при вращении гибридного бурового долота 11 либо на одинаковую глубину, либо на разную глубину, хотя эта  
5 глубина может быть изменена при необходимости. На фиг.3В также показаны дублирующие режущие элементы 53, 53' на фиксированной лопасти 27, расположенные за режущими элементами 45. Дублирующие режущие элементы 53, 53' могут иметь такой же выступ, либо меньший выступ, либо, при необходимости, больший выступ резания, чем режущие элементы 45, и могут иметь такой же диаметр или меньший  
10 диаметр, чем режущий элемент 45. Кроме того, дублирующие режущие элементы 53, 53', прорезая ту же ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, что и режущий элемент 45, могут быть расположены со смещением от центра режущего элемента 45, находящегося впереди ассоциированного с ним дублирующего режущего элемента 53, 53'. Таким путем, режущие элементы 45 и дублирующие режущие элементы  
15 53, 53' на фиксированной лопасти 27, и режущие элементы 37 на шарошке 31, все будут прорезать одну и ту же полосу, или канавку, или желобок, или траекторию вращения, имея общий центр или имея слегка разнесенные центры, имея одинаковый выступ резания или, напротив, меньший выступ резания.

В первом примере резцов 41, 53, 53' гибридного долота 11, на фиг.4 представлен вид  
20 сверху комплекта 60 расположенных по линии резцов, включающего два резца 53, 53' с боковым наклоном. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' разнесены друг от друга на требуемое расстояние d. На фиг.4 показано линейное представление вращательной или спиральной полосы, или канавки, или траектории вращения, по  
25 которой может быть ориентирован комплект 60 расположенных по линии резцов на роторном лопастном долоте. Комплект 60 расположенных по линии резцов включает основной резец 41 и два резца 53, 53' с боковым наклоном. Резец 53 с боковым наклоном следует по траектории вращения за основным резцом 41 и имеет боковой передний  
30 угол 55, который может быть любым боковым передним углом отклонения влево от траектории вращения, например, примерно от 5° до 75°. Резец 53' с боковым наклоном также имеет боковой передний угол отклонения вправо от траектории вращения, или  
35 в противоположном направлении от отклонения резца 53 с боковым наклоном, как это показано на чертеже. Хотя в комплекте 60 расположенных по линии резцов имеется два резца 53, 53' с боковым наклоном, могут быть использованы и дополнительные резцы с боковым наклоном. В то время как на основном резце 41 по мере его износа  
40 могут образоваться кромки износа 56, 57, при введении бокового переднего угла 55 резцы 53, 53' с боковым наклоном своими верхними кромками 58, 59, соответственно, прорезают параллельные полосы, или желобки, или траектории вращения, увеличивая скорость проходки долота и также направляя движение создаваемых долотом обломков. Кроме того, по мере роста кромок износа 56, 57 на основном резце 41, верхние кромки  
45 58, 59 резцов 53, 53' могут более эффективно дробить и удалять материал породы с каждой стороны основного резца 41. В то время как комплект 60 резцов показан с нулевым передним углом наклона основного резца 41 и резцов 53, 53' с боковым наклоном, резцы 41, 53, 53' могут иметь любой необходимый передний угол. В то время как резец 53, 53' с боковым наклоном включен в комплект 60 расположенных по линии резцов, резец 53, 53' с боковым наклоном может быть использован в любом комплекте дублирующих резцов, комплекте нескольких дублирующих резцов, ряду резцов, ряду нескольких дублирующих резцов, ряду резцов, разнесенных в разные стороны, и комплекте резцов, разнесенных в разные стороны, любым необходимым образом.

Траектория вращения на фиг.4 является линейным представлением траектории вращения или полосы или канавки или спиральной траектории, по которой может быть ориентирован комплект 60 расположенных по линии резцов на гибридном долоте 11.

На фиг.4А представлен на виде сверху комплект 60 расположенных по линии резцов, включающий основной резец 41, дублирующий резец 53 и дублирующий резец 53', которые имеют общую ось на гибридном долоте 11, показанную как траекторию вращения для комплекта 60 резцов, при этом основной резец 41 также имеет любой необходимый продольный передний угол, диаметр дублирующего резца 53 меньше диаметра основного резца 41 и его продольный передний угол имеет любое требуемое значение, а дублирующий резец 53' имеет диаметр, равный диаметру основного резца 41, имеет любой требуемый продольный передний угол и любой требуемый боковой передний угол 55 отклонения влево от направления траектории вращения, например, примерно от 10° до 60°, либо в альтернативном варианте, примерно от 5° до 75°, по отношению к траектории вращения комплекта 60 резцов. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' разнесены друг от друга на лопасти 23 на расстояние d, располагаясь на одной траектории вращения. Траектория вращения на фиг.4А является линейным представлением траектории вращения или полосы или канавки или спиральной траектории, по которой может быть ориентирован комплект 60 расположенных по линии резцов на роторном лопастном долоте 11.

На фиг.4Б представлен на виде сверху комплект 60 расположенных по линии резцов для гибридного долота 11, включающий основной резец 41, и два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и с боковым передним наклоном, имеющие все одинаковый диаметр, любые необходимые продольные передние углы и любые необходимые боковые передние углы наклона. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' разнесены на лопасти 23 на любое требуемое расстояние d. Дублирующие резцы 53, 53' имеют любой необходимый боковой передний угол 55. Основной резец 41 и резцы 53, 53' с боковым передним наклоном также имеют любой необходимый продольный передний наклон. На фиг.4Б приведено линейное представление вращательной или спиральной траектории, по которой может быть ориентирован комплект 60 расположенных по линии резцов на гибридном долоте 11. Дублирующий резец 53 с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном идет вслед по направлению вращения за основным резцом 41 с продольным передним наклоном, в то время как дублирующий резец 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном идет вслед за дублирующим резцом 53. Резец 53 с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном имеет угол 55 бокового переднего наклона, составляющий примерно от 10° до 60° или, в альтернативном варианте, примерно от 5° до 75°, влево от полосы, или канавки, или траектории вращения. Хотя в комплекте 60 расположенных по линии резцов имеются два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, могут быть использованы и дополнительные дублирующие резцы с продольным передним и боковым передним наклоном.

На фиг.4В представлен на виде сверху комплект 60 расположенных по линии резцов для гибридного долота 11, включающий основной резец 41 и два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, которые имеют одинаковый диаметр, и необходимый продольный передний угол, и любой необходимый боковой передний угол. Основной резец 41 и резцы 53, 53' с передним боковым наклоном разнесены на лопасти 23 на любое требуемое расстояние d. Дублирующие резцы 53, 53' имеют поэтому любой необходимый боковой передний

угол 55. Основной резец 41 и резцы 53, 53' с боковым передним наклоном также имеют любой необходимый продольный передний наклон. На фиг.4Б приведено линейное представление вращательной или спиральной траектории, по которой может быть ориентирован комплект 60 расположенных по линии резцов на лопасти гибридного долота 11. Дублирующий резец 53 с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном идет вслед по направлению вращения за основным резцом 41 с продольным передним наклоном, в то время как дублирующий резец 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном идет вслед за дублирующим резцом 53. Резец 53 с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном имеет угол 55 бокового переднего наклона, составляющий, например, примерно от 10° до 60° или, в альтернативном варианте, примерно от 5° до 75°, вправо от полосы или канавки или траектории вращения. Хотя в комплекте 60 расположенных по линии резцов имеются два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, могут быть использованы и дополнительные дублирующие резцы с продольным передним и боковым передним наклоном.

На фиг.4Г представлен на виде сверху комплект 60 расположенных по линии резцов для гибридного долота 11, включающий основной резец 41 с продольным передним наклоном и два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, которые имеют одинаковый диаметр, любой необходимый продольный передний угол и любой необходимый боковой передний угол. Основной резец 41 и резцы 53, 53' с передним боковым наклоном разнесены на лопасти 23 на любое требуемое расстояние  $d$ . На фиг.4Г приведено линейное представление вращательной или спиральной траектории, по которой может быть ориентирован комплект 60 расположенных по линии резцов на лопасти 23 гибридного долота 11. Дублирующий резец 53 с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном идет вслед по направлению вращения за основным резцом 41 с продольным передним наклоном, в то время как дублирующий резец 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном идет вслед за дублирующим резцом 53. Резцы 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном имеют угол 55 бокового переднего наклона, составляющий, например, примерно от 10° до 60° или, в альтернативном варианте, примерно от 5° до 75°, влево и вправо относительно полосы, или канавки, или траектории вращения. Хотя в комплекте 60 расположенных по линии резцов имеются два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, могут быть использованы и дополнительные дублирующие резцы с продольным передним и боковым передним наклоном.

