

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2010/077169 A2

(43) Дата международной публикации
08 июля 2010 (08.07.2010)

РСТ

(51) Международная патентная классификация:
E21B 10/55 (2006.01)

(21) Номер международной заявки: РСТ/RU2009/000498

(22) Дата международной подачи:
28 сентября 2009 (28.09.2009)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(30) Данные о приоритете:
2008152613 29 декабря 2008 (29.12.2008) RU

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме
US): ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ НАУЧНО-
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"БУРИНТЕХ" (OBSHCHESTVO S OGRANICHEN-
NOJ OTVETSTVENNOST'YU NAUCHNO-
PROIZVODSTVENNOE PREDPRIYATIE "BURIN-

ТЕХН") [RU/RU]; ул. Юбилейная 4/1, Уфа, 450029,
Уфа (RU).

(72) Изобретатели; и

(75) Изобретатели/Заявители (только для US):
ИШБАЕВ, Гиниятулла Гарифуллович (ISHBAEV,
Gniyatulla Garifullovich) [RU/RU]; ул. Проспект
Октября, д. 97, корп. 2, кв. 15, Уфа, 450075, Уфа (RU).
БАЛУТА, Андрей Григорьевич (BALUTA, Andrej
Grigor'evich) [RU/RU]; ул. Чернышевского, д. 125, кв.
72, Уфа, 450000, Уфа (RU). ШАРИПОВ, Артур
Наилевич (SHARIPOV, Artur Nailievich) [RU/RU];
ул. Черниковская, д. 75/2, кв. 43, Уфа, 450068, Уфа
(RU).

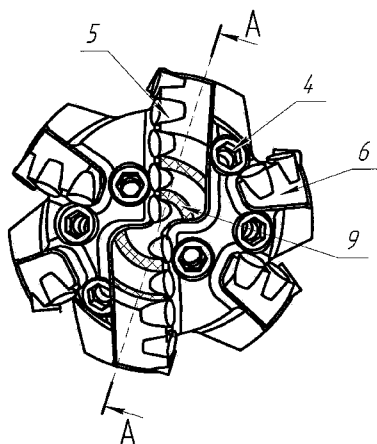
(74) Общий представитель: ИШБАЕВ, Гиниятулла
Гарифуллович (ISHBAEV, Gniyatulla Garifullovich);
ул. Юбилейная, д. 4/1, Уфа, 450029, Уфа (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

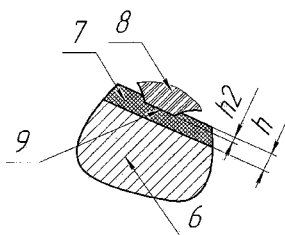
[продолжение на следующей странице]

(54) Title: BLADE-TYPE DRILL BIT

(54) Название изобретения : БУРОВОЕ ЛОПАСТНОЕ ДОЛОТО



A-A (2:1)



Фиг.4

(57) Abstract: The invention relates to a rock-destroying tool used for drilling oil and gas wells, particularly for drilling angled and horizontal wells and rocks represented by alternating interlayers of different hardness. The technical result consists in improving controllability whilst at the same time increasing the vibration-resistance of a PDC bit by using a special composite coating and adjusting the degree of protrusion of the cutter above this coating. The blade-type drill bit comprises a body with a connecting thread, a central channel and outlet openings for flushing liquid, and blades provided with polycrystalline diamond (PDC) cutters. The surface of the blades is equipped with a composite coating having a different degree of wear resistance over the thickness thereof, wherein the resistance of the composite coating to abrasive wear increases in the direction away from the outer surface towards the lower-lying layers, and the magnitude of the projection of the cutters close to the centre of the drill bit above the surface of the composite coating is less, as is known *per se*, than that required for drilling the most solid rocks in a given geological profile.

