

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043149**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.04.26

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

(21) Номер заявки
202092552

(22) Дата подачи заявки
2019.04.25

(54) **КЛИНОВИДНОЕ РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

(31) **62/662,612; N2021407**

(32) **2018.04.25; 2018.07.27**

(33) **US; NL**

(43) **2020.12.29**

(86) **PCT/US2019/029047**

(87) **WO 2019/210021 2019.10.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ХАЙДРИЛ КОМПАНИ (US)

(72) Изобретатель:
**Брин Джонатан Роберт, Мутис Руэда
Давид, Тэйт Эндрю Генри (US)**

(74) Представитель:
**Файбисович А.С., Микуцкая Т.Ю.
(RU)**

(56) US-A1-2007167051
US-A-6009611
WO-A1-2015153271
WO-A1-0104520
US-B2-6789823
US-A1-2003038476
EP-A1-2325435

(57) Предложено трубное соединение, которое содержит первое звено обсадных труб, имеющее муфтовый конец трубы с участком внутренней клиновидной резьбы, которая расположена на части указанного муфтового конца, и второе звено обсадных труб, имеющее nipple-конец, выполненный заедино с трубой, с участком наружной клиновидной резьбы, расположенной на nipple-части указанного nipple-конца. Наружная клиновидная резьба входит в зацепление с внутренней клиновидной резьбой. Второе звено обсадных труб имеет внутренний диаметр D1 и также содержит внутреннюю кольцевую выемку, имеющую внутренний диаметр D2. Диаметр D2 больше, чем диаметр D1, а кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб. Внутренняя кольцевая выемка радиально примыкает к участку наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части указанного nipple-конца.

B1

043149

043149

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к клиновидным резьбовым соединениям для трубных изделий, в частности, к клиновидным соединениям труб с резьбой для трубных изделий, используемых в стволе скважины.

Настоящей заявкой испрашивается установление приоритета по заявке на патент США № 62/662612, поданной 25 апреля 2018 г., и заявке на патент Нидерландов № N2021407, поданной 27 июля 2018 г., содержание которых включено в настоящую заявку посредством ссылки. Предшествующий уровень техники

Резьбовые клиновидные соединения применяют для соединения звеньев обсадных труб для использования в стволе скважины. Собранные соединения трубных изделий соединяет первый (нижний) муфтовый трубный элемент с внутренней клиновидной резьбой в ней и второй (верхний) трубный элемент с ниппельным концом с наружной клиновидной резьбой.

Сущность изобретения

В настоящем описании раскрыты клиновидные резьбовые соединения для трубных изделий, используемых в стволах скважин.

Некоторые объекты изобретения содержат трубное соединение, которое содержит первое звено обсадных труб и второе звено обсадных труб. Первое звено обсадных труб содержит муфтовый конец, выполненный заедно с звеном труб, с участком внутренней клиновидной резьбы, при этом внутренняя клиновидная резьба расположена на муфтовой части конца, и второе звено обсадных труб содержит ниппельный конец, выполненный заедно с звеном труб, с участком с наружной клиновидной резьбой, при этом наружная клиновидная резьба расположена на ниппельной части указанного ниппельного конца. Наружная клиновидная резьба выполнена с возможностью входить в зацепление с внутренней клиновидной резьбой. Второе звено обсадных труб имеет внутренний диаметр D1, кроме того, второе звено обсадных труб содержит внутреннюю кольцевую выемку, имеющую внутренний диаметр D2, при этом D2 больше, чем D1. Внутренняя кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб и радиально примыкает к участку наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части неразъемного ниппельного конца. Этот и другие объекты могут содержать один или несколько следующих признаков. Внутренняя кольцевая выемка может радиально примыкать к участку наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца. По меньшей мере часть внутренней кольцевой выемки может радиально примыкать к участку наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца. Только часть внутренней кольцевой выемки может радиально примыкать к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца. Второе звено обсадных труб может содержать центральную продольную ось. Первая виртуальная плоскость, проходящая перпендикулярно центральной продольной оси второго звена обсадных труб и через часть внутренней кольцевой выемки, радиально примыкающей к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца, может также проходить через указанную часть наружной клиновидной резьбы. Внутренняя кольцевая выемка может иметь продольную длину L1. Продольная длина L1 внутренней кольцевой выемки может быть меньше продольной длины L3 замкового соединения на колонне буровых труб, выборочно расположенного во втором звене обсадных труб. Продольная длина L1 внутренней кольцевой выемки может быть меньше продольной длины L4 соединения на резьбовой и соединенной колонне напорно-компрессорных труб, выборочно расположенного во втором звене обсадных труб. Внутренняя кольцевая выемка может радиально примыкать, но не контактировать с поверхностью уплотнения металл-металл неразъемного ниппельного конца. Вторая виртуальная плоскость, проходящая перпендикулярно центральной продольной оси второго звена обсадных труб и через часть внутренней кольцевой выемки, радиально примыкающей к поверхности уплотнения металл-металл неразъемного ниппельного конца, может также проходить через указанную поверхность уплотнения металл-металл. Внутренняя кольцевая выемка предпочтительно доходит до конца неразъемного ниппельного конца. Внутренняя кольцевая выемка может быть расположена напротив или радиально примыкать к продольной концевой части наружной клиновидной резьбы. Продольная длина внутренней кольцевой выемки может быть меньше продольной длины L5 участка с наружной клиновидной резьбой. Продольная длина внутренней кольцевой выемки может составлять около половины продольной длины участка с наружной клиновидной резьбой. Внутренняя кольцевая выемка может быть выполнена с возможностью обеспечения гибкости нижней части ниппельного конца второго звена обсадных труб. Внутренняя кольцевая выемка может быть выполнена с возможностью обеспечения гибкости, требуемой для герметизации уплотнения металл-металл, расположенного между самой нижней резьбой наружной клиновидной резьбы и концом неразъемного ниппельного конца. В предпочтительном варианте реализации изобретения, который содержит последний признак, поверхность уплотнения металл-металл представляет собой область основного уплотнения трубного соединения, а часть наружной клиновидной резьбы, радиально примыкающей к выемке, содержит уплотняющую часть резьбы, причем уплотняющая часть резьбы формирует область вторичного уплотнения трубного соединения, в которой кольцевая выемка расположена радиально примыкающей к поверхности уплотнения металл-металл неразъемного ниппельного конца и радиально примыкающей к продольной концевой части на-

ружной клиновидной резьбы таким образом, чтобы обеспечить гибкость, требуемую для уплотнения нижней концевой части клиновидной резьбы вместе, для формирования вторичного уплотнения, при этом обеспечивая гибкость поверхности основного уплотнения металл-металл.

Этот и другие объекты изобретения могут содержать один или нескольких признаков. Второе звено обсадных труб может содержать внутренний переходный участок, расположенный внутри (например, на внутренней поверхности) второго звена обсадных труб на верхнем продольном конце внутренней кольцевой выемки, при этом внутренний переходный участок выполнен с возможностью перехода с внутреннего диаметра D2 внутренней кольцевой выемки на внутренний диаметр D1 второго звена обсадных труб. Внутренний переходный участок может иметь коническую форму. Внутренний переходный участок может иметь нелинейный профиль между внутренним диаметром D1 второго звена обсадных труб и внутренним диаметром D2 внутренней кольцевой выемки. Наружная клиновидная резьба ниппельного конца и внутренняя клиновидная резьба муфтового конца трубы могут быть свинчены друг в друга, а ниппельный конец и муфтовый конец трубы могут быть расположены в конечном свинченном положении относительно друг друга. Первое звено обсадных труб может содержать внутренний уступ, а продольная длина L2 углубленного участка, проходящего от внутреннего переходного участка до внутреннего уступа, может быть меньше продольной длины L3 замкового соединения на колонне буровых труб, выборочно расположенного внутри второго звена обсадных труб. Первое звено обсадных труб может содержать внутренний уступ, а продольная длина L2 углубленного участка, проходящего от внутреннего переходного участка до внутреннего уступа, может быть меньше продольной длины L4 соединения на соединенной колонне напорно-компрессорных труб, выборочно расположенного внутри второго звена обсадных труб.

