

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039139**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.09

(21) Номер заявки
201991031

(22) Дата подачи заявки
2017.10.24

(51) Int. Cl. *E21B 4/02* (2006.01)
E21B 44/00 (2006.01)
E21B 44/06 (2006.01)
F04C 14/26 (2006.01)
F04C 14/28 (2006.01)

(54) БУРОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ С ПЕРЕПУСКОМ И СПОСОБ

(31) **62/411,782; 15/790,509**

(32) **2016.10.24; 2017.10.23**

(33) **US**

(43) **2019.09.30**

(86) **PCT/US2017/058064**

(87) **WO 2018/081103 2018.05.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
РАЙВЛ ДАУНХОУЛ ТУЛС ЭлСи (US)

(72) Изобретатель:
Фон Гинц-Рековски Гунтер Хх (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) US-B1-6183226
US-A-4636151
US-B1-6250806
US-A1-20150068811
US-A-4844180
US-B2-7757781
US-A-5667023
US-A-5679894

(57) Забойный буровой двигатель включает в себя корпус двигателя, имеющий внутренний канал и внешнюю поверхность. Силовая секция включает в себя статорный эластомер, по меньшей мере частично расположенный во внутреннем канале корпуса двигателя. Опорная секция включает в себя верхний подшипник, по меньшей мере частично расположенный во внутреннем канале корпуса двигателя. Кроме того, корпус двигателя включает в себя отверстие, продолжающееся от внутреннего канала к внешней поверхности для обеспечения обходного пути флюида для флюида во внутреннем канале. Отверстие расположено в корпусе двигателя между нижним концом статорного эластомера и верхним концом верхнего подшипника. Обходной путь флюида позволяет забойному буровому двигателю обеспечивать более высокий расход флюида через статорный эластомер силовой секции, чем через верхний подшипник опорной секции.

B1**039139****039139****B1**

Перекрестная ссылка на родственную заявку

По этой заявке испрашивается преимущество приоритета предварительной заявки № 62/411782 на патент США, поданной 24 октября 2016 года, которая полностью включена в эту заявку путем ссылки.

Уровень техники

В процессе бурения нефтяных и газовых скважин забойные буровые двигатели могут быть присоединены к бурильной колонне для вращения и направления бурового долота. Типовые буровые двигатели обычно включают в себя силовую секцию, секцию передачи и опорную секцию. Вращение обеспечивается силовой секцией, которая может быть двигателем прямого вытеснения, приводимым в действие циркуляцией промывочной жидкости или бурового раствора. Секция передачи передает крутящий момент и частоту вращения от силовой секции к буровому долоту, расположенному на нижнем конце бурового двигателя. Опорная секция воспринимает осевые и радиальные нагрузки, прилагаемые к бурильной колонне во время бурения.

При более быстром бурении стволов скважин требуются более высокие расходы промывочной жидкости для вычищения бурового шлама из ствола скважины. Для каждого бурового двигателя рассчитывают максимальный расход промывочной жидкости при работе. Например, типовой буровой двигатель, имеющий внешний диаметр 6,75 дюйма (17 см), может быть рассчитан на максимальный расход около 600 галлонов в минуту (2270 л/мин). Превышение максимального расхода для бурового двигателя может привести к преждевременному отказу опорной секции вследствие эрозии.

Краткое описание чертежей

На чертежах показаны:

фиг. 1А и 1В - последовательные схематичные виды бурового двигателя с обходным путем потока;

фиг. 2 - детализированный вид отмеченного на фиг. 1А участка А бурового двигателя, показанного на фиг. 1А и 1В;

фиг. 3А и 3В - последовательные схематичные виды другого бурового двигателя с обходным путем потока; и

фиг. 4 - детализированный вид отмеченного на фиг. 3А участка В бурового двигателя из фиг. 3А.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