(57) Реферат: Изобретение относится к пород оразрушающему инструменту, применяемому для бурения нефтяных и газовых скважин, особенно для бурения наклонно направленных и горизонтальных скважин и пород, представленных чередованием пропластков различной твердости. Технический результат - улучшение управляемости с одновременным повышением

[продолжение на следующей странице]



BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

- касающаяся права заявителя подавать заявку на патент и получать его (правило 4.17 (ii))
- об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))

Опубликована:

- без отчёта о международном поиске и с повторной публикацией по получении отчёта (правило 48.2(g))

виброустойчивости долота PDC за счет применения специального композиционного покрытия и регулировки выступления резца над этим покрытием. Буровое лопастное долото включает корпус с присоединительной резьбой, центральным каналом и выходными отверстиями для промывочной жидкости, и лопастями, оснащенными поликристаллическими алмазными резцами PDC. Поверхность лопастей снабжена композиционным покрытием, имеющим различную износостойкость по толщине, при этом стойкость композиционного покрытия к абразивному износу увеличивается в направлении от наружной поверхности к нижележащим слоям, а величина выступа резцов вблизи центра долота над поверхностью композиционного покрытия заведомо меньше необходимого для бурения самых твердых пород в данном геологическом разрезе.

Буровое лопастное долото

Изобретение относится к породоразрушающему инструменту, применяемому для бурения нефтяных и газовых скважин, особенно для бурения наклонно направленных и горизонтальных скважин и пород, представленных чередованием пропластков различной твердости.

При направленном бурении скважин с использованием забойного двигателя, оснащенного механизмом перекоса осей или кривым переводником между силовой и шпиндельной секциями, большое значение имеет характеристика «момент-нагрузка» бурового долота. Вследствие большой протяженности буровой скважины, ее изгибов и при повышении зенитного угла оси ствола скважины вес буровой колонны может распределяться на стенках скважины и не доходить до долота. По мере разгрузки буровой колонны с буровой установки вес колонны становится больше силы трения покоя о стенку скважины и происходит «срыв» бурильной колонны со стенок скважины. Это приводит к значительному скачку осевой нагрузки на долото. Таким образом, бурение наклонных и горизонтальных скважин проходит в условиях значительной неравномерности значений осевой нагрузки, прикладываемой к долоту. При этом происходит чрезмерное внедрение резцов в горную породу и значительное увеличение потребного для вращения долота крутящего момента. Если долото реагирует на изменение осевой нагрузки значительным изменением потребного крутящего момента, необходимого для его вращения, то это приводит к закручиванию бурильной колонны и неконтролируемому изменению угла плоскости установки отклонителя относительно оси скважины, то есть происходит потеря «управляемости». Становится трудно, а во многих случаях и невозможно, контролировать направление бурения скважины. Поэтому необходимо минимизировать

скачки осевой нагрузки, что приведет к снижению резких колебаний крутящего момента, а следовательно усилит управляемость и виброустойчивость долота. Виброустойчивость - это характеристика долота, препятствующая вращению долота вокруг центра, смещенного относительно геометрического центра долота, при котором резцы перемещаются в боковые стороны и обратно и подвергаются значительно повышенным ударным нагрузкам, разрушающим их. Другими словами, происходит перекачивание долота по стенке скважины – так называемое «вихревое» движение долота. Данный вид вращения описан в патенте США №4932484, МПК E21 B10/26, 40/46, опуб 12.06,1990 и патенте РФ №2092671, МПК E21 B 10/26, опуб. 10,10,97.

Известно буровое лопастное долото PDC (polycrystalline diamond cutters – поликристаллические алмазные резцы) режущего типа, представляющее собой корпус с присоединительной резьбой к колонне буровых труб, в котором имеется центральный канал с выходными отверстиями для подачи промывочной жидкости и поликристаллические алмазные резцы (PDC), расположенные на лопастях корпуса долота (патент США 6443249, МПК E21B0/46, опуб.03.09.2002). Режущие элементы цилиндрической формы имеют на режущей кромке фаску увеличенного размера в виде усеченного конуса с определенным углом наклона. За счет наличия увеличенной фаски резец менее «агрессивен» в сравнении с обычным резцом и меньше внедряется в горную породу при увеличении осевой нагрузки. Однако применение известного долота не решает проблему, связанную с проводкой наклонно направленных и горизонтальных участков, крутящий момент данного долота все еще сильно зависит от осевой нагрузки.

