

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040758**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.07.25**

(51) Int. Cl. *E21B 17/08* (2006.01)  
*E21B 17/042* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201800534**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.04.25**

**(54) РЕЗЬБОВОЕ И МУФТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

(31) **62/328,432; 15/486,048**

(56) US-A1-2006152000  
US-A1-2004118569  
US-A1-2015061288  
US-B1-6206436

(32) **2016.04.27; 2017.04.12**

(33) **US**

(43) **2019.03.29**

(86) **PCT/US2017/029377**

(87) **WO 2017/189557 2017.11.02**

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

(72) Изобретатель:  
**Харви Стефен (US), Санти Нестор,  
Кастилла Матиас (AR)**

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

(57) Соединение трубных изделий для разъёмного соединения трубных элементов содержит: муфту, имеющую первую внутреннюю клиновидную резьбу в форме ласточкина хвоста, образованную в продольном канале муфты, и вторую внутреннюю резьбу клиновидного хвоста; первый трубный элемент, имеющий первую сопрягаемую внешнюю сходящую клиновидную резьбу в форме ласточкина хвоста, проходящую от первой поверхности проксимального конца с наружной резьбой; и второй трубный элемент, по существу, идентичный первому трубному элементу; в котором, когда первый и второй трубные элементы свинчены в муфте с использованием заданного рекомендуемого оптимального крутящего момента, расстояние D между поверхностью первого конца с наружной резьбой и поверхностью второго конца с наружной резьбой находится в диапазоне от 0 до 10 мм, и когда расстояние D равно 0, существует контакт между поверхностью первого конца с наружной резьбой и поверхностью второго конца с наружной резьбой второго трубного изделия, но нет осевой интерференции.

**B1****040758****040758****B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Изобретение относится к резьбовому и муфтовому соединению для трубных изделий, в частности, к сборному соединению первого и второго трубных элементов при помощи муфты с внутренней резьбой.

### **Предшествующий уровень техники**

Настоящая заявка испрашивает приоритет по заявке на патент США № 62/328,432, поданной 27 апреля 2016 года, и по заявке на патент США № 15/486048, поданной 12 апреля 2017 года, полное содержание которых включено в настоящую заявку посредством ссылки.

### **Сущность изобретения**

В одном аспекте настоящее изобретение относится к соединению для разъемного соединения первого и второго трубных элементов. Свинченное соединение трубных изделий содержит муфту, имеющую первый конец с первой поверхностью и второй конец со второй поверхностью; и продольный соединительный канал, проходящий через муфту от первого конца муфты до второго конца муфты. Муфта дополнительно содержит непрерывную первую внутреннюю клиновидную резьбу, образованную в продольном соединительном канале муфты и проходящую от первой поверхности муфтового конца до средней точки продольного соединительного канала, и непрерывную вторую внутреннюю клиновидную резьбу, образованную в продольном соединительном канале и проходящую от второй поверхности муфтового конца до средней точки продольного канала.

Дополнительно свинченное соединение трубных изделий содержит первый трубный элемент, имеющий первый дистальный конец с наружной резьбой и первый проксимальный конец с наружной резьбой; первый продольный канал, проходящий через первый трубный элемент от первого проксимального конца с наружной резьбой до первого дистального конца с наружной резьбой, при этом указанный первый проксимальный конец с наружной резьбой заканчивается на поверхности первого проксимального конца трубного элемента с наружной резьбой; и непрерывную первую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу, образованную на первой наружной поверхности первого трубного элемента и проходящую от поверхности первого проксимального конца с наружной резьбой до заданной первой точки на первом трубном элементе.

Дополнительно соединение трубных изделий содержит второй трубный элемент, имеющий второй дистальный конец с наружной резьбой и второй проксимальный конец с наружной резьбой; второй продольный канал, проходящий через второй трубный элемент от второго проксимального конца с наружной резьбой ко второму дистальному концу с наружной резьбой, при этом указанный второй проксимальный конец с наружной резьбой заканчивается на поверхности второго проксимального конца трубного элемента с наружной резьбой; и непрерывную вторую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу, образованную на второй наружной поверхности второго трубного элемента и проходящую от поверхности второго проксимального конца с наружной резьбой до заданной второй точки на втором трубном элементе.