Внутренний уступ может содержать концевую поверхность, расположенную в основном по направлению оси относительно центральной продольной оси. Внутренний уступ может содержать концевую поверхность, проходящую в основном радиально относительно центральной продольной оси. Внутренний уступ может содержать концевую поверхность, проходящую в основном перпендикулярно относительно центральной продольной оси. Внутренний диаметр D2 внутренней кольцевой выемки может быть одинаковым по всей продольной длине внутренней кольцевой выемки. Внутренний диаметр D2 внутренней кольцевой выемки может постепенно увеличиваться от первого продольного конца внутренней кольцевой выемки до второго противоположного продольного конца внутренней кольцевой выемки. Внутренний диаметр D2 внутренней кольцевой выемки может постепенно уменьшаться от первого продольного конца внутренней кольцевой выемки до второго противоположного продольного конца внутренней кольцевой выемки.

В конкретном предпочтительном варианте реализации трубного соединения в соответствии с настоящим изобретением, поверхность уплотнения металл-металл расположена между самой нижней резьбой и концом ниппельного конца для формирования уплотнения. Предпочтительно, внутренняя кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб и радиально примыкает к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца таким образом, чтобы обеспечить гибкость в нижней части ниппельного конца для улучшения уплотнения, обеспечиваемого поверхностью уплотнения металл-металл. Внутренняя кольцевая выемка может также радиально примыкать к поверхности уплотнения металл-металл. Альтернативно, или дополнительно, наружная клиновидная резьба выполнена с возможностью герметично входить в зацепление с внутренней клиновидной резьбой, и в которой предпочтительно внутренняя кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб и радиально примыкает к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца звена труб таким образом, чтобы обеспечить гибкость в нижней части ниппельного конца, требуемую для герметичного зацепления нижней концевой части клиновидной резьбы. По варианту реализации изобретения, поверхность уплотнения металл-металл расположена между самой нижней резьбой и концом ниппельного конца для формирования основного уплотнения, а наружная клиновидная резьба выполнена с возможностью герметичного зацепления с внутренней клиновидной резьбой для формирования вторичного уплотнения. В таком варианте реализации изобретения предпочтительно внутренняя кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб и радиально примыкает к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца таким образом, чтобы обеспечить гибкость в нижней части ниппельного конца, требуемую для уплотнения нижней концевой части клиновидной резьбы для формирования вторичного уплотнения, при этом также обеспечивая гибкость в нижней части ниппельного конца для улучшения основного уплотнения, обеспечиваемого поверхностью основного уплотнения металл-металл. Внутренняя кольцевая выемка может также радиально примыкать к поверхности уплотнения металл-металл. Предпочтительно, в указанных предпочтительных вариантах реализации изобретения, внутренняя кольцевая выемка не расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб, радиально примыкающей к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на верхней части ниппельного конца. Это позволяет поддерживать механическую прочность в верхней части ниппельного конца, на котором расположена часть наружной клиновидной резьбы, обеспечивая гибкость в нижней части ниппельного конца.

Предпочтительно, в трубном соединении в соответствии с настоящим изобретением, а также в вышеописанном предпочтительном варианте реализации изобретения, резьба имеет клиновидный резьбовой профиль в форме ласточкина хвоста. Этот признак позволяет наиболее эффективно использовать гибкость, обеспечиваемую внутренней кольцевой выемкой, для улучшения уплотнения на поверхности уплотнения металл-металл и/или улучшения уплотнения клиновидной резьбы в нижней части клиновидного резьбового соединения.

Предпочтительно, в трубном соединении в соответствии с настоящим изобретением, а также в вышеописанном предпочтительном варианте реализации изобретения, трубное соединение выполнено с возможностью неопределенной сборки. Иными словами, предпочтительно, трубное соединение не содержит заплечика для передачи крутящего момента. В предпочтительном варианте реализации изобретения первое звено обсадных труб содержит внутренний уступ, обращенный к концу ниппельного конца, выполненного заедино со вторым звеном обсадных труб, в конечном собранном положении первого звена обсадных труб и второго звена обсадных труб относительно друг друга, в котором в конечном собранном положении конец указанного ниппельного конца второго звена не контактирует с внутренним уступом. В результате того, что конец указанного ниппельного конца второго звена труб не находится в контакте с внутренним уступом в конечном собранном положении, ниппельный конец действует как консоль. Внутренняя кольцевая выемка увеличивает гибкость вдоль части ниппельного конца, то есть вдоль части консоли, где внутренняя кольцевая выемка радиально примыкает. В частности, в сочетании с резьбой, имеющей клиновидный резьбовой профиль в форме ласточкиного хвоста, клиновидный резьбовой профиль в форме ласточкиного хвоста может поддерживать консоль по всей своей длине и может преимущественно тянуть часть ниппельного конца с повышенной гибкостью наружу для улучшения уплотнения на вышеуказанной поверхности уплотнения металл-металл и/или для улучшения уплотнения клиновидной резьбы в нижней части клиновидного резьбового соединения. В предпочтительном варианте реализации изобретения, где предусмотрен внутренний уступ, он выполнен с возможностью образовывать вставку во внутреннем диаметре D7 первого звена обсадных труб, в котором предпочтительно внутренний диаметр D2 внутренней кольцевой выемки больше внутреннего диаметра D7 первого звена обсадных труб. Таким образом, внутренний уступ препятствует выходу замкового соединения в выемку. В другом предпочтительном варианте реализации изобретения, второе звено обсадных труб содержит внутренний переходный участок, расположенный внутри второго звена обсадных труб на верхнем продольном конце внутренней кольцевой выемки, а углубленный участок проходит от переходного участка к уступу, когда первое звено обсадных труб находится в уплотнительном зацеплении со вторым звеном обсадных труб. Углубленный участок может иметь продольную длину L2, меньшую, чем продольная длина L3 замкового соединения на колонне бурильных труб, выборочно расположенного во втором звене обсадных труб. Альтернативно или дополнительно, углубленный участок может иметь продольную длину L2, меньшую, чем продольная длина L4 соединения на свинчатой колонне напорно-компрессорных труб, выборочно расположенного во втором звене обсадных труб.

Еще одним объектом изобретения является способ формирования клиновидного соединения. Способ предусматривает обеспечение звена обсадных труб, содержащего ниппельный конец, выполненный заедино со звеном труб, с участком с наружной клиновидной резьбой, имеющим расположенную на нем наружную клиновидную резьбу, причем звено обсадных труб имеет внутренний диаметр D1, и формирование внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб у указанного ниппельного конца, при этом внутренняя кольцевая выемка имеет внутренний диаметр D2, превышающий D1. Внутренняя кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности звена обсадных труб и радиально примыкает к участку наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца. Формирование внутренней кольцевой выемки может содержать механическую обработку внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб на ниппельном конце. Формирование внутренней кольцевой выемки может содержать штамповку внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб на ниппельном конце. Формирование внутренней кольцевой выемки может содержать механическую обработку и штамповку внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб на ниппельном конце.