В лопастных долотах PDC широко применяются различные ограничители глубины резания, призванные ограничить чрезмерное внедрение резцов в породу. Так, известны долота с ограничителями

проникновения в виде бобышек, пулеобразных вставок, устанавливаемых рядом с резцами (патент США №5558170, МПК E21B10/46, опуб. 24.09.1996), и позади резцов (патент США №5265685, МПК E21B10/46, 10/58, опуб. 30.11.1993), причем в последнем случае
5 ограничители могут находиться в постоянном контакте с горной породой. Ограничители проникновения позволяют снизить вероятность поломки резцов из-за чрезмерной нагрузки. Недостатком данных долот является слишком крутой характер изменения крутящего момента в зависимости от осевой нагрузки, так как ограничители небольшого размера легко
10 внедряются в горную породу. К недостаткам данных долот можно также отнести и необходимость соблюдения высокой точности установки ограничительных элементов по высоте относительно резца. Это объясняется тем, что каждый резец при работе долота движется по спиральной траектории, а угол подъема спирали изменяется от нескольких
15 градусов для резцов, расположенных у оси вращения, до нескольких долей градуса для резцов, расположенных дальше от оси вращения к периферийной части долота. Ограничители в данных долотах должны вступать во взаимодействие с горной породой при увеличении угла подъема спирали в диапазоне от десятых до сотых долей градуса. С учетом
20 небольшого расстояния от режущей кромки резца до ограничителя, расположенного за резцом, необходимо очень точно выдерживать высотный размер установки ограничителя относительно резца.

Известно долото, где ограничителем глубины резания является бобышка, устанавливаемая перед резцом или группой резцов,
25 расположенных на одной линии от центра долота к его внешней окружности (патент США №5595252, МПК E21B10/46, опуб. 21.01.1997). В данном случае значительно повышается точность задаваемых значений глубины резания. Недостатком данного долота является все еще неудовлетворительный характер зависимости «момент- нагрузка».

- Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату (прототипом) является буровое режущее долото, содержащее корпус с присоединительной резьбой к колонне бурильных труб, в котором имеется центральный канал с выходными отверстиями для
- 5 подачи промывочной жидкости и поликристаллические алмазные резцы, расположенные на лопастях корпуса долота (патент США 6460631, МПК E21B10/46, опуб. 08.10.2002). Резцы, расположенные в центре долота, имеют уменьшенную высоту выступания относительно тела лопастей. В данном случае ограничителями проникновения служат лопасти долота.
- 10 При увеличении осевой нагрузки, прикладываемой к долоту, увеличивается внедрение резцов в породу, поверхность лопастей в центральной части долота начинает приближаться к горной породе и при определенных значениях глубины резания начинает контактировать с ней. При дальнейшем увеличении глубины резания ширина, а следовательно, и
- 15 площадь контактных дорожек растет. Глубина резания зависит от геометрии долота, прочности породы на сжатие и осевой нагрузки. Вследствие большой площади контактирующих поверхностей горной породе может передаваться нагрузка, в несколько раз превышающая необходимую для достижения данных значений глубины резания одними
- 20 резцами. Так как контактные площадки расположены не по всему радиусу рабочей поверхности долота, а только вблизи оси вращения, то и момент, вызываемый силами трения в зоне контакта, сравнительно небольшой. Этим достигается пологий характер кривой «вращающий момент – осевая нагрузка».
- 25 К недостаткам данного изобретения относится постоянная величина выступа резца над лопастями долота. В связи с этой особенностью долото имеет два участка кривой «момент - нагрузка»: первого, где долото ведет себя как обычное режущее долото, и второго, где его характеристика приближается к характеристике шарошечного долота. Данный недостаток

сильно проявляется при бурении наклонно направленных и горизонтальных участков скважины во время бурения пород, представленных чередованием пропластков различной твердости. Пример: Во время бурения из более мягкого в более твердый и прочный пропласток происходит уменьшение глубины проникновения резца в породу, и теряется контакт лопастей с горной породой и долото начинает вести себя как обычное долото, вследствие чего ухудшается управляемость. Во время бурения из твердого пропластка в более мягкий происходит увеличение глубины проникновения резца в породу, а так как величина выступа резца над лопастями постоянна и рассчитана, например, для твердой породы и контактные площадки будут ограничивать скорость бурения в 2...3 раза против скорости, достижимой в данной породе все еще без потери управляемости. Устройство ограничителя проникновения резцов в горную породу по данному изобретению не улучшает виброустойчивость долота, так как не ограничивает смещение оси долота относительно скважины.

