

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040756**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.25

(51) Int. Cl. **E21B 29/00** (2006.01)
E21B 37/02 (2006.01)

(21) Номер заявки
202090561

(22) Дата подачи заявки
2018.08.02

(54) **ФРЕЗЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ**

(31) **20171418**

(32) **2017.09.01**

(33) **NO**

(43) **2020.07.15**

(86) **PCT/EP2018/070975**

(87) **WO 2019/042699 2019.03.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НОРС ОЙЛТУЛЗ АС (NO)

(72) Изобретатель:
Стангеланн Ян (NO)

(74) Представитель:
**Хмара М.В., Рыбаков В.М., Липатова
И.И., Новоселова С.В., Дощечкина
В.В., Пантелеев А.С., Ильмер Е.Г.,
Осипов К.В. (RU)**

(56) **US-B2-6679328**
WO-A1-2016155852
WO-A1-2010120180

(57) В изобретении предусмотрен фрезерный инструмент (1) для ствола скважины, содержащий фрезерную секцию (2) и секцию (3) удаления металлической обреза, при этом фрезерная секция (2) содержит радиально расположенные фрезерные элементы (4); и секция (3) удаления металлической обреза имеет первый конец (5) и второй конец (6) и содержит цилиндрический магнитный элемент (7), устройство (8) генерирования вращения и спиралевидный продольный направляющий элемент (9), причем первый конец (5) соединен с фрезерной секцией; спиралевидный продольный направляющий элемент (9) расположен вокруг цилиндрического магнитного элемента (7); устройство (8) генерирования вращения функционально соединено с цилиндрическим магнитным элементом (7) или спиралевидным продольным направляющим элементом (9); причем цилиндрический магнитный элемент (7) и спиралевидный продольный направляющий элемент (9) установлены с возможностью вращения относительно друг друга вокруг общей осевой линии (С), и выполнены таким образом, что предусмотрена возможность направления металлической обреза, накапливающейся на цилиндрическом магнитном элементе при эксплуатации, с помощью спиралевидного продольного направляющего элемента к второму концу (6) секции удаления металлической обреза при работе устройства генерирования вращения.

B1

040756

040756

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области фрезерных инструментов, а более конкретно к фрезерному инструменту и способу использования указанного фрезерного инструмента.

Сведения о предшествующем уровне техники

Морская нефтяная и газовая промышленность сталкивается с ростом требований со стороны правительств и регулирующих органов к перманентной закупорке/тампонированию непродуктивных скважин. Непродуктивные или ликвидированные скважины, которые перманентно не затампонируются, представляют большую потенциальную опасность для окружающей среды.

При обычном тампонировании и ликвидации скважины (ТиЛ), секция обсадной трубы(труб) в стволе скважины расфрезеровывается, после чего на указанной секции устанавливается цементная пробка для перманентного закупоривания скважины. При операции фрезерования вырабатываются большие объемы металлической обрезки, которые могут препятствовать как самой операции фрезерования, так и последующей операции цементирования пробки. В отличие от большинства операций, выполняемых в опытных и продуктивных скважинах, ТиЛ в действительности не нуждается в удалении металлической обрезки (часто называемой стружкой) из ствола скважины после выполнения операции фрезерования/резки, поскольку затампонирующая и ликвидированная скважина не содержит какого-либо скважинного оборудования, такого как противовыбросовый превентор (ПВП), который может быть поврежден наличием металлической обрезки. Единственным требованием является удаление металлической обрезки из участка секции скважины, в котором устанавливается пробка. Это необходимо для предотвращения наличия металлической обрезки в фрезерованной секции, поскольку обрезь может создавать помехи или препятствовать операции цементирования пробки, что становится причиной неправильного закупоривания ствола скважины. Различное оборудование и способы ТиЛ всесторонне рассмотрены Томасом Ринге (Thomas Ringe) в диссертации "Фрезерование секции при тампонировании и ликвидации нефтяных скважин" (англ. Section milling during plug and abandonment of petroleum wells), Факультет науки и технологии, Университет Ставангера.