В соединении трубных изделий, когда первый проксимальный конец с наружной резьбой первого трубного элемента свинчен с первым концом муфты, и второй проксимальный конец с наружной резьбой второго трубного элемента свинчен со вторым концом муфты, при этом каждое свинченное соединение выполнено с рекомендованным оптимальным крутящим моментом свинчивания, расстояние  $D$  между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой составляет от 0 до 10 мм, и когда расстояние  $D$  равно 0 мм, существует контакт между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой, но нет осевой интерференции.

Во втором аспекте настоящего изобретения, коэффициент клина  $W_C$  непрерывной первой внутренней клиновидной резьбы, непрерывной второй внутренней клиновидной резьбы, непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы и непрерывной второй сопрягаемой внешней клиновидной резьбы меньше значения 2,0, и в котором  $W_C$  определяют как соотношение первой ширины ( $W_1$ ) наиболее широкой клиновидной резьбы, поделенной на вторую ширину ( $W_2$ ) наиболее узкой клиновидной резьбы.

В третьем аспекте настоящего изобретения, в свинченном соединении трубных изделий коэффициент клина  $W_C$  составляет от 1,3 до 1,9.

В четвертом аспекте настоящего изобретения свинченное соединение трубных изделий выполнено таким образом, что при приложении чрезмерного крутящего момента к свинченному соединению трубных изделий во время установки свинченного соединения трубных изделий в стволе скважины путем вращения колонны, состоящей из множества взаимосвязанных соединений трубных изделий, указанный чрезмерный крутящий момент приводит к интерференционному контакту между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой свинченного соединения трубных изделий.

В соответствии с пятым аспектом настоящего изобретения, интерференционный контакт между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой передает осевую нагрузку через свинченное соединение трубных изделий.

В шестом аспекте настоящего изобретения свинченное соединение трубных изделий имеет перегру-

зочную способность по чрезмерному крутящему моменту в диапазоне 150-250% от оптимального крутящего момента свинчивания.

В соответствии с седьмым аспектом настоящего изобретения непрерывная первая и непрерывная вторая внутренняя клиновидная резьба, расположенные в муфте, непрерывная первая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба, расположенная на первом трубном элементе, и непрерывная вторая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба, расположенная на втором трубном элементе, представляют собой клиновидную резьбу в виде ласточкина хвоста.

В соответствии с восьмым аспектом настоящего изобретения, непрерывная первая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба, расположенная на первом трубном элементе, и непрерывная вторая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба, расположенная на втором трубном элементе, являются сходящейся клиновидной резьбой.

В соответствии с девятым аспектом настоящего изобретения, заданная первая точка на первом трубном элементе определена первой точкой схождения непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы на первой наружной поверхности первого трубного элемента, а заданная вторая точка на втором трубном элементе определена второй точкой схождения непрерывной второй сопрягаемой внешней клиновидной резьбы на второй наружной поверхности второго трубного элемента.

В соответствии с десятым аспектом настоящего изобретения первый средний диаметр конуса непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы пересекает первый наружный диаметр (OD) первого трубного элемента в первой точке схождения, и второй средний диаметр конуса второй сопрягаемой внешней клиновидной резьбы пересекает второй наружный диаметр (OD) второго трубного элемента во второй точке схождения.

В соответствии с одиннадцатым аспектом настоящего изобретения непрерывная первая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба первого трубного элемента свинчена в непрерывную первую внутреннюю клиновидную резьбу муфты, и непрерывная вторая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба второго трубного элемента свинчена в непрерывную вторую внутреннюю клиновидную резьбу муфты.

В соответствии с двенадцатым аспектом настоящего изобретения рекомендуемый оптимальный крутящий момент свинчивания при соединении трубных изделий создают только при помощи непрерывной первой наружной клиновидной резьбы, сопрягающейся с непрерывной первой внутренней клиновидной резьбой, и непрерывной второй внешней клиновидной резьбой, сопрягающейся с непрерывной второй внутренней клиновидной резьбой.

