

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042913**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.04.03**

(51) Int. Cl. *E21B 17/10* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202191295**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.11.07**

---

(54) **ЦЕНТРАТОР**

---

(31) **1818210.5**

(32) **2018.11.08**

(33) **GB**

(43) **2021.08.25**

(86) **PCT/GB2019/053151**

(87) **WO 2020/095050 2020.05.14**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ВУЛКАН КОМПЛИШН ПРОДАКТС**

**ЮКей ЛИМИТЕД (GB)**

(72) Изобретатель:

**Керк Иан, Керк Эндрю, Керк Нейтан**

**(GB)**

(74) Представитель:

**Медведев В.Н. (RU)**

(56) US-A1-2017260816

CN-U-204552637

US-A-2228648

US-A-3289767

EP-A2-2158379

US-A-2312600

WO-A1-03002842

US-A-2727576

(57) Центратор (10) для использования при центрировании трубы (12) в стволе (W) содержит первую концевую муфту (14), вторую концевую муфту (16) и ряд удлиненных подпирающих элементов (18). Подпирающие элементы (18) расположены между первой концевой муфтой (14) и второй концевой муфтой (16), расположены вдоль окружности и разнесены вокруг первой концевой муфты (14) и второй концевой муфты (16). Подпирающий элемент (18) имеет первый концевой участок (20), второй концевой участок (22), промежуточный участок (24) и наклонные участки (26) в виде крыла, которые выступают от промежуточного участка (24).

**B1**

**042913**

**042913**

**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к центратору для использования при центрировании трубы в стволе.

#### Уровень техники

В промышленности разведки и добычи нефти и газа доступ нефтегазоносным пластам получают с помощью скважинных стволов ("стволов скважин") с поверхности, ствол скважины обычно затем крепят металлическими трубами, известными, как обсадные трубы. Секции обсадных труб обычно свинчивают вместе для формирования обсадной колонны, которую спускают в ствол скважины, кольцевое пространство между обсадной колонной и стволом скважины затем заполняют затвердевающим материалом, таким как цемент, который крепит обсадную колонну и ствол скважины и обеспечивает уплотнение, предотвращающее подъем неуправляемого потока текучей среды по кольцевому пространству.

С учетом того что крепление обсадной колонны и/или ствола скважины и предотвращение подъема управляемого потока текучей среды вверх по кольцевому пространству являются критичными для обеспечения безопасной эксплуатации скважины, следует признать, что некачественное цементирование создает значительный эксплуатационный риск для оператора.

Одним фактором низкокачественного цементирования является невыдержанная толщина цемента в кольцевом пространстве, обусловленная отклонением или смещением обсадной колонны от центральной продольной оси скважины. Для центрирования обсадной колонны в стволе скважины вокруг обсадной колонны обычно монтируют приборы, известные как центраторы (обычно называемые "центраторами обсадных труб"), используемые для поддержания обсадных труб в общем в положении по центру в стволе скважины до затвердевания цементной оболочки, окружающей обсадную колонну.

Хотя центраторы широко применяются, имеется ряд проблем и недостатков при использовании обычных инструментов и оборудования.

Например, центраторы с жестким корпусом, которые имеют фиксированные радиальные лопасти для смещения обсадной колонны от стенки ствола скважины, не способны адаптироваться к сужениям ствола скважины и поэтому могут препятствовать достижению обсадной колонной требуемой глубины в стволе скважины.

В качестве альтернативы центраторам с жестким корпусом разработаны центраторы с дугообразными пружинами, которые имеют концевые муфты, шарнирно соединенные вместе удлиненными пружинными элементами в виде дугообразных пружин. Хотя пружинные элементы способны отклоняться радиально внутрь для обеспечения прохода обсадной колонны через сужения ствола скважины, в крутых наклонных или горизонтальных стволах скважин (которые относят в общем к горизонтальным стволам скважин) значительный вес обсадной колонны на горизонтальном участке ствола скважины может деформировать пружинные элементы за пределы, при которых элементы способны поддерживать обсадную колонну в требуемом положении, при этом обсадная колонна ложится на нижнюю сторону ствола скважины и возникает риск неравномерного цементирования ствола скважины, описанного выше.

#### Сущность изобретения

По первому аспекту предложен центратор для использования при центрировании трубы в стволе, содержащий

- первую концевую муфту;
- вторую концевую муфту; и
- множество подпирающих элементов, расположенных между первой концевой муфтой и второй концевой муфтой,
- при этом по меньшей мере один из подпирающих элементов содержит
- первый концевой участок;
- второй концевой участок;
- промежуточный участок, расположенный между первым концевым участком и вторым концевым участком; и
- один или более участков в виде крыла, выступающих из промежуточного участка и расположенных под углом в направлении внутрь относительно промежуточного участка,
- причем первая концевая муфта, вторая концевая муфта и подпирающие элементы выполнены за одно целое, и
- причем участки в виде крыла выполнены за одно целое с промежуточным участком, причем участки в виде крыла содержат изогнутую или отогнутую часть промежуточного участка.

При применении центратор можно конфигурировать для установки на трубу, причем центратор выполненный с возможностью взаимодействия со стволом скважины для центрирования трубы в стволе скважины.

Труба может представлять собой крепящую ствол трубу.

Труба может представлять собой крепящую ствол трубную колонну.

Труба может представлять собой обсадную трубу.

Труба может представлять собой обсадную колонну.

Труба может представлять собой хвостовик.

Труба может представлять собой колонну для инструмента, рабочую колонну или т.п.

Труба может содержать эксплуатационный фильтр или т.п.

Предпочтительно обеспечение центратора, имеющего один или более участков в виде крыла, расположенных под углом к промежуточному участку, смещает промежуточный участок от трубы при применении. Смещение промежуточного участка от трубы может предотвращать или, по меньшей мере, уменьшать риск повреждения подпирающего элемента, которое может в ином случае возникнуть, если на промежуточный участок действует сила достаточной абсолютной величины для деформации в ином случае подпирающего элемента до плоского положения относительно концевых муфт.

Промежуточный участок может иметь жесткость больше, чем у первого и второго концевых участков подпирающего элемента.

Предпочтительно обеспечение центратора, имеющего один или более подпирающих элементов с промежуточным участком, имеющим жесткость больше, чем у концевых участков подпирающего элемента, обеспечивает предпочтительное сгибание подпирающего элемента на концевых участках, а не на промежуточном участке. Предпочтительное сгибание подпирающего элемента на концевых участках обеспечивает центратор, имеющий достаточную жесткость для поддержания трубы в общем в положении по центру в стволе, также имеющий достаточную гибкость для прохождения через сужения ствола скважины и восстановления до требуемой формы. Обеспечение участков в виде крыла улучшает жесткость промежуточного участка.

Кроме того, обеспечение центратора, имеющего достаточную жесткость для поддержания трубы в общем в положении по центру в стволе, а также имеющего достаточную гибкость для прохождения через сужения ствола скважины и восстановления до требуемой формы, может обеспечивать уменьшение числа подпирающих элементов в сравнении с обычным центратором. Данное, в свою очередь, может уменьшать силу, требуемую для спуска трубы в ствол, поскольку силы трения, генерируемые при контакте с окружающим стволом, уменьшаются.

Способность поддержания трубы в общем в положении по центру в стволе, а также достаточная гибкость для прохождения через сужения ствола и восстановления формы содействует улучшенному цементированию (или, по меньшей мере, минимизирует возможность неудовлетворительного цементирования) с увеличением способности достижения требуемой глубины в стволе скважины.

Как описано выше, центратор можно конфигурировать для местоположения на трубе, центратор выполнен с возможностью взаимодействия со стволом скважины для центрирования трубы в стволе скважины.

В конкретных вариантах осуществления центратор можно конфигурировать для местоположения на крепящей ствол трубе, такой как обсадная труба, и ствол может представлять собой ствол скважины, центратор выполнен с возможностью центрирования крепящей ствол трубы в стволе скважины.

Вместе с тем центратор может иметь другие формы. Например, в других случаях центратор может образовывать полностью или частично переводник, формирующий часть крепящей ствол трубной колонны. В других случаях центратор можно конфигурировать для установки на трубной колонне, такой как колонна для инструмента, рабочая колонна или т.п., выполненной с возможностью спуска в крепящую ствол скважины трубу, причем центратор, выполненный с возможностью центрирования трубной колонны в крепящей ствол скважины трубе.

Первую концевую муфту и вторую концевую муфту можно конфигурировать, например придавать размеры и/или форму, для облегчения установки центратора на трубе.