Задачей изобретения является улучшение управляемости с одновременным повышением виброустойчивости долота PDC за счет применения специального композиционного покрытия и регулировки выступления резца над этим покрытием.

Поставленная задача достигается тем, что в буровом лопастном долоте, включающем корпус с присоединительной резьбой, центральным каналом с выходными отверстиями для промывочной жидкости и лопастями, оснащенными поликристаллическими алмазными резцами PDC, согласно изобретению, поверхность лопастей снабжена композиционным покрытием, имеющим различную износостойкость по толщине. Величина выступа резцов, расположенных вблизи центра долота, над поверхностью композиционного покрытия заведомо меньше необходимого для бурения самых твердых пород в данном геологическом разрезе.

Заявленное изобретение отличается от прототипа тем, что поверхность лопастей снабжена композиционным покрытием, имеющим различную износостойкость по толщине и величина выступа резцов вблизи центра долота над покрытием заведомо меньше необходимого для бурения 5 самых твердых пород в данном геологическом разрезе.

Стойкость покрытия к абразивному износу должна увеличиваться в направлении от наружной поверхности к нижележащим слоям. Это может быть достигнуто, например, применением послойного нанесения покрытий с различным содержанием сверхтвердой фазы в связующем составе при 10 нанесении методом наплавки или напыления в случае изготовления корпуса долота из стали. В случае изготовления так называемого «матричного» долота методом порошковой металлургии поставленная задача может быть решена смешиванием в наружном слое твердой фазы с менее твердой. Например, частицы карбида вольфрама в поверхностном 15 слое могут быть смешаны в определенном соотношении с частицами вольфрама или железа и затем пропитаны связующим составом. В качестве связующего состава обычно используются различные медно-никелевые сплавы.

В заявляемом изобретении подбираются специальные 20 композиционные покрытия, которые выполняют одновременно роль:

1. Ограничителя проникновения резцов в породу;
2. Поверхности для создания дополнительных стабилизационных канавок.

Композиционное покрытие адаптирует долото для достижения 25 необходимой механической скорости бурения в конкретных горно-геологических и технико-технологических условиях, ограничивая чрезмерное проникновение резцов долота в горную породу и способствует образованию стабилизационных канавок по мере износа покрытия от трения с горной породой.

Использование данного изобретения позволяет обеспечить оптимальную механическую скорость бурения и управляемость долота PDC с повышенной виброустойчивостью как при бурении наклонно направленных и горизонтальных участков скважин, так при бурении пород, представленных чередованием пропластков различной твердости.

Таким образом, композиционное покрытие выполняет новую функцию и обеспечивает достижение нового, не известно ранее эффекта стабилизации долота с одновременным улучшением его управляемости, что позволяет судить о соответствии заявленного изобретения критерию «изобретательский уровень».

Заявленное изобретение иллюстрируется следующими рисунками:

фиг. 1 – общий вид долота PDC.

фиг. 2 – график зависимости крутящего момента от осевой нагрузки

фиг. 3 – схема работы резца

фиг. 4 – вид долота сверху

Буровое лопастное долото, изображенное на фиг.1, имеет корпус (1) с присоединительной резьбой (2) к колонне бурильных труб (на рисунке не показана), в котором имеется центральный канал (3) с выходными отверстиями (4) для подачи промывочной жидкости. На лопастях (6) долота размещены поликристаллические алмазные резцы (PDC) (5).

