

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 040852

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.05

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

(21) Номер заявки
201992842

(22) Дата подачи заявки
2018.06.06

(54) СКВАЖИННОЕ УСТРОЙСТВО И СВЯЗАННЫЕ С НИМ СПОСОБЫ

(31) 1709039.0

(56) WO-A1-2016030689

(32) 2017.06.07

US-A1-2003000607

(33) GB

US-A-3343608

(43) 2020.05.31

US-A-5097905

(86) PCT/GB2018/051542

US-A1-2011079385

(87) WO 2018/224825 2018.12.13

US-A1-2015034336

US-A-3124196

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВУЛКАН КОМПЛИШН ПРОДАКТС
ЮКЕЙ ЛИМИТЕД (GB)

(72) Изобретатель:
Керк Иан, Керк Нейтан (GB)

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

(57) Центратор (112) включает в себя множество элементов (118), продолжающихся между двумя кольцевыми элементами (120), для установки центратора (112) на обсадной трубе (110). Элементы (118) выполнены с возможностью вступать в контакт со стенкой (115) канала (114) и центратором обсадной трубы (110) в канале (114). Элементы (118) выполнены с возможностью радиально перемещаться между обсадной трубой (110) и стенкой (115) канала. Элементы (118) дополнительно включают в себя промежуточный участок (119) и концевые участки (221), причем концевые участки (221) являются относительно более гибкими, чем промежуточный участок (119).

040852

B1

040852

B1

Изобретение относится к центратору, например к центратору обсадной трубы.

Уровень техники

Скважины, пробуренные для доступа к приповерхностным пластам, например к углеводородсодержащим пластам, как правило, футерованы металлической трубой, иногда известной как обсадная труба или футеровка. Труба с футерованным каналом может опускаться в пробуренный канал, оставляя кольцевое пространство между стенкой канала и внешней поверхностью обсадной трубы. Отверждаемый материал, такой как цемент, может циркулировать в кольцевом пространстве для обеспечения уплотнения между трубой и стенкой канала. В общем, желательно, чтобы цементная оболочка, образованная вокруг обсадной трубы, имела постоянную толщину, что требует центрирования обсадной трубы в канале по мере отверждения цемента. Это может быть достигнуто установкой центраторов на обсадной трубе, например, по меньшей мере одного центратора на одно трубное соединение. Центраторы принимают много форм и могут быть твердыми или гибкими, например, центраторы типа "изогнутой пружины" отличаются концевыми кольцевыми элементами с участками пружинного изгиба, продолжающимися между кольцевыми элементами. Участки пружинного изгиба, как правило, являются вогнутыми и очерчивают дугу с гребнем на промежуточном участке между кольцевыми элементами. Участки пружинного изгиба могут отклоняться радиально внутрь, чтобы допускать обсадной колонне, несущей такие центраторы, проходить через ограничения канала.

Основные функции центратора заключаются в облегчении опускания обсадной колонны на желаемую глубину в канал, а затем обеспечивать достаточную силу, иногда называемую восстанавливающей силой, для поддержки обсадной трубы соосно с каналом. Для гибких или пружинных центраторов поддержание обсадной колонны коаксиально каналу становится более сложной задачей в отклоненных или горизонтальных каналах, где масса колонны будет стремиться деформировать участки пружинного изгиба центраторов на нижней стороне обсадной трубы, так что колонна лежит в направлении нижней стороны канала. Такая деформация может быть уменьшена увеличением крепкости участков пружинного изгиба, но более крепкие участки пружинного изгиба затрудняют опускание обсадной трубы в канал, в частности, увеличивая силу, необходимую для перемещения центратора в ограниченную секцию или секцию с меньшим диаметром канала, иногда называемую пусковой силой, а затем для перемещения центратора через ограничение, иногда называемое силой опускания. Участки пружинного изгиба также должны восстанавливаться до конфигурации с большим диаметром после прохождения ограничения.

Центраторы, которые должны опускаться в канал через ограничение, будут иногда исходно очерчивать больший диаметр, чем канал, в котором в итоге будет расположена обсадная труба. Эта практика признает, что центраторы не восстановятся до исходного диаметра после прохождения ограничения.

Примеры различных форм центраторов описаны в публикации европейской заявки на патент № 0297716 и в патенте США № 6997254.

Сущность изобретения

Согласно примеру изобретения, обеспечен центратор для центрирования трубы в канале как заявлено в формуле. При использовании, различные части центратора могут адаптироваться к пространству внутри канала, чтобы проходить через канал или ограничения в канале. Любая часть центратора может быть изогнута, деформирована или иным образом искажена при прохождении через канал и/или поддержании трубы в канале (например, на горизонтальных или наклонных секциях канала). Промежуточный участок может испытывать относительно меньшее изгибание, чем концевые участки. Элементы могут образовывать лопасти центратора. Промежуточный участок может образовывать лопасть лопасти. По меньшей мере часть центратора может испытывать степень деформации (например, пластической деформации) при прохождении через ограничение. Концевые участки и относительно менее гибкий промежуточный участок могут уменьшать или ограничивать степень деформации, испытываемой центратором. Должно быть понятно, что термин "изгибание" может относиться к сгибанию, скручиванию, искажению, деформации и/или любой другой форме перемещения промежуточного участка.

Промежуточный участок может содержать по меньшей мере один жесткий участок, может быть жестким, или может быть по меньшей мере частично жестким. Промежуточный участок может быть выполнен устойчивым по меньшей мере к одному из: изгибанию, сгибанию, скручиванию, деформации или тому подобному. Промежуточный участок может быть жестким, или выполняться с возможностью быть устойчивым к изгибанию, сгибанию, скручиванию, деформации или тому подобному, любым подходящим образом. Промежуточный участок может быть относительно более крепким или жестким, чем концевые участки.

Концевые участки могут содержать по меньшей мере один гибкий участок, может быть гибким или может быть по меньшей мере частично гибким. Концевые участки могут быть выполнены с возможностью быть по меньшей мере одним из следующих: гибкими, сгибаемыми, скручиваемыми, деформируемыми или тому подобными. Концевые участки могут быть гибкими или могут быть выполнены с возможностью быть гибкими, сгибаемыми, скручиваемыми, деформируемыми или тому подобными, любым подходящим образом. Концевые участки могут быть относительно менее крепкими или жесткими, чем промежуточный участок.

По меньшей мере один признак или компонент, например, промежуточный участок и/или концевые

участки центратора, содержат изогнутую секцию. Изогнутая секция может быть образована в любом направлении в отношении центратора. Изогнутая секция может быть образована в направлении вдоль элемента (например, направление может быть образовано между одним концевым кольцевым элементом и другим концевым кольцевым элементом или параллельно оси центратора). Изогнутая секция может быть образована в направлении поперек элемента (например, направление может быть образовано по окружности вокруг оси центратора, или может рассматриваться перпендикулярно направлению, образованному между концевыми кольцевыми элементами). Должно быть понятно, что по меньшей мере один признак или компонент центратора может быть искривлен в одном или нескольких направлениях.

Промежуточный участок содержит изогнутую секцию. Изогнутая секция может быть образована в направлении поперек элемента. Изогнутая секция образует первый радиус кривизны, который может соответствовать направлению поперек элемента.

Концевые участки могут содержать изогнутую секцию, образующую второй радиус кривизны. Изогнутая секция, образующая второй радиус кривизны, может быть образована в направлении поперек элемента. Второй радиус кривизны может быть больше, чем первый радиус кривизны.

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

Каждый из концевых участков может содержать по меньшей мере два соединителя для соединения соответствующего концевого участка с соответствующим концевым кольцевым элементом. Соединители каждого концевого участка могут расходиться от промежуточного участка. Соединители могут быть разнесены друг от друга на концевых кольцевых элементах.

Разнесение соединителей каждого концевого участка друг от друга может помочь распределять внешнюю приложенную нагрузку более равномерно, например, по окружности, вокруг конца кольцевого элемента. Если внешняя нагрузка приложена к промежуточному участку, которая, в свою очередь, может передаваться на концевые участки, нагрузка может передаваться на соединители. Разнесением соединителей каждого концевого участка друг от друга можно уменьшать нагрузку на каждый соединитель, что может уменьшать нагрузку на каждый соединитель. Разнесение соединителей друг от друга может помочь управлять сгибающими, скручивающими или любыми другими силами на концевых участках, которые могут в противном случае исказить концевые участки до такой степени, чтобы запрещать или неблагоприятно влиять на восстановление центратора в конфигурации с большим диаметром.

Соединители могут образовывать расщепленный или раздвоенный соединитель для передачи силы между концевыми участками и концевыми кольцевыми элементами.

Соединители могут содержать или образовывать изогнутые края.

Пространство между соединителями может образовывать отверстие, которое может иметь изогнутые края. Отверстие может образовывать каплевидную или треугольную форму, которая может иметь большую ширину, проксимальную к концевому кольцевому элементу и дистальную к промежуточному участку. Изогнутые края соединителей могут помочь распределять нагрузку более равномерно, например, чтобы уменьшать или снимать напряжение на соединителях.

Концевые участки могут содержать изогнутую секцию, которая может быть образована по меньшей мере в одном из направлений: поперек; и вдоль элемента. Изогнутая секция может быть проксимальной к соответствующему кольцевому элементу и дистальной к промежуточному участку. Изогнутая секция может быть предназначена для обеспечения изогнутой секции с относительно меньшей гибкостью, чем другие части концевых участков.