Этот и другие объекты изобретения могут содержать один или несколько следующих признаков. Формирование (такое, как механическая обработка и/или штамповка) внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб может предусматривать формирование (такое, как механическая обработка и/или штамповка) внутренней кольцевой выемки с продольной длиной, которая меньше продольной длины участка наружной клиновидной резьбы. Формирование (например, механическая обработка и/или штамповка) внутренней кольцевой выемки может предусматривать выбор продольной длины внутренней кольцевой выемки на основании по меньшей мере частично продольной длины замкового соединения, выполненного с возможностью расположения внутри звена обсадных труб, расположенного в стволе скважины, продольная длина внутренней кольцевой выемки должна быть меньше продольной длины замкового соединения. Механическая обработка внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб может предусматривать механическую обработку внутренней кольцевой выемки на токарном станке. Звено обсадных труб с неразъемным ниппельным концом может быть вторым звеном обсадных труб, и способ может предусматривать обеспечение первого звена обсадных труб, имеющего конец трубы с на-

винченной несъемной муфтой, с участком внутренней клиновидной резьбы, имеющим внутреннюю клиновидную резьбу, выполненную с возможностью входить в зацепление с наружной клиновидной резьбой, расположенной на неразъемном ниппельном конце второго звена обсадных труб.

Другим объектом изобретения является способ формирования клиновидного соединения. Способ предусматривает обеспечение звена обсадных труб, имеющего ниппельный конец, выполненный заедино с указанным звеном труб, причем звено обсадных труб имеет внутренний диаметр $D1$, формирование внутренней кольцевой выемки в продольном направлении на внутренней поверхности звена обсадных труб в заданном положении на указанном ниппельном конце, при этом внутренняя кольцевая выемка имеет внутренний диаметр $D2$, превышающий $D1$, и механическую обработку наружной клиновидной резьбы на внешней поверхности указанного ниппельного конца. Внутренняя кольцевая выемка расположена продольно на внутренней поверхности звена обсадных труб и радиально примыкает к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части неразъемного ниппельного конца. Формирование внутренней кольцевой выемки может предусматривать механическую обработку внутренней кольцевой выемки в продольном направлении на внутренней поверхности звена обсадных труб в заданном положении на неразъемном ниппельном конце. Формирование внутренней кольцевой выемки может предусматривать штамповку внутренней кольцевой выемки в продольном направлении на внутренней поверхности звена обсадных труб в заданном положении на неразъемном ниппельном конце. Формирование внутренней кольцевой выемки может предусматривать механическую обработку и штамповку внутренней кольцевой выемки в продольном направлении на внутренней поверхности звена обсадных труб в заданном положении на неразъемном ниппельном конце.

Этот и другие объекты изобретения могут содержать один или несколько из следующих признаков. Формирование (такое, как механическая обработка и/или штамповка) внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб может предусматривать формирование (например, механическую обработку и/или штамповку) внутренней кольцевой выемки с продольной длиной, меньшей, чем продольная длина участка наружной клиновидной резьбы. Формирование (например, механическая обработка и/или штамповка) внутренней кольцевой выемки может предусматривать выбор продольной длины внутренней кольцевой выемки на основании по меньшей мере частично продольной длины замкового соединения, выполненного с возможностью расположения внутри звена обсадных труб, расположенного в стволе скважины, причем продольная длина внутренней кольцевой выемки должна быть меньше продольной длины замкового соединения. Дополнительно или в качестве альтернативы, поверхность уплотнения металл-металл расположена между самой нижней резьбой и концом неразъемного ниппельного конца для формирования уплотнения, а формирование внутренней кольцевой выемки предусматривает выбор продольной длины внутренней кольцевой выемки таким образом, чтобы обеспечить гибкость в нижней части неразъемного ниппельного конца для улучшения уплотнения, обеспечиваемого поверхностью уплотнения металл-металл. Дополнительно или в качестве альтернативы, формирование внутренней кольцевой выемки может предусматривать выбор продольной длины внутренней кольцевой выемки так, чтобы обеспечить гибкость, требуемую для улучшения уплотнения наружной клиновидной резьбы в нижней части неразъемного ниппельного конца. Формирование внутренней кольцевой выемки может также предусматривать выбор продольной длины внутренней кольцевой выемки таким образом, чтобы внутренняя кольцевая выемка не была расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб, радиально примыкающей к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на верхней части неразъемного ниппельного конца таким образом, чтобы сохранить механическую прочность в верхней части неразъемного ниппельного конца, на которой расположена часть наружной клиновидной резьбы. Механическая обработка внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб может предусматривать механическую обработку внутренней кольцевой выемки на токарном станке. Звено обсадных труб с неразъемным ниппельным концом может быть вторым звеном обсадных труб, а способ может предусматривать обеспечение второго звена обсадных труб, содержащего конец трубы с навинченной несъемной муфтой, с участком внутренней клиновидной резьбы, имеющим внутреннюю клиновидную резьбу, выполненную с возможностью входить в зацепление с наружной клиновидной резьбой, расположенной на ниппельном конце второго звена обсадных труб.

Один из объектов изобретения относится к комплекту деталей, содержащему трубное соединение в соответствии с настоящим изобретением и колонну буровых труб, где продольная длина $L1$ внутренней кольцевой выемки меньше, чем продольная длина $L3$ замкового соединения на колонне буровых труб. Первое звено обсадных труб может содержать внутренний уступ, а продольная длина $L2$ углубленного участка, проходящего от внутреннего переходного участка внутренней кольцевой выемки к внутреннему уступу, меньше, чем продольная длина $L3$ замкового соединения на колонне буровых труб. Наружная клиновидная резьба ниппельного конца трубы и внутренняя клиновидная резьба муфтового конца трубы могут быть свинчены друг с другом, а ниппельный конец трубы и муфтовый конец трубы могут быть расположены в конечном собранном положении относительно друг друга.

Один из объектов изобретения относится к комплекту деталей, содержащему трубное соединение по одному из пп.1-17 формулы изобретения и соединенную колонну насосно-компрессорных труб, в котором продольная длина $L1$ внутренней кольцевой выемки меньше, чем продольная длина $L4$ соедине-

ния на колонне напорно-компрессорных труб с резьбой и муфтой. Первое звено обсадных труб может содержать внутренний уступ, а продольная длина L2 углубленного участка, проходящего от внутреннего переходного участка внутренней кольцевой выемки к внутреннему уступу, меньше продольной длины L4 соединения на колонне напорно-компрессорных труб с резьбой и муфтой. Наружная клиновидная резьба неразъемного ниппельного конца и внутренняя клиновидная резьба муфтового конца трубы могут быть свинчены друг с другом, а указанный ниппельный конец трубы и муфтовый конец трубы могут быть расположены в конечном собранном положении относительно друг друга.

Подробности одного или более вариантов реализации изобретения, раскрытые в описании данного изобретения, изложены ниже на прилагаемых чертежах и в описании. Другие признаки, аспекты и преимущества изобретения станут очевидны из подробного описания, чертежей и формулы изобретения.

Перечень фигур чертежей

На фиг. 1 и 6 показан схематический вид сбоку в поперечном разрезе примера клиновидного резьбового соединения, имеющего внутреннюю кольцевую выемку.

На фиг. 2А показан схематический вид сбоку в поперечном разрезе примера трубного элемента с муфтовым концом трубы с внутренней резьбой.

На фиг. 2В показан схематический вид сбоку в поперечном разрезе примера трубного элемента с ниппельным концом с наружной резьбой.

На фиг. 3 и 4 показаны блок-схемы, описывающие примеры способов формирования клиновидного соединения.

На фиг. 5 показан вид в перспективе в частичном поперечном разрезе примера клиновидного резьбового соединения по фиг. 1.

Одинаковыми ссылочными цифрами и обозначениями на фигурах обозначены одинаковые элементы.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

В настоящем описании изобретения раскрывается трубное соединение, в частности, клиновидное резьбовое соединение с внутренней выемкой или выточкой вдоль части длины внутренней части ниппельного конца соединения. Выемка клиновидного резьбового соединения обеспечивает преимущества с точки зрения пространственного расположения, пространственной эффективности и/или гибкости соединения при сохранении механических свойств и уплотняющих свойств соединения, например, для его функционального использования в обсадных трубах ствола скважины.