В этой заявке раскрыт буровой двигатель с обходным путем потока, также называемый перепускным буровым двигателем. Перепускной буровой двигатель может включать в себя одно или несколько отверстий в или вблизи секции передачи, то есть между нижним концом статора с эластомерной обкладкой силовой секции и самым верхним подшипником опорной секции. Одно или несколько отверстий могут обеспечивать протекание части промывочной жидкости через центральный участок бурового двигателя к выпуску бурового двигателя между статором с эластомерной обкладкой и верхним подшипником вместо непрерывного протекания через буровой двигатель к опорной секции и буровому долоту. При наличии перепускного отверстия эффективно снижается расход флюида через опорную секцию и буровое долото и в то же время делается возможным более высокий общий расход через ствол скважины. Таким образом, при более высоких расходах промывочной жидкости через буровой двигатель можно быстрее бурить стволы скважин без возникновения преждевременного отказа опорной секции бурового двигателя вследствие эрозии.

На фиг. 1А-2 показан буровой двигатель 40, включающий верхний переводник 42, силовую секцию 44, секцию 46 передачи, опорную секцию 48, буровое долото 50 и корпус 52 двигателя. Корпус 52 двигателя может продолжаться от верхнего переводника 42 до опорной секции 48 и может быть образован из одного компонента или многочисленных компонентов. Например, корпус 52 двигателя может включать в себя корпус силовой секции, корпус секции передачи и корпус опорной секции. Секция 46 передачи может включать в себя трансмиссионный вал 54, переходник 56 ротора и переходник 58 приводного вала, расположенные в корпусе 52 двигателя. Силовая секция 44 может включать в себя статор 59 с эластомерной обкладкой, закрепленный в корпусе 52 двигателя, и ротор 60, расположенный с возможностью вращения в статорном эластомере 59. В одном варианте осуществления статор 59 с эластомерной обкладкой включает в себя внутреннюю поверхность с винтообразным контуром и ротор 60 включает в себя внешнюю поверхность с винтообразным контуром; совместно статор 59 с эластомерной обкладкой и ротор 60 образуют силовую секцию прямого вытеснения, имеющую винтообразную полость прямого вытеснения. Опорная секция 48 может включать в себя верхний подшипник 61 и способный вращаться приводной вал 62, расположенный в корпусе 52 двигателя. В одном варианте осуществления верхний подшипник 61 является единственным подшипником, включенным в опорную секцию 48. В других вариантах осуществления опорная секция 48 включает в себя верхний подшипник 61 и один или несколько других подшипников, расположенных ниже верхнего подшипника 61. Верхний подшипник 61 может быть радиальным подшипником, осевым подшипником или подшипником, который выдерживает осевую нагрузку в сочетании с радиальной нагрузкой.

Переходник 56 ротора из секции 46 передачи может быть соединен с ротором 60 для передачи крутящего момента от силовой секции 44 к секции 46 передачи. В рабочем состоянии переходник 58 приводного вала может быть соединен с приводным валом 62 опорной секции 48 для передачи крутящего момента от секции 46 передачи к приводному валу 62 и буровому долоту 50. Трансмиссионный вал 54

может быть соединен с переходником 56 ротора и переходником 58 приводного вала для передачи крутящего момента через секцию 46 передачи.

Буровой двигатель 40 может включать в себя одно или несколько отверстий 64 сквозь корпус 52 двигателя. В этом варианте осуществления отверстия 64 могут быть расположены в корпусе 65 секции передачи. В других вариантах осуществления отверстия 64 могут быть расположены сквозь другие компоненты корпуса 52 двигателя между нижним концом 66 статора 59 с эластомерной обкладкой в силовой секции 44 и верхним концом 67 верхнего подшипника 62 в опорной секции 48.