На фиг.4Д представлен на виде сверху комплект 60 расположенных по линии резцов для гибридного долота 11, включающий основной резец 41 с продольным передним наклоном и два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, где резцы 53, 53' с боковым передним наклоном имеют угол бокового переднего наклона одного направления, влево от траектории вращения основного резца 41, и смещены на расстояние  $D$ , каждый вблизи полосы, или канавки, или траектории вращения влево и вправо от траектории вращения основного резца 41, соответственно, при этом следуя в целом по полосе, или канавке, или траектории вращения основного резца 41. Величина расстояния  $D$ , на которое дублирующие резцы 53, 53' смещены от траектории вращения основного резца 41, будет определять, является или нет дублирующий резец 53, 53' резцом ведущей лопасти или резцом следующей сзади лопасти относительно соответствующих режущих элементов шарошки, которая может быть ведущей шарошкой или шарошкой, следующей сзади, на гибридном долоте

11. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' также расположены с интервалом  $d$  на лопасти 23. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' имеют любой необходимый продольный передний угол, в то время как дублирующие резцы 53, 53' дополнительно имеют любой необходимый боковой передний угол, составляющий  
 5 примерно от  $10^\circ$  до  $60^\circ$  или, в альтернативном варианте, примерно от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ , на лопасти 23 гибридного долота 11. Комплект 60 расположенных по линии резцов включает основной резец 41 с продольным передним наклоном, и дублирующие резцы 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном. Дублирующие резцы 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном имеют  
 10 любые необходимые углы 55 бокового переднего наклона, например, примерно от  $10^\circ$  до  $60^\circ$  или, в альтернативном варианте, примерно от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ , одинакового направления отклонения - влево.

На фиг.4Е представлен на виде сверху комплект 60 расположенных по линии резцов для гибридного долота 11, включающий основной резец 41 с продольным передним  
 15 наклоном и два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, где резцы 53, 53' с боковым передним наклоном имеют угол бокового переднего наклона одного направления, вправо от траектории вращения основного резца 41, и смещены на расстояние  $D$ , каждый вблизи полосы или канавки или траектории вращения влево и вправо от траектории вращения основного резца 41,  
 20 соответственно, при этом следуя в целом по полосе, или канавке, или траектории вращения основного резца 41. Величина расстояния  $D$ , на которое дублирующие резцы 53, 53' смещены от траектории вращения основного резца 41, будет определять, является или нет дублирующий резец 53, 53' резцом ведущей лопасти или резцом следующей  
 25 сзади лопасти относительно соответствующих режущих элементов шарошки, которая может быть ведущей шарошкой или шарошкой, следующей сзади, на гибридном долоте 11. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' также расположены с интервалом  $d$  на лопасти 23. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' имеют любой  
 30 необходимый продольный передний угол, в то время как дублирующие резцы 53, 53' дополнительно имеют любой необходимый боковой передний угол, составляющий примерно от  $10^\circ$  до  $60^\circ$  или, в альтернативном варианте, примерно от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ , на лопасти 23 гибридного долота 11. Комплект 60 расположенных по линии резцов включает основной резец 41 с продольным передним наклоном, и дублирующие резцы 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном. Дублирующие резцы 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном имеют  
 35 любые необходимые углы 55 бокового переднего наклона, например, примерно от  $10^\circ$  до  $60^\circ$  или, в альтернативном варианте, примерно от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ , одинакового направления отклонения - вправо от траектории вращения.

На фиг.4Ж представлен на виде сверху комплект 60 расположенных по линии резцов для гибридного долота 11, включающий основной резец 41 с продольным передним  
 40 наклоном и два дублирующих резца 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном, причем резцы 53, 53' с боковым передним наклоном имеют углы бокового переднего наклона противоположных направлений, влево (53) и вправо (53') от траектории вращения основного резца 41, и смещены на расстояние  $D$ , каждый вблизи полосы, или канавки, или траектории вращения влево и вправо от траектории  
 45 вращения основного резца 41, соответственно, при этом следуя в целом по полосе или канавке или траектории вращения основного резца 41. Величина расстояния  $D$ , на которое дублирующие резцы 53 и 53' смещены от траектории вращения основного резца 41, будет определять, является или нет дублирующий резец 53, 53' резцом ведущей

лопасти или резцом следующей сзади лопасти относительно режущего элемента соответствующей шарошки, которая может быть ведущей шарошкой или шарошкой, следующей сзади, на гибридном долоте 11. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' также расположены с интервалом  $d$  на лопасти 23. Основной резец 41 и дублирующие резцы 53, 53' имеют любой необходимый продольный передний угол, в то время как дублирующие резцы 53, 53' дополнительно имеют любой необходимый боковой передний угол, составляющий примерно от  $10^\circ$  до  $60^\circ$  или, в альтернативном варианте, примерно от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ , на лопасти 23 гибридного долота 11. Комплект 60 расположенных по линии резцов включает основной резец 41 с продольным передним наклоном, и дублирующие резцы 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном. Дублирующие резцы 53, 53' с продольным передним наклоном и боковым передним наклоном имеют любые необходимые углы 55 бокового переднего наклона, например, примерно от  $10^\circ$  до  $60^\circ$  или, в альтернативном варианте, примерно от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ , правого и левого направления.

Хотя конфигурации основного резца 41 и дублирующих резцов 53, 53' описаны в отношении фиксированной режущей лопасти 23, такая конфигурация может быть использована и на лопастях 25, 27.

В то время как принципы настоящего изобретения были описаны здесь применительно к вариантам осуществления гибридных буровых долот, настоящее изобретение может быть использовано в бурильном инструменте других типов, например расширителях ствола скважины, роторных буровых долотах, инструменте для проходки восстающих выработок, лопастных долотах, цилиндрических фрезах, резцах для горнорудной промышленности и других подобных структурах, известных в уровне техники, который может быть сформирован способами, реализующими настоящее изобретение. Более того, в то время как настоящее изобретение было описано здесь в отношении определенных предпочтительных вариантов осуществления, специалистам должно быть понятно, что оно только этими вариантами не ограничивается. Напротив, многие добавления, изъятия и изменения к описанным и проиллюстрированным вариантам осуществления могут быть сделаны без отступления от области притязаний заявляемого здесь изобретения. Кроме того, признаки одного варианта осуществления могут быть скомбинированы с признаками другого варианта осуществления, оставаясь в пределах области изобретения, предлагаемой изобретателями.

#### Формула изобретения

1. Гибридное буровое долото, включающее: корпус долота с осью; по меньшей мере одну лопасть на корпусе долота; по меньшей мере один узел шарошки, установленный на корпусе долота, отличающееся тем, что оно имеет: по меньшей мере один основной резец, имеющий режущую поверхность, выступающий по меньшей мере частично от лопасти, расположенный так, чтобы проходить по траектории резания при вращении корпуса долота вокруг оси, и имеющий конфигурацию, обеспечивающую захват породы при движении вдоль траектории резания; и комплект резцов, включающий первый и второй резцы, каждый из которых имеет режущую поверхность, выступающую по меньшей мере частично от лопасти, причем каждый первый резец и второй резец расположен так, чтобы по существу следовать за по меньшей мере одним основным резцом вдоль траектории резания при вращении корпуса долота вокруг его оси, и по меньшей мере первый или второй резец комплекта резцов имеет боковой передний угол, который находится в пределах от бокового переднего угла примерно  $5^\circ$  до бокового переднего угла примерно  $75^\circ$  градусов, или в пределах от бокового переднего

угла примерно минус 5 градусов до бокового переднего угла примерно минус 75 градусов, причем по меньшей мере один резец из упомянутого комплекта смещен от траектории вращения основного резца приблизительно на ширину канавки.

5 2. Гибридное буровое долото по п.1, в котором по меньшей мере один резец из упомянутого комплекта обладает продольным передним углом и первый резец из комплекта смещен от траектории вращения основного резца приблизительно на ширину канавки влево от траектории вращения основного резца, а второй резец из комплекта смещен от траектории вращения основного резца приблизительно на ширину канавки вправо от траектории вращения основного резца.

10 3. Гибридное буровое долото по п.1, имеющее либо конфигурацию гибридного бурового долота с противолежащими резцами, где резец на шарошке расположен примерно напротив основного резца на фиксированной режущей лопасти гибридного долота, либо конфигурацию гибридного бурового долота с ведущей шарошкой, где резец шарошки идет впереди резца на фиксированной режущей лопасти, либо  
15 конфигурацию гибридного бурового долота с ведущей лопастью, где резец на фиксированной режущей лопасти идет впереди резца на шарошке гибридного долота.

4. Гибридное буровое долото по п.1, в котором первый и второй резцы являются дублирующими резцами в рядах, причем каждый ряд дублирующих резцов включает по меньшей мере один резец.

20 5. Гибридное буровое долото по п.4, в котором каждый из дублирующих резцов меньше по размеру, чем по меньшей мере один основной резец.

6. Гибридное буровое долото по п.5, в котором по меньшей мере по одному резцу из обоих рядов дублирующих резцов имеют одинаковый размер.

7. Гибридное буровое долото по п.1, в котором первый и второй резцы оба идут по  
25 направлению вращения за по меньшей мере одним основным резцом в пределах траектории резания.

8. Гибридное буровое долото по п.1, в котором первый резец или второй резец идет по направлению вращения за по меньшей мере одним основным резцом вдоль  
траектории резания.

30 9. Гибридное буровое долото по п.1, в котором первый резец заглублен относительно по меньшей мере одного основного резца.

10. Гибридное буровое долото по п.1, в котором резцы первого и второго рядов заглублены относительно по меньшей мере одного основного резца.

35 11. Гибридное буровое долото по п.1, в котором первый резец является дублирующим резцом, а второй резец находится в ряду нескольких дублирующих резцов, который включает другой дублирующий резец для по меньшей мере одного основного резца.

40 12. Гибридное буровое долото по п.1, в котором лопасть включает один или более дополнительных резцов, расположенных в ряд, причем каждый ряд включает по меньшей мере один дополнительный резец, режущая поверхность которого выступает по меньшей мере частично над лопастью и расположена так, чтобы по существу следовать за по меньшей мере одним основным резцом вдоль траектории резания, а ее конфигурация обеспечивает захват породы заданным образом при движении вдоль траектории резания.