Проблемы клиновидных соединений, известных из уровня техники

В некоторых клиновидных резьбовых соединениях, известных из уровня техники, для помещения напорно-компрессорных труб с большим внешним диаметром (OD) во внутреннем диаметре (ID) обсадных труб, как правило, радиально увеличивают внутренний диаметр ID обсадных труб, чтобы обеспечить дополнительный зазор между наружным диаметром OD напорно-компрессорной трубы и внутренней частью обсадных труб. Для сохранения структурной целостности обсадных труб известно увеличение внешнего диаметра (OD) обсадных труб. Однако это увеличение может иметь негативные последствия для стволов скважин меньшего диаметра, которые иногда необходимы в существующих технологиях бурения некоторых скважин. Часто невозможно использовать обсадные трубы с большим внешним диаметром OD в таких стволах скважин меньшего диаметра. В таких ситуациях, если наружный диаметр OD обсадных труб не может быть увеличен из-за диаметра ствола скважины, а внутренний диаметр ID обсадных труб не увеличивают из-за опасений по необходимости в определенной толщине стенок (количестве материала), требуемой для выдерживания растягивающего усилия на обсадную трубу, кольцевое пространство между соединением на колонне эксплуатационных напорно-компрессорных труб или колонне напорно-компрессорных труб для капитального ремонта и замковым соединением на колонне бурильных труб, а также внутренний диаметр (ID) обсадных труб могут иметь небольшие размеры, и существует вероятность контакта между соединениями напорно-компрессорных труб или замкового соединения колонны бурильных труб и внутренней частью обсадных труб. В некоторых скважинах, таких как скважины с отходами и длинные скважины, которые в настоящее время пробурены для сланцевых пластов (например, вертикальные и горизонтальные участки), величина крутящего момента, требуемая для опускания колонны бурильных труб, эксплуатационных напорно-компрессорных труб или колонны для капитального ремонта, может привести к тому, что соединения напорно-компрессорных труб или замковое соединение колонны бурильных труб, которое часто имеет наибольший внешний диаметр OD на этом сегменте трубы, будут скручены и войдут в контакт с внутренней стенкой обсадных труб. Этот процесс может повторяться каждый раз, когда новое звено напорно-компрессорной трубы или бурильной трубы опускают в ствол скважины и через обсадную трубу (например, в скважине длиной от 2000 до 3000 м и отрезках трубы приблизительно от 10 до 12 м). Эта повторяющаяся процедура вызывает механический износ соприкасающихся частей между соединением напорно-компрессорной трубы или замковым соединением бурильной трубы и внутренней стенкой обсадных труб. Такой контакт в клиновидных соединениях обсадных труб может механически изнашивать или даже разъединять и разрушать клиновидные соединения обсадных труб.

Преимущества кольцевой выемки в соответствии с настоящим изобретением

В соответствии с настоящим изобретением, внутренняя область клиновидного соединения имеет

углубленную выемку, прилегающую по меньшей мере к части резьбового участка клиновидного соединения, например, для уменьшения чрезмерного контакта и механического износа на внутренней поверхности обсадных труб вблизи клиновидного соединения обсадных труб. Выемка в части ниппельного конца клиновидного соединения, описанная здесь, позволяет замковому соединению или соединению перемещаться внутри обсадных труб с гораздо меньшей вероятностью контакта с внутренним диаметром области уплотнения клиновидного соединения. Кроме того, углубленная область клиновидного соединения в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает преимущества, заключающиеся в уменьшенном механическом износе на клиновидном соединении, сохранении механических характеристик клиновидного соединения (например, по существу равные механические характеристики по сравнению с клиновидным соединением без выемки), и обеспечивает гибкость клиновидного соединения в уплотнении металл-металл.

Кольцевая выемка в соответствии с настоящим изобретением решает проблему потери уплотняющих характеристик из-за повреждения внутренней поверхности в обсадной трубе области уплотнения клиновидного соединения, вызванного механическим износом замкового соединения буровой трубы или механическим износом соединения на колонне эксплуатационных напорно-компрессорных труб или колонне напорно-компрессорных труб для капитального ремонта.

Кроме того, расположение кольцевой выемки обеспечивает эффект изгиба в ниппельном конце для улучшения уплотнения металл-металл. Клиновидное соединение с выемкой более подробно описано ниже.

Некоторые термины использованы в настоящем описании в том смысле, как они обычно понимаются в трубной промышленности, в частности, когда трубные изделия с резьбой соединены в вертикальном положении вдоль их центральной оси, например, при сборке колонны трубных изделий для опускания в ствол скважины. Как правило, в соединении трубных изделий типа выступ-впадина с резьбой охватываемый компонент соединения называется "ниппельным" элементом на ниппельном конце, а охватываемый компонент называется "муфтовым" элементом.

Со ссылкой на фиг. 1, соединение 100 трубных изделий показано на виде сбоку в поперечном разрезе. Вид в перспективе соединения 100 трубных изделий также показан на виде в перспективе с частичным поперечным разрезом на фиг. 5. Соединение 100 содержит первый (нижний) трубный элемент 300 с муфтовым концом 302 трубы и второй (верхний) трубный элемент 200 с ниппельным концом 202. Муфтовый конец 302 первого трубного элемента 300 выполнен с возможностью входить в зацепление и герметично присоединять ниппельный конец 202 второго трубного элемента 200 для формирования соединения 100. В примере соединения 100 на фиг. 1, первый трубный элемент 300 и второй трубный элемент 200 формируют часть обсадных труб, выполненную с возможностью установки в стволе скважины. На фиг. 2А показан отдельно вид сбоку в поперечном разрезе первого трубного элемента 300 по фиг. 1. На фиг. 2А показан отдельно вид сбоку в поперечном разрезе второго трубного элемента 200 по фиг. 1.

Первый трубный элемент 300 содержит муфтовый конец 302 трубы с участком 301 внутренней клиновидной резьбы, имеющего внутреннюю клиновидную резьбу 304, расположенную вдоль муфтовой части 305 муфтового конца 302 трубы. Второй трубный элемент 200 содержит ниппельный конец 202, выполненный заедно с указанным трубным элементом, с внутренним участком 201, имеющим наружную клиновидную резьбу 204, расположенную вдоль ниппельной части 203 указанного ниппельного конца 202. Когда ниппельная часть второго трубного элемента вставлена в муфтовую часть первого трубного элемента и второй трубный элемент вращается, наружная клиновидная резьба 204 и внутренняя клиновидная резьба 304 входят в резьбовое зацепление (например, соответствуют друг другу и сопряжены) для формирования соединения 100 трубных изделий. Это соединение первого и второго трубных элементов называется в данной области техники как соединение трубных изделий. Когда соединение 100 трубных изделий собрано, внутренняя клиновидная резьба входит в зацепление с наружной клиновидной резьбой через посадку с натягом сопряженной клиновидной резьбы. В предпочтительном варианте реализации изобретения, внутренняя клиновидная резьба герметично входит в зацепление с наружной клиновидной резьбой, например, вдоль всей или части участков внутренней и/или наружной резьбы.

Используемый здесь термин "сборка" или "собран" относится к процедуре вставки и зацепления ниппельного конца второго трубного элемента с муфтовым концом трубы первого трубного элемента и свинчивания элементов с помощью крутящего момента и вращения для получения "собранного соединения". Когда соединение 100 трубных изделий собрано, муфтовый конец 302 трубы и ниппельный конец 202 трубы расположены в конечном собранном положении 120 относительно друг друга.

Дополнительная информация о клиновидной резьбе может быть найдена в патенте США № 5338074 на имя Баррингера; патенте США № RE 30647 на имя Блоуза, и патенте США № RE 34,467 на имя Ривза, каждый из которых включен в настоящий документ посредством ссылки.