Каждый из концевых участков может образовывать переходной участок. Переходной участок может находиться между изогнутой секцией промежуточного участка и изогнутой секцией соответствующего концевого кольцевого элемента. Переходной участок может содержать больший радиус кривизны, чем по меньшей мере одна из секций: изогнутая секция промежуточного участка и изогнутая секция соответствующей концевой кольцевые элементы.

Переходной участок может содержать или образовывать плоский или относительно менее изогнутый участок элемента, который может быть относительно более гибким, чем по меньшей мере одно из: промежуточный участок и кольцевой элемент. Кольцевой элемент и/или промежуточный участок могут быть менее гибкими, чем переходной участок. Переходной участок может помочь распределять нагрузку или напряжение вдоль концевого участка или по меньшей мере смягчать переход между относительно менее гибкими компонентами, так что нагрузка или напряжение может быть менее концентрированной на более гибких компонентах.

Если концевой участок содержит изогнутую секцию для по меньшей мере частичного сопротивления изгибанию, скручиванию или деформации изогнутой секции концевого участка, то переход между концевым кольцевым элементом (который может быть относительно жестким) и концевым участком (который может быть относительно гибким) может быть смягчен, что может помочь распределять нагрузку или напряжение вдоль концевого участка.

Изогнутая секция концевого участка может быть образована в направлении по окружности вокруг центратора.

Промежуточный участок может содержать или образовывать изогнутую или выпуклую внешнюю поверхность. Изогнутая или выпуклая внешняя поверхность может быть образована в направлении вдоль элементов или может быть образована между концевыми кольцевыми элементами центратора. Концевые участки могут содержать или образовывать изогнутую или вогнутую внешнюю поверхность, которая может быть образована в направлении вдоль элементов или может быть образована в направлении между концевыми кольцевыми элементами центратора.

Переходной участок концевых участков может содержать вогнутую внешнюю поверхность.

Промежуточные участки могут содержать или образовывать изогнутую или выпуклую внешнюю поверхность, которая может быть образована в направлении поперек элементов или может быть образована в направлении, образованном между смежными элементами центратора.

Элементы могут содержать или образовывать выпуклую внешнюю поверхность вдоль длины, например всей длины между концевыми кольцевыми элементами. Элементы могут содержать по меньшей мере одну из секций: выпуклую, плоскую или вогнутую секцию вдоль длины элемента. Элементы могут содержать или образовывать выпуклую внешнюю поверхность вдоль части длины элементов и могут содержать или образовывать по меньшей мере одну из поверхностей: плоскую; и вогнутую внешнюю поверхность вдоль другой части длины элемента.

Направление, образованное между смежными элементами центратора, может образовывать направление по окружности в отношении центратора. Концевые кольцевые элементы могут быть коаксиальными в отношении оси центратора, так что направление по окружности может быть образовано относительно оси центратора.

Концевые участки могут содержать или образовывать по меньшей мере одну из поверхностей: изогнутую, выпуклую, вогнутую или плоскую внешнюю поверхность по меньшей мере в одном из направлений: направлении, образованном вдоль; и поперек всего элемента. По меньшей мере одна из поверхностей: изогнутая, выпуклая, вогнутая или плоская внешняя поверхность, может быть образована в направлении, образованном между смежными элементами центратора и/или между концевыми кольцевыми элементами центратора.

В исходном недеформированном состоянии или по меньшей мере в частично деформированном состоянии центратор может принимать конфигурацию с большим диаметром, которая может образовывать первый радиус кривизны. Центратор может входить в канал в исходном недеформированном состоянии, и впоследствии может быть частично деформирован для приема частично деформированной конфигурации согласно диаметру канала. Первый радиус кривизны может быть образован радиусом канала. Изогнутая или выпуклая внешняя поверхность элементов может образовывать второй радиус кривизны, который может быть образован в направлении поперек элементов. Второй радиус кривизны может быть равен или меньше первого радиуса кривизны, например, по меньшей мере в недеформированном состоянии или по меньшей мере в частично деформированном состоянии центратора. Изогнутая или выпуклая внешняя поверхность элементов может содержать участок, например центральный участок или тому подобное, который выполнен с возможностью вступать в контакт со стенкой канала. Изогнутая или выпуклая внешняя поверхность элементов может содержать участок, например, краевой участок или тому подобное, который не выполнен с возможностью вступать в контакт со стенкой канала в недеформированных или частично деформированных конфигурациях. Если центратор деформирован, при некоторых обстоятельствах краевые участки могут быть выполнены с возможностью вступать в контакт со стенкой канала. Обеспечение краевых участков, которые могут не быть выполнены с возможностью вступать в контакт со стенкой канала, может уменьшать трение между элементами и стенкой канала при перемещении центратора через канал.

Первый радиус кривизны может соответствовать радиусу кривизны канала. Обеспечением второго радиуса кривизны, равного или меньшего, чем первый радиус кривизны, выпуклая внешняя поверхность может иметь уменьшенную площадь контакта между промежуточным участком и стенкой канала. Уменьшение площади контакта может уменьшать трение и/или облегчать прохождение центратора через канал.

Промежуточный участок может содержать гребень, ребро, выступ или тому подобное, что может уменьшать площадь контакта между промежуточным участком и стенкой канала.

Центратор может быть выполнен с возможностью принимать другой диаметр в зависимости от степени деформации элементов. Центратор может содержать по меньшей мере один опорный элемент для ограничения изгиба или деформации элементов. Ограничение изгиба или деформации элементов может предотвращать принятие центратором диаметра, меньшего, чем пороговый диаметр, что может обеспечивать по меньшей мере частичное восстановление центратора до диаметра, большего, чем пороговый диаметр.

В исходном состоянии центратор может очерчивать по меньшей мере первый диаметр, который может соответствовать, быть больше или меньше, чем конфигурация с большим диаметром. Центратор может быть выполнен с возможностью реконфигурироваться до деформированного состояния для того, чтобы очерчивать меньший второй диаметр, чтобы допускать прохождение центратора через ограничение канала. Центратор может быть выполнен с возможностью реконфигурироваться до восстановленного

состояния для очерчивания первого диаметра и центрирования трубы в канале. В деформированной конфигурации степень деформации элементов может ограничиваться для обеспечения восстановления центратора до первого диаметра.

Второй диаметр может быть равен или больше, чем пороговый диаметр.

По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью упираться в трубу при изгибании или деформации по меньшей мере одного из элементов.

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

По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью поддерживать по меньшей мере один из участков: промежуточный участок и концевые участки. По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью поддерживать радиально самую внешнюю часть элементов.

По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью поддерживать участок элементов, содержащий промежуточную точку между концевыми кольцевыми элементами.

Радиально самая внешняя часть элемента может образовывать гребень или высшую точку элементов.

Каждый из элементов может содержать выпуклую внешнюю поверхность, образованную по окружности вокруг центратора.

Внешняя поверхность может содержать контактную поверхность элементов. Контактная поверхность может быть выполнена с возможностью вступать в контакт со стенкой канала. Выпуклая внешняя поверхность может быть образована по меньшей мере частично вдоль длины элемента. Выпуклая внешняя поверхность может быть образована по меньшей мере частично поперек ширины элемента. Длина элемента может быть образована как часть элемента, продолжающаяся в аксиальном или скважинном направлении относительно центратора в канале. Ширина элемента может быть образована как часть элемента, продолжающаяся в направлении по окружности относительно центратора в канале. Толщина элемента может быть образована в радиальном направлении относительно центратора в канале.

В исходном недеформированном состоянии центратор может очерчивать первый диаметр, который образует первый радиус кривизны. Каждая выпуклая внешняя поверхность элементов может образовывать второй радиус кривизны. Второй радиус кривизны может быть равен или меньше, чем первый радиус кривизны.

Первый радиус кривизны может быть образован по окружности вокруг канала. Второй радиус кривизны может быть образован по окружности вокруг центратора. Обеспечением элементов вторым радиусом кривизны может быть уменьшено трение между центратором и каналом при перемещении центратора через канал. Благодаря этому уменьшению трения может быть уменьшен износ элементов.

Элементы могут содержать по меньшей мере один концевой участок для соединения элементов с концевыми кольцевыми элементами центратора. Элементы могут содержать по меньшей мере два концевых участка для соединения элемента с концевым кольцевым элементом центратора.

Концевой участок может быть разветвлен. Обеспечение более чем одного концевого участка для каждого конца элемента может помогать равномерно распределять силу вокруг концевого кольцевого элемента.

Элементы могут содержать по меньшей мере два концевых участка для соединения каждого конца каждого элемента с их соответствующими концевыми кольцевыми элементами, причем соединения между каждым смежным концевым участком на каждом концевом кольцевом элементе равномерно разнесены друг от друга по окружности вокруг концевого кольцевого элемента. Однако должно быть понятно, что в примере смежные соединения могут не быть равномерно разнесены друг от друга по окружности вокруг концевого кольцевого элемента. В зависимости от особой геометрии центратора может быть или не быть возможным распределять соединения концевых участков, равномерно разнесенными друг от друга по окружности вокруг концевого кольцевого элемента. Например, центраторы большего диаметра или центраторы, содержащие более четырех, пяти или шести элементов, могут обеспечивать достаточное пространство для вмещения равномерно разнесенных друг от друга соединений концевых участков, в то время как центраторы меньшего диаметра или центраторы, содержащие менее четырех, пяти или шести элементов, могут не обеспечивать достаточного пространства для вмещения равномерно разнесенных друг от друга соединений концевых участков.