45 13. Гибридное буровое долото по п.1, в котором узел шарошки установлен с возможностью вращения на шейке оси опорного подшипника и включает шарошку выполненную из стали.

14. Гибридное буровое долото по п.1, в котором первый резец имеет боковой передний угол в интервале от примерно минус 5 градусов до примерно минус 70 градусов, а

второй резец имеет боковой передний угол в интервале от примерно минус 5 градусов до примерно 70 градусов в направлении, противоположном направлению угла первого резца.

5 15. Гибридное буровое долото по п.1, в котором по меньшей мере один из первого и второго резцов имеет положительный угол продольного переднего наклона или отрицательный угол продольного переднего наклона.

16. Гибридное буровое долото по п.1, в котором по меньшей мере один основной резец имеет положительный угол продольного переднего наклона или отрицательный угол продольного переднего наклона.

10 17. Гибридное буровое долото, включающее: корпус долота с осью; по меньшей мере одну лопасть на корпусе долота; по меньшей мере один узел шарошки, установленный на корпусе долота, отличающееся тем, что оно имеет: по меньшей мере один основной резец, имеющий режущую поверхность, выступающий по меньшей мере частично от лопасти и расположенный так, чтобы проходить по траектории резания  
15 при вращении корпуса долота вокруг оси; и комплект дублирующих резцов, включающий несколько задних резцов, каждый из которых имеет режущую поверхность и выступает по меньшей мере частично от лопасти, при этом один из нескольких задних резцов имеет боковой передний угол, который находится в пределах от бокового переднего угла примерно 5 градусов до бокового переднего угла примерно 75 градусов,  
20 или в пределах от бокового переднего угла примерно минус 5 градусов до бокового переднего угла примерно минус 75 градусов, причем по меньшей мере один резец из упомянутого комплекта дублирующих резцов смещен от траектории вращения по меньшей мере одного основного резца приблизительно на ширину канавки.