В отношении геометрии клиновидной резьбы, термин "опорная сторона витка резьбы" обозначает поверхность боковой стенки резьбы, которая обращена в сторону от внешнего конца соответствующего ниппельного или муфтового элемента, на котором нанесена резьба, и эта резьба поддерживает вес (а именно растягивающее усилие) нижнего трубного элемента, висящего в стволе скважины. Аналогично, термин "закладная сторона витка резьбы" обозначает поверхность боковой стенки резьбы, которая обращена к внешнему концу соответствующего ниппельного или муфтового элемента и несет нагрузки, сжи-

мающие звенья в направлении друг к другу, такие как вес верхнего трубного элемента во время первоначальной сборки звена или такие как усилие, прилагаемое для надавливания нижнего трубного элемента на дно буровой скважины (то есть сжимающее усилие).

Клиновидная резьба, независимо от конкретного типа, увеличивается по ширине W_1 , W_2 в противоположных направлениях на ниппельном элементе и муфтовом элементе. В предпочтительном варианте реализации изобретения резьба имеет клиновидной резьбовой профиль в форме ласточкиного хвоста, характеризующийся тем, что ширина вершины зуба WTC шире, чем ширина зубца WTR, поэтому также можно сказать, что обе боковые стороны, закладная и опорная стороны витка резьбы, являются отрицательными. В некоторых примерах резьба может быть другого профиля и формы.

Сбегающая резьба: часть на конце резьбовой части в резьбовом соединении, в которой резьба не нарезана на всю глубину, но которая обеспечивает переход между полностью сформированной резьбой и телом трубы. Теоретически, точкой сбега является точка, в которой сужающийся средний диаметр резьбы пересекает внешний диаметр ("OD") трубы.

Кроме того, под "шагом" резьбы понимается дифференциальное расстояние между компонентами резьбы на непрерывно следующих друг за другом витках резьбы. Таким образом, "закладной шаг" - это расстояние между закладными сторонами непрерывно следующих друг за другом шагов резьбы вдоль осевой длины соединения. "Опорный шаг" - это расстояние между опорными сторонами непрерывно следующих друг за другом шагов резьбы вдоль осевой длины соединения. Подробное обсуждение клиновидных соотношений приведено в патенте США № 6206436 на имя Маллиса, и включено в настоящий документ с помощью ссылки.

Клиновидная резьба обычно не имеет заплечиков для передачи крутящего момента, поэтому ее сборка является "неопределенной", и, как результат, относительное положение ниппельного элемента и муфтового элемента могут больше меняться во время сборки для заданного диапазона крутящего момента, подлежащего применению, чем для соединений, имеющих упор заплечик для передачи положительного останавливающего крутящего момента.

В зависимости от типа клиновидной резьбы (типа натяга или типа зазора) расклинивание между боковыми сторонами будет образовываться по-разному. Эффект расклинивания, возникающий на клиновидной резьбе с натягом, происходит из-за особой посадки с осевым натягом между сопряженной нагрузкой и закладными сторонами. Кроме того, эффект расклинивания может быть достигнут без данного специфического конструктивного натяга (например, клиновидного типа зазора), например, с помощью перекоса резьбы и/или радиального натяга.

Независимо от типа клиновидной резьбы, например, клин с зазором или клин с натягом, соответствующие боковые стороны приближают друг к другу (то есть уменьшают зазор или увеличивают натяг) во время сборки. Неопределенная сборка позволяет увеличить натяг боковых сторон увеличением крутящего момента сборки на соединении. Этот увеличенный крутящий момент сборки имеет некоторые недостатки, потому что указанный увеличенный крутящий момент сборки будет создавать более высокое пространственное напряженное состояние из-за более высокого натяга между боковыми сторонами, что приведет к высоким контактными давлениями между скользящими элементами (во время сборки), а также между монтажными элементами (например, в конце сборки).

В зависимости от типа клиновидной резьбы расклинивание между боковыми сторонами будет образовываться по-разному. Эффект расклинивания, возникающий на клиновидной резьбе с натягом, происходит из-за особой посадки с натягом между по меньшей мере частью сопряженной нагрузки и закладными сторонами по меньшей мере части резьбовой части.

Уплотнения в клиновидной резьбе в основном достигают за счет конической поверхности уплотнения, расположенной на ниппельном конце между концом 216 ниппеля и первой резьбой. Эта поверхность входит в зацепление с конической поверхностью уплотнения на муфте для обеспечения уплотнения металл-металл на нижнем конце ниппеля. Профиль основной поверхности металл-металл может иметь разные формы. В некоторых вариантах реализации изобретения поверхность уплотнения металл-металл выполнена как конус-сфера, сфера-сфера, другой тип профиля и/или другие контактные поверхности. Вторичное уплотнение может быть получено за счет эффекта натяга клиновидной резьбы, например, натяга всей или части наружной клиновидной резьбы ниппеля со всей или частью внутренней клиновидной резьбы муфты.

Как отмечено в патенте США № 5338074, описание которого включено с помощью ссылки, гибкость в передней части ниппеля (нижняя часть) клиновидной резьбы целесообразна для предотвращения чрезмерного напряжения смятия при контакте металла с металлом, в частности, без удлинения геометрии передней части ниппеля.

Со ссылкой на соединение 100 трубных изделий по фиг. 1, 2A и 2B, в одном варианте реализации изобретения, первый трубный элемент 300 представляет собой первое звено обсадных труб 300, имеющее муфтовый конец 302 трубы и внутреннюю клиновидную резьбу 304, расположенную продольно на муфтовой части 305 муфтового конца 302, выполненного заедино с трубой. Второй трубный элемент 200 представляет собой второе звено обсадных труб 200, имеющее ниппельный конец 202, выполненный заедино с указанным трубным элементом, с наружной клиновидной резьбой 204, расположенный про-

должно на ниппельной части 205 указанного ниппельного конца 202. Наружная клиновидная резьба 204 выполнена с возможностью входить в герметичное зацепление с внутренней клиновидной резьбой 304. Второе звено обсадных труб 200 имеет внутренний диаметр D1 внутренней поверхности 206 второго звена обсадных труб 200. Второе звено обсадных труб 200 также содержит внутреннюю кольцевую выемку 208, расположенную продольно (если смотреть вдоль центральной продольной оси А-А) вдоль внутренней поверхности 206 второго звена обсадных труб 200. Внутренняя кольцевая выемка 208 радиально примыкает к части 203 наружной резьбы 204 и образует внутренний диаметр D2, больший, чем внутренний диаметр D1 внутренней поверхности 206. Например, внутренняя кольцевая выемка 208 выровнена в радиальном направлении с частью 203 наружной резьбы 204, расположенной наиболее близко к продольному концу ниппельного конца 202, показанного на фиг. 1 как нижний продольный конец ниппельного конца 202. Первая виртуальная плоскость 221, проходящая перпендикулярно центральной продольной оси А-А второго звена обсадных труб 200 и через часть внутренней кольцевой выемки 208, радиально примыкающей к части 203 наружной клиновидной резьбы 204, расположенной на нижней части 207 ниппельного конца 202, проходит через указанную часть 203 наружной клиновидной резьбы 204.

Кольцевая выемка 208 имеет продольную длину L1 относительно (например, параллельно) центральной продольной оси А-А. Длина L1 кольцевой выемки 208 меньше продольной длины L5 наружной клиновидной резьбы 204 ниппельного конца 202. Например, продольная длина L1 внутренней кольцевой выемки 208 может составлять половину продольной длины L5 наружной клиновидной резьбы 204. В других примерах реализации изобретения продольная длина L1 может иметь другую длину, но длина L1 должна быть меньше продольной длины L5 клиновидной резьбы 204. Как показано на фиг. 1, внутренний диаметр D2 кольцевой выемки 208 может быть одинаковым по всей продольной длине L1 кольцевой выемки 208. Однако в некоторых реализациях изобретения внутренний диаметр D2 может изменяться вдоль длины L1 кольцевой выемки 208. Например, внутренний диаметр D2 кольцевой выемки 208 может быть постепенно увеличен или постепенно уменьшен от первого продольного конца 218 выемки 208 до второго, противоположного продольного конца 219 выемки 208.