Подпирающие элементы можно конфигурировать, например придавать размеры, форму и/или достаточную гибкость, для облегчения взаимодействия со стволом.

Как описано выше, центратор содержит первую концевую муфту, вторую концевую муфту и множество подпирающих элементов.

Центратор представляет собой единую конструкцию. Т.е. первая концевая муфта, вторая концевая муфта и подпирающие элементы выполнены за одно целое.

Центратор можно выполнить в первой большего диаметра конфигурации.

В первой конфигурации центратор может образовывать наружный диаметр, который больше наружного диаметра первой и второй концевых муфт.

В первой конфигурации промежуточный участок может принимать радиально выдвинутое положение.

Центратор можно выполнить во второй меньшего диаметра конфигурации.

Во второй конфигурации центратор может образовывать наружный диаметр, который больше наружного диаметра первой и второй концевых муфт, но меньше наружного диаметра в первой конфигурации.

Во второй конфигурации промежуточный участок может принимать радиально убранное положение относительно первой конфигурации.

Центратор можно реконфигурировать с первой конфигурации большего диаметра на вторую конфигурацию меньшего диаметра.

Центратор можно реконфигурировать с второй конфигурации меньшего диаметра на первую конфигурацию большего диаметра.

Подпирающие элементы можно выполнить с возможностью обеспечения реконфигурации центра-тора между первой конфигурацией и второй конфигурацией.

При применении центратор можно реконфигурировать с первой конфигурации на вторую конфигурацию при встрече сужения в стволе для обеспечения прохода центратора через сужение. Центратор можно реконфигурировать с второй конфигурации на первую конфигурацию, когда центратор прошел через сужение в стволе.

Центратор можно смещать к первой конфигурации большего диаметра.

При применении центратор может в нормальных условиях образовывать первую конфигурацию, но его можно реконфигурировать во вторую конфигурацию при встрече с сужением в стволе скважины, причем центратор возвращается в первую конфигурацию, когда сужение пройдено.

Предпочтительно, хотя центратор во второй конфигурации образует наружный диаметр меньше диаметра в первой конфигурации, подпирающие элементы во второй конфигурации смещены от трубы, при этом предотвращается или, по меньшей мере, уменьшается риск повреждения подпирающего элемента, который может иначе возникнуть.

Как описано выше, по меньшей мере один из подпирающих элементов содержит один или более участков в виде крыла, выступающих от промежуточного участка и расположенных под углом к промежуточному участку.

Участок в виде крыла выступает в направлении внутрь, т.е. в общем к трубе, подлежащей центрированию.

Участок в виде крыла может образовывать любой не равный нулю угол с промежуточным участком, меньше или равный  $180^\circ$ . Понятно, что угол  $180^\circ$  означает, что участок в виде крыла отогнут назад к промежуточному участку и проходит параллельно ему.

Участок в виде крыла может образовывать не равный нулю угол с промежуточным участком меньше или равный  $90^\circ$  или около  $90^\circ$ .

В конкретных вариантах осуществления участок в виде крыла может образовывать угол  $90^\circ$  или около  $90^\circ$  с промежуточным участком.

Участок в виде крыла может образовывать не равный нулю угол с промежуточным участком, равный или около 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160,  $170^\circ$ .

В частных вариантах осуществления подпирающий элемент содержит два участка в виде крыла.

Участки в виде крыла образуют одинаковый угол с промежуточным участком.

Вместе с тем участки в виде крыла могут альтернативно образовывать отличающиеся углы.

Участки в виде крыла выполнены за одно целое с промежуточным участком.

Например, участки в виде крыла сформированы в виде изогнутой или отогнутой части промежуточного участка.

По меньшей мере часть участков в виде крыла может быть изогнутой.

Участки в виде крыла могут быть изогнутыми в направлении вдоль окружности.

Участки в виде крыла могут быть изогнутыми в осевом направлении.

Как описано выше, центратор реконфигурировать в первую конфигурацию и вторую конфигурацию и из них.

Первый и второй концевые участки подпирающих элементов можно выполнить с возможностью обеспечивать реконфигурацию между первой конфигурацией большего диаметра и второй конфигурацией меньшего диаметра.

Первый и второй концевые участки могут быть относительно более гибкими, чем промежуточный участок.

Первый и второй концевые участки могут быть относительно менее жесткими, чем промежуточный участок.

Первый и второй концевые участки могут содержать по меньшей мере один гибкий участок.

Концевые участки можно выполнить по меньшей мере с одним из следующих качеств: гибкими, поддающимися изгибу, закручиваемыми, деформируемыми или т.п.

Концевые участки могут быть гибкими, или выполненными с возможностью быть гибкими, поддающимися изгибу, закручиваемыми, деформируемыми или т.п. любым подходящим путем.

Следует понимать, что термин "сгибание" может относиться к изгибу, закручиванию, искажению формы, деформации и/или любому другому виду перемещения промежуточного участка.

Следует понимать, что по меньшей мере один элемент или компонент центратора может быть изогнутым в одном направлении или в нескольких направлениях.

По меньшей мере часть концевых участков могут быть изогнутыми.

Изогнутая секция может быть образована в любом направлении относительно центратора.

Изогнутая секция может быть образована в направлении вдоль элемента (например, направление может быть задано между одной концевой муфтой и другой концевой муфтой или параллельным оси центратора).

Изогнутая секция может быть образована в направлении поперек элемента (например, направление

может быть задано вдоль окружности вокруг оси центратора или может быть принято перпендикулярным направлением, заданному между концевыми муфтами).

Концевые участки могут содержать не изогнутую секцию или изогнутую секцию, образующую второй радиус кривизны.

Не изогнутая секция или изогнутая секция, образующая второй радиус кривизны, может быть задана в направлении поперек элемента.

Не изогнутая секция или изогнутая секция, образующая второй радиус кривизны, может быть задана в направлении вдоль элемента.

Второй радиус кривизны может быть больше первого радиуса кривизны.

Не изогнутая секция или изогнутая секция, образующая второй радиус кривизны, может обеспечивать перемещение промежуточного участка между радиально наружным и внутренним положениями.

Обеспечение концевых участков, имеющих больший радиус кривизны, чем промежуточный участок, может обеспечивать степень гибкости для концевых участков, которая больше гибкости промежуточного участка (меньшего радиуса кривизны).

Как описано выше, концевые участки могут быть выполнены менее жесткими, чем промежуточный участок.

Концевые участки могут каждый содержать по меньшей мере два соединителя для соединения соответствующего концевого участка с соответствующей концевой муфтой.

Соединители каждого концевого участка могут расходиться от промежуточного участка. Соединители можно расположить на расстоянии друг от друга на концевых муфтах.

Расположение соединителей каждого концевого участка на расстоянии друг от друга может помогать более равномерному распределению приложенной извне нагрузки, например, вдоль окружности концевой муфты.

Если наружная нагрузка приложена на промежуточный участок и может передаваться на первый и второй концевые участки, нагрузка может передаваться на соединители. Благодаря расположению соединителей каждого концевого участка на расстоянии друг от друга нагрузку на каждый соединитель можно уменьшить, что может уменьшить механическое напряжение на каждом соединителе. Расположение соединителей на расстоянии друг от друга может помогать контролю изгибных, торсионных или любых других сил на концевых участках, способных в ином случае деформировать концевые участки до такой степени, что последние препятствуют восстановлению центратора до конфигурации большего диаметра или отрицательно влияют на восстановление.

Концевые участки могут быть раздвоенными.

Соединители могут образовывать вилкообразный или разветвленный соединитель для передачи силы между концевыми участками и концевыми муфтами.

Соединители могут содержать или образовывать изогнутые кромки.

Как описано выше, концевые участки могут быть выполнены менее жесткими, чем промежуточный участок.

Пространство между соединителями может образовывать апертуру, которая может иметь изогнутые кромки.

Апертура может иметь каплевидную или треугольную форму, ширина которой больше ближе к концевой муфте и дальше от промежуточного участка.

Изогнутые кромки соединителей могут помогать более равномерному распределению нагрузки, например, для уменьшения или снятия механического напряжения на соединителях.

Концевые участки могут содержать изогнутую секцию, которая может быть образована по меньшей мере в одном из следующих направлений: поперек и вдоль элемента.

Изогнутая секция может быть ближней к соответствующей концевой муфте и дальней от промежуточного участка.

Изогнутая секция может обеспечивать изогнутой секции гибкость, которая меньше, чем у другой части концевых участков.