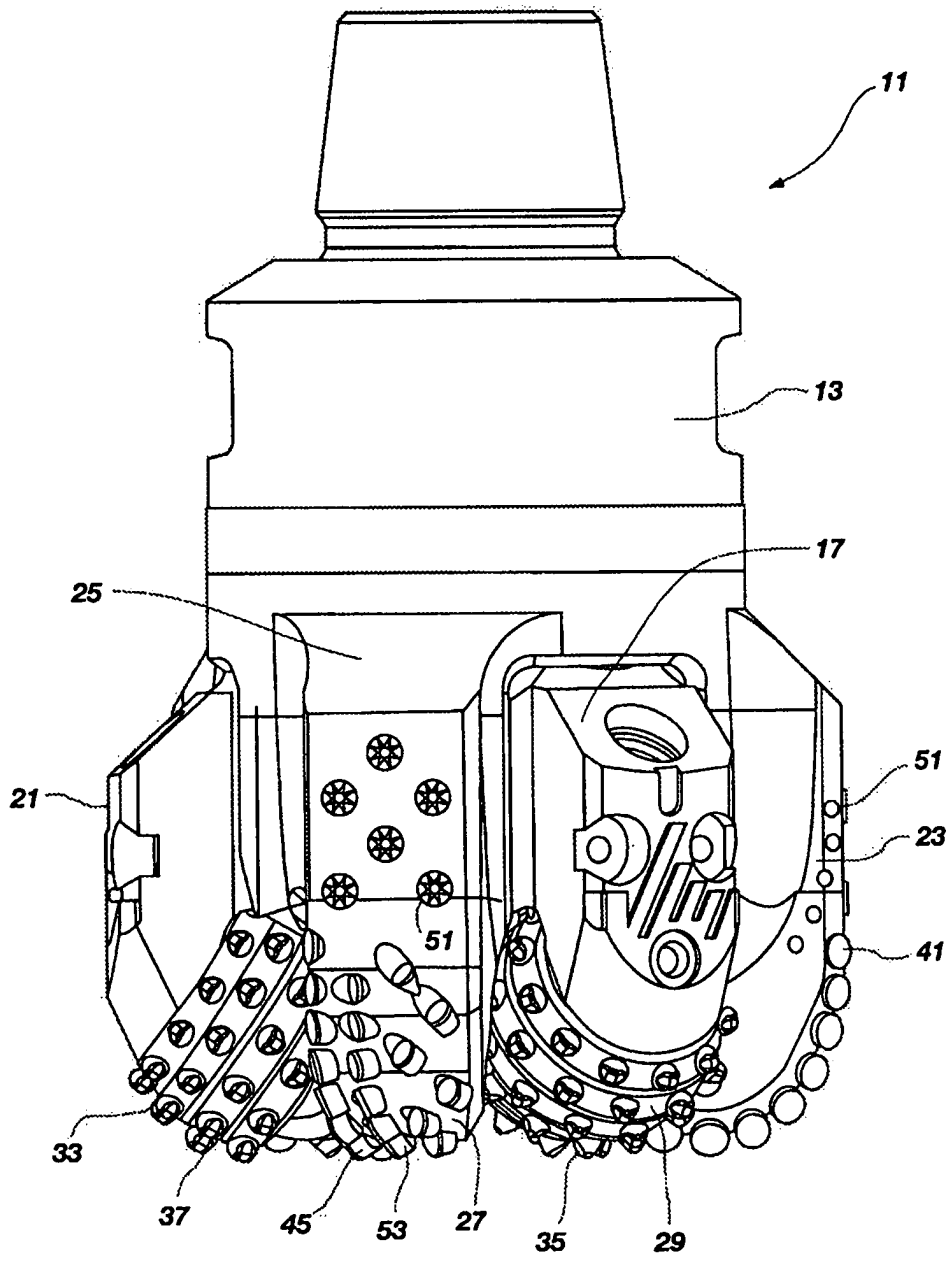
25

30

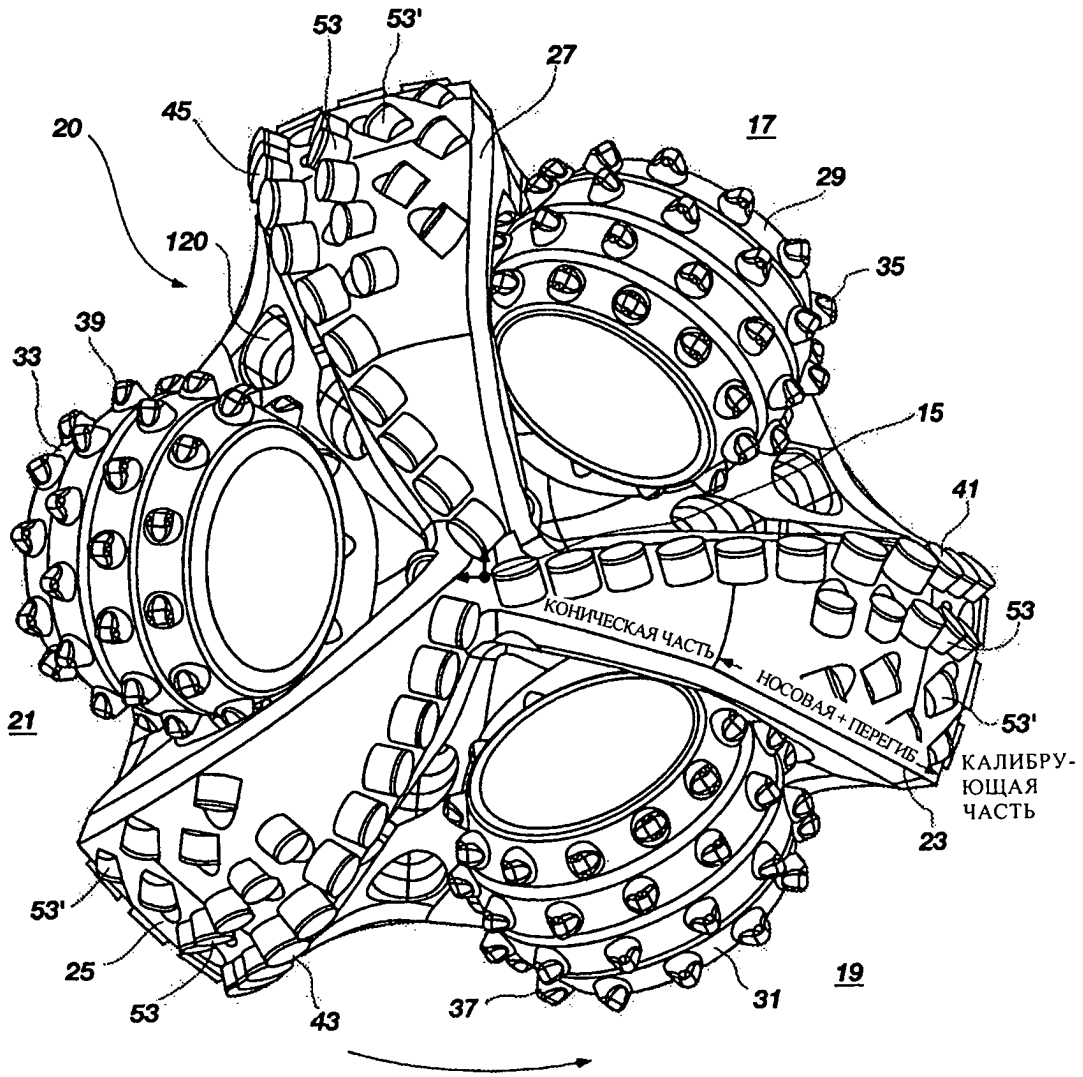
35

40

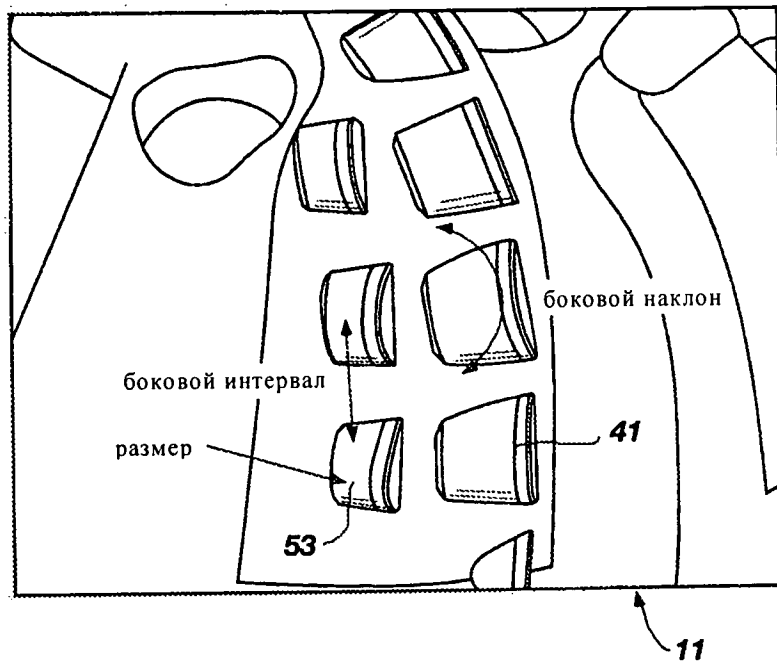
45



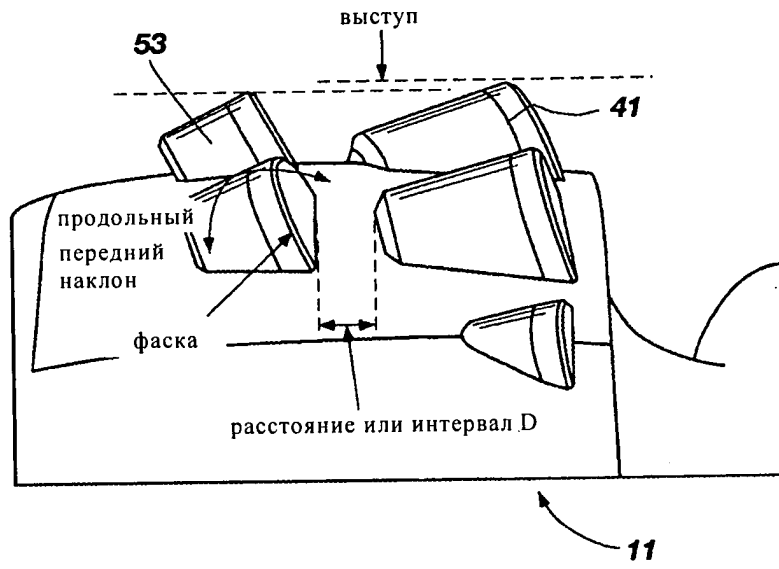