Чтобы избежать транспортировки металлической обрезки вверх, были предложены различные фрезерные инструменты и способы. Устранение необходимости в подъеме вверх такой обрезки является очень выгодным, поскольку такой подъем является времязатратным/дорогостоящим, требует дополнительного погрузочно-разгрузочного оборудования и обеспечивает множество проблем, связанных с техникой безопасности, охраной здоровья и охраной окружающей среды (ТБОЗ и ООС). Такие фрезерные инструменты и способы предшествующего уровня техники имеют две общие характерные особенности; фрезерование секции выполняется при перемещении инструмента внутри ствола скважины, и произведенная металлическая обрезь осаждается/транспортируется далее вниз в ствол скважины при помощи самоочищающихся магнитов.

Патентный документ US 6679328 B2 раскрывает фрезерный инструмент для фрезерования секции обсадной колонны. Фрезерование выполняется при извлечении фрезерного инструмента по направлению вверх путем использования гидравлического напорного механизма. Произведенная металлическая обрезь перемещается вниз в ствол скважины с помощью шнекового бура.

Патентный документ WO 2010/120180 A1 раскрывает фрезерный инструмент для фрезерования секции обсадной колонны. Фрезерование выполняется при извлечении фрезерного инструмента по направлению вверх, вероятно, с применением буровой трубы. Произведенная металлическая обрезь перемещается вниз в ствол скважины с помощью флюидного трубопровода и опционально шнекового бура.

Настоящее изобретение обеспечивает фрезерный инструмент, причем по меньшей мере некоторые из недостатков уровня техники уменьшены или устранены.

Раскрытие сущности изобретения

Согласно своему первому аспекту настоящее изобретение обеспечивает фрезерный инструмент для ствола скважины, раскрытый в п.1 приложенной формулы.

Устройство генерирования вращения может быть соединено со спиралевидным продольным направляющим элементом.

Цилиндрический магнитный элемент может быть жестко соединен с фрезерной секцией, так что магнитный элемент вращается совместно с фрезерной секцией. Спиралевидный продольный направляющий элемент может быть изготовлен из подходящего немагнитного материала.

Фрезерная секция может быть установлена с возможностью вращения относительно ствола скважины, предпочтительно с помощью соединенной скважинной колонны или буровой трубы. В качестве альтернативы фрезерная секция может вращаться посредством второго устройства генерирования вращения, такого как гидравлический или электрический двигатель любого подходящего типа.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента секция удаления металлической обрезки может быть выполнена так, что предусмотрена возможность отталкивания от фрезерного инструмента металлической обрезки, накапливающейся на цилиндрическом магнитном элементе при эксплуатации, и предпочтительно далее вниз в ствол скважины. Секция удаления металлической обрезки может быть выполнена таким образом, что предусмотрена возможность отталкивания от фрезерной секции ме-

таллической обреза, накапливающейся на цилиндрическом магнитном элементе при эксплуатации.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента фрезерная секция может содержать множество выпускных отверстий для бурового раствора, выходы которых расположены так, что образующаяся/производимая при фрезеровании металлическая обрезь направляется к секции удаления металлической обреза. Предпочтительно выпускные отверстия расположены так, чтобы буровой раствор выбрасывался в направлении вниз в ствол скважины. Поток бурового раствора от выпускных отверстий может способствовать проталкиванию металлической обреза вниз в ствол скважины. Множество выпускных отверстий предпочтительно расположены радиально по периферии фрезерной секции.

В одном из вариантов осуществления изобретения фрезерный инструмент может содержать центральный проход, т.е. флюидный трубопровод вдоль осевой линии инструмента, для подачи бурового раствора к выпускным отверстиям для бурового раствора, для перемещения обреза в активированное положение и/или для запуска устройства генерирования вращения.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента концевая секция скребка, удаленная от фрезерной секции, может быть расположена вокруг цилиндрического немагнитного элемента. Немагнитный элемент может увеличивать расстояние от магнитного элемента, причем указанного расстояния достаточно для устранения магнитного притяжения между металлической обрезью и цилиндрическим магнитным элементом.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента радиально расположенные фрезерные элементы могут представлять собой множество радиально расположенных фрез. Предпочтительно от трех до восьми фрез. В одном из вариантов осуществления изобретения фрезерная секция может содержать корпус, в котором расположены фрезы. Фрезы могут быть в неактивированном положении, в котором фрезы втянуты в корпус или фрезерную секцию, или в активированном положении, в котором фрезы выдвинуты в радиальном направлении. В одном из вариантов осуществления изобретения, фрезы могут перемещаться в активированное положение с помощью гидравлического давления, обеспечиваемого буровым раствором.