На фиг. 2 приведен график зависимости крутящего момента от осевой нагрузки: прямая 2а - традиционное PDC –долото; кривая 2б- долото по прототипу; кривая 2в- заявляемое долото, прямая 2г – шарошечное долото. Традиционные режущие долота PDC (фиг 2, прямая 2а) имеют крутую характеристику «вращающий момент – осевая нагрузка», так как режущие элементы легко внедряются в горную породу при увеличении осевой нагрузки и проходка за оборот увеличивается в несколько раз больше по сравнению с проходкой за оборот шарошечного долота при таком же изменении осевой нагрузки. Это приводит к значительному изменению

вращающего момента, прикладываемого к долоту. В общем случае требуемая осевая нагрузка на режущее долото в 2...3 раза ниже, чем для шарошечного долота

Долото с ограничителями глубины резания по прототипу (фиг 2, кривая 2б) имеет сравнительно небольшую зависимость крутящего момента от осевой нагрузки, но наличие двух участков кривой является значительным минусом при бурении наклонно направленных и горизонтальных участков скважины в условиях перемежаемости пород по твердости.

График зависимости крутящего момента от осевой нагрузки заявляемого долота (фиг 2, кривая 2в) в сравнении с прототипом и традиционными долотами гораздо положе и не имеет резких переломов и приближается к характеристике шарошечного долота (фиг 2, прямая 2г), являющегося оптимальной при бурении наклонно направленных и горизонтальных участков скважины.

На фиг. 3 изображена схема работы поликристаллического алмазного резца (5), закрепленного в теле лопасти (6), с нанесенным на лопасть композиционным покрытием (7) относительно горной породы (8). Композиционное покрытие наносится расчетной толщины h (0,5...7мм), так чтобы обеспечить заданный выступ h_1 (0,1...5мм) резцов над покрытием на внутреннем конусе долота.

На фиг. 4 показан вид сверху долота, проработавшего начальное время. В результате трения композиционного покрытия (7) о горную породу (8) и его последующего частичного износа образовались стабилизационные канавки (9) глубиной h_2 . Для обеспечения требуемой механической скорости резцам (5) необходимо внедриться на глубину h_3 . Величина h_3 равна сумме h_1+h_2 и является оптимальной для требуемой скорости проходки.

$$h_3=h_1+h_2.$$

где:

h_1 – расстояние от поверхности композиционного покрытия до вершины резца (5).

h_2 – глубина стабилизационной канавки.

5 В начальный момент бурения проникновение резца в породу ограничивает композиционное покрытие, препятствующее внедрению резцов в породу на величину, большую чем h_1 . В процессе начала работы верхний слой композиционного покрытия, имеющий пониженную по сравнению с нижележащими слоями абразивостойкость, при
10 взаимодействии с горной породой, начинает истираться, образуются дополнительные стабилизационные канавки (9) глубиной h_2 . Износ композиционного покрытия осуществляется на величину h_2 (0...5мм), которая является оптимальной для обеспечения заданной скорости проходки с сохранением управляемости и повышенной
15 виброустойчивостью. Время износа композиционного покрытия на величину h_2 зависит от режимов бурения и горно-геологических условий и составляет от 1 до 8 часов. В результате долото адаптируется к условиям бурения, обеспечивая оптимальную скорость проходки, образуя дополнительные стабилизационные канавки (9), взаимодействующие с
20 концентричными бороздами в горной породе на забое скважины (8), вследствие чего происходит повышение виброустойчивости и оптимизация зависимости крутящего момента от осевой нагрузки.

При проектировании вида композиционного покрытия, толщины, а также распределение сверхтвердой фазы по толщине слоя покрытия
25 учитываются как горно-геологические, так и технико-технологические условия.

В общем виде величина h и h_1 рассчитываются исходя из анализа функции, зависящей от многих параметров, а именно от типа, размера долота, размера резцов, свойств горной породы, проектных режимов

10

бурения (нагрузка на долото, частота вращения), а также предполагаемой механической скорости бурения.

$$h_i = f(\sigma, \alpha, F_{oc}, n, V_{mex}, \dots),$$

где:

- 5 σ - прочность породы на сжатие,
 - α - угол внутреннего трения,
 - F_{oc} - предполагаемая осевая нагрузка
 - n - предполагаемое число оборотов забойного двигателя
 - V_{mex} - предполагаемая механическая скорость бурения.
- 10 Применение заявленного изобретения позволит повысить скорость бурения, стабильность работы долота, тем самым увеличить срок службы долота PDC и уменьшить время строительства скважины как за счет увеличения механической скорости, так и за счет уменьшения спускоподъемных операций для замены изношенного долота.
- 15 Экономический эффект достигается сокращением времени на бурение и сокращением затрат на буровое оборудование.