Обеспечением равного расстояния, как образовано между концевыми участками, может быть равномерное распределение силы по меньшей мере частично по окружности вокруг концевых кольцевых элементов центратора. При использовании, например, в горизонтальной секции канала, элементы центратора на нижней стороне канала могут испытывать большую степень деформации, чем те элементы центратора на верхней стороне канала. Элементы центратора на нижней стороне канала могут оказывать большую силу на концевые кольцевые элементы, чем сила, оказываемая на концевые кольцевые элементы элементами на верхней стороне канала. Обеспечением соединений концевых участков, которые равномерно разнесены друг от друга по окружности вокруг концевых кольцевых элементов, сила, оказываемая на концевые кольцевые элементы элементами, может быть распределена более равномерно, чем в случае, когда соединения концевых участков неравномерно разнесены друг от друга по окружности во-

круг концевых кольцевых элементов. Это может уменьшать чрезмерное напряжение или натяжение, прикладываемое к определенным частям концевых кольцевых элементов или даже в любой другой части центратора.

По меньшей мере один опорный элемент может содержать вогнутую внешнюю поверхность. Внешняя поверхность опорного элемента может быть обращена к стенке канала. Внешняя поверхность опорного элемента может, в общем, не быть выполнена с возможностью вступать в контакт со стенкой канала. Опорный элемент может содержать или иметь дугообразную форму.

Опорный элемент может содержать выпуклую внутреннюю поверхность. Выпуклая внутренняя поверхность может быть обращена к обсадной трубе, и может перемещаться для упора в обсадную трубу, например, в ответ на прохождение через ограничение канала.

По меньшей мере один опорный элемент может продолжаться от одного концевого участка до другого концевого участка элементов. По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью приложения силы между первым концом и вторым концом элементов.

По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью прикладывать силу или противодействовать силе, прикладываемой элементами. По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью обеспечивать опору в промежуточной точке элементов. Промежуточная точка может быть ограничена между концевыми кольцевыми элементами. По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью обеспечивать опору для промежуточного участка.

По меньшей мере один опорный элемент может быть центрирован или симметричен около промежуточной точки элементов.

По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью прикладывать силу или противодействовать силе, прикладываемой элементами. По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью обеспечивать опору в точке вдоль элементов, которая находится между промежуточной точкой и конечным участком элементов.

По меньшей мере один опорный элемент может быть расположен вдоль элементов таким образом, чтобы он располагался проксимально к одному кольцевому элементу центратора и дистально к другому концевому кольцевому элементу центратора.

По меньшей мере один опорный элемент может содержать по меньшей мере один дугообразный пружинный элемент. По меньшей мере один опорный элемент может продолжаться по меньшей мере частично вдоль центрального участка по меньшей мере одного из участков: промежуточного участка и концевого участка. По меньшей мере один опорный элемент может продолжаться по меньшей мере частично вдоль центрального участка элементов. По меньшей мере один опорный элемент может продолжаться по меньшей мере частично вдоль края по меньшей мере одного из участков: промежуточного участка и концевых участков. По меньшей мере один опорный элемент может продолжаться по меньшей мере частично вдоль края элементов.

Элементы могут содержать металл или быть образованы из него.

Центратор может содержать по меньшей мере одну контактную поверхность для контакта со стенкой канала. Контактная поверхность может содержать покрытие, уменьшающее трение. Элементы могут содержать контактную поверхность. Покрытие, уменьшающее трение, может образовывать часть элементов. Покрытие, уменьшающее трение, может содержать по меньшей мере одно из: политетрафторэтилен и графен.

Любое другое подходящее покрытие может быть нанесено на элементы для уменьшения трения между элементами и стенкой канала, или элементы могут быть образованы с покрытием, уменьшающим трение, или изменены для содержания покрытия, уменьшающего трение. Элементы могут содержать металл.

Также описан центратор для центрирования трубы в канале. Центратор может содержать концевые кольцевые элементы, соединенные элементами. Элементы могут содержать промежуточный участок. Элементы могут содержать концевые участки для соединения промежуточного участка с концевыми кольцевыми элементами. Центратор может быть выполнен с возможностью конфигурироваться между конфигурацией с большим диаметром и конфигурацией с меньшим диаметром. Концевые участки или каждый из концевых участков может содержать по меньшей мере два соединителя для соединения соответствующего концевого участка с соответствующим концевым кольцевым элементом. Соединители каждого концевого участка могут расходиться от промежуточного участка так, чтобы быть разнесенными друг от друга на концевых кольцевых элементах.

Разнесение соединителей каждого концевого участка друг от друга может помогать распределять внешнюю приложенную нагрузку более равномерно, например, по окружности, вокруг конца кольцевого элемента. Если внешняя нагрузка приложена к промежуточному участку, которая, в свою очередь, может передаваться на концевые участки, нагрузка может передаваться на соединители. Разнесением соединителей каждого концевого участка друг от друга можно уменьшать нагрузку на каждый соединитель, что может уменьшать нагрузку на каждый соединитель. Разнесение соединителей друг от друга может помогать управлять сгибающими, скручивающими или любыми другими силами на концевых участках, кото-

рые могут в противном случае исказить концевые участки до такой степени, чтобы запрещать или неблагоприятно влиять на восстановление центратора в конфигурации с большим диаметром.

Соединители могут образовывать расщепленный или раздвоенный соединитель для передачи силы между концевыми участками и концевыми кольцевыми элементами.

В конфигурации с большим диаметром промежуточный участок может принимать радиально внешнее положение в отношении центратора. В конфигурации с меньшим диаметром промежуточный участок может принимать радиально внутреннее положение.

Центратор может содержать по меньшей мере один признак центратора любого примера настоящего изобретения.

Также описан центратор для центрирования трубы в канале. Центратор может содержать концевые кольцевые элементы, соединенные элементами, имеющими изогнутую или выпуклую внешнюю поверхность. В исходном недеформированном состоянии или по меньшей мере в частично деформированном состоянии центратор может очерчивать первый диаметр, который образует первый радиус кривизны. Изогнутая или выпуклая внешняя поверхность элементов может образовывать второй радиус кривизны. Второй радиус кривизны может быть образован в направлении поперек элементов. Второй радиус кривизны может быть равен или меньше первого радиуса кривизны, например по меньшей мере если центратор находится в недеформированном состоянии или по меньшей мере в частично деформированном состоянии.

Выпуклая внешняя поверхность может быть образована в направлении или в плоскости по окружности вокруг центратора. Первый радиус кривизны может быть образован по окружности вокруг канала. Второй радиус кривизны может быть образован в направлении или в плоскости по окружности вокруг центратора. Обеспечением элементов вторым радиусом кривизны может быть уменьшено трение между центратором и каналом при перемещении центратора через канал. Благодаря этому уменьшению трения может быть уменьшен износ элементов.

Центратор может содержать по меньшей мере один признак центратора любого примера настоящего изобретения. По меньшей мере один признак настоящего центратора может содержать, заменять или объединяться с по меньшей мере одним признаком любого центратора настоящего изобретения.

Также описан центратор для центрирования трубы в канале. Центратор может содержать концевые кольцевые элементы, соединенные элементами, имеющими контактную поверхность для контакта со стенкой канала. Контактная поверхность может содержать покрытие, уменьшающее трение.

Обеспечением элементов покрытием, уменьшающим трение, может быть уменьшено трение между центратором и каналом при перемещении центратора через канал. Благодаря уменьшению трения может быть уменьшен износ элемента.

Контактная поверхность может содержать покрытие, уменьшающее трение, образующее часть элементов. Покрытие, уменьшающее трение, может содержать по меньшей мере одно из: политетрафторэтилен и графен. Среднему специалисту в области техники должно быть понятно, что могут быть обеспечены другие покрытия, уменьшающие трение.

Центратор может содержать по меньшей мере один признак центратора любого примера настоящего изобретения. По меньшей мере один признак настоящего центратора может содержать, заменять или объединяться с по меньшей мере одним признаком любого центратора настоящего изобретения.

Согласно еще одному примеру обеспечен способ изготовления центратора для центрирования трубы в канале. Центратор может содержать концевые кольцевые элементы, соединенные элементами, имеющими контактную поверхность для контакта со стенкой канала. Способ может содержать по меньшей мере один из этап, на которых: покрывают; образуют; и изменяют по меньшей мере часть контактной поверхности с тем, чтобы содержать покрытие, уменьшающее трение.

Покрытие, уменьшающее трение, может содержать по меньшей мере одно из: политетрафторэтилен; и графен. По меньшей мере одно из: политетрафторэтилен и графен может быть способным уменьшать скорость износа и коэффициент трения контактной поверхности. Покрытие, уменьшающее трение, может наноситься на контактную поверхность погружением поверхности в раствор, содержащий графен. По меньшей мере частичное покрытие из графена может быть очень эффективным для уменьшения трения. Покрытие, уменьшающее трение, может быть нанесено, покрыто, образовано или использовано для изменения контактной поверхности с использованием любой подходящей технологии.

