

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040027**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.11

(51) Int. Cl. *E21B 17/042* (2006.01)
F16L 15/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202091854

(22) Дата подачи заявки
2019.02.22

(54) СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ ВНУТРИСКВАЖИННЫХ ТРУБ

(31) **18160858.9**

(56) US-A-4121862
US-A1-2006118340
US-A-4588213

(32) **2018.03.09**(33) **EP**(43) **2021.01.31**(86) **PCT/EP2019/054453**(87) **WO 2019/170436 2019.09.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**САНДВИК МАЙНИНГ ЭНД
КОНСТРАКШН ТУЛЗ АБ (SE)**

(72) Изобретатель:
Риндескер Андреас (SE)

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(57) Соединительный элемент для соединения внутрискважинных труб содержит трубчатый корпус и по меньшей мере одно из следующего: охватываемую винтовую резьбу, выполненную на наружной поверхности указанного корпуса, и охватывающую винтовую резьбу, выполненную на внутренней поверхности указанного корпуса. Указанная по меньшей мере одна резьба имеет профиль, содержащий выступ, впадину и пару боковых поверхностей. Выступ и впадина изогнуты вокруг соответствующего первого и второго радиусов изгиба. Каждый радиус изгиба больше наружного диаметра соединительного элемента.

B1**040027****040027****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в целом относится к резьбе с криволинейным профилем для соединения бурильной колонны, в частности, хотя и не исключительно, бурильной колонны, используемой для ударного бурения горных пород.

Уровень техники

В документе EP 1511911/US 8066307 описано резьбовое соединение для бурильной колонны, предназначенной для ударного бурения горных пород, содержащее охватываемые и охватывающие винтовые резьбы на элементах, которые требуется соединить с образованием бурильной колонны, причем указанное резьбовое соединение отличается тем, что охватываемая резьба и охватывающая резьба имеют трапециевидальный профиль, причем указанные резьбы проходят по конической поверхности вдоль длины резьбы с углом конусности менее 7° , а углы профиля резьбы между боковыми поверхностями витков и касательной к вершинам витков меньше 45° .

Коническая резьба, описанная в патенте EP 1511911, не является оптимальной для равномерного распределения изгибающей нагрузки по длине резьбы, а также коническая резьба не обеспечивает целесообразное время соединения и разъединения. Износостойкость конической резьбы, описанной в EP 1511911, оставляет желать лучшего.

Таким образом, требуется создать усовершенствованную резьбу бурильной колонны для ударного бурения горных пород, которая не имела бы вышеупомянутых недостатков конической резьбы.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение в целом относится к резьбе с криволинейным профилем для соединительного элемента бурильной колонны, в частности, хотя и не исключительно, бурильной колонны, используемой для ударного бурения горных пород. В одном варианте выполнения соединительный элемент для соединения внутрискважинных труб содержит трубчатый корпус, охватывающую соединительную часть, охватываемую соединительную часть и по меньшей мере одно из следующего: охватываемую винтовую резьбу, выполненную на наружной поверхности указанного корпуса, и охватывающую винтовую резьбу, выполненную на внутренней поверхности указанного корпуса.

Указанная по меньшей мере одна резьба имеет профиль, содержащий выступ, впадину и пару боковых поверхностей. Выступ и впадина изогнуты по соответствующему первому и второму радиусам изгиба. Каждый радиус изгиба больше наружного диаметра соединительного элемента.

По сравнению с конической резьбой, описанной в патенте EP 1511911, резьбы с криволинейным профилем обеспечивают преимущество, состоящее в том, что они обладают улучшенными соединительными характеристиками и повышенной жесткостью при изгибающих нагрузках. Резьбы с криволинейным профилем уменьшают время соединения и разъединения. Резьбы с криволинейным профилем равномернее распределяют изгибающую нагрузку по длине благодаря тому, что кривизна указанных резьб лучше выравнивается с кривизной изгиба. Кроме того, резьбы с криволинейным профилем обладают повышенной износостойкостью благодаря более перпендикулярному направлению контактного усилия, в связи с чем снижаются силы скольжения.

В одном аспекте указанного варианта выполнения каждая боковая поверхность является прямолинейной и соединена со смежным выступом и/или впадиной посредством соответствующей дуги.

В другом аспекте указанного варианта выполнения средняя линия профиля резьбы, перпендикулярная дуге каждого радиуса изгиба, расположена с наклоном относительно продольной оси соединительного элемента под острым и почти перпендикулярным первым углом смежно с началом указанной по меньшей мере одной резьбы и с наклоном под вторым углом смежно с концом указанной по меньшей мере одной резьбы, причем указанный второй угол меньше указанного первого угла.

В другом аспекте указанного варианта выполнения каждый радиус изгиба по меньшей мере в пять раз больше наружного диаметра указанного соединительного элемента. В другом аспекте указанного варианта выполнения профиль резьбы имеет несимметричную форму. В другом аспекте указанного варианта выполнения профиль резьбы является трапециевидным. В другом аспекте указанного варианта выполнения угол кривизны указанной по меньшей мере одной резьбы находится в диапазоне от 1 до 10° . В другом аспекте указанного варианта выполнения впадина и выступ являются концентрическими. В другом аспекте указанного варианта выполнения длина дуги впадины и длина дуги выступа равны. В другом аспекте указанного варианта выполнения длина дуги впадины и длина дуги выступа не равны.