Как показано на фиг. 1 и 2В, внутренняя кольцевая выемка 208 радиально примыкает к части наружной клиновидной резьбы 204, при этом также примыкает к безрезьбовой части поверхности 212 уплотнения металл-металл на ниппельном конце 202 и муфтовом конце 302 трубы. Внутренняя кольцевая выемка проходит от первого продольного конца 218 до второго противоположного продольного конца 219. В показанном примере второй продольный конец 219 расположен на конце указанного ниппельного конца. Вторая виртуальная плоскость 222, проходящая перпендикулярно центральной продольной оси А-А второго звена обсадных труб 200 и через часть внутренней кольцевой выемки 208, радиально примыкающей к поверхности 212 уплотнения металл-металл ниппельного конца 202, проходит через указанную поверхность 212 уплотнения металл-металл. Поверхность 212 уплотнения металл-металл может быть областью основного уплотнения клиновидного соединения 100, а часть наружной клиновидной резьбы 204, радиально примыкающей к выемке 208, может содержать уплотняющую часть резьбы. Уплотняющая часть резьбы может формировать область вторичного уплотнения клиновидного соединения 100, а выемка 208 выровнена с уплотняющей частью наружной клиновидной резьбы 204. В примере трубного соединения 100 по фиг. 1 внутренняя кольцевая выемка 208 и уплотняющая часть наружной клиновидной резьбы 204 расположены близко к продольной концевой части ниппельного конца 202 таким образом, что выемка 208 радиально примыкает к продольной концевой части 215 наружной клиновидной резьбы 204. Кольцевая выемка 208 выполнена с возможностью обеспечения гибкости продольной концевой части (например, нижней части) ниппельного конца 202 второго звена обсадных труб 200, например, когда первое звено обсадных труб 300 и второе звено обсадных труб 200 собраны в трубное соединение 100. В некоторых вариантах реализации изобретения кольцевая выемка 208 выполнена с возможностью обеспечения гибкости, необходимой для уплотнения нижней концевой части клиновидной резьбы 204 и 304 для формирования вторичного уплотнения, при этом также для обеспечения гибкости поверхности 212 основного уплотнения металл-металл.

Второе звено обсадных труб 200 также содержит внутренний переходный участок 210, расположенный в переходной области между кольцевой выемкой 208 и остальной частью внутренней поверхности 206 второго звена обсадных труб 200. Например, переходный участок 210 расположен на верхнем продольном конце 220 кольцевой выемки 208, где переходный участок проходит через внутреннюю поверхность 206 второго звена обсадных труб 200 от внутреннего диаметра D2 выемки 208 к внутреннему диаметру D1 остальной части второго звена обсадных труб 200. Со ссылкой на фиг. 1, точка P1 указывает на первый продольный конец переходного участка 210, а точка P2 на второй продольный конец переходного участка 210, где точка P1 расположена в продольном направлении второго звена обсадных труб 200, имеющего диаметр D1, а точка P2 расположена в продольном направлении второго звена обсадных труб 200, имеющего диаметр D2. Переходный участок 210 может иметь различные формы. Например, переходный участок может содержать линейный профиль между P1 и P2 или нелинейный профиль между P1 и P2. В примере соединения 100 по фиг. 1 переходный участок 210 имеет коническую форму.

В некоторых вариантах реализации изобретения первое звено обсадных труб 300 содержит внутренний уступ 306, состоящий из концевой поверхности, расположенной в основном в осевом направле-

нии относительно центральной продольной оси. Концевая поверхность внутреннего уступа 306 может проходить в основном радиально относительно центральной продольной оси. Концевая поверхность внутреннего уступа 306 может проходить в основном перпендикулярно относительно центральной продольной оси. Концевая поверхность внутреннего уступа 306 может иметь другую форму и ориентацию. Уступ 306 может формировать конечное положение муфтового конца 302 трубы. Уступ 306 формирует вставку во внутреннем диаметре D7 первого звена обсадных труб 300, а внутренняя резьба 304 может начинаться рядом с уступом 306 или на заданном продольном расстоянии от уступа. В некоторых вариантах реализации изобретения конец ниппеля 202 контактирует с уступом 306, создавая заплечик для передачи положительного останавливающего крутящего момента. Внутренний диаметр D7 первого звена обсадных труб 300 может быть по существу таким же, как внутренний диаметр D1 второго звена обсадных труб 200.

Что снова касается второго звена обсадных труб 200, кольцевая выемка 208 создает углубленный участок 130 соединения 100 с внутренним диаметром D2, превышающим внутренний диаметр D1 второго звена обсадных труб 200 и внутренний диаметр первого звена обсадных труб 300. Этот углубленный участок 130 проходит от переходного участка 210 к уступу 306, когда первое звено обсадных труб 300 расположено в уплотнительном зацеплении со вторым звеном обсадных труб 200 и имеет продольную длину L2, как показано на фиг. 1.

Во время буровых работ, колонна 108 бурильных труб имеет первое (верхнее) звено 111 бурильной трубы, несущее замковое соединение 110a, и второе (нижнее) звено 113 бурильной трубы, несущее замковое соединение 110b, которое собрано в замковое соединение 110. Колонна 108 бурильных труб и замковое соединение 110 бурильного замка могут быть выборочно расположены внутри (например, радиально внутри) первой обсадной трубы 300 и второй обсадной трубы 200, и трубного соединения 100. Эта колонна 108 бурильных труб и соединение 110 бурильной колонны могут быть использованы во время бурения нижней части ствола скважины ниже конца ранее установленной колонны обсадных труб, включая первое обсадное звено 300 обсадных труб и второе обсадное звено 200 обсадных труб. Замковое соединение 110 может иметь внешний диаметр D3, который больше диаметра D4 колонны 108 бурильных труб на всей или части всей продольной длины замкового соединения 110, но меньше диаметра D1, чтобы помещаться внутри трубного соединения 100. Замковое соединение 110 также содержит продольную длину L3, где L3 представляет собой длину части замкового соединения 110 с диаметром D3. Продольная длина L1 внутренней кольцевой выемки 208 меньше продольной длины L3 замкового соединения 110, а длина L2 углубленного участка 130 меньше длины L3 замкового соединения 110, например, таким образом, что замковое соединение не может быть расположено в углубленном участке 130 и контактировать с внутренней поверхностью кольцевого углубления 208.

В некоторых вариантах реализации изобретения вместо колонны 108 бурильных труб, колонна напорно-компрессорных труб с резьбой и муфтой для капитального ремонта выборочно помещена внутри ствола скважины с одним из соединений на колонне напорно-компрессорных труб для капитального ремонта внутри трубного соединения 100. В других вариантах реализации изобретения вместо колонны 108 бурильных труб, эксплуатационная колонна напорно-компрессорных труб с резьбой и муфтой выборочно помещена внутри ствола скважины с одним из соединений эксплуатационной колонны напорно-компрессорных труб внутри трубного соединения 100. В этих альтернативных вариантах реализации изобретения, которые схематически показаны на фиг. 6, продольная длина L1 внутренней кольцевой выемки 208 меньше продольной длины L4 соединения 128 (имеющего внешний диаметр D5) на такой колонне 129 напорно-компрессорных труб с резьбой и муфтой (имеющей меньший внешний диаметр D6), выборочно расположенной внутри трубного соединения 100.

Специалисту в данной области техники будет понятно, что эксплуатационная колонна напорно-компрессорных труб и/или колонна напорно-компрессорных труб для капитального ремонта могут быть выполнены заедно с соединениями вместо наличия отдельных соединений. Такие интегральные соединения имеют внешний диаметр, который больше внешнего диаметра напорно-компрессорных труб, и конический внешний профиль в соединении, аналогичный профилю замкового соединения 110 колонны 108 бурильных труб, показанного на фиг. 1. В таком варианте реализации изобретения вместо колонны 108 бурильных труб, колонна напорно-компрессорных труб для капитального ремонта или эксплуатационная колонна напорно-компрессорных труб выборочно помещена внутри ствола скважины с одним из соединений, выполненных заедно с трубами, внутри трубного соединения 100.