20

25

Формула изобретения

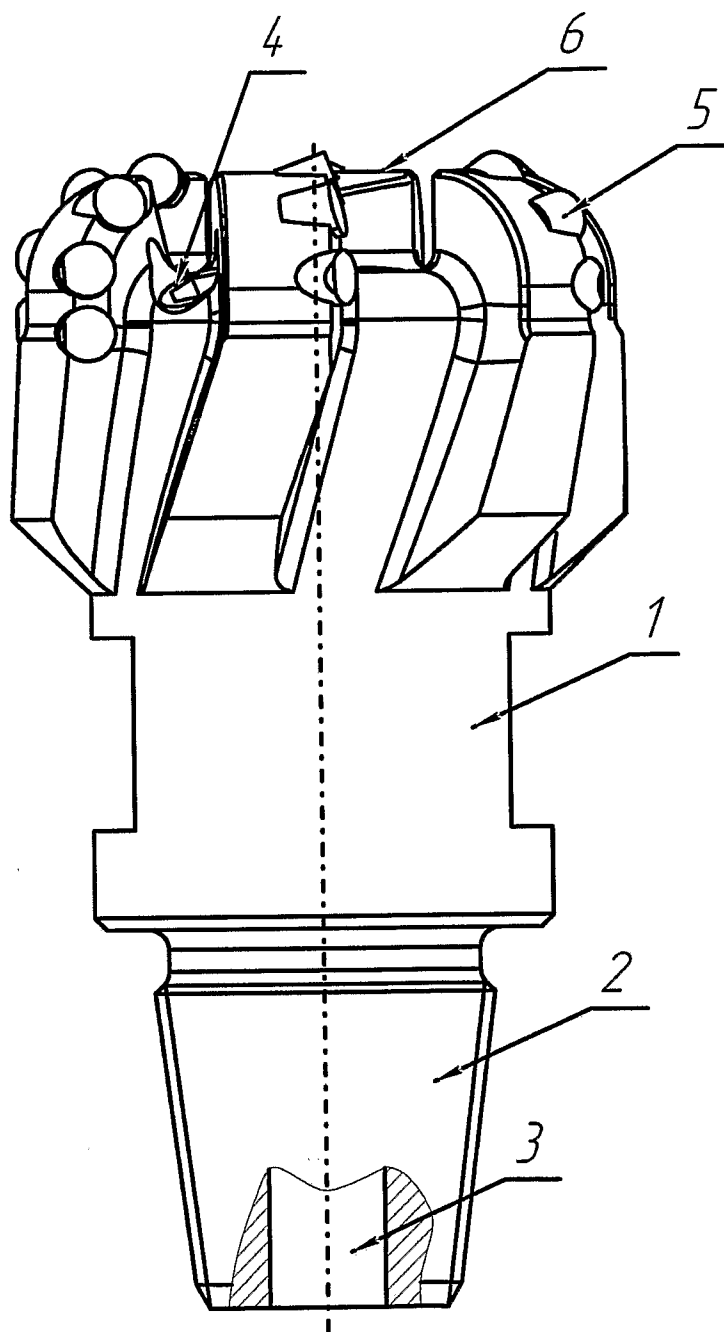
Буровое лопастное долото, включающее корпус с присоединительной
5 резьбой, центральным каналом и выходными отверстиями для
промывочной жидкости, и лопастями, оснащенными
поликристаллическими алмазными резцами PDC, при этом поверхность
лопастей снабжена композиционным покрытием, имеющим различную
износостойкость по толщине, отличающееся тем, что стойкость
10 композиционного покрытия к абразивному износу увеличивается в
направлении от наружной поверхности к нижележащим слоям, а величина
выступа резцов вблизи центра долота над поверхностью композиционного
покрытия заведомо меньше необходимого для бурения самых твердых
пород в данном геологическом разрезе.