В одном из вариантов осуществления изобретения фрезерный инструмент может быть предназначен для использования в операциях тампонирувания и ликвидации скважины. Предпочтительно фрезерный инструмент представляет собой секционный фрезер для фрезерования радиальной секции всех обсадных колонн при операции тампонирувания и ликвидации скважины.

Во время эксплуатации фрезерная секция может быть расположена на уровень выше секции удаления металлической обреза.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента устройство генерирования вращения может представлять собой гидравлический двигатель, предпочтительно двигатель, приводимый в действие буровым раствором, или централизирующий противовращательный элемент. Двигатель, приводимый в действие буровым раствором, может предпочтительно представлять собой роторно-лопастной двигатель.

Централизирующий противовращательный элемент может быть соединен со спиралевидным продольным направляющим элементом и может быть способен взаимодействовать с внутренней поверхностью ствола скважины, так что спиралевидный продольный направляющий элемент удерживается, по существу, вращательно неподвижно относительно цилиндрического магнитного элемента, причем указанный магнитный элемент вращается вместе с фрезерной секцией.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента устройство генерирования вращения может представлять собой гидравлический или электрический двигатель, предпочтительно двигатель, приводимый в действие буровым раствором, расположенный на втором конце секции удаления металлической обреза и функционально соединенный с возможностью вращения спиралевидного продольного направляющего элемента относительно магнитного элемента.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента фрезерная секция или секция удаления обреза может содержать соединительный конец, удаленный от секции удаления обреза или фрезерной секции соответственно, причем соединительный конец выполнен с возможностью соединения инструмента с канатом, силовым кабелем, кабелем-шлангом, скважинной колонной, бурильной трубой или гибкой насосно-компрессионной трубой.

В одном из вариантов осуществления фрезерного инструмента фрезерная секция может содержать соединительный конец, удаленный от секции удаления металлической обреза, причем соединительный конец выполнен с возможностью соединения инструмента с канатом, силовым кабелем, кабелем-шлангом, скважинной колонной, бурильной трубой или гибкой насосно-компрессионной трубой.

Согласно своему второму аспекту, настоящее изобретение предусматривает способ тампонирувания и ликвидации ствола скважины, раскрытый в п.2 приложенной формулы.

В одном варианте осуществления изобретения способ может включать в себя следующие этапы:

извлечение верхней части фрезерного инструмента и
выполнение требуемых операций для цементирования пробки на фрезерованной радиальной секции.

Термин "металлическая обрезь" означает любой тип металлических обрезков и частиц, обычно называемых "стружка", производимых в процессе фрезерования.

Термин "фрезерные элементы" означает любой тип режущего фрезерующего элемента, расположенного на фрезерном инструменте для дробления/резания металлических отходов, обсадных колонн и т.д., имеющихся в стволе скважины.

Перечень чертежей

Настоящее изобретение подробно раскрыто со ссылкой на следующие чертежи.

На фиг. 1 показан вид в перспективе первого варианта осуществления фрезерного инструмента согласно изобретению,

на фиг. 2 - боковой вид в поперечном разрезе фрезерного инструмента, показанного на фиг. 1,

на фиг. 3 - увеличенный вид в поперечном разрезе фрезерной секции фрезерного инструмента, показанного на фиг. 1 и 2,

на фиг. 4 - увеличенный вид в поперечном разрезе устройства генерирования вращения фрезерного инструмента, показанного на фиг. 1 и 2,

на фиг. 5 - увеличенный вид устройства генерирования вращения второго варианта осуществления изобретения.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Первый вариант осуществления фрезерного инструмента согласно настоящему изобретению показан на фиг. 1-4.