Также описан способ опускания трубы в канал. Способ может содержать этап, на котором обеспечивают множество центраторов на колонне трубы. Центраторы могут содержать концевые кольцевые элементы, соединенные элементами, для того, чтобы позволять центратору принимать различный диаметр в зависимости от степени деформации элементов. Элементы могут ограничиваться для предотвращения принятия центратором диаметра, меньшего, чем пороговый диаметр. Способ может содержать этап, на котором опускают трубу и центраторы через ограничение канала для радиальной деформации центраторов. Способ может содержать этап, на котором опускают трубу и центраторы из ограничения канала в секцию канала для обеспечения по меньшей мере частичного восстановления центраторов до диаметра, большего, чем пороговый диаметр.

Способ может быть особенно полезен при опускании трубы, такой как обсадная труба, в наклонные

или горизонтальные каналы, например, в каналы для нефтяных и/или газовых скважин, где масса трубы будет стремиться сжимать или деформировать элементы центратора, расположенные между трубой и нижней стороной канала. При отсутствии ограничения степени деформации элементов, элементы между трубой и нижней стороной канала, вероятно, будут испытывать большую степень деформации, чем элементы между трубой и верхней стороной канала, и могут испытывать чрезмерную или невосстановимую деформацию при прохождении центраторов через ограничение канала. На трубе, проходящей в секцию канала за ограничением канала, элементы, которые испытали чрезмерную деформацию, могут не восстанавливаться достаточно, чтобы позволять центратору очерчивать первый диаметр и поддерживать трубу коаксиально с каналом.

В данном способе степень деформации отдельных элементов может быть ограничена, чтобы гарантировать то, что элементы будут достаточно восстанавливаться для поддержки трубы по существу коаксиально с каналом. Если труба и центраторы опускаются через ограничение горизонтальной трубы, то элементы центратора между трубой и нижней стороной канала будут стремиться испытывать большую степень деформации, однако при ограниченной степени деформации отдельных элементов, деформация, более вероятно, будет более равномерно распределена между элементами.

Пороговый диаметр может образовывать минимальный диаметр центратора, ниже которого элементы могут испытывать чрезмерную деформацию до такой степени, что чрезмерно деформированные элементы могут не восстанавливаться достаточно, чтобы позволять центратору очерчивать больший целевой диаметр при перемещении в секцию канала после ограничения канала. Ограничением элементов для предотвращения принятия центратором диаметра, меньшего, чем пороговый диаметр, центратор может быть способен по меньшей мере частично восстанавливаться до большего диаметра, чем пороговый диаметр, чтобы поддерживать трубу по существу коаксиально каналу.

Специалистам в области техники должно быть понятно, что с деформируемым центратором всегда будет неизбежная степень деформации элементов на нижней стороне трубы в применениях с наклонными или горизонтальными каналами, и это признано, например, в American Petroleum Institute's Specification 10D для центраторов с пружинным изгибом.

Центраторы могут описывать по меньшей мере первый диаметр в исходном состоянии. Способ может содержать этап, на котором радиально деформируют центраторы для того, чтобы очерчивать меньший второй диаметр, образованный ограничением канала.

Центратор может быть в исходном состоянии до входа в канал. Диаметр канала может образовывать первый диаметр. При входе в канал центраторы могут быть частично деформированы, чтобы принимать первый диаметр.

Второй диаметр может быть равен или больше, чем пороговый диаметр. При деформации в ограничении канала центраторы могут не быть деформированы до диаметра, меньшего порогового диаметра. Только деформацией центраторов до диаметра, равного или большего, чем пороговый диаметр, центраторы могут не испытывать чрезмерную деформацию.

Ограничение элементов для предотвращения принятия центратором диаметра, меньшего чем пороговый диаметр, может содержать обеспечение по меньшей мере одного опорного элемента между элементами и трубой.

По меньшей мере один опорный элемент может быть выполнен с возможностью предотвращать деформацию элементов, приводящую к тому, что центратор очерчивает диаметр, ниже порогового диаметра.

Способ может содержать этап, на котором ограничивают деформацию элементов опиранием по меньшей мере одного опорного элемента в трубу в ответ на радиальное сжатие по меньшей мере одного из элементов.

Способ может содержать этап, на котором перемещают центраторы через ограничение канала в наклонной или горизонтальной секции канала. Способ может содержать элементы, которые ограничивают чрезмерное деформирование, на нижней стороне центратора в ответ на вес, приложенный к элементам трубами, когда центратор проходит через ограничение канала.

Элементы, ограничивающие деформирование центратора на нижней стороне, могут обеспечивать опирание трубы, так что труба принимает по существу коаксиальное положение в по меньшей мере одном из: ограничение отверстия и секция канала.

Опирание трубы может содержать обеспечение по меньшей мере одного опорного элемента для поддержания трубы в по существу коаксиальном положении. По меньшей мере один опорный элемент может противодействовать деформации элементов на нижней стороне канала, чтобы поддерживать трубу на минимальном радиальном расстоянии над нижней стороной канала. Минимальное радиальное расстояние может быть образовано пороговым диаметром. Минимальное радиальное расстояние может быть образовано диаметром ограничения канала. Минимальное радиальное расстояние может быть равным или приблизительно равным половине разницы между порогом или диаметром ограничения канала и диаметром трубы.

Также описан способ опускания трубы в канал, причем способ содержит этапы, на которых обеспечивают множество центраторов на колонне трубы, причем центраторы содержат концевые

кольцевые элементы, соединенные элементами и очерчивающие по меньшей мере первый диаметр;

опускают трубу и центраторы через ограничение канала второго диаметра, меньшего, чем первый диаметр, посредством чего центраторы радиально деформируются для того, чтобы очерчивать меньший второй диаметр, причем степень деформации отдельных элементов ограничивается для обеспечения восстановления центраторов до первого диаметра; и

опускают трубу и центраторы из ограничения канала в секцию канала первого диаметра, посредством чего центраторы восстанавливаются, для того чтобы очерчивать первый диаметр.

Также описан центратор для трубы, которая должна опускаться в канал первого диаметра через ограничение канала меньшего второго диаметра, причем центратор содержит концевые кольцевые элементы, соединенные элементами, причем в исходном состоянии центратор очерчивает по меньшей мере первый диаметр, причем центратор выполнен с возможностью реконфигурироваться до деформированного состояния для того, чтобы очерчивать меньший второй диаметр, чтобы позволять прохождение через ограничение канала, причем центратор выполнен с возможностью реконфигурироваться до восстановленного состояния для того, чтобы очерчивать первый диаметр, и центрирования трубы в канале первого диаметра, причем в деформированной конфигурации степень деформации отдельных элементов ограничена, чтобы обеспечивать восстановление центратора до первого диаметра.

Также описан элемент для центратора для центрирования трубы в канале, причем элемент выполнен с возможностью соединять концевые муфты центратора. Элемент может содержать по меньшей мере один признак любого элемента настоящего изобретения. Элемент может дополнительно содержать по меньшей мере один опорный элемент, содержащий по меньшей мере один признак любого опорного элемента настоящего изобретения.

Также описан центратор для центрирования трубы в канале. Центратор может содержать концевые кольцевые элементы, соединенные элементами, для того, чтобы позволять центратору принимать различный диаметр в зависимости от степени деформации элементов. Центратор может содержать по меньшей мере один опорный элемент для ограничения деформации элементов для предотвращения принятия центратором диаметра, меньшего, чем пороговый диаметр, чтобы обеспечивать по меньшей мере частичное восстановление центратора до диаметра, большего, чем пороговый диаметр.

По меньшей мере один признак любого примера, аспекта или варианта выполнения настоящего изобретения может заменять любой соответствующий признак любого примера, аспекта или варианта выполнения настоящего изобретения. По меньшей мере один признак любого примера, аспекта или варианта выполнения настоящего изобретения может быть объединен с любым другим примером, аспектом или вариантом выполнения настоящего изобретения.

Краткое описание чертежей

Эти и другие примеры раскрытия теперь будут описаны только в качестве примера и со ссылкой на сопровождающие чертежи, на которых:

фиг. 1 представляет собой схематичную иллюстрацию обсадной трубы в нецентральной позиции в горизонтальной секции канала, причем центратор для поддержки обсадной трубы частично деформирован, например, из-за веса обсадной трубы;

фиг. 2 представляет собой схематичную иллюстрацию обсадной трубы, поддерживаемой в центральной позиции в горизонтальной секции канала центратором согласно примеру настоящего изобретения;

фиг. 3 представляет собой вид сбоку центратора согласно примеру настоящего изобретения;

фиг. 4a представляет собой аксиальный вид центратора с фиг. 3;

фиг. 4b представляет собой увеличенный вид части центратора с фиг. 4a, схематично проиллюстрированного в канале;

фиг. 5 представляет собой вид сбоку элемента центратора с фиг. 3;

фиг. 6 представляет собой вид в перспективе элемента центратора с фиг. 3;

фиг. 7 представляет собой частичный вид сбоку центратора с фиг. 3;

фиг. 8 представляет собой вид сбоку центратора согласно примеру настоящего изобретения;

фиг. 9 представляет собой аксиальный вид центратора с фиг. 8;

фиг. 10 представляет собой частичный вид сбоку элемента центратора с фиг. 8;

фиг. 11 представляет собой вид в перспективе элемента центратора с фиг. 8;

фиг. 12 представляет собой вид сбоку центратора согласно примеру настоящего изобретения;

фиг. 13 представляет собой аксиальный вид центратора с фиг. 12;

фиг. 14 представляет собой вид в перспективе элемента центратора с фиг. 12;

фиг. 15 представляет собой вид в перспективе другого примера элемента; и

фиг. 16 представляет собой вид сбоку элемента с фиг. 15.