Концевые участки могут каждый образовывать переходный участок.

Переходный участок можно расположить между изогнутой секцией промежуточного участка и изогнутой секцией соответствующей концевой муфты. Переходный участок может иметь больший радиус кривизны, чем по меньшей мере одно из следующего: изогнутая секция промежуточного участка и изогнутая секция соответствующей концевой муфты.

Переходный участок может содержать или образовывать плоский, или относительно менее искривленный участок элемента, который может быть относительно более гибким, чем по меньшей мере одно из следующего: промежуточный участок и концевая муфта.

Концевая муфта и/или промежуточный участок может быть менее гибким, чем переходный участок.

Переходный участок может помогать распределению нагрузки или механического напряжения по концевому участку или, по меньшей мере, сглаживать переход между относительно менее гибкими компонентами, чтобы нагрузки или механическое напряжение могли быть менее концентрированными на

более гибких компонентах.

Если концевой участок содержит изогнутую секцию для по меньшей мере частичного сопротивления сгибанию, закручиванию или деформации изогнутой секции концевой участка, переход между концевой муфтой (которая может быть относительно жесткой) и концевым участком (которая может быть относительно гибким) можно сглаживать, что может помочь распределению нагрузки или механического напряжения по концевому участку.

Изогнутая секция концевой участка может быть образована в направлении вдоль окружности вокруг центратора.

Промежуточный участок может формировать или образовывать пластину лопасти.

Промежуточный участок может являться относительно менее гибким, чем первый и второй концевые участки.

Промежуточный участок может содержать по меньшей мере один жесткий участок.

Промежуточный участок может быть выполнен с возможностью сопротивления по меньшей мере одному из следующего: сгибанию, изгибу, закручиванию, деформированию или т.п.

Промежуточный участок может быть жестким или выполненным с возможностью сопротивления сгибанию, изгибу, закручиванию, деформированию или т.п. любым подходящим путем.

По меньшей мере часть промежуточного участка может быть изогнутой.

Промежуточный участок может содержать изогнутую секцию.

Изогнутая секция может быть образована в направлении поперек элемента.

Изогнутая секция может быть образована в направлении вдоль элемента.

Изогнутая секция может иметь первый радиус кривизны, который может соответствовать направлению поперек элемента и/или направлению вдоль элемента.

Изогнутая секция может обеспечивать промежуточный участок с относительно меньшей гибкостью, чем у концевых участков.

Промежуточный участок может содержать или образовывать изогнутую или выпуклую наружную поверхность. Изогнутая или выпуклая наружная поверхность может быть образована в направлении вдоль элементов или может быть образована между концевыми муфтами центратора. Концевые участки могут содержать или образовывать изогнутую или вогнутую наружную поверхность, которая может быть образована в направлении вдоль элементов или может быть образована в направлении между концевыми муфтами центратора.

Переходный участок может содержать вогнутую наружную поверхность.

Промежуточный участок может содержать или образовывать изогнутую или выпуклую наружную поверхность, которая может быть образована в направлении поперек элементов или может быть образована в направлении, заданном между смежными элементами центратора.

Промежуточный участок может содержать гребень, ребро, выступ или т.п., которые могут уменьшать площадь соприкосновения между промежуточным участком и стенкой ствола.

Как описано выше, центратор содержит множество подпирющих элементов, по меньшей мере один из которых содержит первый концевой участок, второй концевой участок, промежуточный участок и один или более участков в виде крыла.

Хотя в конкретных вариантах осуществления концевые участки и промежуточный участок могут образовывать участки отличающейся формы, например, с отличающимися изогнутыми участками, в некоторых случаях, по меньшей мере, подпирющий элемент может иметь концевые участки и промежуточный участок, образующий общую в целом форму, например, кривую.

По меньшей мере один подпирющий элемент может иметь форму элемента дугообразной пружиной.

Подпирющие элементы могут формировать или образовывать лопасти центратора.

Подпирющие элементы можно расположить вдоль окружности вокруг первой и второй концевых муфт.

Подпирющие элементы можно разносить вдоль окружности вокруг первой и второй концевых муфт.

В частных вариантах осуществления подпирющие элементы являются раздвоенными.

Подпирющие элементы могут содержать или образовывать выпуклую наружную поверхность по длине, например по всей длине, между концевыми муфтами.

Подпирющие элементы могут содержать по меньшей мере одно из следующего: выпуклую, плоскую или вогнутую секцию по длине элемента.

Подпирющие элементы могут содержать или образовывать выпуклую наружную поверхность на части длины элементов и могут содержать или образовывать по меньшей мере одно из следующего: плоскую и вогнутую наружную поверхность на другой части отрезка длины элемента.

Направление, образованное между смежными элементами центратора, может задавать направление по окружности относительно центратора.

Концевые муфты могут быть коаксиальными относительно оси центратора, так что направление по окружности может быть задано относительно оси центратора.

Концевые участки могут содержать или образовывать по меньшей мере одно из следующего: изогнутую, выпуклую, вогнутую или плоскую наружную поверхность по меньшей мере в одном из направлений, заданном вдоль и поперек элемента.

По меньшей мере одно из следующего: изогнутая, выпуклая, вогнутая или плоская наружная поверхность - может быть образована в направлении, заданном между смежными элементами центратора и/или между концевыми муфтами центратора.

В начальном не деформированном состоянии или по меньшей мере частично деформированном состоянии центратор может принимать конфигурацию большего диаметра, которая может иметь первый радиус кривизны.

Центратор может входить в ствол в начальном не деформированном состоянии и может затем частично деформироваться, чтобы принять частично деформированную конфигурацию согласно диаметру ствола.

Первый радиус кривизны может быть образован радиусом ствола.

Изогнутая или выпуклая наружная поверхность элементов может образовывать второй радиус кривизны, который может быть образован в направлении поперек элементов.

Второй радиус кривизны может быть равным или меньше первого радиуса кривизны, такого который, по меньшей мере, в не деформированном состоянии или по меньшей мере частично деформированном состоянии имеет центратор.

Изогнутая или выпуклая наружная поверхность элементов может содержать участок, например центральный участок или т.п., который может соприкасаться со стенкой ствола.

Изогнутая или выпуклая наружная поверхность элементов может содержать участок, например краевой участок или т.п., который не может соприкасаться со стенкой ствола в не деформированной или частично деформированной конфигурациях.

Если центратор деформирован, в некоторых обстоятельствах краевые участки могут соприкасаться со стенкой ствола.

Обеспечение краевых участков, которые могут не соприкасаться со стенкой ствола, может уменьшать трение между элементами и стенкой ствола при перемещении центратора через ствол.

Первый радиус кривизны может соответствовать радиусу кривизны ствола. Благодаря обеспечению второго радиуса кривизны равным или меньше первого радиуса кривизны, выпуклая наружная поверхность может иметь уменьшенную площадь соприкосновения между промежуточным участком и стенкой ствола. Уменьшение площади соприкосновения может уменьшать трение и/или облегчать проход центратора через ствол.

Центратор можно выполнить с возможностью принимать отличающиеся диаметры в зависимости от степени деформации элементов. Центратор может содержать по меньшей мере один поддерживающий элемент для ограничения сгибания или деформации элементов. Сужение, сгибание или деформация элементов могут предотвращать принятие центратором диаметра, который меньше порогового диаметра, что может обеспечивать по меньшей мере частичное восстановление центратора до диаметра, который больше порогового диаметра.

В начальном состоянии центратор может описывать по меньшей мере первый диаметр, который может соответствовать, быть больше или меньше значения для конфигурации большего диаметра.

Центратор можно реконфигурировать до деформированного состояния для описания меньшего второго диаметра для обеспечения прохода центратора через сужение ствола.

Центратор можно реконфигурировать до восстановленного состояния для описания первого диаметра и центрирования трубы в стволе.

В деформированной конфигурации степень деформации элементов может быть ограничена для обеспечения восстановления центратора до первого диаметра.

Второй диаметр может быть равен или больше порогового диаметра.

По меньшей мере один поддерживающий элемент можно конфигурировать для создания упора трубы при сгибании или деформации по меньшей мере одного из элементов.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может быть гибким или деформируемым.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может быть выполнен с возможностью поддерживать по меньшей мере одно из следующего: промежуточный участок и концевые участки.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может быть выполнен с возможностью поддерживать радиально самую дальнюю от оси часть элементов.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может быть выполнен с возможностью поддерживать участок элементов, содержащий серединную точку между концевыми муфтами.