Фрезерный инструмент согласно изобретению особенно подходит для секционного фрезерования в операциях тампонирувания и ликвидации скважин (ТиЛ). В отличие от фрезерных инструментов предшествующего уровня техники фрезерный инструмент согласно изобретению способен выполнять фрезерование с одновременным выталкиванием/направлением произведенной металлической обреза далее вниз в ствол скважины. Кроме того, фрезерный инструмент согласно настоящему изобретению предотвращает или снижает воздействие производимой металлической обреза на сам процесс фрезерования, т.е. предотвращается засорение/забивание фрез металлической обрезаю.

Фрезерный инструмент содержит фрезерную секцию 2 и секцию 3 удаления металлической обреза. Фрезерная секция оснащена четырьмя радиально расположенными фрезами 4 (т.е. фрезерными элементами), выполненными с возможностью фрезерования обсадной колонны ствола скважины. Фрезы могут перемещаться между пассивным и активным положениями. В пассивном положении, как показано на фиг. 1-3, фрезы втягиваются во фрезерную секцию. Фрезы предварительно втягиваются в пассивное положение пружиной 11, и при активации под давлением бурового раствора через канал 12 поршневого блок 18 выталкивает фрезы в радиальном направлении наружу в активное положение, в котором фрезы соприкасаются с обсадной колонной ствола скважины, подлежащей резке и фрезерованию. Различные решения по проектированию фрезерных секций с выдвижными фрезами, а также конструкция самих фрез хорошо известны специалисту и раскрыты, например, в документах WO 95/03473, US 5265675 A, US 2015/0129195 A1 и WO 2016/108837 A1.

Секция 3 удаления металлической обреза имеет первый конец 5 и второй конец 6 и содержит цилиндрический магнитный элемент 7, роторно-лопастной двигатель 8 (т.е. устройство генерирования вращения) и скребок 9 в форме спирали (т.е. спиралевидный продольный направляющий элемент). Первый конец 5 соединен с фрезерной секцией. Скребок 9 расположен соосно вокруг цилиндрического магнитного элемента 7 и функционально соединен с роторно-лопастным двигателем 8. Роторно-лопастной двигатель 8 приводится в движение буровым раствором, поступающим в двигатель через центральной продольный канал 12 для бурового раствора и впускные отверстия 13 для бурового раствора. Различные роторно-лопастные двигатели, подходящие для использования во фрезерном инструменте согласно изобретению, известны и раскрыты, например, в WO 93/08374, WO 94/16198 и US 6302666 B1. Кроме роторно-лопастных двигателей для вращения скребка относительно магнитного элемента могут быть применены любые подходящие гидравлические или электрические двигатели.

Магнитный элемент 7 и скребок 9 установлены с возможностью вращения относительно друг друга вокруг общей осевой линии С и выполнены таким образом, что металлическая обреза, накапливающаяся на цилиндрическом магнитном элементе при эксплуатации, направляется с помощью скребка к второму концу 6 секции 3 удаления металлической обреза при работе роторно-лопастного двигателя 8. Участок 17 скребка 9, расположенный ближе ко второму концу 6, расположен вокруг цилиндрического немагнитного элемента 16 секции удаления металлической обреза. Скребок 9 предпочтительно изготовлен из немагнитной нержавеющей стали, т.е. из аустенитной нержавеющей стали подходящего типа.

Внутренняя поверхность скребка (т.е. поверхность, обращенная к периферийной поверхности магнитного элемента) расположена с небольшим зазором (0,1-0,5 мм) от периферийной поверхности. Дополнительные подробности, функции и признаки подходящего спиралевидного скребка и соответствующего магнитного элемента раскрыты в документе WO 2016/155852 A1.