В другом аспекте указанного варианта выполнения соединение содержит охватывающую соединительную часть, имеющую охватывающую резьбу, и охватываемую соединительную часть, имеющую охватываемую резьбу и винченную в охватывающую резьбу. Когда соединительные части сжаты, одна из боковых поверхностей является контактной боковой поверхностью, а другая боковая поверхность является неконтактной боковой поверхностью. Каждая боковая поверхность является прямолинейной. Каждый профиль резьбы имеет среднюю линию, перпендикулярную дуге каждого соответствующего радиуса изгиба. Каждая боковая поверхность расположена под углом, с наклоном относительно соответствующей средней линии. Каждый угол, под которым расположена контактная боковая поверхность, больше соответствующего угла, под которым расположена неконтактная боковая поверхность.

Как вариант, каждый угол, под которым расположена неконтактная боковая поверхность, меньше 45° . Так как согласно патенту EP 1511911 угол профиля резьбы определен как измеряемый от вершины резьбы, то из патента EP 1511911 следует, что углы профиля резьбы составляют более 45° . Сведение к минимуму угла, под которым расположена неконтактная боковая поверхность, упрощает разъединение и способствует передаче ударной волны во время разъединения.

В другом аспекте указанного варианта выполнения каждая соединительная часть выполнена из металла или сплава. Охватываемая соединительная часть содержит участок с наружным диаметром, участок с уменьшенным диаметром, имеющий охватываемую резьбу, и буртик, соединяющий указанные два участка. Буртик взаимодействует с концом охватывающей соединительной части для создания уплотнения типа "металл к металлу".

В другом аспекте указанного варианта выполнения бурильная штанга для ударного бурения содержит корпус, охватывающую соединительную часть, имеющую охватывающую резьбу и приваренную к первому концу корпуса штанги, и охватываемую соединительную часть, имеющую охватываемую резьбу и приваренную ко второму концу корпуса штанги. Как вариант, наружный диаметр указанных соединительных частей находится в диапазоне от 0,05 до 0,20 м и каждый радиус изгиба составляет более 1 м.

В другом аспекте указанного варианта выполнения бурильная колонна содержит бурильную штангу.

Краткое описание чертежей

Далее приведено описание конкретного варианта выполнения данного изобретения исключительно в качестве примера и со ссылкой на приложенные чертежи, на которых

фиг. 1 изображает бурильную штангу, содержащую охватываемый соединительный элемент и охватывающий соединительный элемент, причем каждый соединительный элемент содержит винтовую резьбу с криволинейным профилем в соответствии с одним вариантом выполнения данного изобретения;

фиг. 2А изображает спираль с криволинейным профилем для проектирования резьбы с криволинейным профилем;

фиг. 2В изображает параметры резьбы с криволинейным профилем;

фиг. 3А-3Г содержат формулы для спирали с криволинейным профилем;

фиг. 4 изображает профиль охватываемой резьбы с криволинейным профилем;

фиг. 5А и 5В изображают в увеличенном масштабе фрагменты фиг. 4;

фиг. 6 изображает профиль охватывающей резьбы с криволинейным профилем;

фиг. 7А и 7В изображают в увеличенном масштабе фрагменты фиг. 6;

фиг. 8 изображает свинченные друг с другом охватываемый и охватывающий соединительные элементы.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1 показана бурильная штанга 1, содержащая охватывающий соединительный элемент 2 и охватываемый соединительный элемент 4, причем каждый соединительный элемент имеет соответствующую винтовую резьбу 2t, 4t с криволинейным профилем в соответствии с одним вариантом выполнения изобретения. Бурильная штанга 1 может быть выполнена из металла или сплава, например из стали. Бурильная штанга 1 также может быть поверхностно-упрочненной, например, путем насыщения углеродом. Каждый соединительный элемент 2, 4 может быть присоединен, например приварен, посредством сварного шва 5 к промежуточному корпусу 3 штанги с образованием продольных концов штанги 1. Каждый сварной шов 5 может быть гладким, например, полученным с помощью сварки трением. Штанга 1 может иметь проточный канал, проходящий сквозь указанную штангу, и может быть выполнена длиной 6 м.

Бурильная колонна (не показана) может быть выполнена путем свинчивания друг с другом бурильных штанг 1 (фиг. 8) с буровым долотом на одном конце и хвостовиком на другом конце. Буровое долото и хвостовик также могут иметь любую из винтовых резьб 2t, 4t с криволинейным профилем. Бурильная колонна может использоваться для ударного бурения горных пород с помощью наземного пневмоударника (не показан) или с помощью погружного пневмоударника (не показан). В случае использования погружного пневмоударника он может быть выполнен с каждой из винтовых резьб 2t, 4t с криволинейным профилем для сборки в виде части указанной бурильной колонны.

Как вариант, штанга 1 может содержать пару охватываемых соединительных элементов 4 и муфту (не показана), содержащую пару охватывающих соединительных элементов 2, которые могут быть использованы для соединения друг с другом пары бурильных штанг. Как вариант, винтовые резьбы 2t, 4t с криволинейным профилем могут использоваться для соединения других типов внутрискважинных труб, например нефтепромысловой бурильной колонны, нефтепромысловых обсадных труб или обсадных хвостовиков, нефтепромысловых колонн, предназначенных для подъема продукции, или нефтепромысловой насосной штанги.

Охватываемая соединительная часть 4 может содержать трубчатый корпус, содержащий верхний участок с наружным диаметром для соединения с нижним концом корпуса 3 штанги, нижний участок с уменьшенным диаметром, имеющий наружную охватываемую резьбу 4t, выполненную на его наружной

поверхности, и буртик 4s, скрепляющий указанные верхний и нижний участки. Верхний участок охватываемой соединительной части может иметь грани под ключ, выполненные на его наружной поверхности. Проточный канал в верхнем участке может содержать направляющий элемент и участок суженного элемента. Суженный элемент может проходить сквозь буртик 4s и нижний участок.