ФИГ. 1



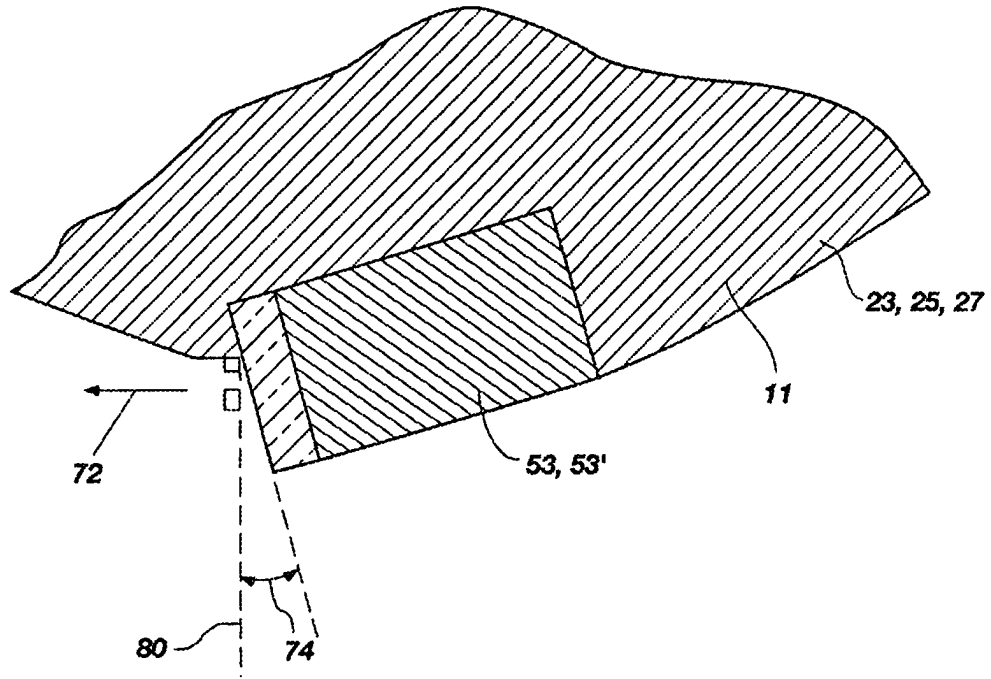
ФИГ. 2



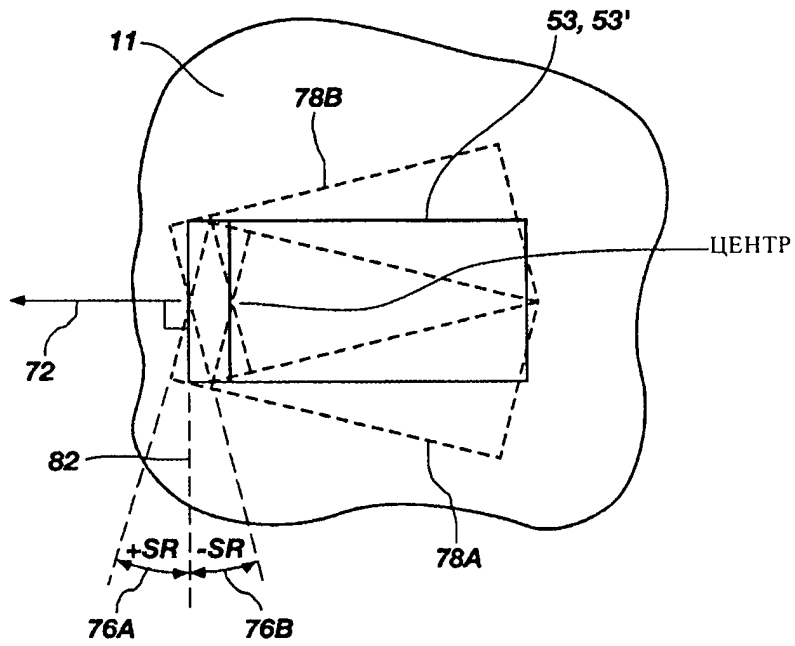
ФИГ. 2А



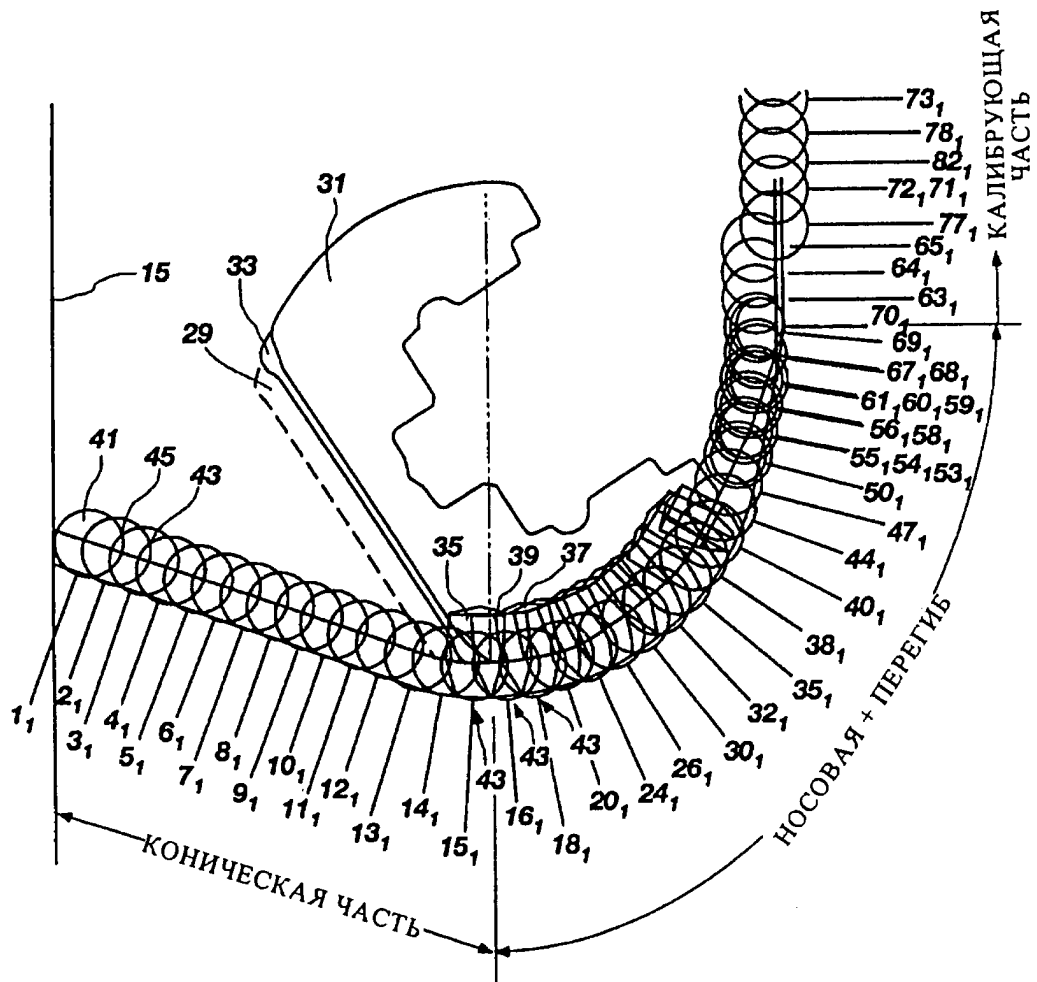
ФИГ. 2Б



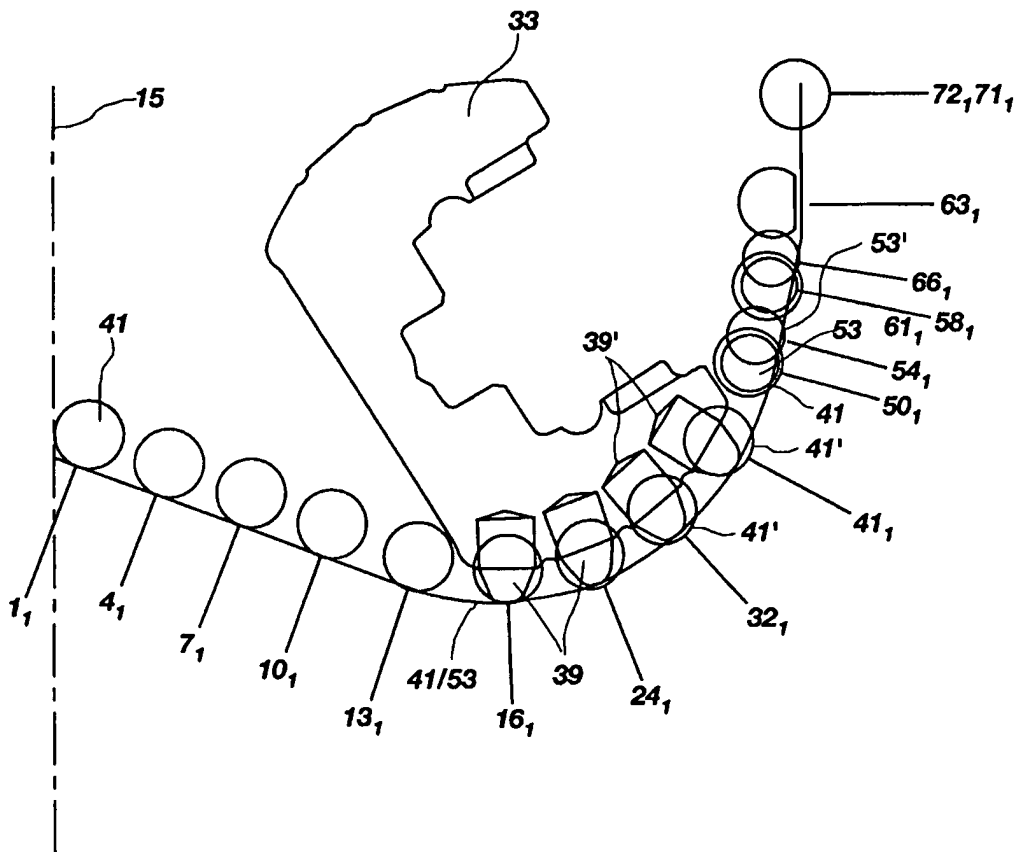