Как описано ранее, внутренняя кольцевая выемка 208 представляет собой выемку или полученное с помощью зенковки углубление в ниппельном конце 202 второго звена обсадных труб 200. Длину L1 выемки 208 можно изменять, например, в зависимости от длины L3 замкового соединения 110, в зависимости от желаемой гибкости ниппельного конца 202, сочетания этих параметров или иных факторов. В некоторых вариантах реализации изобретения длину L1 выемки 208 выбирают для поддержания надлежащего функционирования области уплотнения соединения 100, которая может содержать поверхность 212 основного уплотнения и часть наружной резьбы 204, которая входит в зацепление с частью внутренней резьбы 304, расположенной вблизи с нижним продольным концом ниппельного конца 202, при этом также не допускает выход замкового соединения (например, замкового соединения 110 колонны 108 бу-

рильных труб) в выемку 208. В вариантах реализации соединения, которое не содержит выемку 208, как описано в данном документе (например, когда ниппельный конец звена обсадных труб имеет внутренний диаметр, одинаковый по всей своей длине и расположен вровень с верхним и нижним участками труб), механический износ замкового соединения буровой трубы или иных соединений труб может привести к повреждению области уплотнения соединительной резьбы соединения. Однако в примере соединения 100 трубных изделий по фиг. 1, кольцевая выемка 208 второго звена обсадных труб 200 обеспечивает смещение от обычного внутреннего диаметра (например, D1), что уменьшает или предотвращает механический износ замкового соединения 110, входящего в контакт с областями ниппельного конца 202, прилегающими к частям резьбы 204. Кроме того, кольцевая выемка 208 обеспечивает определенную степень гибкости на ниппельном конце 202 и таким образом обеспечивает гибкость поверхности 212 основного уплотнения металл-металл и/или вторичного уплотнения между клиновидными резьбами 204 и 304, например, для улучшения уплотнения металл-металл, расположенного между первой резьбой (например, самой нижней резьбой 214) и концом 216 ниппеля, и/или улучшения вторичного уплотнения при взаимодействии резьбы 204 с резьбой 304.

Специалисту в области резьбовых соединений может показаться нелогичным включать кольцевую выемку 208 в ниппельный конец 202 второго звена обсадных труб 200, потому что было бы более логичным иметь внутренний диаметр резьбового соединения, который был бы одинаковым, линейным и ровным, например, таким образом, чтобы износ внутренней поверхности резьбового соединения распределялся равномерно по длине его внутренней поверхности. Кроме того, может показаться нелогичным вставлять кольцевую выемку вблизи части конической резьбы и вблизи поверхности 212 уплотнения металл-металл на ниппеле, что таким образом уменьшает толщину стенки и уменьшает количество материала, необходимого для выдерживания разрывающего усилия в соединении. Кроме того, может показаться нелогичным, что уменьшение количества материала может фактически улучшить уплотнение в нижней части клиновидного резьбового соединения, потому что оно обеспечивает большую гибкость, которая снижает концентрацию напряжений в соединении. Однако, как описано в настоящем документе, кольцевая выемка 208 обеспечивает значительные преимущества в снижении износа на уплотняющей части клиновидного резьбового соединения при сохранении механических свойств, улучшении уплотнения резьбового соединения и обеспечении гибкости в резьбовом соединении, которая улучшает уплотнение, среди прочих преимуществ. Например, механические свойства сохраняются, потому что выемка не проходит вдоль части клиновидного участка, который более важен для механической прочности (например, часть конического участка на верхнем продольном конце резьбы 204 и резьбы 304). Иными словами, выемка 208 может быть только вдоль части клиновидного участка, благодаря чему отсутствует углубленная область, непосредственно или радиально примыкающая к части клиновидных участков, которые более важны для механической прочности.

На фиг. 3 показана блок-схема, описывающая пример способа 350 формирования резьбового соединения, например, такого как соединение 100 трубных изделий по фиг. 1. На этапе 352 обеспечивают звено обсадных труб, имеющее ниппельный конец трубы, с расположенной на нем наружной клиновидной резьбой. Звено обсадных труб имеет внутренний диаметр D1. На этапе 354 формируют внутреннюю кольцевую выемку (например, механической обработкой и/или штамповкой) в звене обсадных труб на ниппельном конце указанных труб, где внутренняя кольцевая выемка имеет внутренний диаметр D2, больший, чем диаметр D1. Внутренняя кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности обсадных труб и радиально примыкает к части наружной резьбы, расположенной на нижней части указанного ниппельного конца. В некоторых вариантах реализации соединения кольцевую выемку формируют таким образом (например, механической обработкой и/или штамповкой), чтобы она имела меньшую продольную длину чем продольная длина наружной клиновидной резьбы. В некоторых вариантах реализации изобретения продольную длину внутренней кольцевой выемки выбирают на основании по меньшей мере частично продольной длины замкового соединения, выполненного с возможностью расположения внутри резьбового соединения, располагаемого в стволе скважины, где продольная длина внутренней кольцевой выемки должна быть меньше продольной длины замкового соединения. В некоторых примерах реализации изобретения, механическая обработка внутренней кольцевой выемки в звене обсадных труб предусматривает механическую обработку внутренней кольцевой выемки на токарном станке. В некоторых случаях второе звено обсадных труб, имеющее муфтовый конец трубы с внутренней клиновидной резьбой, может входить в зацепление (например, герметичное зацепление) с наружной клиновидной резьбой, расположенной на ниппельном конце первого упомянутого звена обсадных труб.

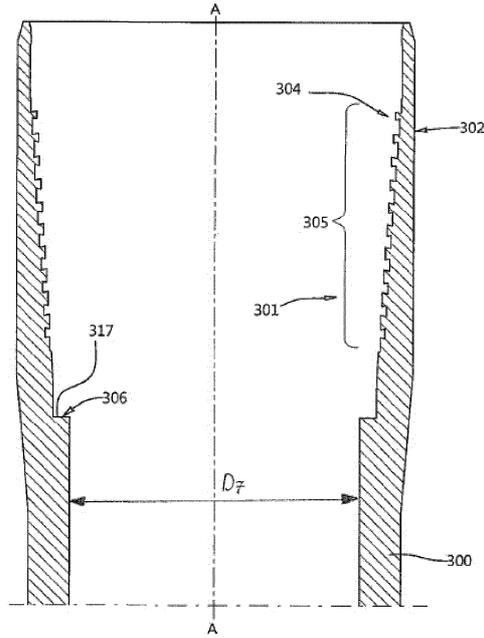
На фиг. 4 показана блок-схема, описывающая пример способа 400 формирования резьбового соединения, например, такого как соединение 100 трубных изделий по фиг. 1. На этапе 402 обеспечивают звено обсадных труб, имеющее ниппельный конец, где звено обсадных труб имеет внутренний диаметр D1. На этапе 404 формируют внутреннюю кольцевую выемку (например, механической обработкой и/или штамповкой) продольно на внутренней поверхности звена обсадных труб в заданном положении на ниппельном конце звена труб. Внутренняя кольцевая выемка имеет внутренний диаметр D2, который больше, чем диаметр D1. На этапе 406 наружную клиновидную резьбу подвергают механической обработке на внешней поверхности ниппельного конца, где внутренняя кольцевая выемка расположена продольно

на внутренней поверхности звена обсадных труб и радиально примыкает к участку наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части ниппельного конца.