Подробное описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует обсадную трубу 10, поддерживаемую центратором 12 в горизонтальной секции пробуренного канала 14. Вокруг обсадной трубы 10 и стенки 15 канала 14 образовано (асимметричное) кольцевое пространство 16. Отверждаемый материал, такой как цемент, циркулирует между стенкой 15 канала и обсадной трубой 10. Центратор 12 в этом примере включает в себя восемь разнесенных друг от друга по окружности элементов 18, продолжающихся между двумя аксиально разнесенными друг от друга концевыми кольцевыми элементами 20, которые установлены на обсадной трубе 10. Вес, приложенный на центратор 12 обсадной трубой 10, может быть значительным, что иногда приводит к деформации или разрушению центратора 12, так что обсадная труба 10 подвержена перемещению в некоаксиальное, нижнее, положение в канале 14. Как проиллюстрировано на фиг. 1, один из элементов 18 в нижнем участке канала 14 был изогнут, радиально сжат или деформирован так, что пружинное смещение в элементе 18 не способно поддерживать обсадную трубу 10 в центральном или коаксиальном положении внутри канала 14. В такой ситуации отверждаемый материал, такой как цемент, который циркулирует между обсадной трубой 10 и стенкой 15 канала, вряд ли будет равномерно (или симметрично) распределен по окружности вокруг обсадной трубой 10.

Далее со ссылкой на фиг. 2-7 показаны различные виды и части центратора 112. Ссылочные позиции для подобных или аналогичных признаков центратора 112 и связанных признаков были увеличены в 100 раз по сравнению с центратором 12.

В отличие от фиг. 1, фиг. 2 иллюстрирует центратор 112, который по существу не деформирован (или был по меньшей мере частично восстановлен от предыдущей деформации), так что обсадная труба 110 принимает по существу центральное (например, коаксиальное) положение в канале 114. Должно быть понятно, что по всей вероятности будет иметь место определенная степень деформации любого центратора, особенно в горизонтальных секциях канала, где вес обсадной трубы способен вызывать деформацию элементов на нижней стороне канала 114, которая может быть распознана со ссылкой на обе фиг. 1 и 2. По существу центральное положение обсадной трубы 110, проиллюстрированной на фиг. 2, может позволять приблизительно равномерное распределение отверждаемого материала через кольцевое пространство 116, образованное между обсадной трубой 110 и стенкой 115 канала.

Когда центратор 112 перемещается через канал 114, по меньшей мере один элемент 118 центратора 112 может изгибаться или деформироваться в ответ на прохождение через ограничения в канале 114 и может возвращаться по меньшей мере по существу к своему первому или исходному (например, неизогнутому, несжатому или недеформированному) состоянию. Каждый элемент 118 включает в себя промежуточный участок 119 и концевые участки 121 для соединения промежуточного участка 119 с концевыми кольцевыми элементами 120. Центратор 112 выполнен с возможностью конфигурироваться между конфигурацией с большим диаметром, в которой промежуточный участок 119 принимает радиально внешнее положение в отношении центратора 112, и конфигурацией с меньшим диаметром, в которой промежуточный участок 119 принимает радиально внутреннее положение (например, для того, чтобы позволять прохождение центратора 112 через ограничение канала). Концевые участки 121 выполнены с возможностью позволять перемещение промежуточного участка 119 между радиально внешним и внутренним положениями. Промежуточный участок 119 является относительно менее гибким, чем концевой участок 121. В этом примере промежуточный участок 119 является относительно менее гибким, чем концевые участки 121, поскольку промежуточный участок 119 является относительно более искривленным (например, имеет меньший радиус кривизны), чем концевые участки 121.

Каждый элемент 118 имеет внешнюю поверхность 128, которая ориентирована так, чтобы обращаться к стенке 115 канала. Внешняя поверхность 128 включает в себя контактную поверхность 130 для контакта со стенкой 115 канала, причем контактная поверхность 130 продолжается по меньшей мере частично вдоль внешней поверхности 128 и включает в себя гребень 132 элемента 118. Как лучше всего проиллюстрировано фиг. 5, гребень 132 образует высокую (или радиально самую внешнюю) точку элемента 118 и расположен на среднем участке 134 между двумя кольцевыми элементами 120. Со ссылкой по меньшей мере на фиг. 5 и 6, промежуточный участок 119 включает в себя выпуклую внешнюю поверхность 128, образованную в направлении вдоль элемента 118, а концевые участки 121 включают в себя вогнутую внешнюю поверхность 128, также образованную в направлении вдоль элемента 118. Должно быть понятно, что может быть плоская поверхность, образованная между выпуклой и вогнутой внешними поверхностями элемента 118.

Промежуточный участок 119 включает в себя изогнутую секцию 123, образующую первый радиус кривизны (например, в направлении, образованном между смежными элементами 118 или поперек элементов 118) для обеспечения промежуточного участка 119 с относительно меньшей гибкостью, чем концевые участки 121. В этом примере концевые участки 121 включают в себя неизогнутую секцию 125, обеспеченную вдоль длины концевой части 121, для того, чтобы позволять перемещение промежуточного участка 119 между радиально внешним и внутренним положениями. Изогнутая секция 123 является относительно более гибкой, чем изогнутая секция (например, промежуточного участка 119).

Каждый из концевых участков 121 включает в себя два соединителя 136 для соединения соответствующего концевой части 121 с соответствующим концевым кольцевым элементом 120. Соединители

136 каждого концевой участка 121 расходятся от промежуточного участка 119 так, чтобы быть разнесенными друг от друга на концевых кольцевых элементах 120.

Каждый из двух соединителей 136 каждого концевой участка 121 включает в себя изогнутую секцию 137, проксимальную к соответствующему кольцевому элементу 120 и дистальную к промежуточному участку 119, для обеспечения изогнутой секции 137 с относительно меньшей гибкостью, чем другая часть концевых участков 121 (такой как неизогнутая секция 125).

Неизогнутая секция 125 по меньшей мере частично образована переходным участком между промежуточным участком 119 и соответствующим концевым кольцевым элементом 120. Промежуточный участок 119 включает в себя выпуклую внешнюю поверхность, а концевые участки 121 включают в себя вогнутую внешнюю поверхность, образованную в направлении между концевыми кольцевыми элементами 120 центратора 112. Промежуточный участок 119 также образует выпуклую внешнюю поверхность в направлении, образованном между смежными элементами 118 центратора 112. Концевые участки 121 включают в себя как выпуклую (например, по меньшей мере изогнутую секцию 137), так и плоскую внешнюю поверхность (например, неизогнутую секцию 125) в направлении, образованном между смежными элементами 118 центратора 120.

Каплевидное отверстие 138 образовано между соединителями 136 и концевым кольцевым элементом 120. Каждый элемент 118 включает в себя края 140, продолжающиеся вдоль длины элемента 118. Края 140 включают в себя дугообразные секции, включающие в себя части, имеющие выпуклую или вогнутую форму. Изогнутая форма по меньшей мере одной части элементов 118 обеспечивает степень жесткости или меньшую гибкость, чем по меньшей мере одна другая часть элементов 118.

Как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 4b, стенка 115 канала образует первый радиус кривизны (например, по окружности вокруг канала 114). Контактная поверхность 130 элемента 118 образует второй радиус кривизны (например, по окружности вокруг центратора 112 или поперек элемента 118), причем второй радиус кривизны в этом случае меньше, чем первый радиус кривизны. Внешняя поверхность 128 (включающая в себя контактную поверхность 130) элемента 118 является выпуклой, если смотреть в аксиальном или скважинном направлении (как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 4a, b). Радиус кривизны контактной поверхности 130, который меньше, чем радиус кривизны стенки 115 канала, может уменьшать трение между элементом 118 и стенкой 115 канала при перемещении центратора 112 через канал 114 (т.е. по сравнению с элементом, имеющим контактную поверхность, которая имеет радиус кривизны, который больше радиуса кривизны стенки 115 канала, например, если контактная поверхность такого элемента является плоской (или не изогнутой), если смотреть в аксиальном или скважинном направлении). Контактная поверхность 130 включает в себя центральный участок 154, который выполнен с возможностью вступать в контакт со стенкой 115 канала, и краевые участки 155, которые не выполнены с возможностью вступать в контакт со стенкой 115 канала, если центратор находится в недеформированном или частично деформированном состоянии, что может уменьшать трение, когда центратор 112 перемещается через канал 114. Благодаря этому уменьшенному свойству трения, элемент 118 может испытывать меньшее сопротивление трения, износ или деформацию во время прохождения через канал 114.

Возможно, контактная поверхность 130 включает в себя покрытие, уменьшающее трение, такое как политетрафторэтилен (например, Teflon™), графен или т.п., например, для облегчения перемещения центратора 112 через канал 114.