В соответствии с тринадцатым аспектом настоящего изобретения соединение трубных изделий выполнено без заплечиков для передачи крутящего момента.

В соответствии с четырнадцатым аспектом настоящего изобретения заданная первая точка непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы расположена на первом трубном элементе между первым дистальным концом с наружной резьбой и поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой, и заданная вторая точка непрерывной второй сопрягаемой наружной клиновидной резьбы расположена на втором трубном элементе между вторым дистальным концом с наружной резьбой и вторым проксимальным концом с наружной резьбой (в частности, поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой).

В соответствии с пятнадцатым аспектом настоящего изобретения, когда первый проксимальный конец с наружной резьбой первого трубного элемента ввинчен в первый конец муфты, второй проксимальный конец с наружной резьбой второго трубного элемента ввинчен во второй конец муфты, и при этом каждое свинченное соединение выполнено с рекомендованным оптимальным крутящим моментом свинчивания, а расстояние D трубного элемента между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой составляет от 1 до 10 миллиметров.

В соответствии с шестнадцатым аспектом настоящего изобретения способ бурения отклоненного ствола скважины, имеющего верхнюю вертикальную часть, изогнутую переходную часть и заканчивающегося горизонтальной частью, который содержит этапы: выполняют свинченное соединение по любому из указанных выше аспектов изобретения; устанавливают колонну, состоящую из взаимосвязанных соединений трубных изделий в стволе скважины; прикладывают чрезмерный крутящий момент  $k$ , по меньшей мере, одному свинченному соединению трубных изделий с помощью поворота колонны для перемещения по меньшей мере одного соединения трубных изделий по стволу скважины, при этом приложение чрезмерного крутящего момента приводит к взаимному контакту между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой по меньшей мере одного соединения трубных изделий.

В соответствии с семнадцатым аспектом настоящего изобретения чрезмерный крутящий момент прилагают, когда по меньшей мере одно или несколько свинченных соединений трубных изделий перемещают через горизонтальную часть ствола скважины при повороте.

В соответствии с восемнадцатым аспектом настоящего изобретения интерференционный контакт между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой передает осевую нагрузку через по меньшей мере одно соедине-

ние трубных изделий.

В соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения, свинченное соединение трубных изделий выполнено с возможностью первоначального навинчивания на первый проксимальный конец с наружной резьбой первого трубного элемента, который навинчивают на первый конец муфты, и на второй проксимальный конец с наружной резьбой второго трубного элемента, который навинчивают на второй конец муфты, каждый из которых свинчивают с заданным оптимальным крутящим моментом свинчивания, вследствие чего расстояние  $D$  внутри продольного соединительного отверстия, измеренное между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой, находится в диапазоне от 0 до 10 мм, и при этом, если расстояние  $D=0$ , существует контакт между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой, но нет осевой нагрузки, передаваемой через данный контакт.

В соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения, способ разъемного соединения трубных изделий содержит следующие этапы: навинчивают первый проксимальный конец с наружной резьбой первого трубного элемента в первый конец муфты и второй проксимальный конец с наружной резьбой второго трубного элемента во второй конец муфты с заданным оптимальным крутящим моментом, вследствие чего расстояние  $D$  внутри продольного отверстия муфты между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой находится в диапазоне от 0 до 10 мм, и если расстояние  $D=0$ , существует контакт между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой, но отсутствует осевая нагрузка, передаваемая через указанный контакт; устанавливают колонну, состоящую из взаимосвязанных соединений трубных изделий, в стволе скважины; и поворачивают колонну в стволе скважины и, таким образом, прикладывают чрезмерный крутящий момент по меньшей мере к одному свинченному соединению трубных изделий в колонне, при этом указанный чрезмерный крутящий момент создает интерференционный контакт между поверхностью первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью второго проксимального конца с наружной резьбой, в котором расстояние  $D<0$ .

#### Перечень фигур чертежей

Детали одного или более вариантов реализации изобретения приведены на прилагаемых фигурах.