Каждое из отверстий 64 обеспечивает обходной путь флюида сквозь корпус 52 двигателя (то есть из внутренней полости к внешней поверхности корпуса). Корпус 52 двигателя может включать в себя любое количество отверстий 64, подходящих для обеспечения заданного расхода обходного потока флюида через них. Например, корпус 52 двигателя может включать в себя 1-10 отверстий 64. В одном варианте осуществления корпус 52 двигателя может включать в себя 2-3 отверстия 64. В других вариантах осуществления корпус 52 двигателя может включать в себя больше чем 10 отверстий 64. Согласно некоторым вариантам осуществления корпус 52 двигателя может включать в себя большое количество микроотверстий (например, от нескольких сотен до более 1000 микроотверстий), таких как отверстия в сетке или решетке, расположенной в отверстии корпуса 52 двигателя или вблизи него. В определенных вариантах осуществления только одни отверстия 64 могут обеспечивать обходные пути флюида. В других вариантах осуществления патрубок 68 может быть расположен в каждом отверстии 64 и каждый обходной путь флюида может проходить через один из патрубков 68. Для предотвращения эрозии каждое отверстие 64 и/или каждый патрубок 68 могут быть образованы из карбида вольфрама или керамического материала. Каждому отверстию 64 и/или патрубку 68 могут быть приданы размеры, обеспечивающие заданный расход обходного потока флюида через них. Например, каждое отверстие 64 или каждый патрубок 68 могут иметь диаметр отверстия от 7/32 дюйма (5,56 мм) до 28/32 дюйма (22,2 мм). Отверстия 64 и/или патрубки 68 могут быть расположены в любой конфигурации и могут направлять поток флюида по любому направлению.

Флюид (например, промывочная жидкость или буровой раствор) может закачиваться с поверхности скважины по бурильной колонне или бурильной трубе к буровому двигателю 40. Флюид может протекать через полость, образованную между ротором 60 и статором 59 с эластомерной обкладкой, чтобы приводить во вращение ротор 60 в статоре 59 с эластомерной обкладкой. Ротор 60 может вращаться вокруг внутреннего пространства статора 59 с эластомерной обкладкой. Трансмиссионный вал 54 может передавать вращательное движение ротора 60 к приводному валу 62. Приводной вал 62 может вращаться концентрически в корпусе 52 двигателя, чтобы приводить в движение буровое долото 50.

Флюид, протекающий между ротором 60 и статором 59 с эластомерной обкладкой силовой секции 44, может втекать в кольцевое пространство 69 между переходником 56 ротора и корпусом 52 двигателя. Флюид может непрерывно протекать по кольцевому пространству между трансмиссионным валом 54 и корпусом 52 двигателя, кольцевому пространству между переходником 58 приводного вала и корпусом 52 двигателя, через впускные окна 96, предусмотренные в приводном валу 62, по центральному каналу 98 приводного вала 62 и вытекать через буровое долото 50 для вымывания бурового шлама из ствола скважины. В другом варианте осуществления впускные окна могут быть предусмотрены на участке трансмиссионного вала 54 или переходника 58 приводного вала для протекания флюида из кольцевого пространства (между трансмиссионным валом 54 и переходником 58 приводного вала) в центральный канал. В любом варианте осуществления часть флюида, находящегося в кольцевом пространстве между переходником 58 приводного вала и корпусом 52 двигателя, может протекать через опорные элементы в опорной секции 48. Например, часть флюида может протекать через верхний подшипник 61.

Обходной поток может устанавливаться, когда часть флюида, находящегося в кольцевом пространстве 69, вытекает из пространства 69 через каждое из отверстий 64 и/или патрубков 68 в кольцевое пространство между корпусом 52 двигателя и стенкой ствола скважины. Суммарный расход обходного потока может определяться количеством отверстий 64 и/или патрубков 68 и размером каждого отверстия 64 или отверстия патрубка 68. Использование большего количества отверстий или патрубков большего диаметра можно обеспечить более высокий расход обходного потока. Использование отверстий или патрубков большего диаметра можно обеспечить более высокий расход обходного потока. При наличии обходного потока уменьшается расход флюида через опорные элементы в опорной секции 48.