ФИГ. 2В



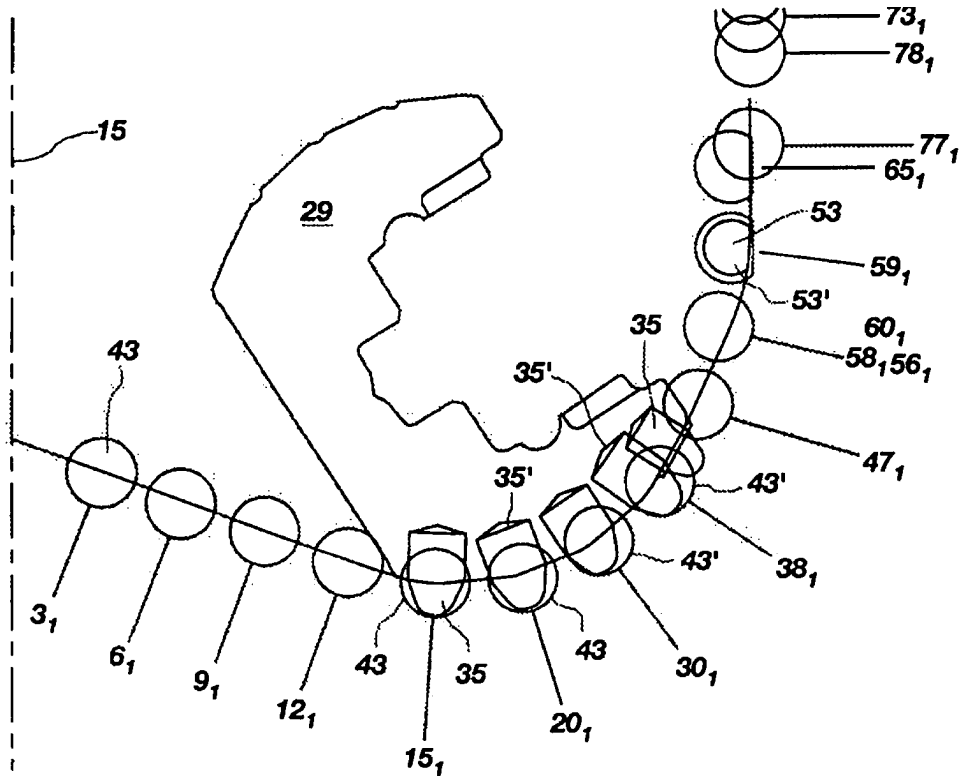
ФИГ. 2Г



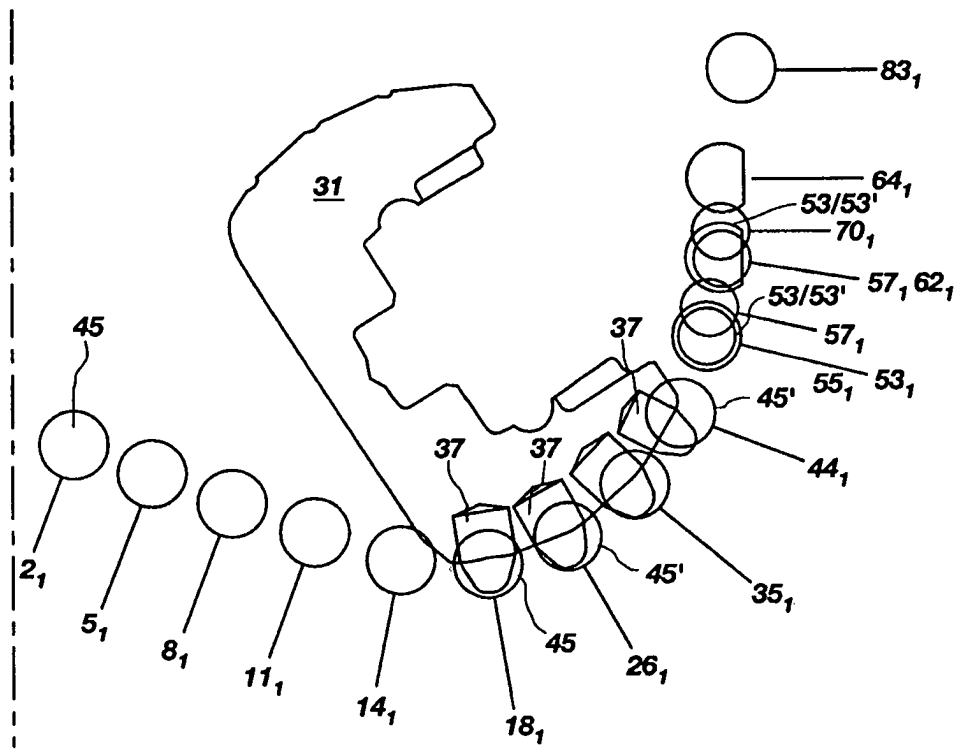
ФИГ. 3



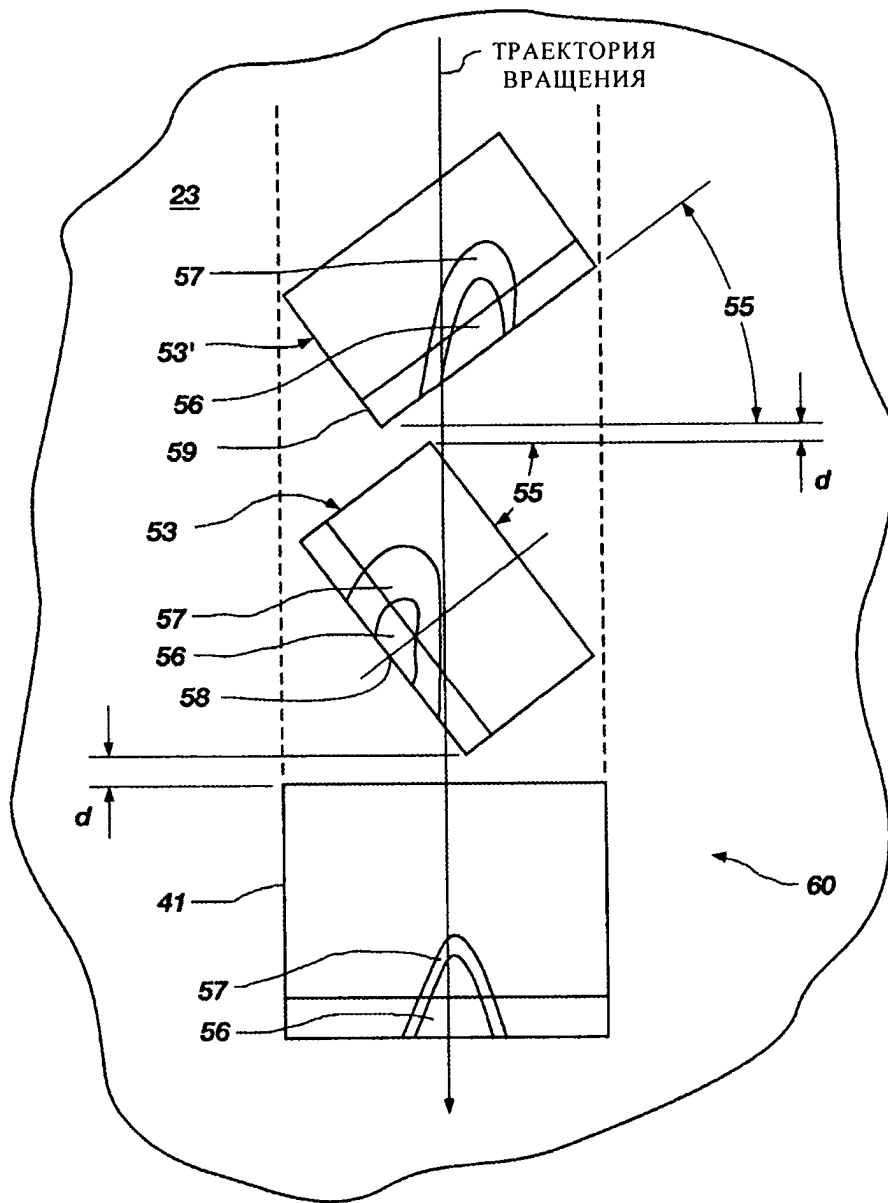
ФИГ. 3А