Охватывающая соединительная часть 2 может содержать трубчатый корпус с нижним участком для соединения с верхним концом корпуса 3 штанги. Охватывающая соединительная часть 2 может иметь внутреннюю охватывающую резьбу 2t, выполненную на внутренней поверхности указанной части, смежной с ее проточным каналом. Проточный канал может быть выполнен подходящего размера с возможностью введения в него нижнего участка с уменьшенным диаметром охватываемой соединительной части 4 другой бурильной штанги (фиг. 8). Охватываемая соединительная часть 4 может быть ввинчена в охватывающую соединительную часть 2 до тех пор, пока буртик 4s не упрется в верхнюю часть 2p охватывающего соединительного элемента, создавая таким образом уплотнение типа "металл к металлу" для изоляции проточного канала и скрепления двух бурильных штанг. Проточный канал охватывающей соединительной части 2 может содержать диффузор, расположенный смежно с нижним концом охватывающей резьбы 2t.

Как вариант, охватываемая соединительная часть 4 может быть соединена с верхним концом корпуса 3 штанги, а охватывающая соединительная часть 2 может быть соединена с нижним концом корпуса штанги. В данном варианте направляющий элемент охватываемой соединительной части 4 может быть диффузором, а диффузор охватывающей соединительной части 2 может быть направляющим элементом.

На фиг. 2A показана спираль 6 с криволинейным профилем для создания резьб 2t, 4t с криволинейным профилем. На фиг. 2B показаны параметры резьб 2t, 4t с криволинейным профилем. На фиг. 3A-3G показаны формулы для спирали 6 с криволинейным профилем. Для создания резьб 2t, 4t с криволинейным профилем могут быть выбраны, с использованием размеров бурильной штанги 1, один или более параметров резьбы, например начальный диаметр D_0 , конечный диаметр D_1 и (линейная) длина L. После выбора параметров резьбы возможен расчет радиуса R_b изгиба с использованием формулы, показанной на фиг. 3A. Радиус R_b изгиба может проходить от центральной точки C_r и может образовывать выступы охватываемой резьбы 4t и впадины охватывающей резьбы 2t. Параметры резьб могут быть выбраны так, чтобы радиус R_b изгиба был, например, в 5 или 10 раз больше наружного диаметра соединительных частей 2, 4. Наружный диаметр соединительных частей 2, 4 может находиться в диапазоне от 0,05 до 0,20 м, а радиус R_b изгиба может быть больше 1 м, например в диапазоне от 1,05 до 1,7 м.

После расчета радиуса R_b изгиба возможен расчет угла γ кривизны с использованием формулы, показанной на фиг. 3B. Угол γ кривизны может находиться в диапазоне от 1 до 10°. Когда рассчитан угол γ кривизны, возможно создание спирали 6 с криволинейным профилем с использованием параметрических формул, приведенных на фиг. 3C-3G. Спираль 6 с криволинейным профилем может быть использована для образования контура резьб 2t, 4t с криволинейным профилем. В параметрических формулах величина $R(t)$ может быть радиальной координатой спирали с криволинейным профилем вокруг продольной оси G_L бурильной штанги 1. Принятые направления координат для формул, приведенных на фиг. 3E-3G, могут быть отрицательными (как показано) для левой резьбы и положительными для правой резьбы.

Охватывающая 2t и охватываемая 4t резьбы могут быть ответными, например охватываемая резьба одной бурильной штанги 1 может быть ввинчена в охватывающую резьбу другой бурильной штанги (фиг. 8). Для упрощения свинчивания и развинчивания резьб 2t, 4t, охватываемая 4t и охватывающая 2t резьбы могут быть схожими, но не идентично зеркальными отражениями друг друга. Описанный выше процесс расчета может быть выполнен один раз для охватывающей резьбы 2t и еще раз для охватываемой резьбы 4t. Каждая из охватываемой 2t и охватывающей 4t резьб может быть двухзаходной резьбой.

Как вариант, резьбы 2t, 4t с криволинейным профилем могут быть правыми резьбами. Как вариант, каждая из охватывающих 2t и охватываемых 4t резьб может быть однозаходной резьбой или трехзаходной резьбой.

На фиг. 4 показан профиль 7m охватываемой резьбы 4t с криволинейным профилем. На фиг. 5A и 5B показаны в увеличенном масштабе фрагменты фиг. 4. После создания контура охватываемой резьбы 4t может быть определен профиль 7m. Профиль 7m может начинаться на заданном расстоянии X_0 от буртика 4s. Профиль 7m может оканчиваться в точке, где выступ указанного профиля пересекает ось G_1 параллельно продольной оси G_L и смещен к конечному диаметру D_1 . Угол γ кривизны может образовывать продолжение профиля 7m в форме дуги от начала к концу и может находиться в диапазоне от 1 до 10°.

Как показано на фиг. 5A, профиль 7m резьбы может иметь первый выступ A_1 . Указанный профиль резьбы может иметь трапецеидальную форму. Первый выступ A_1 может быть дугой с (наружным) радиусом R_b изгиба и может проходить ко второй дуге A_2 . Средняя линия C_L может быть расположена с наклоном относительно оси G_1 смещения под острым и почти перпендикулярным первым углом δ_0 . Вторая дуга A_2 может иметь радиус, составляющий менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба. Вторая дуга A_2 может проходить от первого выступа A_1 к неконтактной боковой поверхности E_1 . Вторая дуга A_2 может проходить по касательной к первому выступу A_1 и неконтактной боковой поверхности E_1 .