На фиг. 1 показано поперечное сечение свинченного соединения трубных изделий в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 1А показано увеличенное поперечное сечение участка соединения трубных изделий, показанного на фиг. 1.

На фиг. 1В показано увеличенное поперечное сечение участка по фиг. 1А, показывающее ширину гребня (вершины),  $W_{TC}$ , в клиновидной резьбе в виде ласточкина хвоста и ширину корня (впадины),  $W_{TR}$ , в клиновидной резьбе в виде ласточкина хвоста соединения трубных изделий, показанного на фиг. 1.

На фиг. 2А показана схема, иллюстрирующая зазор  $D>0$  между концами с наружной резьбой после свинчивания соединения трубных изделий, показанного на фиг. 1.

На фиг. 2В показана схема, показывающая интерференционный контакт  $D<0$  концов с наружной резьбой свинченного соединения трубных изделий, показанного на фиг. 2А, после последующего дополнительного завинчивания соединения, после того, как свинченное соединение трубных изделий запущено в использование в стволе скважины.

На фиг. 3А показана схема, иллюстрирующая резьбу с высоким отношением клина  $WR$  и высоким коэффициентом клина  $W_C$ .

На фиг. 3В показана схема, иллюстрирующая резьбу с низким отношением клина  $WR$  и низким коэффициентом клина  $W_C$ .

На фиг. 4 показана схема, иллюстрирующая отклоненный ствол скважины, имеющий вертикальную и горизонтальную части ствола скважины с колонной, состоящей из свинченных соединений трубных изделий, показанных на фиг. 1, введенной в ствол скважины.

На фиг. 5 показано графическое изображение крутящего момента свинченного соединения в сравнении с оборотами свинченного соединения в соответствии с известным уровнем техники и свинченного соединения трубных изделий, показанного на фиг. 1.

На фиг. 6 показано графическое изображение окончательного крутящего момента свинченного соединения в сравнении с окончательными оборотами свинченного соединения, показанного на фиг. 1, с контактом между концами с наружной резьбой.

На фиг. 7 показано графическое изображение окончательного крутящего момента свинченного соединения в сравнении с окончательными оборотами свинченного соединения, показанного на фиг. 1, без контакта между концами с наружной резьбой.

#### Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Определенные термины в настоящей заявке использованы в значениях, обычно подразумеваемых в отрасли производства трубных изделий, в частности, когда трубные изделия с резьбой соединены в вертикальном положении вдоль их центральной оси 28 (см. фиг. 1А), например, при свинчивании колонны

трубных изделий для опускания в ствол скважины.

Обычно в соединении "штырь-гнездо" трубных изделий с резьбой штыревой компонент соединения обозначается как "конец с наружной резьбой", а гнездовой компонент называется "муфтовым" элементом или "муфтой".

Касательно фиг. 1 и 1А, настоящее изобретение относится к свинченному соединению 100 трубных изделий, в котором первый трубный элемент 11 имеет первый дистальный конец 18 с наружной резьбой и первый проксимальный конец 12 с наружной резьбой, а второй трубный элемент 15 имеет второй дистальный конец 19 с наружной резьбой и второй проксимальный конец 16 с наружной резьбой, которые соединены друг с другом с помощью трубного муфтового элемента ("муфты") 20, имеющего первый конец 22 с первой поверхностью 23 и второй конец 24 с второй поверхностью 25. Муфта 20 содержит первую внутреннюю клиновидную резьбу 33 и вторую внутреннюю клиновидную резьбу 34. Первый трубный элемент содержит первую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу 31, и второй трубный элемент содержит вторую сопрягаемую наружную клиновидную резьбу 32.

Используемые в настоящей заявке термины "свинчивание" или "свинченный" относятся к процедуре введения первого проксимального конца 12с наружной резьбой первого трубного элемента 11 и второго проксимального конца 16с наружной резьбой второго трубного элемента 15 с муфтой 20 и их зацепления и свинчивания элементов вместе с поворотом для получения "свинченного соединения" 100. Кроме того, термин "выбранное свинчивание" относится к свинчиванию элемента с наружной резьбой и муфты вместе с необходимой величиной крутящего момента или на основе относительного положения (осевого или окружного) элемента с наружной резьбой относительно муфты для получения "свинченного соединения" 100.