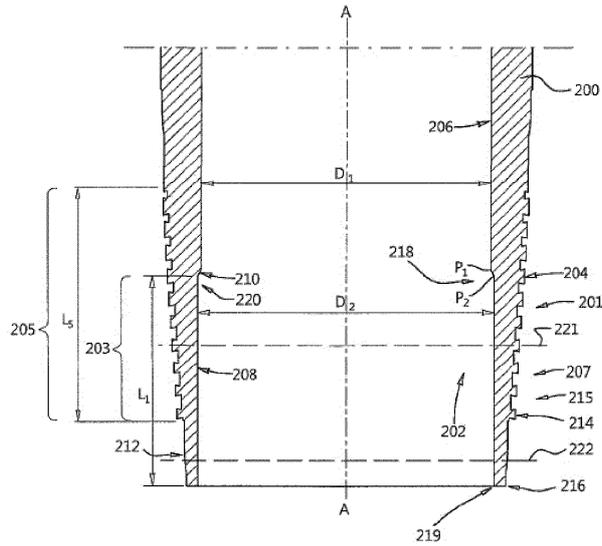
Было описано несколько вариантов реализации изобретения. Тем не менее, следует понимать, что различные модификации могут быть выполнены без отступления от сущности и объема настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

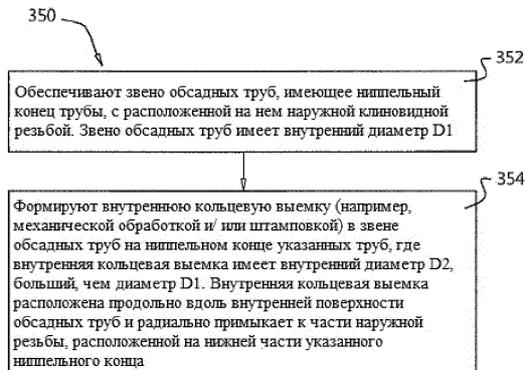
1. Трубное соединение (100), которое содержит первое звено обсадных труб (300), содержащее муфтовый конец (302), выполненный заедино с указанным звеном труб, с участком внутренней клиновидной резьбы (304), расположенной на муфтовой части (305) муфтового конца труб (302); и второе звено обсадных труб (200), содержащее ниппельный конец (202), выполненный заедино с указанным звеном труб, с участком наружной клиновидной резьбы (204), расположенной на ниппельной части (205) указанного ниппельного конца (202), при этом наружная клиновидная резьба (204) выполнена с возможностью входить в зацепление с внутренней клиновидной резьбой (304); в котором указанное второе звено обсадных труб (200) имеет внутренний диаметр $D1$, и характеризуется тем, что указанное второе звено обсадных труб (200) дополнительно содержит внутреннюю кольцевую выемку (208), имеющую внутренний диаметр $D2$, причем $D2$ больше, чем $D1$, внутренняя кольцевая выемка расположена продольно вдоль внутренней поверхности (206) второго звена обсадных труб (200) и радиально примыкает к части (203) наружной клиновидной резьбы (204), расположенной на нижней части указанного ниппельного конца (202), в котором внутренний диаметр $D2$ внутренней кольцевой выемки (208) равен по всей продольной длине $L1$ внутренней кольцевой выемки.
 2. Трубное соединение по п.1, в котором резьбы имеют клиновидный резьбовой профиль формы типа "ласточкин хвост".
 3. Трубное соединение по п.1 или 2, в котором поверхность уплотнения металл-металл (212) расположена между самой нижней резьбой и концом (216) указанного ниппельного конца (202) для формирования уплотнения.
 4. Трубное соединение по одному из пп.1-3, в котором наружная клиновидная резьба выполнена с возможностью герметично входить в зацепление с внутренней клиновидной резьбой.
 5. Трубное соединение по одному из пп.3, 4, в котором внутренняя кольцевая выемка не расположена продольно вдоль внутренней поверхности второго звена обсадных труб, радиально примыкающая к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на верхней части указанного ниппельного конца.
 6. Трубное соединение по одному из пп.1-5, которое выполнено с возможностью неопределенной сборки.
 7. Трубное соединение по одному из пп.1-6, в котором первое звено обсадных труб содержит внутренний уступ, обращенный к концу ниппельного конца второго звена обсадных труб в конечном собранном положении первого звена обсадных труб и второго звена обсадных труб относительно друг друга, причем в конечном собранном положении конец указанного ниппельного конца второго звена обсадных труб не контактирует с внутренним уступом, и в котором внутренний уступ образует вставку во внутреннем диаметре $D7$ первого звена обсадных труб.
 8. Трубное соединение по п.7, в котором внутренний диаметр $D2$ внутренней кольцевой выемки больше внутреннего диаметра $D7$ первого звена обсадных труб.
 9. Трубное соединение по одному из пп.1-8, в котором второе звено обсадных труб (200) содержит внутренний переходный участок (210), расположенный внутри второго звена обсадных труб на верхнем продольном конце внутренней кольцевой выемки, указанный внутренний переходный участок (210) выполнен с возможностью перехода внутреннего диаметра $D2$ внутренней кольцевой выемки на внутренний диаметр $D1$ второго звена обсадных труб.
 10. Способ формирования трубного соединения по любому из пп.1-9, который предусматривает: обеспечивают второе звено обсадных труб (200), имеющее ниппельный конец (202), выполненный заедино с указанным звеном труб, с участком наружной клиновидной резьбы (204) на нем, указанное звено обсадных труб имеет внутренний диаметр $D1$; и формируют внутреннюю кольцевую выемку (208) в звене обсадных труб (200) на указанном ниппельном конце (202), указанная внутренняя кольцевая выемка имеет внутренний диаметр $D2$, больший, чем диаметр $D1$, и расположена продольно вдоль внутренней поверхности звена обсадных труб и радиально примыкает к части наружной клиновидной резьбы, расположенной на нижней части указанного ниппельного конца, при этом внутренний диаметр $D2$ внутренней кольцевой выемки (208) равен по всей продольной длине $L1$ внутренней кольцевой выемки; и обеспечивают первое звено обсадных труб (300), имеющее муфтовый конец (302) с участком внутренней клиновидной резьбы (304), которая выполнена с возможностью входить в зацепление с наружной клиновидной резьбой (204), расположенной на ниппельном конце (202) второго звена обсадных труб (200).



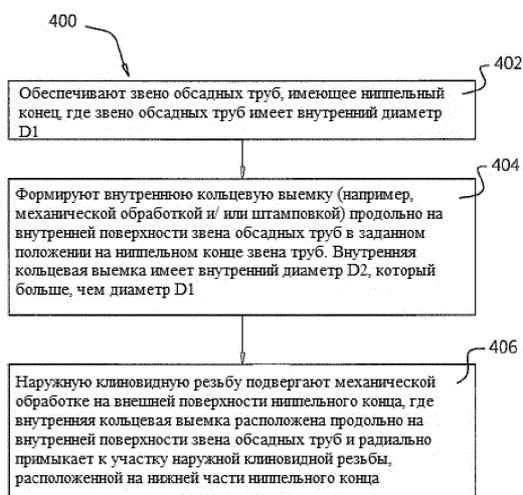
Фиг. 2А



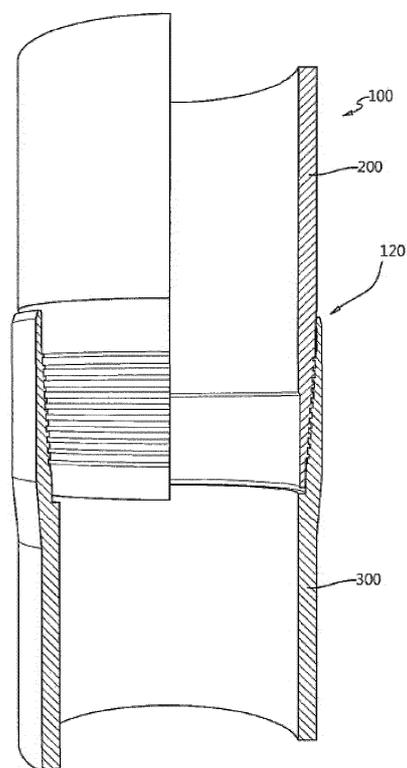
Фиг. 2В



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