Радиально самая дальняя от оси часть элемента может образовывать вершину или высшую точку элементов.

Элементы могут каждый содержать выпуклую наружную поверхность, образованную вдоль окружности центратора.

Наружная поверхность может содержать контактную поверхность элементов.

Контактная поверхность может соприкасаться со стенкой ствола.

Выпуклая наружная поверхность может быть образована по меньшей мере частично по отрезку длины элемента.

Выпуклая наружная поверхность может быть образована по меньшей мере частично поперек элемента по ширине.

Длина элемента может быть задана, как часть элемента, проходящая в осевом направлении или направлении к забою относительно центратора в стволе скважины.

Ширина элемента может быть задана, как часть элемента, проходящая в направлении вдоль окружности относительно центратора в стволе скважины.

Толщина элемента может быть задана в радиальном направлении относительно центратора в стволе скважины.

В начальном недеформированном состоянии центратор может описывать первый диаметр, который образует первый радиус кривизны.

Выпуклая наружная поверхность элементов может каждая образовывать второй радиус кривизны.

Второй радиус кривизны может быть равен или меньше первого радиуса кривизны.

Первый радиус кривизны может быть образован вдоль окружности вокруг ствола. Второй радиус кривизны может быть образован вдоль окружности вокруг центратора.

Благодаря обеспечению подпирающих элементов с вторым радиусом кривизны можно уменьшить трение между центратором и стволом при перемещении центратора через ствол. Можно уменьшить износ элементов вследствие данного уменьшенного трения.

Подпирающие элементы могут содержать по меньшей мере один концевой участок для соединения элементов с концевыми муфтами центратора.

Подпирающие элементы могут содержать по меньшей мере два концевых участка для соединения элемента с концевой муфтой центратора.

Концевой участок может быть раздвоенной.

Обеспечение больше одного концевого участка для каждого конца элемента может помочь равномерному распределению силы вокруг концевой муфты.

Подпирающие элементы могут содержать по меньшей мере два концевых участка для соединения каждого конца каждого элемента с соответствующими их концевыми муфтами, при этом соединения между каждым смежным концевым участком на каждой концевой муфте расположены на равном расстоянии друг от друга вдоль окружности концевой муфты. Вместе с тем понятно, что в примере смежные соединения могут не быть расположены на равном расстоянии друг от друга вдоль окружности концевой муфты. В зависимости от частной геометрии центратора может или не может быть возможным распределение соединений концевого участка расположенными на равном расстоянии друг от друга вдоль окружности концевой муфты. Например, центраторы большего диаметра или центраторы, содержащие больше четырех, пяти или шести элементов, могут обеспечивать достаточное пространство для размещения расположенных на равном расстоянии друг от друга соединений концевого участка, а центраторы меньшего диаметра или центраторы, содержащие меньше четырех, пяти или шести элементов могут не обеспечивать достаточного пространства для размещения расположенных на равном расстоянии друг от друга соединений концевого участка.

Благодаря обеспечению равного расстояния, образованного между концевыми участками, может иметь место равномерное распределение силы по меньшей мере частично вдоль окружности концевых муфт центратора. При применении, например, в горизонтальной секции ствола элементы центратора на нижней стороне ствола могут испытывать деформацию большей степени, чем элементы центратора на верхней стороне ствола. Элементы центратора на нижней стороне ствола могут прикладывать силу на концевые муфты, которая больше силы, прикладываемой на концевые муфты элементами на верхней стороне ствола.

Благодаря обеспечению соединений концевого участка, расположенных на равном расстоянии друг от друга вдоль окружности концевых муфт, силу, прикладываемую на концевые муфты элементами, можно более равномерно распределить, чем в варианте, где соединения концевого участка не расположены на равном расстоянии друг от друга вдоль окружности концевых муфт. Таким образом, можно уменьшить чрезмерное механическое напряжение или остаточную деформацию, создаваемую в некоторых частях концевых муфт или фактически в любой другой части центратора.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может содержать вогнутую наружную поверхность. Наружная поверхность поддерживающего элемента может быть обращена к стенке ствола. Наружная поверхность поддерживающего элемента может обычно не соприкасаться со стенкой ствола. Поддерживающий элемент может содержать или иметь изогнутую форму.

Поддерживающий элемент может содержать выпуклую внутреннюю поверхность. Выпуклая внутренняя поверхность может быть обращена к обсадной трубе и может перемещаться для создания упора в обсадную колонну, например, в ответ на проход через сужение ствола скважины.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может проходить от одного концевого участка до другой концевой участка элементов. По меньшей мере один поддерживающий элемент можно выполнить с возможностью приложения силы между первым концом и вторым концом элементов.

По меньшей мере один поддерживающий элемент можно выполнить с возможностью приложения силы на элементы или сопротивления силе, приложенной элементами. По меньшей мере один поддерживающий элемент можно выполнить с возможностью обеспечивать поддержку на срединной точке элементов. Срединная точка может быть образована между концевыми муфтами. По меньшей мере один поддерживающий элемент можно выполнить с возможностью обеспечивать поддержку промежуточного участка.

По меньшей мере один поддерживающий элемент можно центрировать или располагать симметрично около срединной точки элементов.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может быть выполнен с возможностью приложения силы на элементы или сопротивления силе, приложенной элементами. По меньшей мере один поддерживающий элемент можно выполнить с возможностью обеспечивать поддержку в точке элементов, расположенной между срединной точкой и концевым участком элементов.

По меньшей мере один поддерживающий элемент можно установить по длине элементов на месте вблизи одной концевой муфты центратора и на удалении от другой концевой муфты центратора.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может содержать по меньшей мере один изогнутый пружинный элемент. По меньшей мере один поддерживающий элемент может проходить по меньшей мере частично вдоль центрального участка по меньшей мере одного из следующего: промежуточный участок и концевые участки. По меньшей мере один поддерживающий элемент может проходить по меньшей мере частично вдоль центрального участка элементов. По меньшей мере один поддерживающий элемент может проходить по меньшей мере частично вдоль кромки по меньшей мере одного из следующего: промежуточный участок и концевые участки. По меньшей мере один поддерживающий элемент может проходить по меньшей мере частично вдоль кромки подпирающих элементов.

Подпирающие элементы могут содержать металл или могут быть выполнены из металла.

Центратор может содержать по меньшей мере одну контактную поверхность для соприкосновения со стенкой ствола.

Контактная поверхность может содержать уменьшающее трение покрытие.

Подпирающие элементы могут содержать контактную поверхность. Уменьшающее трение покрытие может формировать часть подпирающих элементов.

Уменьшающее трение покрытие может содержать по меньшей мере одно из следующего: политетрафторэтилен и графен или т.п. материал.

Любое другое подходящее покрытие можно наносить на подпирающие элементы для уменьшения трения между сжимаемыми элементами и стенкой ствола или подпирающие элементы можно выполнить или модифицировать содержащими уменьшающее трение покрытие. Подпирающие элементы могут содержать металл.

Благодаря обеспечению подпирающих элементов с уменьшающим трение покрытием можно уменьшить трение между центратором и стволом скважины при перемещении центратора через ствол скважины. Можно уменьшить износ подпирающего элемента вследствие уменьшенного трения.

Контактная поверхность может содержать уменьшающее трение покрытие, формирующее часть подпирающих элементов.

Уменьшающее трение покрытие может содержать по меньшей мере одно из следующего: политетрафторэтилен и графен или другое подходящее, уменьшающее трение покрытие.

Согласно второму аспекту предложен способ центрирования трубы в стволе с использованием центратора первого аспекта.

Способ может содержать обеспечение множества центраторов на трубной колонне.

Центраторы могут содержать концевые муфты, соединенные элементами для обеспечения принятия центратором отличающихся диаметров в зависимости от степени деформации подпирающих элементов.

Подпирающим элементам можно создавать ограничения для предотвращения принятия центратором диаметра меньше порогового диаметра.

Способ может содержать спуск в скважину трубы и центраторов через сужение ствола для радиальной деформации центраторов.

Способ может содержать спуск в скважину трубы и центраторов от сужения ствола в секцию ствола для обеспечения по меньшей мере частичного восстановления центраторами диаметра, большего, чем пороговый диаметр.