На фиг. 3А-4 показан буровой двигатель 70, включающий верхний переводник 42, силовую секцию 44, секцию 72 передачи, опорную секцию 48, буровое долото 50 и корпус 74 двигателя. Верхний переводник 42, силовая секция 44, опорная секция 48 и буровое долото 50 могут включать в себя те же самые элементы и могут функционировать таким же образом, как в приведенном выше описании бурового двигателя 40. Корпус 74 двигателя может продолжаться от верхнего переводника 42 до бурового долота 50 и может быть образован из одного компонента или многочисленных компонентов. Например, корпус 52 двигателя может включать в себя корпус силовой секции, один или несколько корпусов секции передачи и корпус опорной секции. Секция 72 передачи может включать в себя трансмиссионный вал 78, переводник 80 ротора и переводник 82 приводного вала, расположенные в корпусе 74 двигателя. Переходник 80 ротора может быть присоединен между ротором 60 и трансмиссионным валом 78. Переводник 82 при-

водного вала может быть присоединен между трансмиссионным валом 78 и приводным валом 62.

Кроме того, буровой двигатель 70 может включать в себя одно или несколько отверстий 84 сквозь корпус 74 двигателя. В этом варианте осуществления отверстия 84 могут быть расположены в корпусе 86 патрубков, присоединенном между корпусом 88 силовой секции и корпусом 90 секции передачи. В других вариантах осуществления отверстия 84 могут быть расположены сквозь другие компоненты корпуса 74 двигателя между нижним концом 66 статора 59 с эластомерной обкладкой в силовой секции 44 и верхним концом 67 верхнего подшипника 61 в опорной секции 48.

Каждое из отверстий 84 обеспечивает обходной путь флюида сквозь корпус 74 двигателя (то есть из внутренней полости к внешней поверхности корпуса). Корпус 74 двигателя может включать в себя любое количество отверстий 84, подходящих для обеспечения заданного расхода обходного потока флюида через них. Например, корпус 74 двигателя может включать в себя 1-10 отверстий 84. В одном варианте осуществления корпус 74 двигателя может включать в себя 2-3 отверстия 84. В определенных вариантах осуществления только одни отверстия 84 могут обеспечивать обходные пути флюида. В других вариантах осуществления патрубок 92 расположен в каждом отверстии 84, а каждый обходной путь флюида может проходить через один из патрубков 92. Для предотвращения эрозии каждое отверстие 84 и/или патрубок 92 могут быть образованы из карбида. Каждому отверстию 84 и/или патрубку 92 могут быть приданы размеры, обеспечивающие заданный расход обходного потока флюида через них. Например, каждое отверстие 84 или каждый патрубок 92 могут иметь диаметр отверстия от 7/32 дюйма (5,56 мм) до 28/32 дюйма (22,2 мм). Отверстия 84 и/или патрубки 92 могут быть расположены в любой конфигурации и могут направлять поток флюида по любому направлению. За исключением отмеченных различий отверстия 84 и патрубки 92 могут включать в себя те же конструктивные элементы и могут функционировать таким же образом, как отверстия 64 и патрубки 68 в буровом двигателе 40.

Флюид, протекающий через ротор 60 и статор 59 с эластомерной обкладкой силовой секции 44, может втекать в кольцевое пространство 94 между переходником 80 ротора и корпусом 74 двигателя. Обходной поток может устанавливаться, когда часть флюида, находящегося в кольцевом пространстве 94, вытекает из пространства 94 через каждое из отверстий 84 и патрубков 92 в кольцевое пространство между корпусом 74 двигателя и стенкой ствола скважины. Суммарный расход обходного потока может определяться количеством отверстий 84 и/или патрубков 92 и размером каждого отверстия 84 или отверстия патрубка 92. Использованием большего количества отверстий/патрубков и/или использованием отверстий/патрубков большего диаметра можно обеспечить более высокий расход обходного потока. При наличии обходного потока уменьшается расход флюида через опорные элементы в опорной секции 48.