Фрезерная секция 2 оснащена соединительным концом 14, удаленным от секции 3 удаления металлической обреза. Соединительный конец в настоящем варианте осуществления изобретения подходит для соединения фрезерного инструмента с бурильной трубой (не показана). Бурильная труба обеспечивает требуемое вращение фрезерной секции 2, одновременно обеспечивая подачу бурового раствора к роторно-лопастному двигателю 8 для вращения скребка 9 относительно магнитного элемента 7, а также

требуемое гидравлическое давление для активации фрез 4. Для способствования направлению металлической обреза к магнитному элементу фрезерная секция оснащена множеством выпускных отверстий 10 для бурового раствора. Выходы выпускных отверстий расположены в таком направлении, что при эксплуатации производимая металлическая обреза перемещается к секции удаления металлической обреза. Раствор, выходящий из выпускных отверстий, также выгоден тем, что он способствует более эффективному фрезерованию путем направления металлической обреза в сторону от фрез.

Покомпонентное изображение секции 3 удаления металлической обреза по второму варианту осуществления фрезерного инструмента согласно изобретению показано на фиг. 5. Второй вариант осуществления изобретения отличается от фрезерного инструмента, показанного на фиг. 1-4, тем, что роторно-лопастной двигатель 8 заменен на централизирующий противовращательный элемент 15 или якорь (т.е. альтернативное устройство генерирования вращения), соединенный со скребком 9. В процессе фрезерования противовращательный элемент 15 радиально вытягивается для обеспечения адекватного фрикционного контакта с внутренней поверхностью ствола скважины/обсадной трубы, так что скребок 9 получает вращательное движение относительно магнитного элемента 7. Противовращательный элемент показан только схематически, однако подробные конструкции подходящих противовращательных элементов будут очевидны для специалиста на основе настоящего раскрытия и предшествующего уровня техники. Противовращательный элемент 15 может быть, например, аналогичен противовращательным якорным устройствам, раскрытым в US 6679328 B2 или механизму захвата, раскрытому в WO 2015/112353 A1. Централизирующий противовращательный элемент 15 может, например, содержать радиально выдвигаемые секции, которые гидравлически активируются посредством бурового раствора, проходящего через центральный продольный канал 12 для бурового раствора.

Фрезерный инструмент согласно настоящему изобретению подробно раскрыт со ссылкой на варианты осуществления, особенно подходящие для секционного фрезерования совместно с операциями ТиЛ, причем секция удаления обреза расположена с возможностью направления/проталкивания производимой металлической обреза далее вниз в ствол скважины. Однако основные признаки фрезерного инструмента согласно изобретению, т.е. сочетание фрезерной секции 2 и секции 3 удаления металлической обреза, обеспечивают полезный эффект в ряде различных фрезерных инструментов, имеющих различные типы фрезерных элементов (включая как вытягиваемые фрезы, так и неподвижные фрезы/лопасти), таких как ведущие фрезы, конические фрезы, цилиндрические фрезы и т.д., так как производимая металлическая обреза и любые другие металлические отходы эффективно направляются в сторону от фрезерной секции. Этот эффект способствует предотвращению засорения металлическими отходами в зоне фрезерования, а также снижению износа фрезерных элементов. Указанный полезный эффект дополнительно усиливается за счет наличия выпускных отверстий 10, обеспечивающих поток бурового раствора, направляющий металлическую обреза/отходы в сторону от фрезерных элементов и по направлению к секции удаления металлической обреза.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фрезерный инструмент (1) для ствола скважины, содержащий фрезерную секцию (2) и секцию (3) удаления металлической обреза, при этом
 - фрезерная секция (2) содержит радиально расположенные фрезерные элементы (4); и
 - секция (3) удаления металлической обреза имеет первый конец (5) и второй конец (6) и содержит цилиндрический магнитный элемент (7), устройство (8) генерирования вращения и спиралевидный продольный направляющий элемент (9), причем
 - первый конец (5) связан с фрезерной секцией;
 - спиралевидный продольный направляющий элемент (9) расположен вокруг цилиндрического магнитного элемента (7); и
 - устройство (8) генерирования вращения функционально связано с цилиндрическим магнитным элементом (7) или спиралевидным продольным направляющим элементом (9);
 - причем один элемент из цилиндрического магнитного элемента (7) и спиралевидного продольного направляющего элемента (9) установлен с возможностью вращения относительно другого из указанных элементов вокруг общей осевой линии (С) и выполнен таким образом, что предусмотрена возможность направления металлической обреза, накапливающейся на цилиндрическом магнитном элементе при эксплуатации, с помощью спиралевидного продольного направляющего элемента к второму концу (6) секции удаления металлической обреза при работе устройства генерирования вращения.
2. Фрезерный инструмент по п.1, в котором секция (3) удаления металлической обреза выполнена таким образом, что предусмотрена возможность отталкивания от фрезерного инструмента (1) металлической обреза, накапливающейся на цилиндрическом магнитном элементе (7) при эксплуатации.
3. Фрезерный инструмент по любому из предыдущих пунктов, в котором фрезерная секция содержит множество выпускных отверстий (10) для бурового раствора, причем выходы выпускных отверстий расположены так, что при эксплуатации предусмотрена возможность направления металлической обреза к секции удаления металлической обреза.