Способ может иметь конкретную полезность в спуске в трубы, такой как обсадная колонна, в наклонные или горизонтальные стволы, например в стволы нефтяных и/или газовых скважин, где масса трубы проявляет тенденцию к сжатию или деформированию элементов центратора, расположенных между трубой и нижней стороной ствола. В отсутствие ограничения степени деформации подпирающих элементов подпирающие элементы между трубой и нижней стороной ствола должны наверняка испытывать деформацию большей степени, чем подпирающие элементы между трубой и верхней стороной ствола и могут испытывать чрезмерные или невосстановимые деформации, при прохождении центраторов через сужение ствола скважины. На трубе, проходящей в секцию ствола за сужением ствола, элементы, которые испытали чрезмерные деформации, могут не восстанавливаться достаточно для обеспечения

описания первого диаметра центратором и удержания трубы коаксиальной со стволом.

Предложенным способом степень деформации индивидуальных элементов можно ограничивать, обеспечивая сжимаемым элементам восстановление, достаточное для поддержания трубы, по существу коаксиальной со стволом. Если трубу и центраторы спускают в скважину через горизонтальное сужение для трубы, то должна возникать ситуация для элементов центратора между трубой и нижней стороной ствола, при которой последние испытывают деформацию большей степени, вместе с тем с ограничением степени деформации индивидуальных элементов деформация наверняка более равномерно распределяется между сжимаемыми элементами.

Пороговый диаметр может образовывать минимальный диаметр центратора, ниже которого подпирающие элементы могут испытывать чрезмерные деформации до степени, при которой чрезмерно деформированные элементы могут не восстанавливаться достаточно для обеспечения описания центратором большего проектного диаметра при перемещении в секции ствола после сужения ствола. Благодаря ограничению подпирающих элементов для предотвращения принятия центратором диаметра, меньшего, чем пороговый диаметр, центратор может быть способен по меньшей мере частично восстановиться до большего диаметра, чем пороговый диаметр, чтобы поддерживать трубу по существу коаксиальной со стволом.

Специалисты в технике должны понимать, что с деформируемым центратором всегда имеет место неизбежная степень деформации подпирающих элементов на нижней стороне трубы при вариантах применения в наклонных или горизонтальных стволах, и указанное учтено, например, в American Petroleum Institute's Specification 10D для центраторов с дугообразными пружинами.

Центраторы могут описывать по меньшей мере первый диаметр в начальном состоянии. Способ может содержать радиальное деформирование центраторов для описания меньшего второго диаметра, образуемого сужением ствола.

Центратор может находиться в начальном состоянии перед входом в ствол.

Диаметр ствола может задавать первый диаметр.

При входе в ствол центраторы могут частично деформироваться для принятия первого диаметра.

Второй диаметр может быть равным или больше порогового диаметра. При деформировании в сужении ствола центраторы могут не деформироваться до диаметра меньше порогового диаметра.

Благодаря только деформированию центраторов до диаметра равного или больше порогового диаметра, центраторы могут не испытывать чрезмерные деформации.

Наложение ограничений на сжимаемые элементы для предотвращения приобретения центратором диаметра, который меньше порогового диаметра, может содержать обеспечение по меньшей мере одного поддерживающего элемента между сжимаемыми элементами и труба.

По меньшей мере один поддерживающий элемент может быть выполнен с возможностью предотвращения деформации подпирающих элементов, результатом которого является описание центратором окружности с диаметром меньше порогового диаметра.

Способ может содержать ограничение деформации подпирающих элементов посредством создания упора по меньшей мере одного поддерживающего элемента в трубу в ответ на радиальное сжатие по меньшей мере одного из подпирающих элементов.

Способ может содержать перемещение центраторов через сужение ствола в наклонных или горизонтальных секциях ствола.

Способ может содержать ограничение элементов на нижней стороне центратора от чрезмерного деформирования в ответ на вес, приложенный на подпирающие элементы трубой, когда центратор проходит через сужение ствола скважины.

Ограничивающие деформирование центратора элементы на его нижней стороне могут обеспечивать такую поддержку трубы, где труба принимает по существу коаксиальное положение по меньшей мере в одном из следующего: сужение ствола и секция ствола.

Поддержка трубы может содержать обеспечение по меньшей мере одного поддерживающего элемента для сохранения трубы по существу в коаксиальном положении. По меньшей мере один поддерживающий элемент может сопротивляться деформации элементов на нижней стороне ствола для сохранения трубы на минимальном радиальном расстоянии выше нижней стороны ствола. Минимальное радиальное расстояние может быть задано пороговым диаметром. Минимальное радиальное расстояние может быть задано диаметром сужения ствола. Минимальное радиальное расстояние может быть равно или приблизительно равно половине разности между пороговым диаметром или диаметром сужения ствола скважины и диаметром трубы.

Также описан подпирающий элемент для центратора первого аспекта, причем подпирающий элемент содержит

первый концевой участок;

второй концевой участок;

промежуточный участок, расположенный между первым концевым участком и вторым концевым участком; и

один или более участков в виде крыла, выступающих из промежуточного участка и расположенных

под углом к промежуточному участку.

Промежуточный участок может иметь жесткость больше, чем у первого и второго концевых участков.

По третьему аспекту предложена скважинная компоновка, содержащая по меньшей мере один центратор первого аспекта.

Компоновка может содержать множество центраторов первого аспекта.

Компоновка может содержать трубу.

Понятно, что любой из признаков, описанных выше или ниже, можно применять индивидуально или в комбинации.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 показан центратор для центрирования трубы в стволе скважины.

На фиг. 2 показан в изометрии центратор, показанный на фиг. 1.

На фиг. 3 показан с увеличением подпирающий элемент центратора, показанного на фиг. 2, в отдельности.

На фиг. 4 показан в изометрии промежуточный участок подпирающего элемента, показанного на фиг. 3, в отдельности.

На фиг. 5 показан вид сверху промежуточного участка, показанного на фиг. 3.

На фиг. 6 показан вид сбоку промежуточного участка, показанного на фиг. 3.

На фиг. 7 показано сечение А-А промежуточного участка, показанного на фиг. 6.

На фиг. 8 показан вид с торца промежуточного участка, показанного на фиг. 3.

На фиг. 9 показан альтернативный центратор для центрирования трубы в стволе скважины.

На фиг. 10 показан с увеличением подпирающий элемент центратора, показанного на фиг. 9, в отдельности.

На фиг. 11 показан альтернативный центратор для центрирования трубы в стволе скважины.

На фиг. 12 показан с увеличением подпирающий элемент центратора, показанного на фиг. 11, в отдельности.

На фиг. 13 схематично показана скважинная компоновка.

На фиг. 14 схематично показана альтернативная скважинная компоновка.

#### **Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения**

На фиг. 1 прилагаемых чертежей схематично показан центратор 10 для использования при центрировании трубы 12 в стволе W. Как показано на фиг. 1, труба 12 имеет форму обсадной колонны и ствол W имеет форму ствола скважины, кольцевое пространство А между трубой 12 и стволом W заполняют затвердевающим материалом, таким как цемент, который крепит трубу 12 и ствол W и обеспечивает уплотнение, предотвращающее прохождение неуправляемого потока текучей среды по кольцевому пространству А.

Для применения, как описано дополнительно ниже, центратор 10 выполняют с возможностью взаимодействия со стенкой ствола W скважины для центрирования трубы 12 в стволе W.

На фиг. 2 прилагаемых чертежей показан в изометрии центратор 10, показанный на фиг. 1. Как показано на фиг. 2, центратор 10 представляет собой единую конструкцию, имеющую первую концевую муфту 14, вторую концевую муфту 16 и ряд удлиненных подпирающих элементов 18. Первая и вторая концевые муфты 14, 16 имеют в общем цилиндрическую форму и выполнены с возможностью монтажа центратора 10 на трубу 12. Подпирающие элементы 18 расположены между первой концевой муфтой 14 и второй концевой муфтой 16 и расположены вдоль окружности и разнесены вокруг первой концевой муфты 14 и второй концевой муфты 16. Показанный центратор 10 имеет восемь подпирающих элементов 18. Вместе с тем следует признать, что центратор 10 может иметь любое подходящее число подпирающих элементов 18. Подпирающие элементы 18 образуют лопасти центратора 10.

На фиг. 3 прилагаемых чертежей, где показан с увеличением один из подпирающих элементов 18 в отдельности, можно видеть, что подпирающий элемент 18 имеет первый концевой участок 20, второй концевой участок 22, промежуточный участок 24 и участки 26 в виде крыла.