15

20

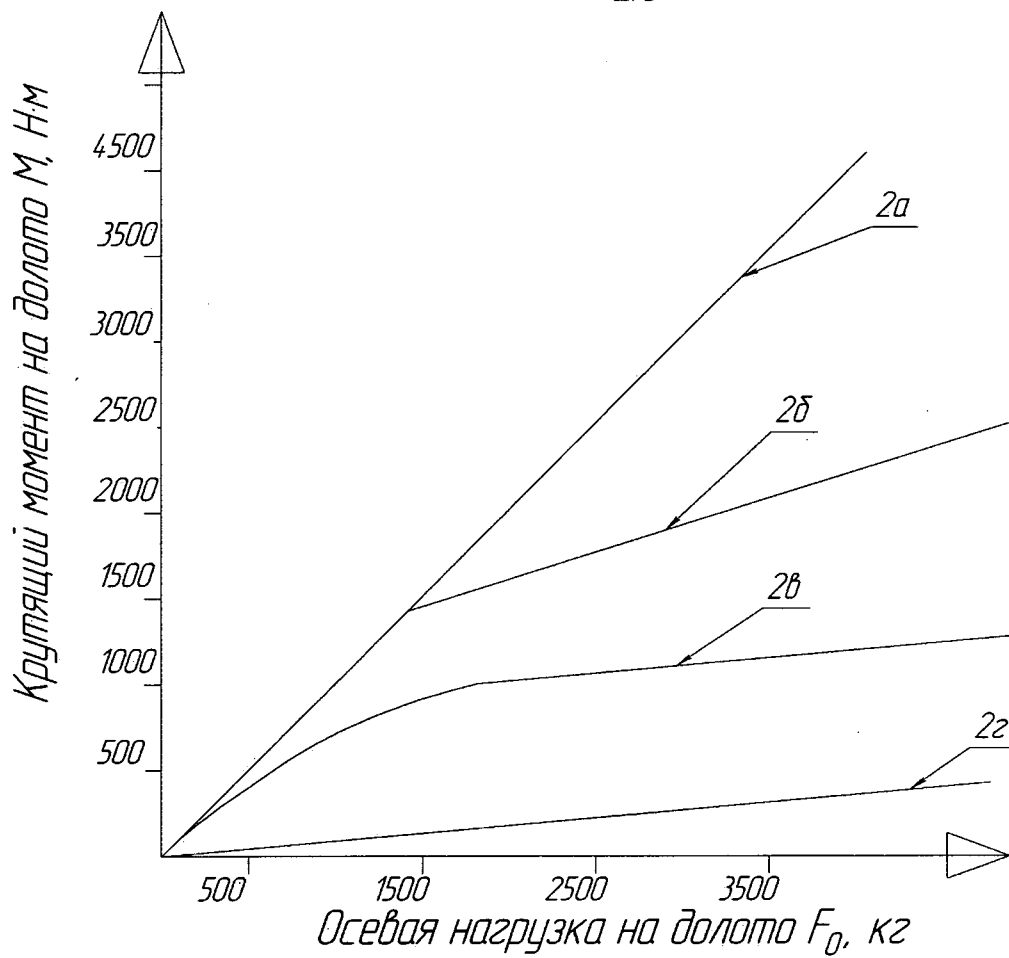
25

1/3

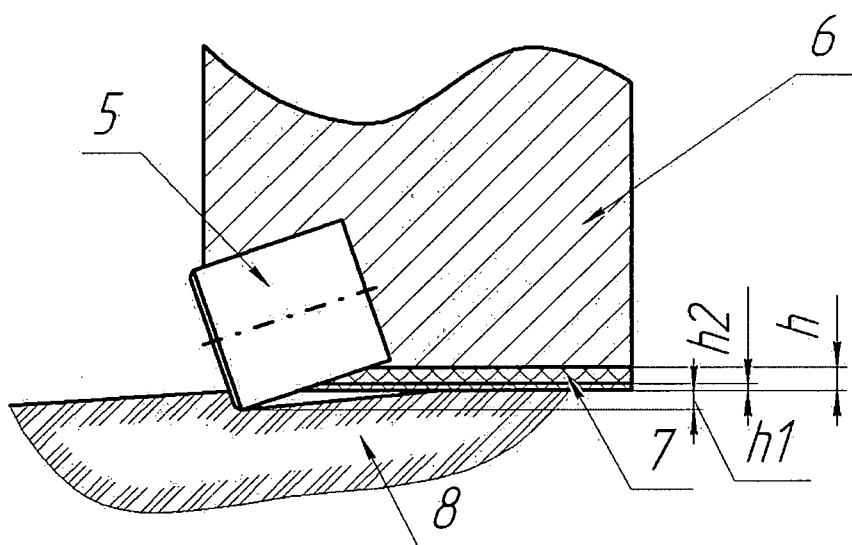


Фиг.1

2/3

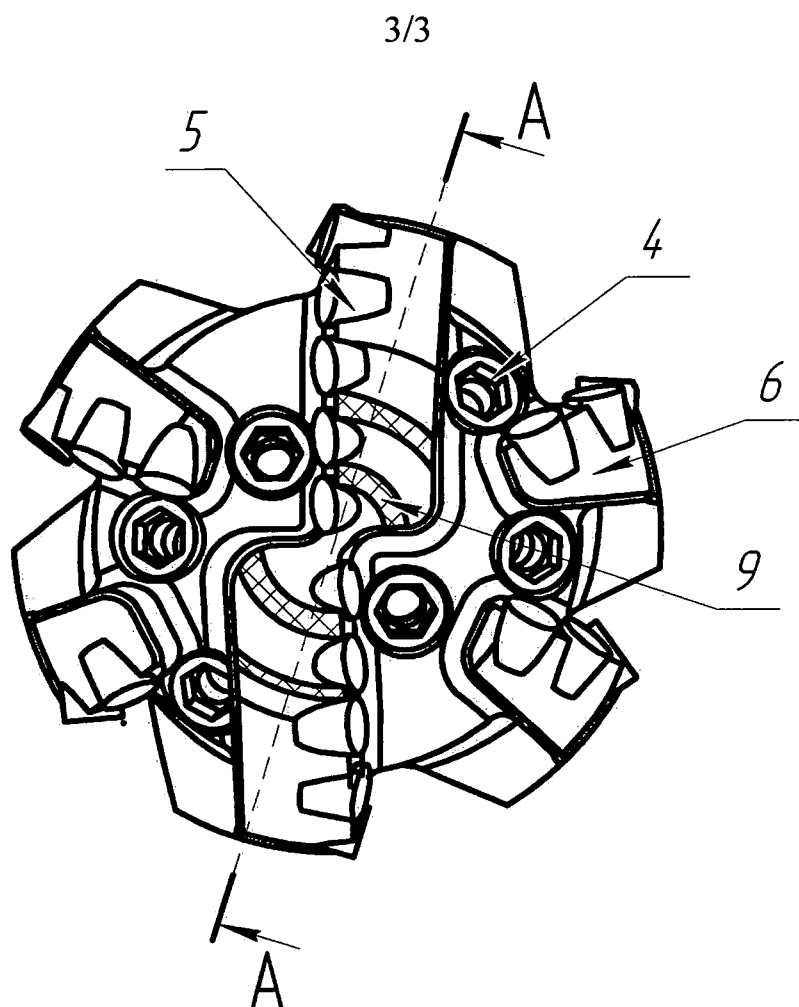


Фиг..2

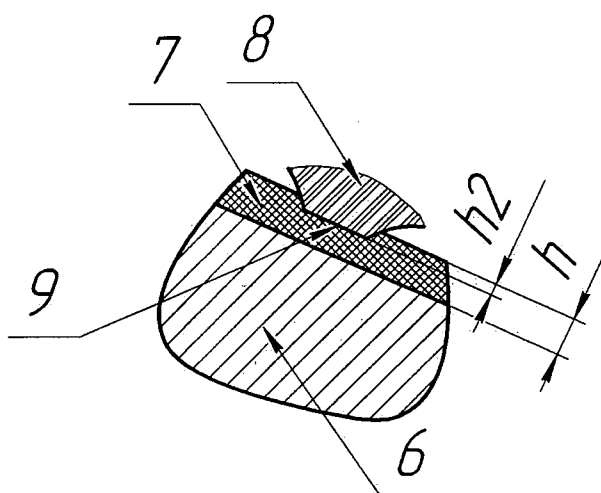


Фиг.3

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)



A-A (2:1)



Фиг.4