4. Фрезерный инструмент по любому из предыдущих пунктов, в котором концевая секция (17) спиралевидного продольного направляющего элемента (9), удаленная от фрезерной секции (2), расположена вокруг цилиндрического немагнитного элемента (16).

5. Фрезерный инструмент по любому из предыдущих пунктов, в котором радиально расположенные фрезерные элементы представляют собой множество радиально расположенных фрез (4).

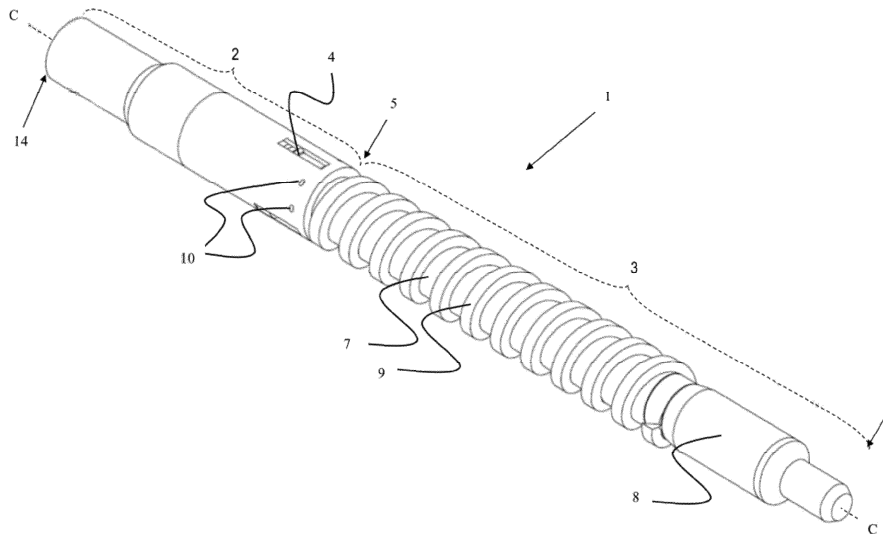
6. Фрезерный инструмент по любому из предыдущих пунктов, в котором устройство (8) генерирования вращения представляет собой гидравлический двигатель, предпочтительно двигатель, приводимый в действие буровым раствором, или централизующий противовращательный элемент (15).

7. Фрезерный инструмент по любому из предыдущих пунктов, в котором устройство (8) генерирования вращения представляет собой двигатель, приводимый в действие буровым раствором, расположенный на втором конце (6) секции (3) удаления металлической обрэзи и соединенный с возможностью вращения спиралевидного продольного направляющего элемента (9) относительно магнитного элемента (7).

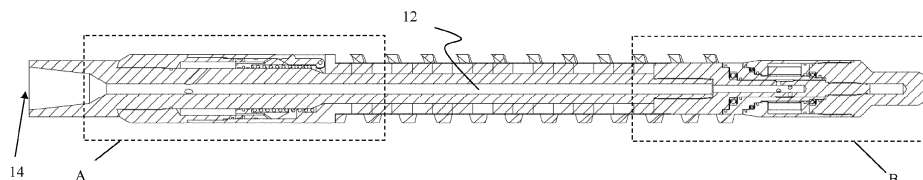
8. Фрезерный инструмент по любому из предыдущих пунктов, в котором фрезерная секция (2) или секция (3) удаления обрэзи содержит соединительный конец (14), удаленный от секции (3) удаления обрэзи или фрезерной секции (2) соответственно, причем соединительный конец (14) выполнен с возможностью соединения фрезерного инструмента (1) с канатом, силовым кабелем, кабелем-шлангом, скважинной колонной, буровой трубой или гибкой насосно-компрессионной трубой.