Каждый из концевых кольцевых элементов 120 включает в себя восемь зацепляющих элементов 142 обсадной трубы для аксиального ограничения диапазона перемещения центратора 112 на обсадной трубе 110. Зацепляющие элементы 142 обсадной трубы, имеют форму аксиально продолжающихся выступов 144, расположенных между каждым из элементов 118 и продолжающихся от каждого кольцевого элемента 120 и обращенных к соответствующим зацепляющим элементам 142 обсадной трубы на другом кольцевом элементе 120. Зацепляющие элементы 142 обсадной трубы выполнены с возможностью зацеплять стопорный кольцевой элемент (не показана), установленную на обсадной трубе 110 так, чтобы позволять ограниченную степень аксиального перемещения центратора 112 вдоль обсадной трубы 110, но, чтобы предотвращать скольжение центратора 112 по существу вдоль обсадной трубы 110 при перемещении обсадной трубы 110 через канал 114. Таким образом, центратор 112 частично свободен от перемещения относительно обсадной трубы 110, но не будет существенно отклоняться от положения, образованного стопорным кольцевым элементом.

Далее со ссылкой на фиг. 8-11, проиллюстрированы различные виды и части центратора 212. Ссылочные позиции для подобных или аналогичных признаков центратора 212 и связанных признаков были увеличены в 100 раз по сравнению с центратором 112. Нижеследующее описание выделяет признаки, которые отличаются от тех признаков, которые уже описаны в отношении фиг. 2-7.

Центратор 212 с фиг. 8-11 в общем имеет форму, аналогичную форме центратора 112 с фиг. 2-7. Центратор 212 включает в себя элементы 218 для контакта со стенкой 115 канала. Элементы 218 выполнены с возможностью радиально перемещаться или деформироваться между обсадной трубой 110 и стенкой 115 канала из исходного недеформированного состояния в деформированное состояние, чтобы позволять перемещение центратора 212 через ограничения в канале 114.

Элементы 218 имеют края 240, включающие в себя выпуклую и вогнутую форму, которая продолжается вдоль элементов 218. Со ссылкой, например, на фиг. 8, будет понятно, что некоторые края 240 включают в себя прямые края, а также изогнутые края. Элемент 218 включает в себя отверстия 238 (аналогичные отверстиям 138 элементов 118), которые имеют форму треугольника с закругленными углами.

Однако каждый из элементов 218 также включает в себя опорный элемент 248 для ограничения деформации элементов 218 (например, которая может возникать, когда центратор 212 проходит через ограничения в канале 114 и/или в ответ на вес, приложенный к центратору 212 обсадной трубы 110).

Опорный элемент 248 имеет форму дугообразного пружинного элемента 250, который продолжается по существу поперек участка (например, от одного концевой участка 221 до другого концевой участка 221) каждого из элементов 218. Опорный элемент 248 частично вырезан из центрального участка 254, образованного в промежуточном участке 219 каждого из элементов 218, и продолжается от первого концевой участка 221 до второго концевой участка 221 элементов 218. Первый концевой участок 221 обеспечен между отверстием 238 на одном конце элемента 218 и гребнем 232 элемента 218. Второй концевой участок 221 обеспечен между отверстием 238 на другом конце элемента 218 и гребнем 232. Каждый первый концевой участок 221 и второй концевой участок 221 образует переход, который соединяет элемент 218 с обоими концами опорного элемента 248. Соответственно, каждый элемент 218 включает в себя две контактные поверхности 230, продолжающиеся вдоль (и радиально наружу от) опорного элемента 248.

Радиальное сжатие элемента 218 может приводить к тому, что внутренняя поверхность 260 опорного элемента 248 упирается в обсадную трубу 110. Упираясь в обсадную трубу 110, опорный элемент 248 может противодействовать дополнительному радиальному сжатию по меньшей мере одного из элементов 218. Опорный элемент 248 ограничивает деформацию соответствующего элемента 218 для предотвращения принятия центратором 212 диаметра, меньшего, чем пороговый диаметр, чтобы обеспечивать по меньшей мере частичное восстановление центратора 212 до диаметра, большего, чем пороговый диаметр. Если центратор 212 деформирован, чтобы принимать диаметр, который меньше, чем пороговый диаметр, элементы 218 могут быть чрезмерно деформированы до такой степени, что центратор 212 может не достаточно восстанавливать свое исходное недеформированное состояние (например, после прохождения через ограничение в канале 114). Опорный элемент 248 симметричен около гребня 232 и выполнен с возможностью ограничивать деформацию элементов 218 в ответ на радиальное сжатие элементов 218.

Как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 10, элемент 218 включает в себя выпуклую внешнюю поверхность 228, если смотреть сбоку. Напротив, опорный элемент 248 включает в себя вогнутую внешнюю поверхность 262 (соответственно, внутренняя поверхность 260 является выпуклой). Таким образом, элемент 218 искривлен радиально наружу, чтобы он был выполнен с возможностью вступать в контакт со стенкой 115 отверстия, тогда как опорный элемент 248 искривлен радиально внутрь и в общем не выполнен с возможностью вступать в контакт со стенкой 115 отверстия.

Далее со ссылкой на фиг. 12-14 показаны различные виды и части центратора 312. Ссылочные позиции для подобных или аналогичных признаков центратора 312 и связанных признаков были увеличены в 100 раз по сравнению с центратором 212. Нижеследующее описание выделяет признаки, которые отличаются от тех признаков, которые уже описаны в отношении фиг. 2-7 или 8-11.

Центратор 312 с фиг. 12-14 в общем имеет форму, аналогичную центратору 212 с фиг. 8-11. Каждый элемент 318 включает в себя четыре опорных элемента 348, каждый из которых имеет функциональность, аналогичную элементам 218 и опорному элементу 248 с фиг. 8-11. Однако в этом примере расположение элементов 318 и опорных элементов 348 отличается.

Элементы 318 включают в себя внешнюю поверхность 328 и продолжаются между двумя концевыми кольцевыми элементами 320, включающими в себя центральный участок 354, продолжающийся вдоль длины элемента 318 между двумя концевыми кольцевыми элементами 320.

Опорные элементы 348 в этом примере включают в себя множество дугообразных пружинных элементов 350 (в этом примере всего четыре на один элемент 318). Два дугообразных пружинных элемента 350 продолжаются между одной из концевых кольцевых элементов 320 и промежуточной точкой 334 вдоль элемента 318. Каждый из дугообразных пружинных элементов 350 продолжается по меньшей мере частично вдоль края 340 элемента 318. Два дугообразных пружинных элемента 350 на каждом конце элемента 318 разнесены друг от друга, причем часть элемента 318 продолжается между кольцевыми элементами 320, расположенными между двумя разнесенными друг от друга дугообразными пружинными элементами 350.

Элементы 318 являются дугообразными и включают в себя выпуклую внешнюю поверхность 328 по существу по всей их длине между концевыми кольцевыми элементами 320. Дугообразные пружинные элементы 350 включают в себя вогнутую внешнюю поверхность 362 по существу по всей их длине между их соответствующими кольцевыми элементами 320 и промежуточной точкой 334. Идентичное (или симметричное) расположение обеспечено для двух других дугообразных пружинных элементов 350 для соединения с другим кольцевым элементом 320. В отличие от предыдущих примеров, элементы 318 соединены с каждым кольцевым элементом 320 с использованием трех соединителей 336 вместо двух со-

единителей. Дугообразные пружинные элементы 350 включают в себя два из трех соединителей 336 (на каждом конце элемента 318) для соединения дугообразных пружинных элементов 350 с кольцевым концевым элементом 320. Элемент 318 включает в себя другой из трех соединителей 336 (на каждом конце элемента 318).

Дугообразные пружинные элементы 350 расположены так, чтобы прикладывать силу реакции, которая действует для обеспечения того, чтобы промежуточная точка 334 элементов 318 образовывала радиально самую внешнюю часть элементов 318. Дугообразные пружинные элементы 350 выполнены с возможностью упираться в обсадную трубу 110 в ответ на радиальное сжатие элементов 318, аналогично примеру с фиг. 8-11, но в отличие от примера с фиг. 8-11, в котором дугообразный пружинный элемент 250 выполнен с возможностью деформироваться для того, чтобы упираться в обсадную трубу 110 в промежуточной точке 234 между концевыми кольцевыми элементами, причем дугообразные пружинные элементы 350 в настоящем примере выполнены с возможностью деформироваться для того, чтобы упираться в обсадную трубу 110 с любой стороны от промежуточной точки 334. Два дугообразных пружинных элемента 350 продолжают входить элемента 318 так, чтобы располагаться проксимально к первому концевому кольцевому элементу 320 центратора 312 и дистально ко второму концевому кольцевому элементу 320 центратора 312. Точно так же два других дугообразных пружинных элемента 350 расположены эквивалентным образом относительно второго концевого кольцевого элемента 320, но проксимально к ней.

Далее со ссылкой на фиг. 15-16 проиллюстрирован пример элемента 418, подходящего для центратора. Ссылочные позиции для подобных или аналогичных признаков элемента 418 и связанных признаков были увеличены в 100 раз по сравнению с элементом 318. Нижеследующее описание выделяет признаки, которые отличаются от тех признаков, которые уже описаны в отношении фиг. 12-14.

Элемент 418 имеет множество общих черт с элементом 318. Однако элемент 418 имеет множество признаков, которые можно считать перевернутыми по сравнению с элементом 318.