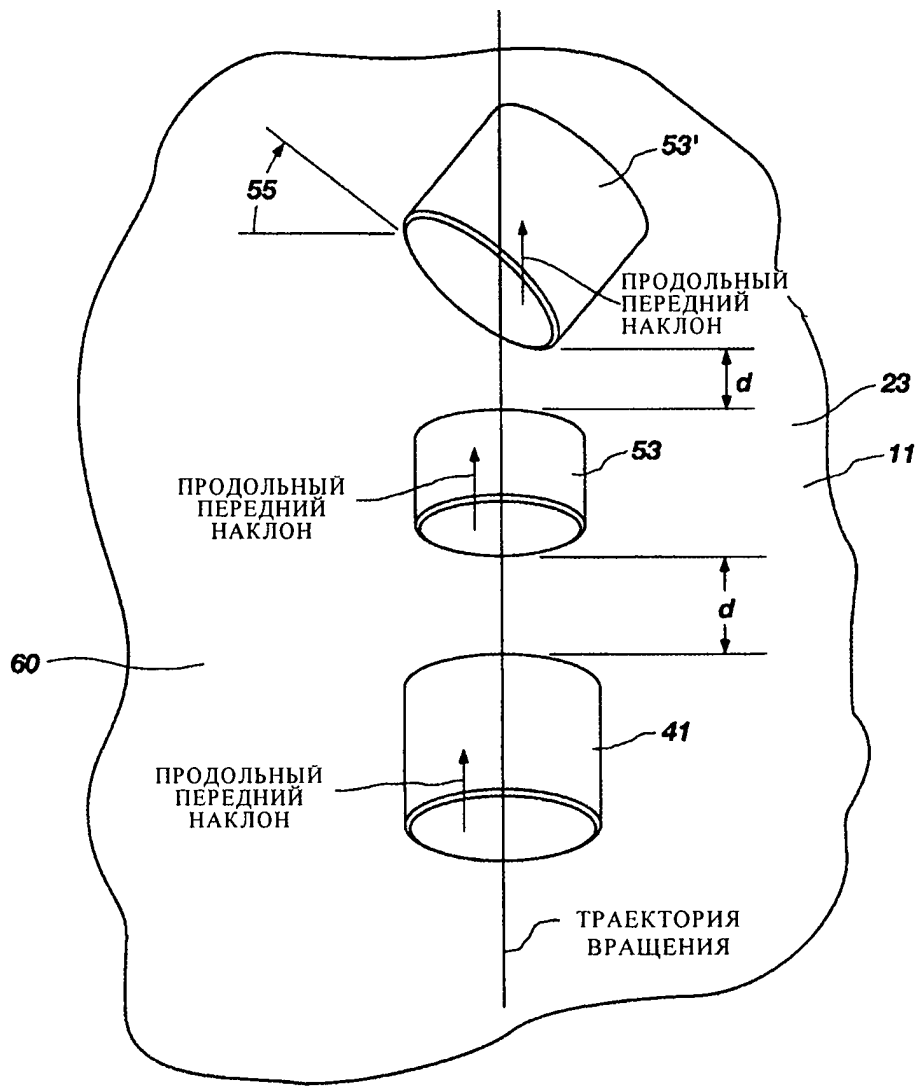
ФИГ. 3Б



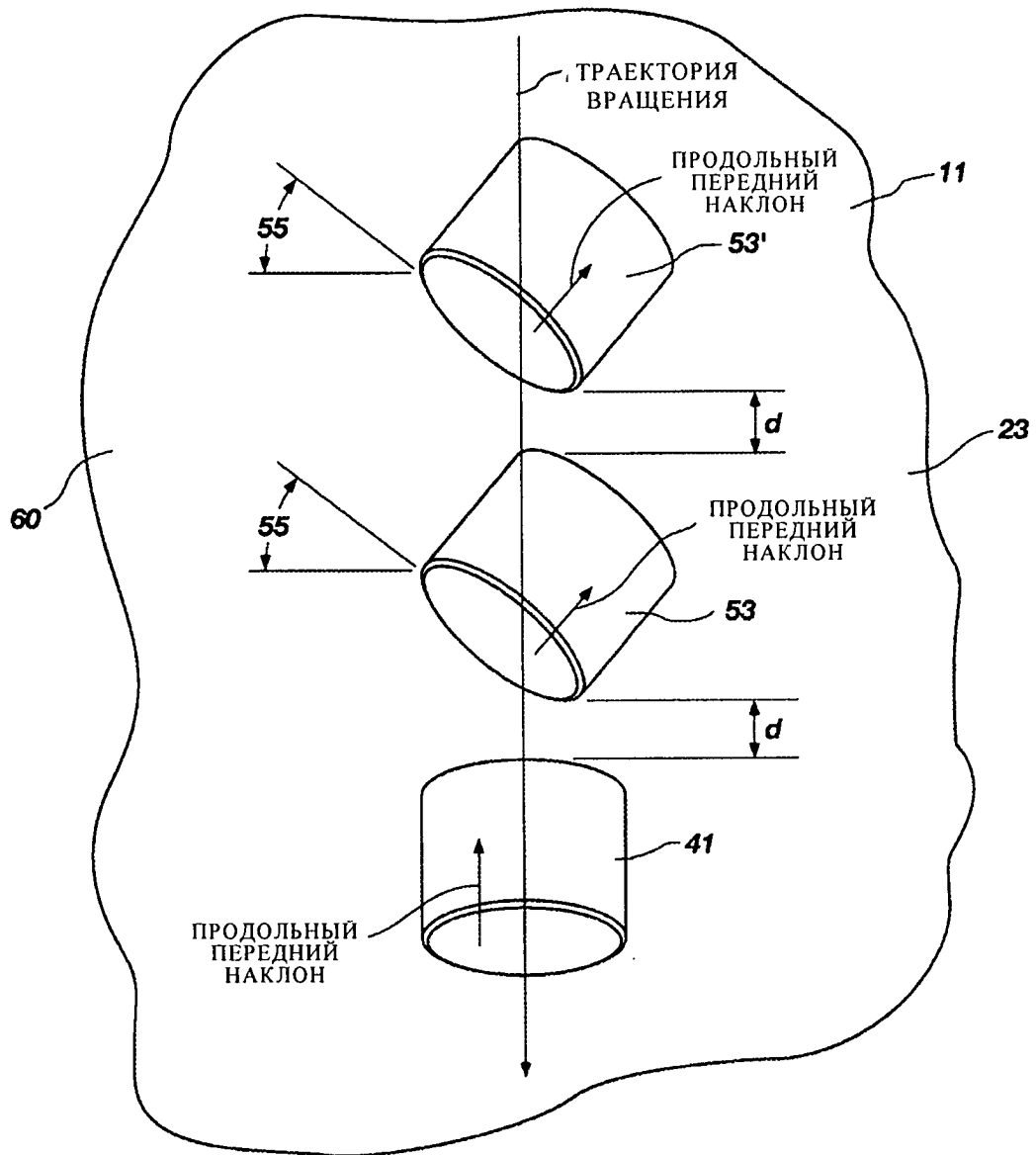
ФИГ. 3В



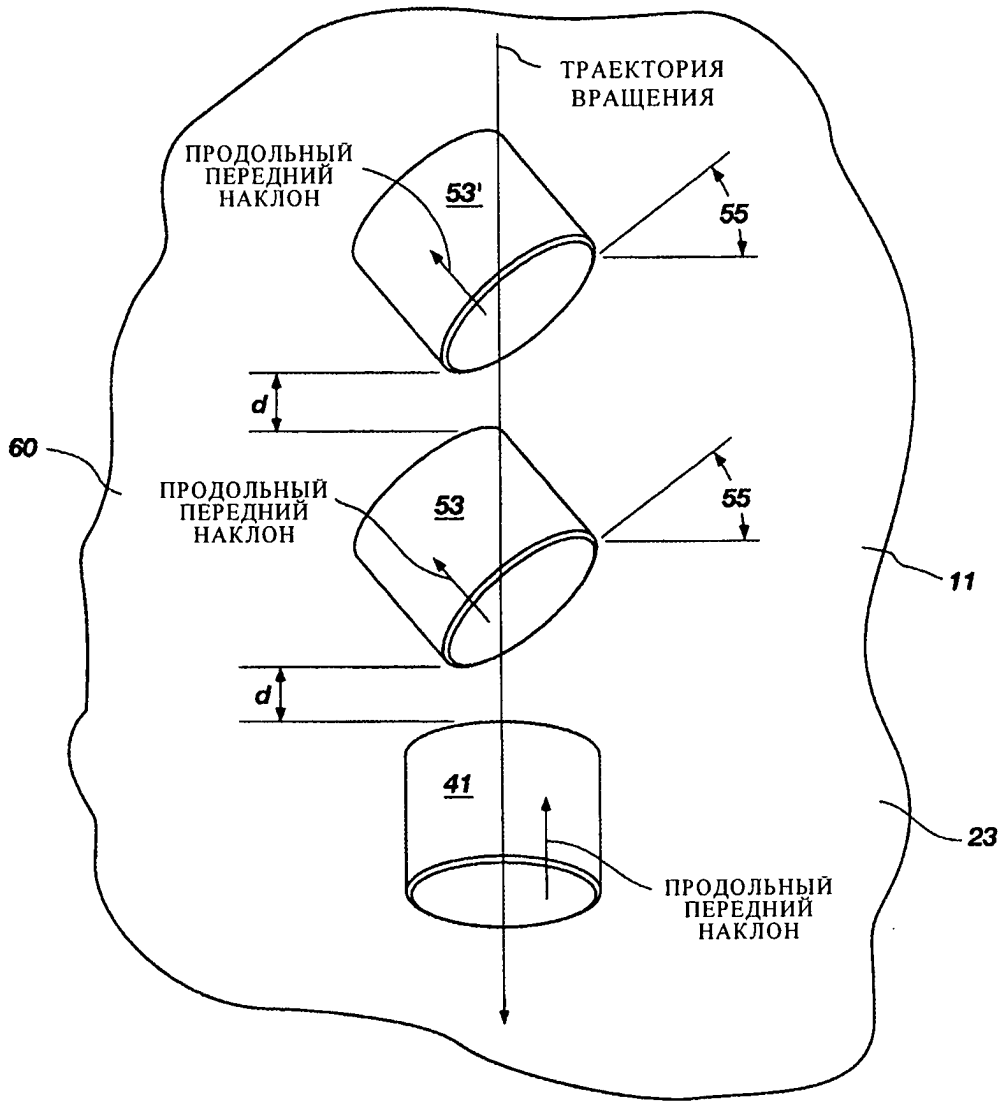
ФИГ. 4



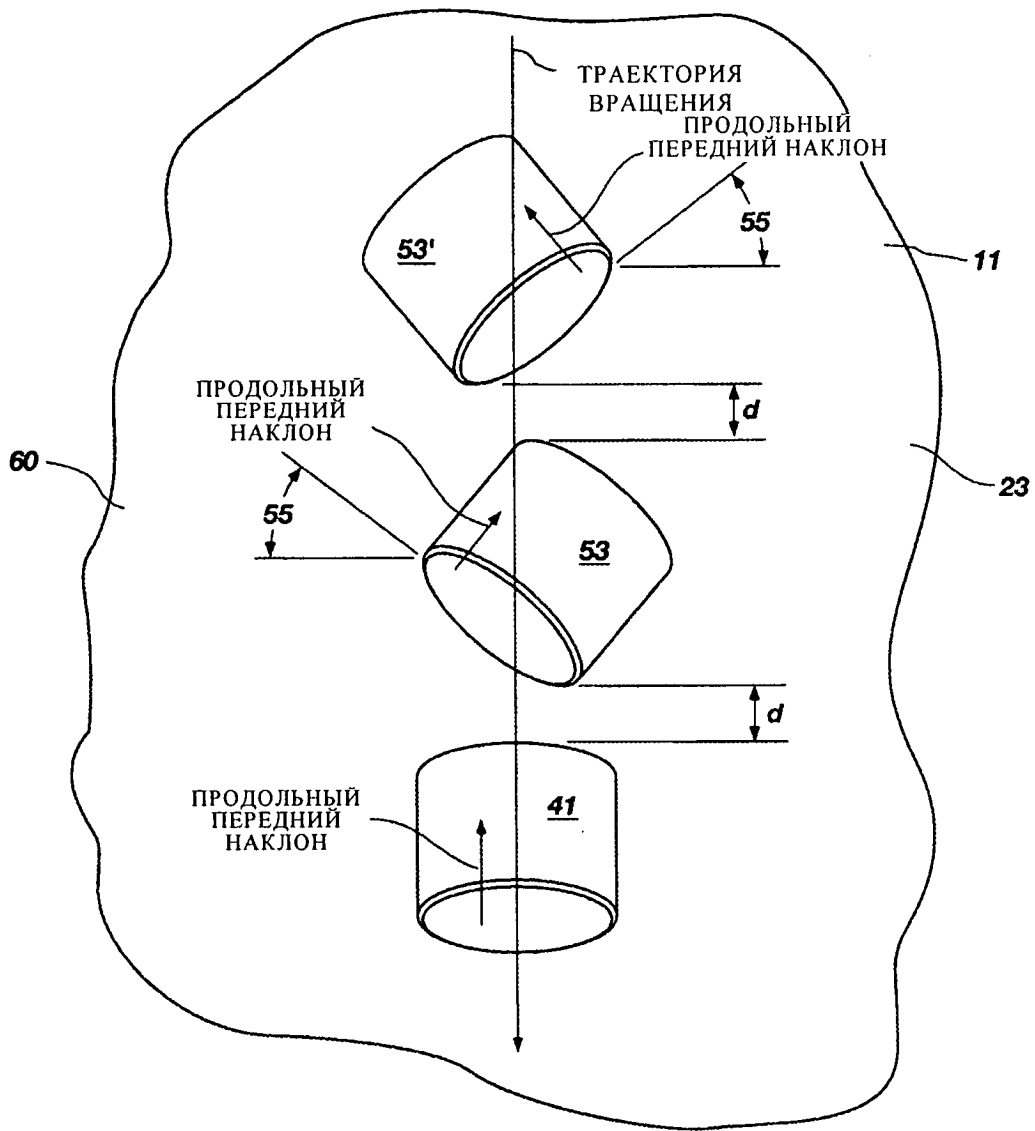
ФИГ. 4А