9. Способ тампонирования и ликвидации ствола скважины, включающий в себя следующие этапы: опускание фрезерного инструмента (1) по любому из предыдущих пунктов в ствол скважины и фрезерование радиальной секции через все обсадные трубы, имеющиеся в стволе скважины, во время перемещения фрезерного инструмента, при одновременном отталкивании металлической обрэзи, образующейся при фрезеровании, от фрезерного инструмента и далее вниз в ствол скважины.

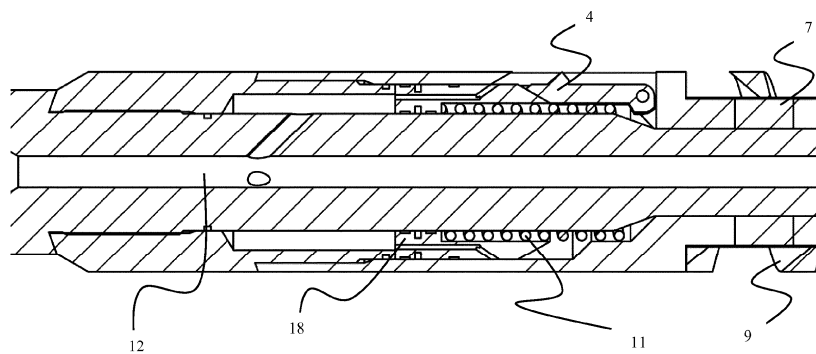
10. Способ по п.9, дополнительно включающий в себя следующие этапы: извлечение верхней части фрезерного инструмента и выполнение требуемых операций для цементирования пробки на фрезерованной радиальной секции.



Фиг. 1

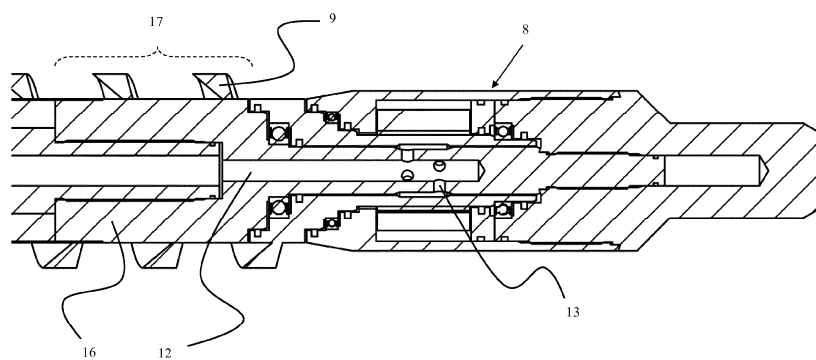


Фиг. 2



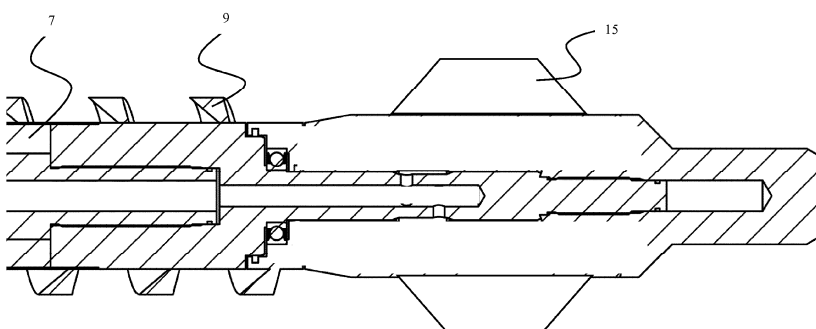
(Разрез А)

Фиг. 3



(Разрез В)

Фиг. 4



Фиг. 5