Буровые двигатели 40, 70 могут обеспечивать расход промывочной жидкости, который выше, чем максимально допустимый расход опорной секции 48, благодаря созданию обходного потока через отверстия 64, 84 и/или патрубки 68, 92. Например, но без ограничения, если опорная секция 48 размером 6-3/4" (17 см) рассчитана на максимальный расход промывочной жидкости 600 галлонов в минуту (2270 л/мин), буровой двигатель 40, 70 может обеспечивать расход промывочной жидкости 900 галлонов в минуту (3406 л/мин) через силовую секцию 44 (для обеспечения более быстрого бурения) благодаря ставшему возможным расходу 300 галлонов в минуту (1136 л/мин) обходного потока через отверстия 64, 84 и/или патрубки 68, 92. Согласно другому примеру, но без ограничения, если максимальный расчетный расход опорной секции 48 составляет 600 галлонов в минуту (2270 л/мин), буровой двигатель 40, 70 может обеспечивать расход 700 галлонов в минуту (2650 л/мин) через силовую секцию 44 благодаря расходу обходного потока 100 галлонов в минуту (380 л/мин) через отверстия 64, 84 и/или патрубки 68, 92.

В этих примерах расход обходного потока может определяться суммарной площадью отверстия (отверстий) 64, 84 и/или отверстия (отверстий) патрубка (патрубков) 68, 92 (то есть количеством патрубков и/или размером каждого патрубка) соответственно в буровом двигателе 40, 70. В вариантах осуществления, включающих больше одного отверстия 64, 84 и/или больше одного патрубка 68, 92, суммарная площадь отверстий является суммой площадей всех отверстий. Суммарная площадь отверстия (отверстий) может быть определена вычислением с учетом заданного расхода флюида через силовую секцию 44. Падение давления на перепускных отверстиях должно быть равно падению давления на опорной секции и буровом долоте.

Нижеследующая формула представлена в качестве одного примера способа вычисления суммарной площади сечения потока через отверстия 64, 84 и/или патрубок (патрубки) 68, 92 соответственно в буровом двигателе 40, 70 для заданного расхода флюида через силовую секцию 44:

$$A = \sqrt{\frac{W(Q_p - Q_b)^2}{12031P_{b+d}}},$$

где A - суммарная площадь сечения потока через патрубок (в квадратных дюймах), W - плотность промывочной жидкости (в фунтах на галлон), Q_p - заданный расход флюида через силовую секцию 44 (в галлонах в минуту) и P_{b+d} - измеренное или вычисленное падение давления на опорной секции 48 и буровом долоте 50 (в единицах фунт-сила на квадратный дюйм) при максимальном расходе Q_b флюида, на который рассчитана опорная секция 48.

Хотя были описаны предпочтительные варианты осуществления, следует понимать, что варианты

осуществления являются только иллюстративными и что объем изобретения должен определяться исключительно прилагаемой формулой изобретения в соответствии с полным набором эквивалентов, многочисленных вариантов и модификаций, естественным образом приходящих на ум специалистам в данной области техники при ознакомлении с изобретением.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Забойный буровой двигатель, содержащий:

корпус двигателя, содержащий корпус силовой секции, имеющей внутренний канал и внешнюю поверхность, корпус секции передачи, имеющий внутренний канал и внешнюю поверхность, корпус опорной секции, имеющий внутренний канал и внешнюю поверхность, причем корпус силовой секции соединен в процессе работы с опорной секцией;

силовую секцию, включающую статор с эластомерной обкладкой и ротор, по меньшей мере частично расположенный во внутреннем канале корпуса силовой секции; причем ротор имеет верхний конец и нижний конец, при этом нижний конец ротора соединен в процессе работы с верхним концом переходника ротора;

секцию передачи, включающую трансмиссионный вал, расположенный во внутреннем канале корпуса секции передачи,

опорную секцию, включающую верхний подшипник, расположенный во внутреннем канале корпуса опорной секции, и первое отверстие сквозь корпус секции передачи, при этом первое отверстие расположено ниже статора с эластомерной обкладкой и над трансмиссионным валом и опорной секцией, при этом первое отверстие проходит от внутреннего канала до внешней поверхности корпуса секции передачи и обеспечивает обходной путь флюида из внутреннего канала к внешней поверхности корпуса опорной секции.