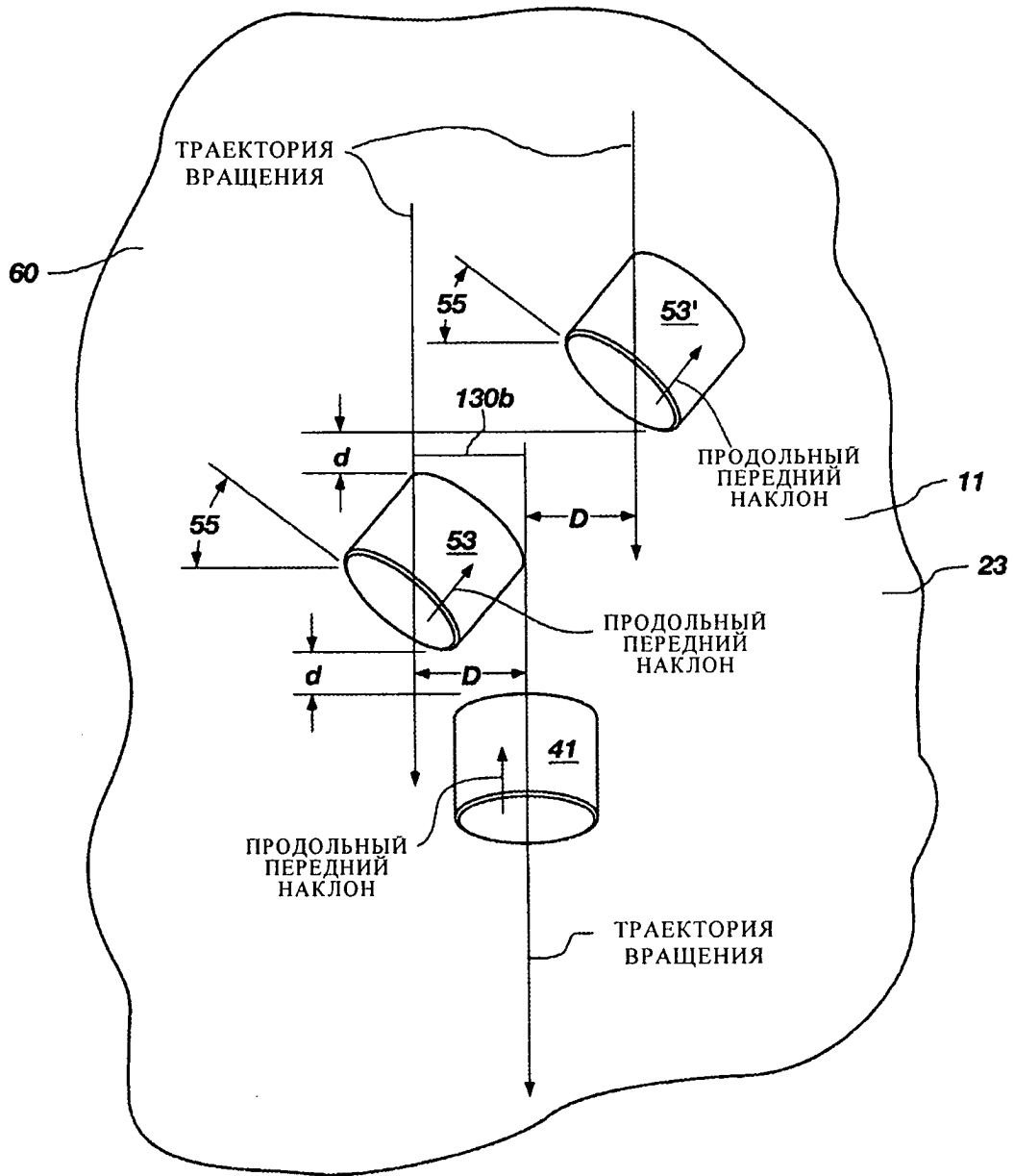
ФИГ. 4Б



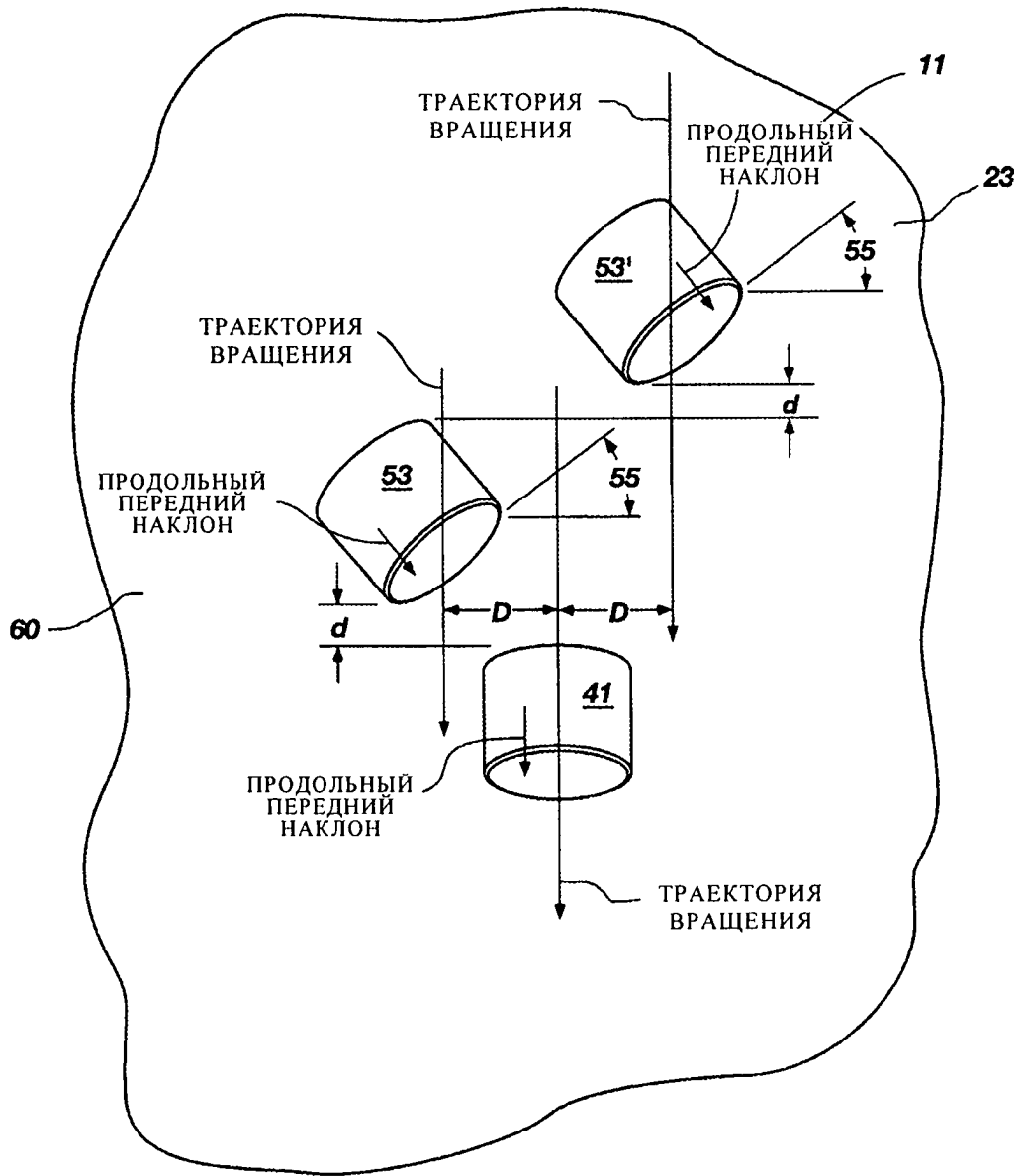
ФИГ. 4В



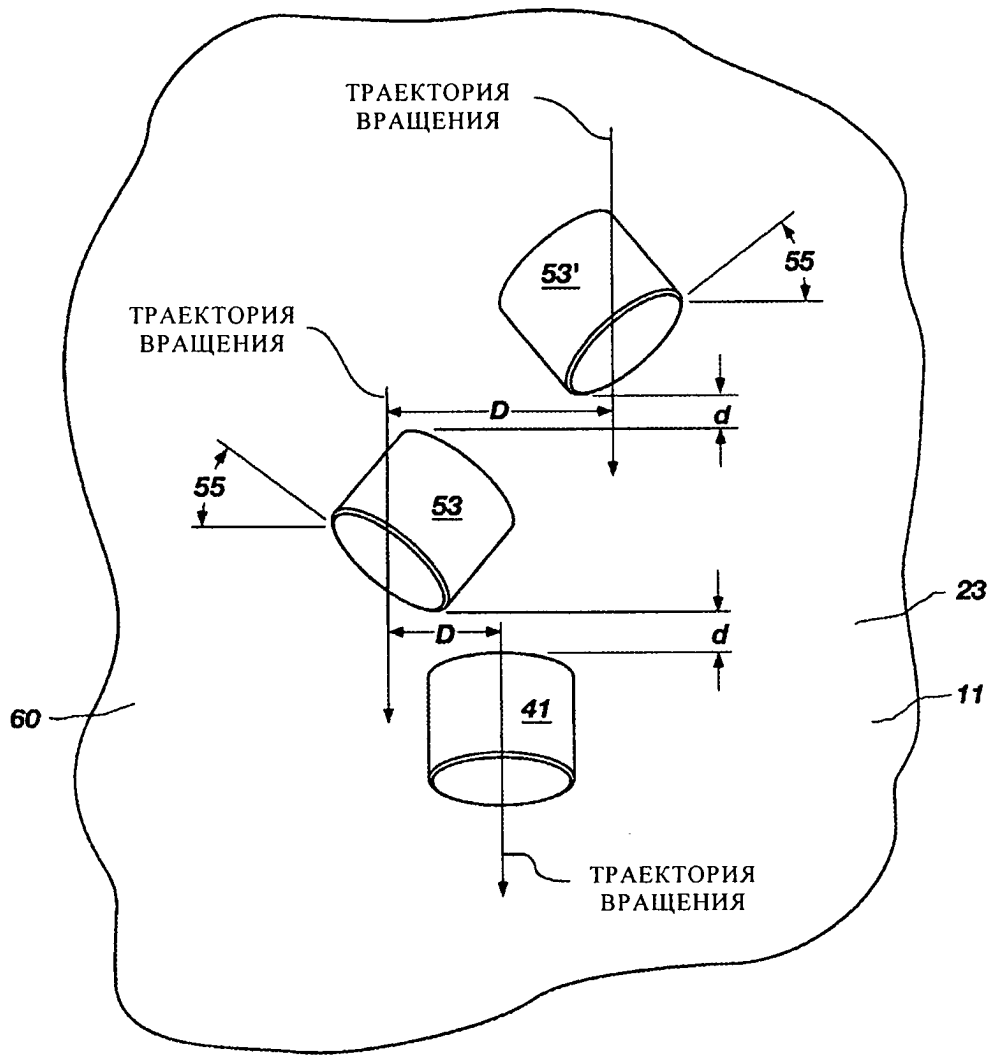
ФИГ. 4Г



ФИГ. 4Д



ФИГ. 4Е



ФИГ. 4Ж