Неконтактная боковая поверхность E_1 может быть прямой линией, расположенной с наклоном под

первым углом α профиля резьбы относительно средней линии C_L . Указанный первый угол α профиля резьбы может находиться в диапазоне от 35 до 55° или указанный первый угол профиля резьбы может быть меньше 45°. Неконтактная боковая поверхность E_1 может проходить от второй дуги A_2 к третьей дуге A_3 . Третья дуга A_3 может иметь радиус, составляющий менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба. Третья дуга A_3 может проходить от неконтактной боковой поверхности E_1 к первой впадине A_4 . Третья дуга A_3 может проходить по касательной к неконтактной боковой поверхности E_1 и первой впадине A_4 . Профиль резьбы может иметь высоту T между первой впадиной A_4 и вторым выступом A_7 . Первая впадина A_4 может быть дугой с внутренним радиусом R_b-T изгиба и может проходить от третьей дуги A_3 к пятой дуге A_5 . Высота T может составлять менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба так, чтобы внутренний радиус R_b-T изгиба также был больше наружного диаметра охватываемой соединительной части 4, как описано выше для указанного радиуса изгиба. Первая впадина A_4 может быть концентрична с первым выступом A_1 . Средняя линия C_L может быть перпендикулярна дуге каждого радиуса R_b , R_b-T изгиба.

Указанная пятая дуга A_5 может иметь радиус, составляющий менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба. Пятая дуга A_5 может проходить от первой впадины A_4 к контактной боковой поверхности E_2 . Пятая дуга A_5 может проходить по касательной к первой впадине A_4 и контактной боковой поверхности E_2 . Контактная боковая поверхность E_2 может быть прямой линией, расположенной с наклоном под вторым углом β профиля резьбы относительно средней линии C_L . Указанный второй угол β профиля резьбы может находиться в диапазоне от 40 до 45°. Указанный первый угол α профиля резьбы может быть меньше второго угла β профиля резьбы; таким образом обеспечивается асимметричная форма профиля. Указанная контактная боковая поверхность E_2 может проходить от пятой дуги A_5 к шестой дуге A_6 . Шестая дуга A_6 может проходить от контактной боковой поверхности E_2 к второму выступу A_7 . Шестая дуга A_6 может проходить по касательной к контактной боковой поверхности E_2 и второму выступу A_7 . Второй выступ A_7 может быть дугой с наружным радиусом R_b изгиба.

Профиль резьбы может иметь шаг β (по длине дуги) от начала профиля 7m до середины второго выступа A_7 . Первый выступ A_1 может иметь длину дуги X_1 , которая также может быть равна половине длины дуги второго выступа A_7 . Первая впадина A_4 также может иметь длину дуги, равную двум длинам дуги X_1 .

Как вариант, указанные выступы и впадины могут иметь разные длины дуг. Как вариант, указанный второй угол профиля резьбы может быть меньше 45°.

Как показано, в частности, на фиг. 5B, благодаря изгибу профиля 7m по каждому радиусу R_b , R_b-T изгиба средняя линия C_L профиля резьбы, смежная с концом профиля 7m, может быть расположена с наклоном относительно оси G_1 смещения под вторым острым углом δ_1 , который меньше первого угла δ_0 .

На фиг. 6 показан профиль 7t охватывающей резьбы 2t с криволинейным профилем. На фиг. 7A и 7B показаны в увеличенном масштабе фрагменты фиг. 6. После создания контура охватывающей резьбы 2t может быть определен профиль 7f. Профиль 7f может начинаться на заданном расстоянии X_0 от верхней части 2p. Профиль 7f может оканчиваться в точке, где впадина указанного профиля пересекает ось G_1 параллельно продольной оси G_L и смещена к конечному диаметру D_1 . Заданное расстояние X_0 охватываемого профиля 7f может немного отличаться от заданного расстояния охватываемого профиля 7m. Угол γ кривизны может образовывать продолжение профиля 7f в форме дуги от начала к концу и может находиться в диапазоне от 1 до 10°.

Как показано, в частности, на фиг. 7A, профиль 7f резьбы может иметь первую впадину A_1 . Указанный профиль резьбы может иметь трапециевидальную форму. Первая впадина A_1 может быть дугой с наружным радиусом R_b изгиба и может проходить ко второй дуге A_2 . Наружный радиус R_b изгиба охватываемого профиля 7f может немного отличаться от наружного радиуса изгиба охватываемого профиля 7m. Средняя линия C_L может проходить с наклоном к оси G_1 смещения под острым и почти перпендикулярным первым углом δ_0 . Указанная вторая дуга A_2 может иметь радиус, составляющий менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба. Вторая дуга A_2 может проходить от первой впадины A_1 к неконтактной боковой поверхности E_1 . Вторая дуга A_2 может проходить по касательной к первой впадине A_1 и неконтактной боковой поверхности E_1 . Неконтактная боковая поверхность E_1 может быть прямой линией, проходящей с наклоном под первым углом α профиля резьбы относительно средней линии C_L . Каждый первый угол α профиля резьбы может находиться в диапазоне от 35 до 55°.

Неконтактная боковая поверхность E_1 может проходить от второй дуги A_2 к третьей дуге A_3 . Указанная третья дуга A_3 может иметь радиус, составляющий менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба. Третья дуга A_3 может проходить от указанной неконтактной боковой поверхности E_1 к первому выступу A_4 . Третья дуга A_3 может проходить по касательной к неконтактной боковой поверхности E_1 и первому выступу A_4 . Профиль резьбы может иметь высоту T между первым выступом A_4 и второй впадиной A_7 . Первый выступ A_4 может быть дугой с внутренним радиусом R_b-T изгиба и может проходить от указанной третьей дуги A_3 к пятой дуге A_5 . Внутренний радиус R_b-T изгиба охватываемого профиля 7f может немного отличаться от внутреннего радиуса изгиба охватываемого профиля 7m. Как показано с помощью пары пунктирных линий, проходящих от конечных точек первого выступа A_4 , средняя линия C_L

может проходить через среднюю точку первого выступа A_4 . Средняя линия C_L может быть перпендикулярна дуге каждого радиуса R_b , R_b -Т изгиба. Высота Т может составлять менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба так, чтобы внутренний радиус R_b -Т изгиба также был больше наружного диаметра охватывающего соединительного элемента 2, как описано выше для указанного радиуса изгиба.