2. Забойный буровой двигатель по п.1, дополнительно содержащий одно или более дополнительных отверстий сквозь корпус секции передачи, в котором каждое из одного или более дополнительных отверстий расположено ниже статора с эластомерной обкладкой и над трансмиссионным валом и опорной секцией, при этом каждое из одного или более дополнительных отверстий проходит от внутреннего канала до внешней поверхности корпуса секции передачи для обеспечения обходного пути флюида для флюида от внутреннего канала к внешней поверхности корпуса секции передачи.

3. Забойный буровой двигатель по п.2, в котором каждое из первого отверстия и одно или более дополнительных отверстий имеет диаметр от 7/32 дюйма (5,56 мм) до 28/32 дюйма (22,22 мм).

4. Забойный буровой двигатель по п.2, в котором первое отверстие и одно и более дополнительных отверстий имеет патрубок, расположенный в нем, через который проходит обходной путь флюида.

5. Способ бурения ствола скважины, содержащий этапы, на которых:

а) подготавливают забойный буровой двигатель по п.1, причем забойный буровой двигатель включает в себя буровое долото, соединяемое с нижним концом опорной секции;

б) спускают забойный буровой двигатель в ствол скважины;

в) закачивают промывочную жидкость по внутреннему каналу забойного бурового двигателя для вращения ротора в статоре с эластомерной обкладкой силовой секции, при этом промывочную жидкость закачивают при первом расходе через статор с эластомерной обкладкой;

г) обеспечивают возможность протекания части промывочной жидкости, находящейся во внутреннем канале секции передачи, по обходному пути флюида, при расходе обходного потока; и

е) обеспечивают возможность протекания промывочной жидкости через верхний подшипник опорной секции и буровое долото при втором расходе, при этом второй расход ниже, чем первый расход.

6. Способ по п.5, в котором на этапе (д) расход обходного потока на протяжении обходного пути флюида зависит от падения давления, создаваемого промывочной жидкостью, протекающей через опорную секцию и буровое долото забойного бурового двигателя на этапе (е).

7. Способ по п.6, в котором на этапе (а) площадь первого отверстия задают, используя вычисления для получения заданного значения расхода обходного потока на этапе (д).

8. Способ по п.5, дополнительно содержащий одно или более дополнительных отверстий сквозь корпус секции передачи, в котором каждое из одного или более дополнительных отверстий расположено ниже статора с эластомерной обкладкой и над трансмиссионным валом и опорной секцией, при этом каждое из одного или более дополнительных отверстий проходит от внутреннего канала до внешней поверхности корпуса секции передачи для обеспечения обходного пути флюида для флюида от внутреннего канала к внешней поверхности корпуса секции передачи.

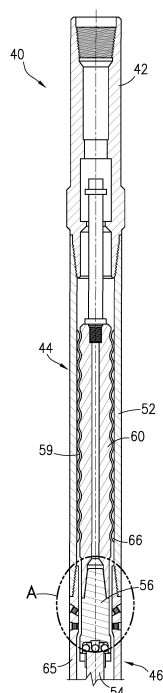
9. Способ по п.8, в котором

этап (д), кроме того, содержит этап, на котором обеспечивают возможность протекания части промывочной жидкости, находящейся во внутреннем канале корпуса секции передачи, по обходному пути флюида, образованному первым отверстием и вторым или больше дополнительными отверстиями сквозь корпус секции передачи, в котором промывочная жидкость протекает по обходному пути флюида при заданном расходе обходного потока.