Элемент 418 является дугообразным и включает в себя выпуклую внешнюю поверхность 428 по существу по всей его длине. Однако, в отличие от предыдущего примера, где четыре дугообразных пружинных элемента 350 образованы опорными элементами 348 элемента 318, соответствующие компоненты в этом примере теперь перевернуты так, чтобы образовывать часть элемента 418, и теперь включают в себя выпуклую внешнюю поверхность 428 вместо вогнутой внешней поверхности.

Дополнительно, в отличие от предыдущего примера, где части элемента 318 продолжают между разнесенными друг от друга дугообразными пружинными элементами 350 и концевыми кольцевыми элементами 320, эти части теперь перевернуты так, чтобы образовывать опорный элемент 448, и теперь каждый из них включает в себя вогнутую внешнюю поверхность 462. Таким образом, эти две части теперь принимают форму дугообразных пружинных элементов 450. Следовательно, в этом примере образованы два опорных элемента 448, причем каждый опорный элемент 448 продолжается между соответствующими кольцевыми элементами (например, аналогично кольцевому элементу 320) и промежуточной точкой 434 вдоль элемента 418. Опорные элементы также продолжают по меньшей мере частично вдоль центрального участка 454 элементов 418.

В любом из раскрытых примеров могут быть выполнены различные изменения. По меньшей мере один признак одного примера может заменяться, объединяться или использоваться для изменения по меньшей мере одного признака другого примера.

По меньшей мере один пример центратора настоящего изобретения может быть образован в виде цельного компонента, например, лазерной резкой или тому подобным цельного куска материала, который может быть образован в цельный центратор. Центратор может быть по меньшей мере частично сконструирован или образован с использованием аддитивного или восстановительного производственного процесса, который может быть выполнен любым подходящим образом.

Хотя некоторые из примеров иллюстрируют центраторы, имеющие восемь элементов, должно быть понятно, что может быть обеспечено любое подходящее количество элементов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Центратор для центрирования трубы в канале, содержащий концевые кольцевые элементы, соединенные элементами, причем эти элементы выполнены за одно целое с упомянутыми кольцевыми элементами, и элементы и кольцевые элементы образуют цельную конструкцию,

причем элементы содержат промежуточный участок и концевые участки для соединения промежуточного участка с концевыми кольцевыми элементами,

причем центратор выполнен с возможностью конфигурироваться между конфигурацией с большим диаметром, в которой промежуточный участок принимает радиально внешнее положение в отношении центратора, и конфигурацией с меньшим диаметром, в которой промежуточный участок принимает радиально внутреннее положение,

причем концевые участки выполнены с возможностью позволять перемещение промежуточного

участка между радиально внешним и внутренним положениями, а промежуточный участок является относительно менее гибким, чем концевые участки,

причем промежуточный участок содержит изогнутую секцию, образованную в направлении вдоль элементов, образующую первый радиус кривизны, промежуточный участок образует выпуклую внешнюю поверхность, и

причем концевые участки содержат изогнутую секцию, образованную в направлении вдоль элементов, образующую второй радиус кривизны, причем второй радиус кривизны больше, чем первый радиус кривизны, образованный промежуточным участком, причем концевые участки образуют вогнутую внешнюю поверхность.

2. Центратор по п.1, в котором каждый из концевых участков содержит по меньшей мере два соединителя для соединения соответствующего концевого участка с соответствующим концевым кольцевым элементом, причем соединители каждого концевого участка расходятся от промежуточного участка так, чтобы они были разнесены друг от друга на концевых кольцевых элементах.

3. Центратор по п.2, в котором соединители образуют расщепленный или раздвоенный соединитель для передачи силы между концевыми участками и концевыми кольцевыми элементами.

4. Центратор по п.2 или 3, в котором пространство между соединителями образует отверстие.

5. Центратор по п.4, в котором отверстие образует каплевидную или треугольную форму.

6. Центратор по любому из пп.2-5, в котором соединители содержат или образуют изогнутые края.

7. Центратор по любому из пп.1-6, в котором концевые участки содержат изогнутую секцию, проксимальную к соответствующему кольцевому элементу и дистальную к промежуточному участку, для обеспечения изогнутой секции с относительно меньшей гибкостью, чем другая часть концевых участков, причем изогнутая секция, проксимальная к соответствующему кольцевому элементу, образована в направлении по окружности вокруг центратора.

8. Центратор по любому из пп.1-5, в котором каждый из концевых участков образует переходной участок между изогнутой секцией промежуточного участка и изогнутой секцией соответствующего концевого кольцевого элемента, причем переходный участок содержит больший радиус кривизны, чем по меньшей мере одно из: изогнутой секции промежуточного участка и изогнутой секции соответствующего концевого кольцевого элемента.

9. Центратор по любому из пп.1-8, в котором промежуточный участок содержит или образует выпуклую внешнюю поверхность, а концевые участки содержат или образуют вогнутую внешнюю поверхность, образованную в направлении вдоль элементов или образованную в направлении между концевыми кольцевыми элементами центратора.

10. Центратор по любому из пп.1-9, в котором промежуточный участок содержит или образует выпуклую внешнюю поверхность в направлении, образованном поперек элементов или образованном между смежными элементами центратора.

11. Центратор по любому из пп.1-10, в котором концевые участки содержат или образуют по меньшей мере одно из: изогнутой, выпуклой, вогнутой или плоской внешней поверхности в направлении, образованном поперек элемента.

12. Центратор по п.11, в котором в исходном недеформированном состоянии или по меньшей мере в частично деформированном состоянии центратор принимает конфигурацию с большим диаметром, которая образует первый радиус кривизны, и причем выпуклая внешняя поверхность элементов образует второй радиус кривизны, например, в направлении поперек элементов, причем второй радиус кривизны равен или меньше первого радиуса кривизны, например в по меньшей мере недеформированном состоянии или по меньшей мере в частично деформированном состоянии центратора.

13. Центратор по любому из пп.1-12, содержащий по меньшей мере один опорный элемент для ограничения изгиба или деформации элементов для предотвращения принятия центратором диаметра, меньшего, чем пороговый диаметр, чтобы обеспечивать по меньшей мере частичное восстановление центратора до диаметра, большего, чем пороговый диаметр.

14. Центратор по п.13, в котором по меньшей мере один опорный элемент выполнен с возможностью упирания в трубу при изгибе или деформации по меньшей мере одного из элементов.

15. Центратор по п.13 или 14, в котором по меньшей мере один опорный элемент является гибким или деформируемым.

16. Центратор по пп.13, 14 или 15, в котором по меньшей мере один опорный элемент выполнен с возможностью поддержания по меньшей мере одного из: промежуточного участка и концевых участков.

17. Центратор по любому из пп.13-16, в котором по меньшей мере один опорный элемент содержит вогнутую внешнюю поверхность.

18. Центратор по любому из пп.13-17, в котором по меньшей мере один опорный элемент продолжается от одного концевого участка к другому концевому участку элементов.

19. Центратор по п.18, в котором по меньшей мере один опорный элемент выполнен с возможностью прикладывания силы или противодействия силе, приложенной элементами, причем по меньшей мере один опорный элемент выполнен с возможностью обеспечения опоры для промежуточного

участка.

20. Центратор по п.19, в котором по меньшей мере один опорный элемент центрирован или симметричен относительно промежуточного участка.

21. Центратор по любому из пп.13-20, в котором по меньшей мере один опорный элемент продолжается от одного концевой участка или одного из концевых кольцевых элементов до промежуточного участка.

22. Центратор по п.21, в котором по меньшей мере один опорный элемент выполнен с возможностью прикладывания силы или противодействия силе, приложенной элементами, причем по меньшей мере один опорный элемент выполнен с возможностью обеспечения опоры в точке вдоль элементов, которая находится между одним из концевых кольцевых элементов и промежуточным участком.

23. Центратор по п.21 или 22, в котором по меньшей мере один опорный элемент расположен вдоль элементов таким образом, чтобы быть расположенным проксимально к одному концевому кольцевому элементу центратора и дистально к другому концевому кольцевому элементу центратора.

24. Центратор по любому из пп.13-23, в котором по меньшей мере один опорный элемент содержит по меньшей мере один дугообразный пружинный элемент.

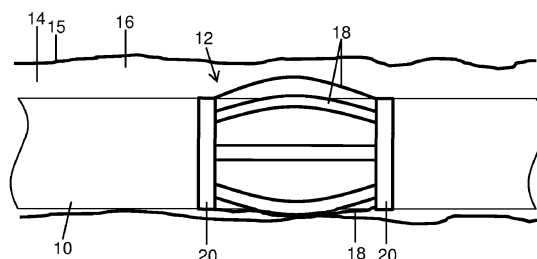
25. Центратор по любому из пп.13-24, в котором по меньшей мере один опорный элемент продолжается по меньшей мере частично вдоль центрального участка по меньшей мере одного из: промежуточного участка и концевых участков.

26. Центратор по любому из пп.13-25, в котором по меньшей мере один опорный элемент продолжается по меньшей мере частично вдоль края по меньшей мере одного из: промежуточного участка и концевых участков.