Указанная пятая дуга A_5 может иметь радиус, составляющий менее одного процента от наружного радиуса R_b изгиба. Пятая дуга A_5 может проходить от первого выступа A_4 к контактной боковой поверхности E_2 . Пятая дуга A_5 может проходить по касательной к первому выступу A_4 и контактной боковой поверхности E_2 . Контактная боковая поверхность E_2 может быть прямой линией, проходящей с наклоном под вторым углом β профиля резьбы относительно средней линии C_L . Указанный второй угол β профиля резьбы может находиться в диапазоне от 45 до 45°. Указанный первый угол α профиля резьбы может быть меньше второго угла β профиля резьбы; таким образом обеспечивается асимметричная форма профиля. Далее асимметричная форма профиля проиллюстрирована с помощью проекций боковых поверхностей E_1 , E_2 , пересекающих точку смещения от средней линии C_L . Второй угол β профиля резьбы охватывающего профиля 7f может немного отличаться от второго угла профиля резьбы охватываемого профиля 7m. Контактная боковая поверхность E_2 может проходить от пятой дуги A_5 к шестой дуге A_6 . Шестая дуга A_6 может проходить от контактной боковой поверхности E_2 к указанной второй впадине A_7 . Шестая дуга A_6 может проходить по касательной к контактной боковой поверхности E_2 и второй впадине A_7 . Вторая впадина A_7 может быть дугой с наружным радиусом R_b изгиба.

Профиль резьбы может иметь шаг β (по длине дуги) от начала профиля 7m до середины второй впадины A_7 . Первая впадина A_1 может иметь длину дуги X_1 , которая также может быть равна половине длины дуги второй впадины A_7 . Длина дуги X_1 охватывающего профиля 7f может отличаться от указанной длины дуги охватываемого профиля 7m. Первый выступ A_4 также может иметь длину дуги в два раза меньше указанной длины дуги X_1 .

Как вариант, указанные впадины и выступы могут иметь одну и ту же длину дуги.

Как показано, в частности, на фиг. 7В, благодаря изгибу профиля 7m вокруг каждого радиуса R_b , R_b -Т изгиба, средняя линия C_L профиля резьбы, смежная с концом профиля 7m, может быть выполнена с наклоном относительно оси G_1 смещения под вторым острым углом δ_1 , который меньше указанного первого угла δ_0 .

Ссылка на контактные поверхности E_2 и на неконтактные поверхности E_1 приведена для условий бурения, когда бурильная колонна сжата. При извлечении бурильной колонны из скважины и отвинчивании бурильной штанги бурильная колонна находится в растянутом состоянии и контактные боковые поверхности E_2 становятся неконтактными боковыми поверхностями, а неконтактные боковые поверхности E_1 становятся контактными боковыми поверхностями, как показано на фиг. 8.

На фиг. 8 показаны свинченные друг с другом охватываемая 4 и охватывающая 2 соединительные части. После создания профилей 7m, 7f резьб каждый профиль может быть подогнан к геометрической форме соответствующих резьб 4t, 2t с криволинейным профилем, например, путем подрезания указанных профилей. Кривизна криволинейного профиля каждой резьбы 2t, 4t вдоль продольной оси G_L может обеспечить наличие усеченно-оживальной формы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Соединительный элемент для соединения внутрискважинных труб, содержащий трубчатый корпус;
 охватывающую соединительную часть (2);
 охватываемую соединительную часть (4); и
 по меньшей мере одно из следующего:
 охватываемую винтовую резьбу (4t), выполненную на наружной поверхности указанного корпуса; и
 охватывающую винтовую резьбу (2t), выполненную на внутренней поверхности указанного корпуса,
 причем указанная по меньшей мере одна резьба имеет профиль, содержащий выступ (A_1 , A_4 , A_7), впадину (A_1 , A_4 , A_7) и пару боковых поверхностей (E_1 , E_2),
 при этом каждый выступ (A_1 , A_4 , A_7) и каждая впадина (A_1 , A_4 , A_7) расположены вдоль изогнутых профилей резьбы, соответствующих первому и второму радиусам (R_b , R_b -Т) соответственно, по всей длине профиля резьбы; и
 каждый радиус (R_b , R_b -Т) изгиба больше наружного диаметра соединительного элемента.
2. Соединительный элемент по п.1, в котором каждая боковая поверхность (E_1 , E_2) является прямой линией и соединена со смежным выступом (A_1 , A_4 , A_7) и/или впадиной (A_1 , A_4 , A_7) посредством соответствующей дуги (A_2 , A_3 , A_5 , A_6).
3. Соединительный элемент по п.1 или 2, в котором средняя линия (C_L) профиля резьбы, перпендикулярная дуге каждого радиуса (R_b , R_b -Т) изгиба, расположена с наклоном относительно продольной оси (G_L) соединительного элемента под острым и почти перпендикулярным первым углом (δ_0) смежно с началом указанной по меньшей мере одной резьбы и с наклоном под вторым углом (δ_1) смежно с концом

указанной по меньшей мере одной резьбы, причем второй угол (δ_1) меньше указанного первого угла (δ_0).

4. Соединительный элемент по любому из предшествующих пунктов, в котором каждый радиус (R_b , R_b-T) изгиба в по меньшей мере пять раз больше наружного диаметра указанного соединительного элемента.