Кроме того, термин "поверхность 23, 25 конца муфты" означает конец элемента муфты, обращенного наружу от резьбы конца муфты, термин "первая поверхность 13 проксимального конца с наружной резьбой" означает обращенный наружу кабельный наконечник элемента 12 конца с наружной резьбой, и термин "вторая поверхность 17 проксимального конца с наружной резьбой" означает обращенный наружу кабельный наконечник элемента 16 конца с наружной резьбой. Таким образом, при свинчивании соединения первую поверхность 13 проксимального конца с наружной резьбой вставляют ("вводят") вдоль поверхности 23 первого конца муфты, и вторую поверхность 17 проксимального конца вставляют ("вводят") вдоль поверхности 25 второго конца муфты в продольное соединительное отверстие 29 через муфту 20.

Касательно геометрии резьбы, показанной на фиг. 1А, термин "опорная сторона" 36 обозначает поверхность боковой стенки резьбы, обращенную к внешнему концу соответствующего элемента с наружной резьбой или муфтового элемента, на котором выполнена резьба и который служит опорой для веса (то есть, усилия растяжения) нижнего трубного элемента, подвешенного в стволе скважины. Аналогичным образом, термин "закладная сторона" 38 обозначает поверхность боковой стенки резьбы, обращенную к внешнему концу соответствующего элемента с наружной резьбой или муфтового элемента и служащую опорой для сил, сжимающих соединения друг к другу, например, для веса верхнего трубного элемента во время первоначального свинчивания соединения или, например, усилия, прилагаемого для вдавливания нижнего трубного элемента в дно буровой скважины (то есть, силы сжатия).

Обычно используется тип резьбового соединения клиновидная резьба. Касательно фиг. 1А, 1В, 3А и 3В, в "клиновидных типах резьбы", независимо от конкретного типа, увеличивается ширина  $W_1$ ,  $W_2$  в противоположных направлениях на элементе с наружной резьбой и элементе муфты. Касательно фиг. 1, темп изменения ширины  $W_1$ ,  $W_2$  резьбы вдоль соединения определяется переменной, обычно называемой отношением клина,  $W_R$ . При использовании в настоящем решении отношения клина  $W_R$ , которое хотя технически и не является отношением, относится к разности между закладной стороной и опорной стороной, вследствие чего происходит изменение ширины резьбы вдоль соединения. Касательно клиновидной резьбы, показанной на фиг. 3А и 3В, вследствие различных отношений клина  $W_R$  возникнут различные коэффициенты клина  $W_C$  ( $W_C$  определяется как отношение  $W_1/W_2$ , где  $W_1$  - наибольшая ширина резьбы, и  $W_2$  - наименьшая ширина резьбы). На фиг. 3А показан высокий коэффициент клина  $W_C = W_1/W_2$ . Как правило, резьба с высоким  $W_C$  имеет высокий  $W_R$ , и резьба с высоким  $W_R$  имеет высокий  $W_C$ . На фиг. 3В показан низкий коэффициент клина  $W_C = W_1/W_2$ . Как правило, резьба с низким  $W_C$  имеет низкий  $W_R$ , а резьба с низким  $W_R$  имеет низкий  $W_C$ . Клиновидные виды резьбы широко раскрыты в патенте США № RE 30,647, выданном на имя Блоуз, в патенте США № RE 34,467, выданном на имя Ривс, в патенте США № 4,703,954, выданном на имя Ортлофф и в патенте США № 5,454,605, выданном на имя Мотт, и каждый из них включен в настоящее описание посредством ссылки.

Профиль резьбы в виде ласточкиного хвоста: см. фиг. 1В. Форма клиновидной резьбы, в которой ширина гребня зубца  $W_{tc}$  шире ширины  $W_{tr}$  зубцов, поэтому можно также сказать, что обе боковые поверхности, опорная и закладная, являются отрицательными.