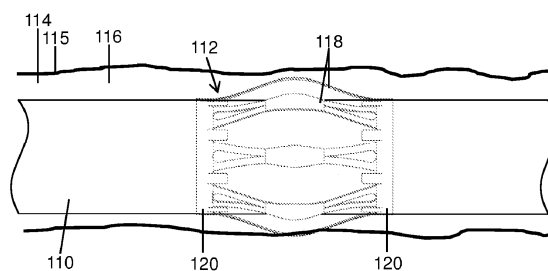
27. Центратор по любому из пп.1-26, в котором элементы содержат металл или выполнены из него.

28. Центратор по любому из пп.1-27, содержащий по меньшей мере одну контактную поверхность для контакта со стенкой канала, причем контактная поверхность содержит покрытие, уменьшающее трение.

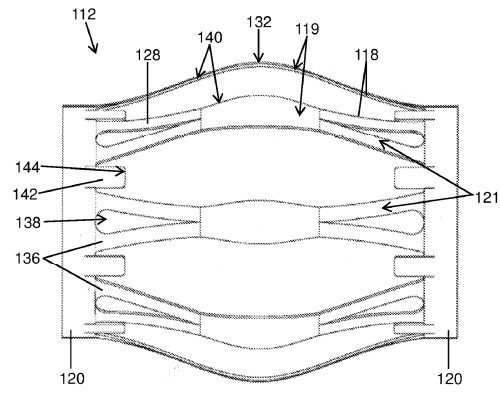
29. Центратор по п.28, в котором покрытие, уменьшающее трение, содержит по меньшей мере одно из: политетрафторэтилена и графена.



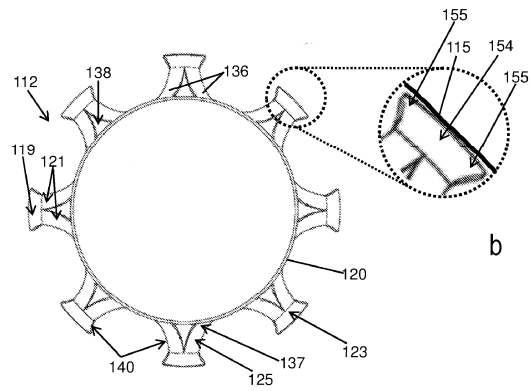
Фиг. 1



Фиг. 2

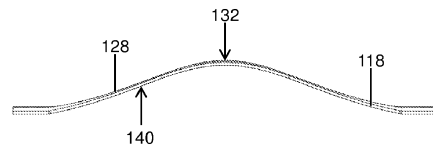


Фиг. 3

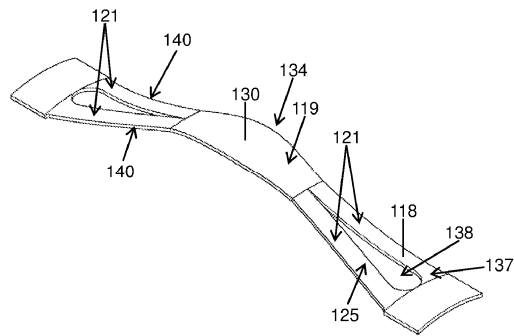


а

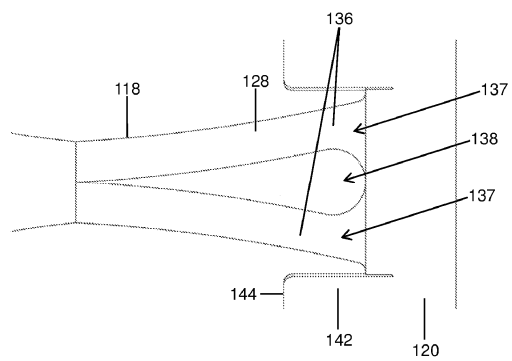
Фиг. 4



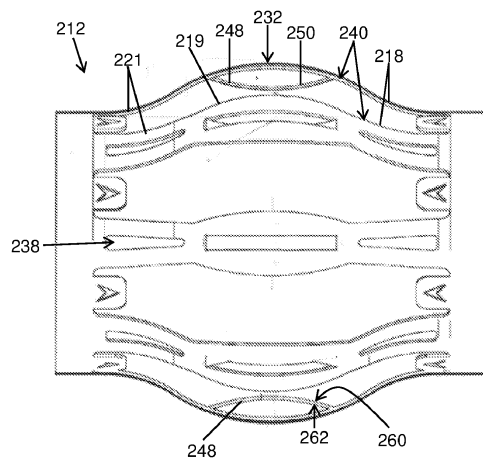
Фиг. 5



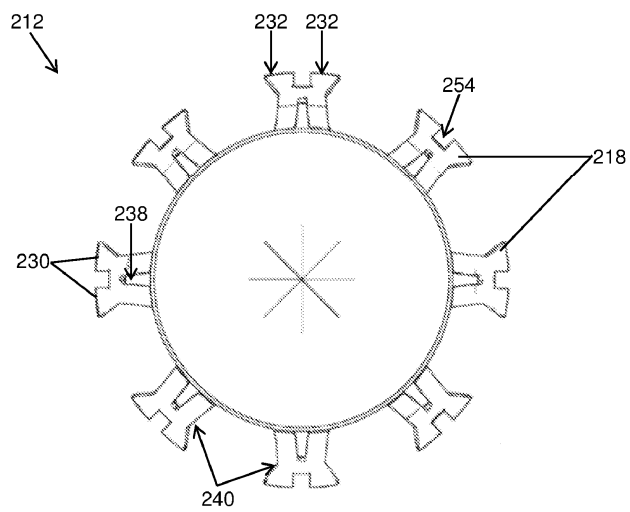
Фиг. 6



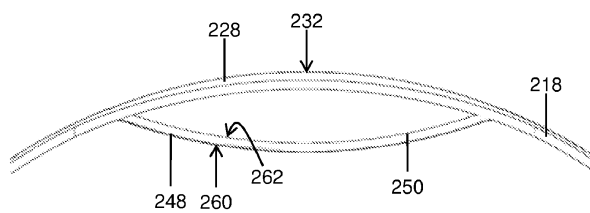
Фиг. 7



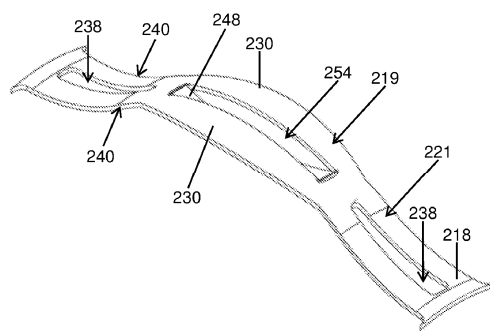
Фиг. 8



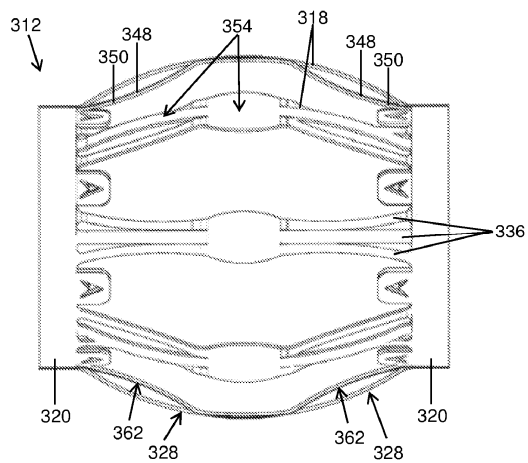
Фиг. 9



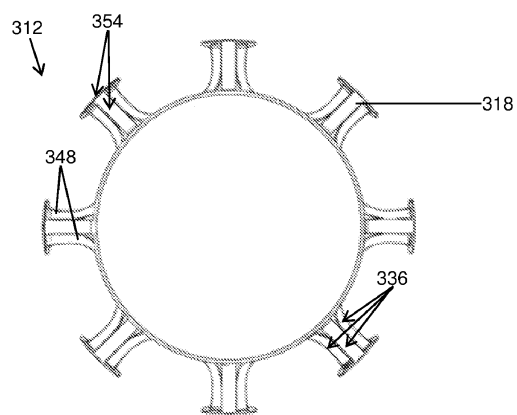
Фиг. 10



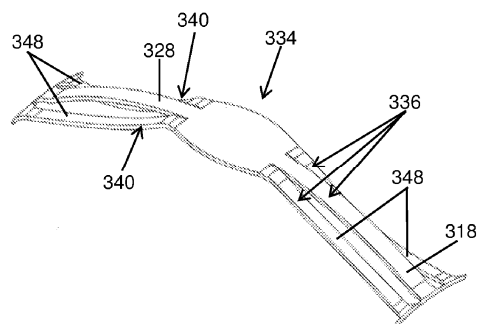
Фиг. 11



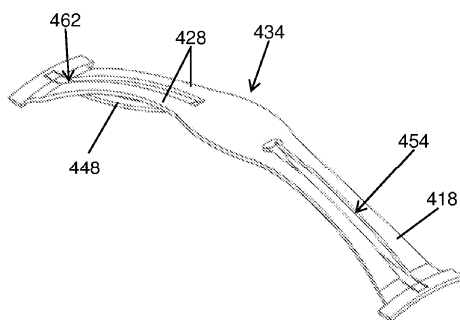
Фиг. 12



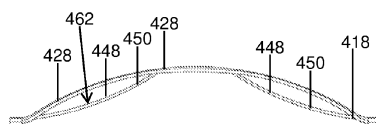
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16