5. Соединительный элемент по любому из предшествующих пунктов, в котором профиль резьбы имеет асимметричную форму.

6. Соединительный элемент по любому из предшествующих пунктов, в котором профиль резьбы является трапецеидальным.

7. Соединительный элемент по любому из предшествующих пунктов, в котором угол (γ) кривизны указанной по меньшей мере одной резьбы находится в диапазоне от 1 до 10° .

8. Соединительный элемент по любому из предшествующих пунктов, в котором впадина (A_1 , A_4 , A_7) и выступ (A_1 , A_4 , A_7) являются концентрическими.

9. Соединительный элемент по любому из предшествующих пунктов, в котором длина дуги впадины (A_1 , A_4 , A_7) и длина дуги выступа (A_1 , A_4 , A_7) равны.

10. Соединительный элемент по любому из предшествующих пунктов, в котором длина дуги впадины (A_1 , A_4 , A_7) и длина дуги выступа (A_1 , A_4 , A_7) не равны.

11. Штанговое соединение для внутрискважинных труб, содержащее два соединительных элемента по любому из пп.1-10,

при этом охватываемая резьба (4t) одного из указанных соединительных элементов ввинчена в охватывающую резьбу (2t) другого соединительного элемента,

причем одна из боковых поверхностей (E_1 , E_2) является контактной боковой поверхностью (E_2), а другая боковая поверхность является неконтактной боковой поверхностью (E_1), когда охватывающая и охватываемая соединительные части (2, 4) сжаты;

каждая боковая поверхность является прямолинейной;

каждый профиль резьбы имеет среднюю линию (C_L), перпендикулярную дуге каждого соответствующего радиуса (R_b , R_b-T) изгиба;

каждая боковая поверхность расположена под углом (α , β), с наклоном относительно соответствующей средней линии; и

каждый угол (β), под которым расположена контактная боковая поверхность, больше соответствующего угла (α), под которым расположена неконтактная боковая поверхность.

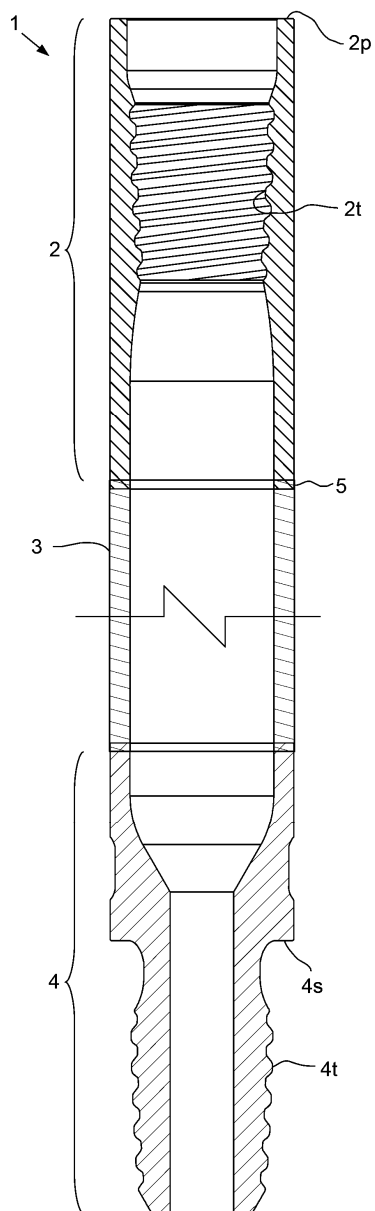
12. Штанговое соединение по п.11, в котором каждый угол, под которым расположена неконтактная боковая поверхность, меньше 45° .

13. Штанговое соединение по п.12, в котором каждый соединительный элемент выполнен из металла или сплава, а охватываемая соединительная часть (4) содержит участок с наружным диаметром, участок с уменьшенным диаметром, имеющий охватываемую резьбу, и буртик (4s), соединяющий указанные два участка, при этом буртик (4s) взаимодействует с концом (2p) охватывающей соединительной части (2) для создания уплотнения типа "металл к металлу".

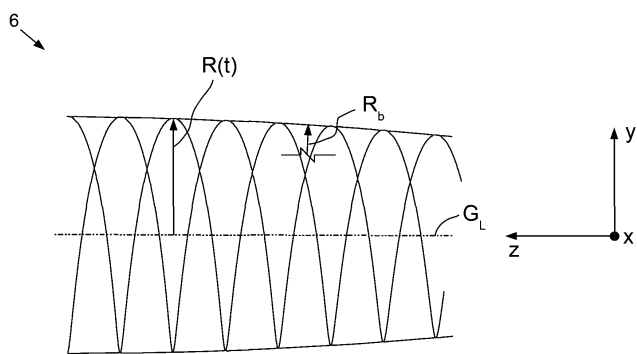
14. Бурильная штанга (1) для ударного бурения, содержащая корпус (3) и два соединительных элемента по любому из пп.1-10, при этом охватывающая соединительная часть (2) одного из указанных соединительных элементов, имеющая охватывающую резьбу (2t), приварена к первому концу указанного корпуса (3) штанги, а охватываемая соединительная часть (4) другого соединительного элемента, имеющая охватываемую резьбу (4t), приварена ко второму концу указанного корпуса (3) штанги.

15. Бурильная штанга по п.14, в которой наружный диаметр указанных охватывающей и охватываемой соединительных частей (2, 4) находится в диапазоне от 0,05 до 0,20 м, а каждый радиус (R_b , R_b-T) изгиба составляет более 1 м.