Как показано на фиг. 3, первый концевой участок 20 подпирающего элемента 18 является раздвоенным, имеющим два соединительных участка 28 для соединения первого концевой участка 20 с первой концевой муфтой 14. Апертура 30, которая в показанном центраторе 10 имеет форму каплевидной апертуры, образована между соединительными участками 28 и первой концевой муфтой 14. Второй концевой участок 22 подпирающего элемента 18 является также раздвоенным, имеющим два соединительных участка 32 для соединения второго концевой участка 22 с второй концевой муфтой 16. Апертура 34, которая в показанном центраторе 10 также имеет форму каплевидной апертуры, образована между соединительными участками 32 и второй концевой муфтой 16. В показанном центраторе 10 соединительные участки 28, 32 расходятся от промежуточного участка 24 для расположения на расстоянии друг от друга на первой и второй концевых муфтах 14, 16.

В показанном центраторе 10 соединительные участки 28, 32 каждый содержит изогнутую секцию 36, 38 вблизи соответствующих концевых муфт 14, 16 и не изогнутую секцию 40, 42, причем изогнутые секции 36, 38 благодаря своей форме имеют жесткость больше, чем не изогнутые секции 40, 42, при этом

обеспечивается переход между концевыми муфтами 14, 16 и промежуточным участком 24.

На фиг. 4-8 прилагаемых чертежей показан промежуточный участок 24 одного из подпирающих элементов 18 центратора 10.

Как показано, промежуточный участок 24 является изогнутым в обоих направлениях, вдоль окружности и в осевом и образует выпуклую изогнутую наружную поверхность. Изогнутая форма промежуточного участка 24 обеспечивает жесткость, которая больше, чем у концевых участков 20, 22.

Участки 26 в виде крыла выступают от промежуточного участка 24 и расположены под углом к промежуточному участку 24. В показанном центраторе 10 участки 26 в виде крыла образуют угол приблизительно  $90^\circ$  с промежуточным участком 24. Вместе с тем участки 26 в виде крыла могут образовывать другие углы с промежуточным участком 24.

Как показано на фиг. 6, например, участки в виде крыла 24 являются также изогнутыми в осевом направлении.

Обнаружено, что участки 26 в виде крыла дополнительно улучшают жесткость промежуточного участка 24 относительно концевых участков 20, 22. Кроме того, обеспечение участков 26 в виде крыла под углом к промежуточному участку 24 смещает промежуточный участок 24 от трубы 12 при применении.

Предпочтительно обеспечение центратора 10, имеющего один или более подпирающих элементов 18с промежуточным участком 24, имеющим жесткость, которая больше, чем у концевых участков подпирающего элемента, обеспечивает предпочтительное сгибание подпирающего элемента на концевых участках, а не на промежуточном участке. Предпочтительное сгибание подпирающих элементов 18 на промежуточном участке обеспечивает центратор 10, имеющий достаточную жесткость для поддержания трубы 12 в общем в центральном положении в стволе W, но также имеющий достаточную гибкость для прохождения через сужения ствола скважины и восстановления до требуемой формы. Обнаружено, что обеспечение участков 26 в виде крыла дополнительно улучшает жесткость промежуточного участка 24 относительно концевых участков 20, 22. Кроме того, обеспечение участков в виде крыла 28, расположенных под углом к промежуточному участку, 24 смещает промежуточный участок 24 от трубы 12 при применении.

Следует признать, что различные модификации можно выполнять без отхода от объема изобретения, определяемого в формуле изобретения.

Например, на фиг. 9 прилагаемых чертежей показан альтернативный центратор 110 для центрирования трубы 12 в стволе W.

Как показано на фиг. 9, центратор 110 представляет собой единую конструкцию, имеющую первую концевую муфту 114, вторую концевую муфту 116 и ряд удлиненных подпирающих элементов 118. Первая и вторая концевые муфты 114, 116 имеют в общем цилиндрическую форму и выполнены с возможностью монтажа центратора 110 на трубу 12. Подпирающие элементы 118 расположены между первой концевой муфтой 114 и второй концевой муфтой 116 и расположены вдоль окружности и разнесены вокруг первой концевой муфты 114 и второй концевой муфты 116. Показанный центратор 110 имеет восемь подпирающих элементов 118. Вместе с тем следует признать, что центратор 110 может иметь любое подходящее число подпирающих элементов 118. Подпирающие элементы 118 образуют лопасти центратора 110.

Также на фиг. 10 прилагаемых чертежей, на которой показан с увеличением вид одного из подпирающих элементов 118 в отдельности, можно видеть, что подпирающий элемент 118 имеет первый концевой участок 120, второй концевой участок 122, промежуточный участок 124 и участки 126 в виде крыла.

Как показано на фиг. 10, в отличие от подпирающего элемента 18, описанного выше, первый концевой участок 120 подпирающего элемента 118 не является раздвоенным, имеет один соединительный участок 128 для соединения первого концевой участка 120 с первой концевой муфтой 114 и соединительный участок 132 для соединения второго концевой участка 122 с второй концевой муфтой 116. В показанном центраторе 110 концевые участки образуют выпуклую наружную поверхность.

В показанном центраторе 110 соединительные участки 128, 132 каждый содержит изогнутую секцию 136, 138 вблизи соответствующих концевых муфт 114, 116 и не изогнутую секцию 140, 142, причем изогнутые секции 136, 138 благодаря своей форме имеют жесткость, которая больше, чем у не изогнутых секций 140, 142, при этом обеспечен переход между концевыми муфтами 114, 116 и промежуточным участком 124.

Как показано на фиг. 9 и 10, промежуточный участок 124 является изогнутым в обоих направлениях, вдоль окружности и в осевом, и образует выпуклую изогнутую наружную поверхность. Промежуточный участок 124 изогнутой формы обеспечивает жесткость, которая больше, чем у концевых участков 120, 122.

Участки 126 в виде крыла проходят от промежуточного участка 124 и расположены под углом к промежуточному участку 124. В показанном центраторе 110 участки 126 в виде крыла образуют угол приблизительно  $90^\circ$  с промежуточным участком 124. Вместе с тем участки 126 в виде крыла могут образовывать другие углы с промежуточным участком 124.

Как показано на фиг. 10, например, участки в виде крыла 124 являются также изогнутыми в осевом

направлении.

Как описано выше, обнаружено, что участки 126 в виде крыла дополнительно улучшают жесткость промежуточного участка 124 относительно концевых участков 120, 122. Кроме того, обеспечение участков 126, в виде крыла расположенных под углом к промежуточному участку 124, смещает промежуточный участок 124 от трубы 12 при применении.

На фиг. 9 прилагаемых чертежей показан альтернативный центратор 110 для центрирования трубы 12 в стволе W. Аналогичные компоненты центраторов 10, 110 представлены аналогичными ссылочными позициями, увеличенными на 100.

Как показано на фиг. 9, центратор 110 представляет собой единую конструкцию, имеющую первую концевую муфту 114, вторую концевую муфту 116 и ряд удлиненных подпирающих элементов 118. Первая и вторая концевые муфты 114, 116 имеют в общем цилиндрическую форму и выполнены с возможностью монтажа центратора 110 на трубу 12. Подпирающие элементы 118 расположены между первой концевой муфтой 114 и второй концевой муфтой 116 и расположены вдоль окружности и разнесены вокруг первой концевой муфты 114 и второй концевой муфты 116. Показанный центратор 110 имеет восемь подпирающих элементов 118. Вместе с тем следует признать, что центратор 110 может иметь любое подходящее число подпирающих элементов 118. Подпирающие элементы 118 образуют лопасти центратора 110.

Также на фиг. 10 прилагаемых чертежей, где показан с увеличением вид одного из подпирающих элементов 118 в отдельности, можно видеть, что подпирающий элемент 118 имеет первый концевой участок 120, второй концевой участок 122, промежуточный участок 124 и участки 126 в виде крыла.

Как показано на фиг. 10, в отличие от подпирающего элемента 18, описанного выше, первый концевой участок 20 имеет один соединительный участок 128 для соединения первого концевой участка 120 с первой концевой муфтой 114 и соединительный участок 132 для соединения второго концевой участка 122 с второй концевой муфтой 116. В показанном центраторе 110 соединительные участки 128, 132 каждый содержит изогнутую секцию 136, 138 вблизи соответствующих концевых муфт 114, 116 и не изогнутую секцию 140, 142, причем изогнутые секции 136, 138 благодаря своей форме имеют жесткость, которая больше, чем у не изогнутых секций 140, 142, при этом обеспечен переход между концевыми муфтами 114, 116 и промежуточным участком 124.