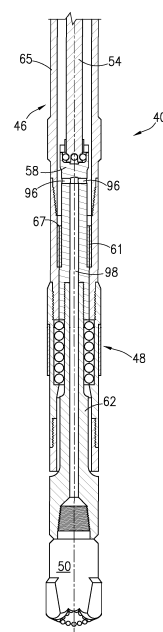
10. Способ по п.9, в котором на этапе (а) сумму площадей первого отверстия и одного или более дополнительных отверстий задают, используя вычисления для получения заданного значения расхода обходного потока на этапе (d).

11. Способ по п.9, в котором диаметр первого отверстия и одного и более дополнительных отверстий составляет от 7/32 дюйма (5,56 мм) до 28/32 дюйма (22,22 мм).

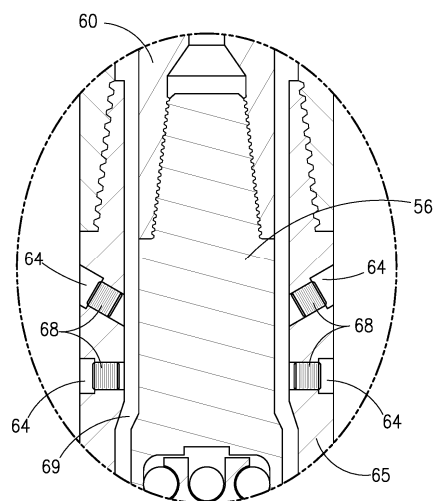
12. Способ по п.8, в котором на этапе (а) первое отверстие и одно или более дополнительных отверстий содержит патрубок, расположенный в нем сквозь корпус секции передачи, причем обходной путь флюида проходит через каждый из патрубков, а этап (d), кроме того, содержит этап на котором обеспечивают возможность протекания части промывочной жидкости, находящейся во внутреннем канале корпуса передачи, по каждому из обходных путей флюида, при этом промывочная жидкость протекает по всем обходным путям флюида при расходе обходного потока.



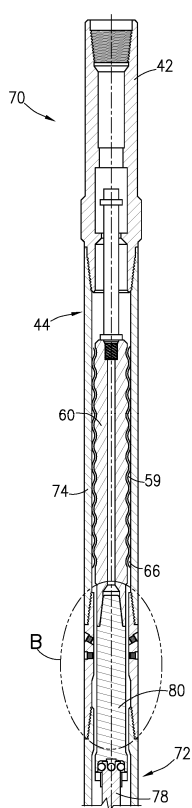
Фиг. 1А



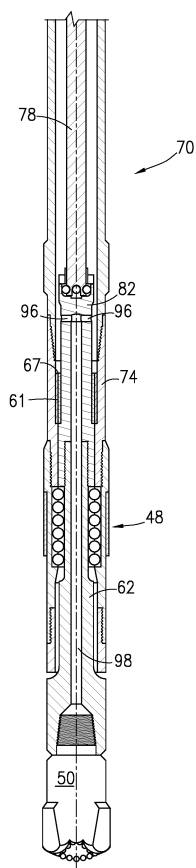
Фиг. 1В



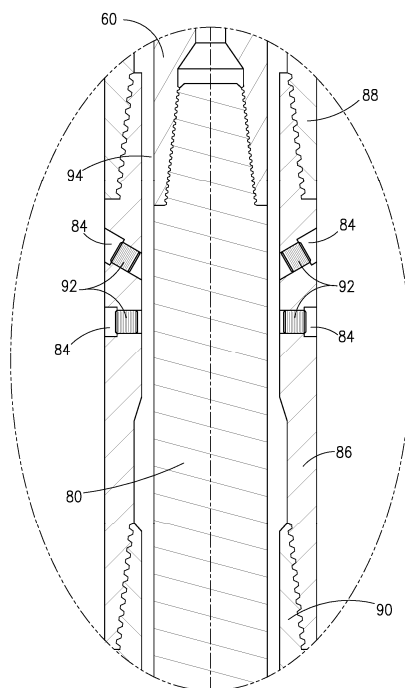
Фиг. 2



Фиг. 3А



Фиг. 3В



Фиг. 4



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2