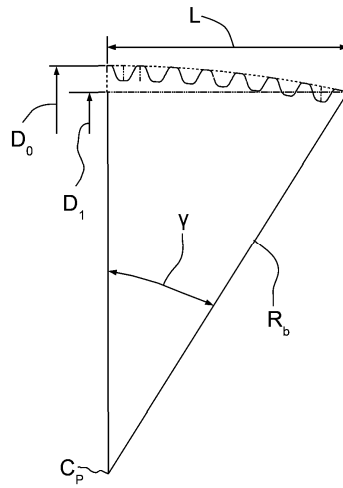
16. Бурильная колонна, содержащая бурильную штангу (1) по п.14 или 15.



Фиг. 1



Фиг. 2А



Фиг. 2В

$$R_b = \frac{4L^2 + 4 * \left(\frac{D_0}{2} - \frac{D_1}{2} \right)^2}{8 * \left(\frac{D_0}{2} - \frac{D_1}{2} \right)}$$

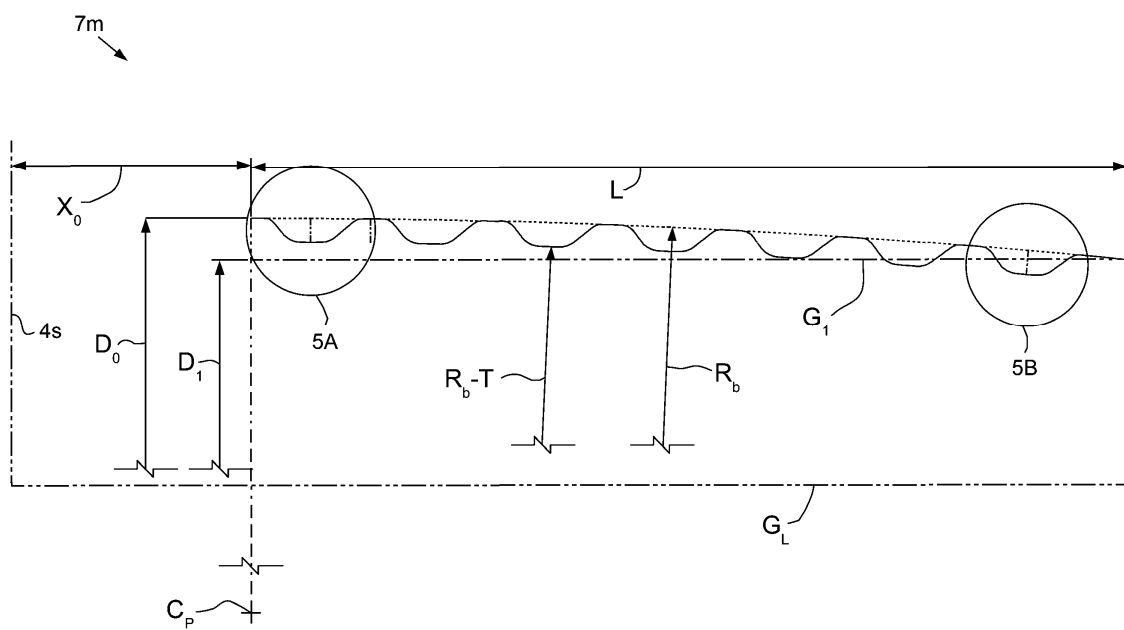
Фиг. 3А

$$\tan \gamma = \frac{L}{R_b - (D_0 - D_1)}$$

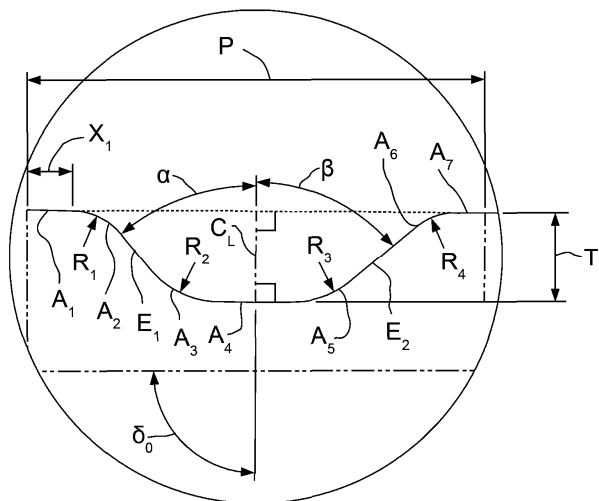
Фиг. 3В

$$0 < t < 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} R(t) = \frac{D_0}{2} - R_b * (1 - \cos(t * \gamma)) \\ \text{D} \\ x(t) = R(t) * \sin(-2\pi * t * N) \\ \text{E} \\ y(t) = R(t) * \cos(-2\pi * t * N) \\ \text{F} \\ z(t) = -R(t) * \sin(t * \gamma) \\ \text{G} \end{array} \right.$$