Как показано на фиг. 9 и 10, промежуточный участок 124 является изогнутым в обоих направлениях, вдоль окружности и в осевом и образует выпуклую изогнутую наружную поверхность. Промежуточный участок 124 изогнутой формы обеспечивает жесткость, которая больше, чем у концевых участков 120, 122.

Участки 126 в виде крыла проходят от промежуточного участка 124 и образуют угол с промежуточным участком 124. В показанном центраторе 110 участки 126 в виде крыла образуют угол приблизительно 90° с промежуточным участком 124. Вместе с тем участки 126 в виде крыла могут образовывать другие углы с промежуточным участком 124.

Как показано на фиг. 10, например, участки в виде крыла 124 являются также изогнутыми в осевом направлении.

При применении центратор 110 можно конфигурировать для установки на трубу 12, причем центратор 110 выполнен с возможностью взаимодействия со стенкой ствола W для центрирования трубы 12 в стволе W. Обеспечение 110 центратора, имеющего один или более подпирающих элементов 118 с промежуточным участком 124, имеющим жесткость, которая больше, чем у концевых участков 120, 122 подпирающего элемента 118, обеспечивает предпочтительное сгибание подпирающего элемента 118 на концевых участках 120, 122 а не на промежуточном участке 124. Предпочтительное сгибание подпирающего элемента 118 на промежуточном участке обеспечивает центратор 110, имеющий достаточную жесткость для поддержания трубы 12 в общем в центральном положении в стволе W, а также имеющий достаточную гибкость для прохождения через сужения ствола скважины и восстановления до требуемой формы. Обнаружено, что обеспечение участков 126 в виде крыла дополнительно улучшает жесткость промежуточного участка относительно концевых участков 120, 122. Кроме того, обеспечение участков 126 в виде крыла, расположенных под углом к промежуточному участку 124, смещает промежуточный участок 124 от трубы 12 при применении.

На фиг. 11 прилагаемых чертежей показан другой альтернативный центратор 210 для центрирования трубы 12 в стволе W. Аналогичные компоненты в центраторах 10, 210 представлены аналогичными ссылочными позициями, увеличенными на 200.

Как показано на фиг. 11, центратор 210 представляет собой единую конструкцию, имеющую первую концевую муфту 214, вторую концевую муфту 216 и ряд удлиненных подпирающих элементов 218. Первая и вторая концевые муфты 214, 216 имеют в общем цилиндрическую форму и выполнены с возможностью монтажа центратора 210 на трубу 12. Подпирающие элементы 218 расположены между первой концевой муфтой 214 и второй концевой муфтой 216 и расположены вдоль окружности и разнесены вокруг первой концевой муфты 214 и второй концевой муфты 216. Показанный центратор 210, имеет восемь подпирающих элементов 218. Вместе с тем следует признать что центратор 210 может иметь любое подходящее число подпирающих элементов 218. Подпирающие элементы 218 образуют лопасти центратора 210.

Также на фиг. 12 прилагаемых чертежей, где показан с увеличением вид одного из подпирающих элементов 218 в отдельности, можно видеть, что подпирающий элемент 218 имеет первый концевой участок 220, второй концевой участок 222, промежуточный участок 224 и участки 226 в виде крыла.

Как показано на фиг. 12, аналогично центратору 110, первый концевой участок 220 имеет один соединительный участок 228 для соединения первого концевого участка 220 с первой концевой муфтой 214 и соединительный участок 232 для соединения второго концевого участка 222 с второй концевой муфтой 216. В показанном центраторе 210 концевые участки образуют вогнутую наружную поверхность.

В показанном центраторе 210 соединительные участки 228, 232 каждый содержит изогнутую секцию 236, 238 вблизи соответствующих концевых муфт 214, 216 и не изогнутую секцию 240, 242, причем изогнутые секции 236, 238 благодаря своей форме имеют жесткость, которая больше, чем у не изогнутых секций 240, 242, при этом обеспечен переход между концевыми муфтами 214, 216 и промежуточным участком 224.

Как показано на фиг. 11 и 12, промежуточный участок 224 является изогнутым в обоих направлениях, вдоль окружности и в осевом, и образует выпуклую изогнутую наружную поверхность. Промежуточный участок 224 изогнутой формы обеспечивает жесткость, которая больше, чем у концевых участков 220, 222.

Участки 226 в виде крыла проходят от промежуточного участка 224 и образуют угол с промежуточным участком 224. В показанном центраторе 210 участки 226 в виде крыла образуют угол приблизительно 90° с промежуточным участком 224. Вместе с тем участки 226 в виде крыла могут образовывать другие углы с промежуточным участком 224.

Как показано на фиг. 12, например, участки 224 в виде крыла также являются изогнутыми в осевом направлении.

При применении центратор 210 можно конфигурировать для установки на трубу 12, причем центратор 210 выполнен с возможностью взаимодействия со стенкой ствола W для центрирования трубы 12 в стволе W. Обеспечение центратора 210, имеющего один или более подпирающих элементов 218 с промежуточным участком 224, имеющим жесткость, которая больше, чем у концевых участков 220, 222 подпирающего элемента 218, обеспечивает предпочтительное сгибание подпирающего элемента 218 на концевых участках 220, 222, а не на промежуточном участке 224. Предпочтительное сгибание подпирающего элемента 218 на промежуточном участке обеспечивает центратор 210, имеющий достаточную жесткость для поддержания трубы 12 в общем в центральном положении в стволе W, а также имеющий достаточную гибкость для прохождения через сужения ствола скважины и восстановления до требуемой формы. Обнаружено, что обеспечение участков 226 в виде крыла дополнительно улучшает жесткость промежуточного участка относительно концевых участков 220, 222. Кроме того, обеспечение участков 226 в виде крыла, расположенных под углом к промежуточному участку 224, смещает промежуточный участок 224 от трубы 12 при применении.

На фиг. 13 прилагаемых чертежей, показана скважинная компоновка 1000, содержащая множество центраторов 1010. В показанной компоновке 1000 центраторы 1010 идентичны центратору 10, показанному на фиг. 1. Вместе с тем, понятно, что один или более центраторов 1010 могут быть идентичными центратору 110 или центратору 210, описанным выше.

Как показано на фиг. 13, центраторы 1010 установлены на трубе 1012, которая имеет форму крепящей ствол скважины трубной колонны, а конкретнее обсадной колонны, причем труба 1012 выполнена с возможностью спуска в ствол W в виде ствола скважины. Применяемый центраторы 1010 центрируют трубу 1012 в стволе W, как описано выше.

Альтернативная скважинная компоновка 2000 показана на фиг. 14 прилагаемых чертежей. В показанной компоновке 2000 центраторы 2010 являются идентичными центратору 10, показанному на фиг. 1. Вместе с тем следует понимать, что один или более центраторов 2010 могут быть идентичны центратору 110 или центратору 210, описанным выше.

Как показано на фиг. 14, центраторы 2010 установлены на трубе 2012, которая имеет форму трубной колонны, а конкретнее рабочей колонны, труба 2012 выполнена с возможностью спуска в ствол W" в виде обсаженного ствола. Применяемые центраторы 2010 центрируют трубу 1012 в стволе W", как описано выше.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Центратор для использования при центрировании трубы в стволе скважины, содержащий первую концевую муфту; вторую концевую муфту; и множество подпирающих элементов, расположенных между первой концевой муфтой и второй концевой муфтой, при этом по меньшей мере один из подпирающих элементов содержит первый концевой участок; второй концевой участок; промежуточный участок, расположенный между первым концевым участком и вторым концевым

участком; и

один или более участков в виде крыла, выступающих от промежуточного участка и расположенных под углом в направлении внутрь относительно промежуточного участка,

причем первая концевая муфта, вторая концевая муфта и подпирающие элементы выполнены за одно целое, и

причем участки в виде крыла выполнены за одно целое с промежуточным участком, причем участки в виде крыла содержат изогнутую или отогнутую часть промежуточного участка.

2. Центратор по п.1, в котором промежуточный участок имеет жесткость, которая больше, чем у первого концевого участка и второго концевого участка.

3. Центратор по п.1 или 2, выполненный с возможностью конфигурирования в первую большего диаметра конфигурацию, в которой промежуточный участок принимает радиально выдвинутое положение, и во вторую меньшего диаметра конфигурацию, в которой промежуточный участок принимает радиально убранное положение.

4. Центратор по п.3, выполненный с возможностью реконфигурирования из первой конфигурации большего диаметра во вторую конфигурацию меньшего диаметра.

5. Центратор по п.3 или 4, выполненный с возможностью реконфигурирования из второй конфигурации меньшего диаметра в первую конфигурацию большего диаметра.

6. Центратор по любому предыдущему пункту, в котором концевые участки подпирающих элементов выполнены с возможностью обеспечивать реконфигурирование между первой конфигурацией большего диаметра и второй конфигурацией меньшего диаметра.

7. Центратор по п.6, в котором концевые участки являются относительно менее жесткими, чем промежуточный участок.

8. Центратор по любому предыдущему пункту, в котором по меньшей мере часть каждого участка в виде крыла является изогнутой.

9. Центратор по п.8, в котором участки в виде крыла являются изогнутыми в направлении вдоль окружности.

10. Центратор по п.8 или 9, в котором участки в виде крыла являются изогнутыми в осевом направлении.

11. Центратор по любому предыдущему пункту, в котором подпирающие элементы являются раздвоенными.

12. Центратор по любому предыдущему пункту, в котором по меньшей мере часть промежуточного участка является изогнутой.

13. Центратор по п.12, в котором промежуточный участок является изогнутым в направлении вдоль окружности.

14. Центратор по п.12 или 13, в котором промежуточный участок является изогнутым в осевом направлении.

15. Центратор по любому предыдущему пункту, в котором один или более из участков в виде крыла образуют не равный нулю угол с промежуточным участком, меньше или равный  $180^\circ$ .

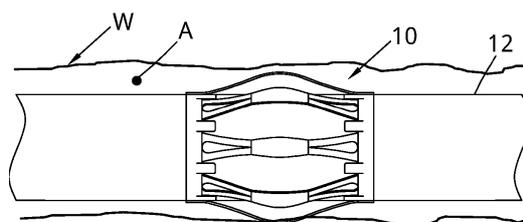
16. Центратор по п.15, в котором один или более из участков в виде крыла образуют не равный нулю угол с промежуточным участком, меньше или равный  $90^\circ$  или около  $90^\circ$ .

17. Центратор по любому предыдущему пункту, в котором один или более из подпирающих элементов содержат два участка в виде крыла.

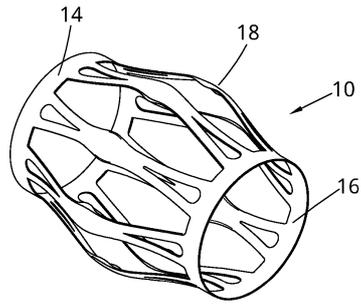
18. Центратор по п.17, в котором участки в виде крыла образуют разные углы с промежуточным участком.

19. Способ центрирования трубы в стволе скважины, включающий использование центратора по любому из пп.1-18.

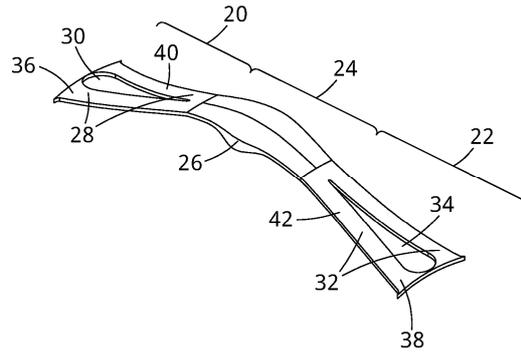
20. Скважинная компоновка, содержащая по меньшей мере один центратор по любому из пп.1-18.



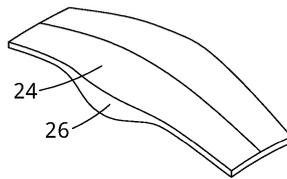
Фиг. 1



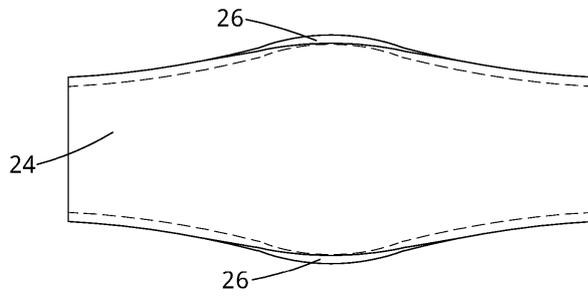
Фиг. 2



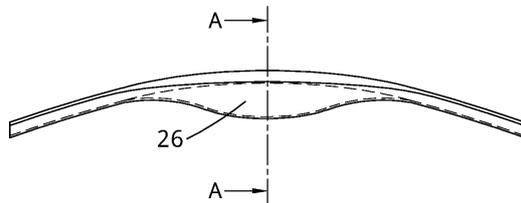
Фиг. 3



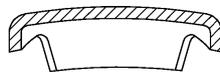
Фиг. 4



Фиг. 5



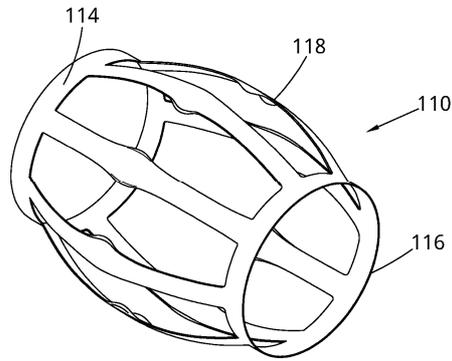
Фиг. 6



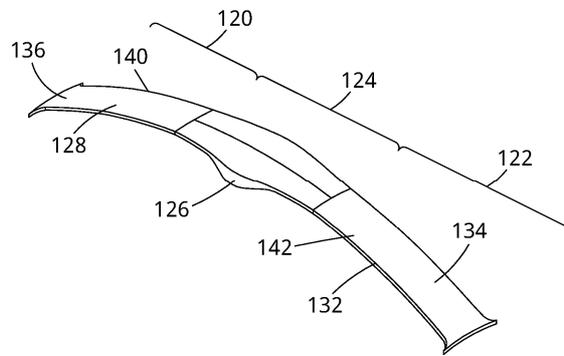
А-А  
Фиг. 7



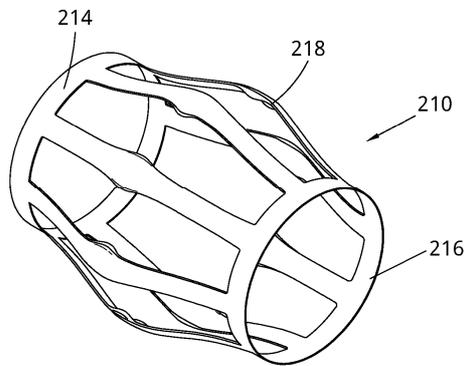
Фиг. 8



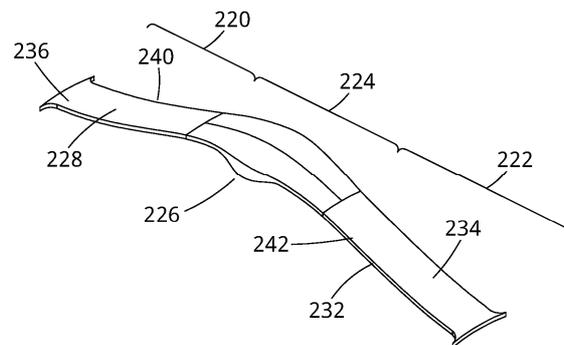
Фиг. 9



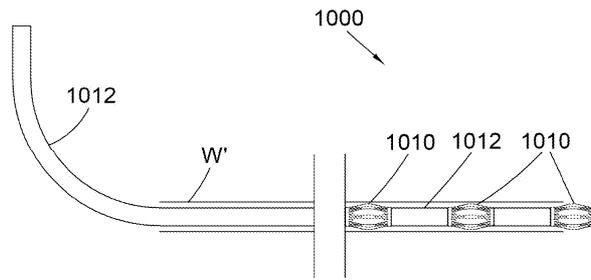
Фиг. 10



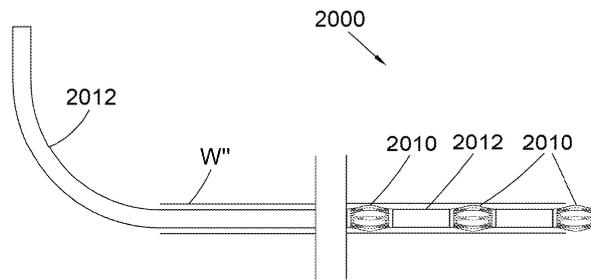
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