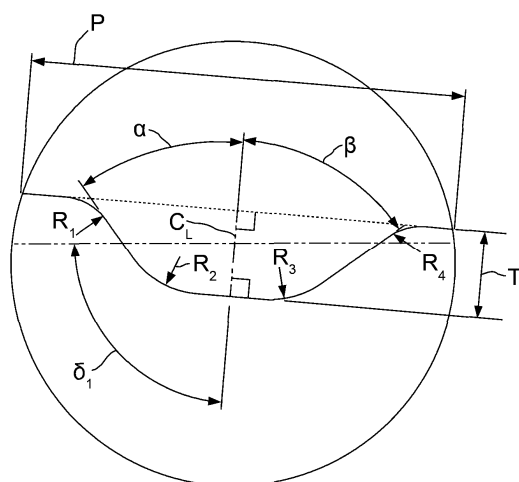
Фиг. 3С-Г



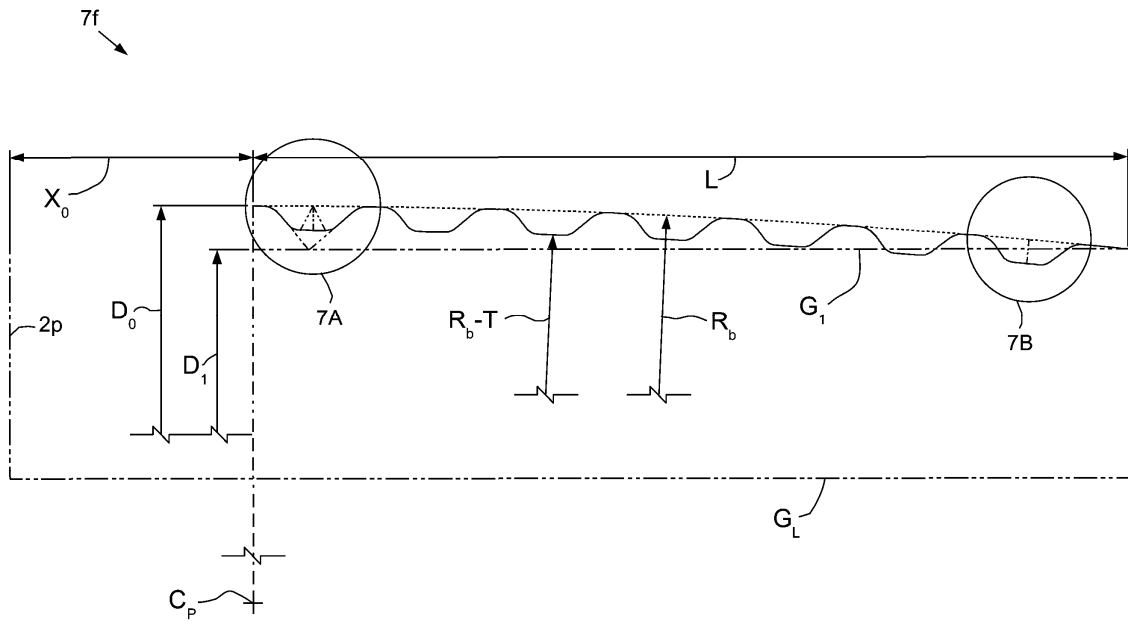
Фиг. 4



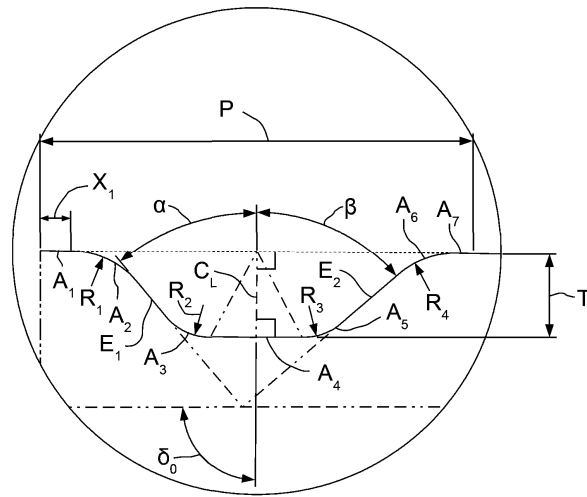
Фиг. 5A



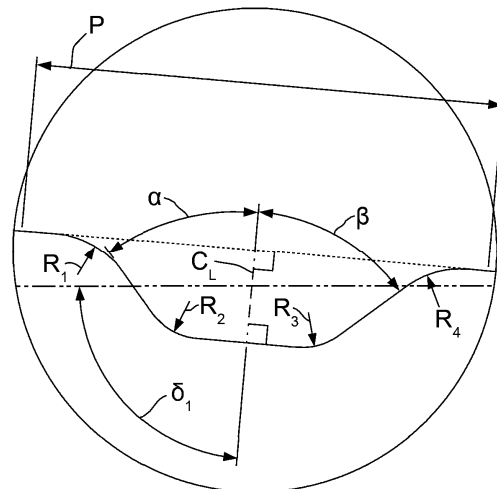
Фиг. 5B



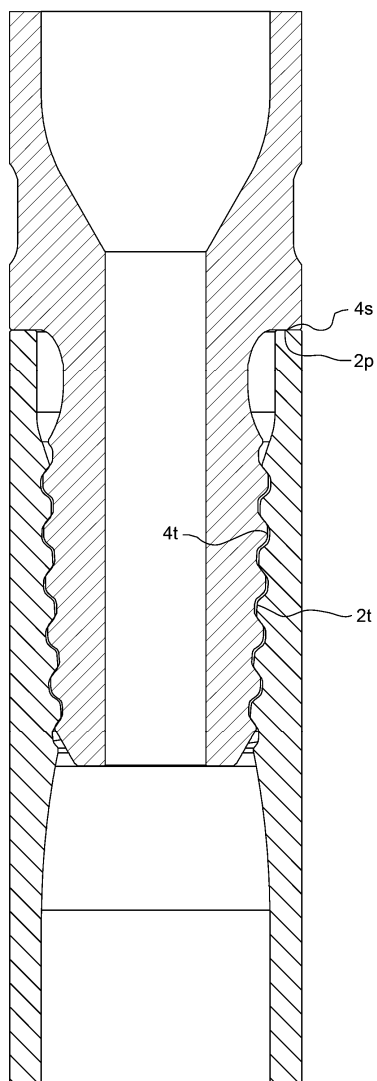
Фиг. 6



Фиг. 7А



Фиг. 7В



Фиг. 8