Сходящая резьба: участок на конце резьбовой части в резьбовом соединении, на котором резьба не имеет полную глубину, но возникает переход между полностью сформированной резьбой и корпусом трубы. Теоретически, точка схождения - это точка, в которой конический диаметр шага резьбы пересекает наружный диаметр трубы (OD).

Кроме того, в отношении фиг. 1 и 1А, "шаг" резьбы означает дифференциальное расстояние между компонентами резьбы на последовательной резьбе. Таким образом, "закладной шаг" 30 - это расстояние между закладными сторонами последовательных шагов резьбы на осевой длине соединения. "Опорный шаг" 35 - это расстояние между опорными сторонами последовательных шагов резьбы на осевой длине соединения. Подробное рассмотрение соотношений клиньев представлено в патенте США № 6,206,436 и полностью включено в настоящую заявку посредством ссылки.

Клиновидная резьба обычно не имеет заплечиков для передачи крутящего момента, поэтому их свинчивание "не определено", и в результате относительное положение элемента с наружной резьбой и элемента муфты может варьироваться в большей степени во время свинчивания при применяемом заданном диапазоне крутящего момента, чем для соединений, имеющих заплечики для передачи крутящего момента с неподвижным упором.

В зависимости от типа клиновидной резьбы (интерференционный тип или тип зазора) заклинивание между боковыми стенками будет образовано по-разному. Эффект заклинивания, создаваемый на интерференционной клиновидной резьбе, связан со специфической осевой интерференционной посадкой с натягом между сопряженными опорной и закладной сторонами. Кроме того, эффект заклинивания также может быть достигнут без данной конкретной проектной интерференции (например, типа клин с зазором), например, за счет перекоса резьбы и (или) радиальной интерференции.

Независимо от типа клиновидной резьбы, например, клина с зазором или интерференционного клина (описано ниже), соответствующие боковые стороны приближаются друг к другу (то есть, уменьшается зазор или увеличивается интерференция) во время свинчивания. Неопределенное свинчивание позволяет увеличить интерференцию боковых сторон за счет увеличения крутящего момента свинчивания на соединении. Этот повышенный крутящий момент свинчивания имеет некоторые недостатки, так как указанный увеличенный крутящий момент свинчивания создает состояние более высоких общих напряжений вследствие более высокой интерференции между боковыми сторонами, что приводит к высоким значениям давления контакта между скользящими элементами (во время свинчивания), а также между элементами сборки (например, в конце свинчивания).

В зависимости от типа клиновидной резьбы заклинивание между боковыми стенками будет образовано по-разному. Эффект заклинивания, создаваемый на интерференционной клиновидной резьбе, связан со специфической интерференционной посадкой с натягом между, по меньшей мере, сопряженными опорной и закладной сторонами по меньшей мере части участка с резьбой. Кроме того, эффект заклинивания также может быть достигнут без данной специфической интерференции (например, клина с зазором), из-за перекоса резьбы (см. ниже).

При использовании в настоящем описании  $D=0$  это обозначает, что поверхности 13 и 17 концов с наружной резьбой находятся в контакте (физически соприкасаются), однако отсутствует осевая интерференция (осевая нагрузка), передаваемая через контакт между поверхностями 13 и 17 концов с наружной резьбой.

При использовании в настоящем описании  $D<0$  это обозначает, что существует интерференционный контакт между поверхностями 13 и 17 концов с наружной резьбой, созданный из-за чрезмерного крутящего момента таким образом, что существует осевая интерференция, и осевая нагрузка передается через контакт между поверхностями 13 и 17 концов с наружной резьбой.

Перекося резьбы: как правило, резьбу наносят на трубный элемент с, по существу, непрерывным шагом резьбы (включая опорную сторону и закладную сторону); однако в процессе изготовления, которое обычно предусматривает механическую обработку на фрезерном или токарном станке, происходит некоторое отклонение от шага резьбы. В процессе механической обработки отклонение в ходе резьбы проявляется в виде небольшого периодического изменения направления хода резьбы выше и ниже заданного значения для хода резьбы. Это явление иногда называют "перекосом резьбы". Величина возникающего перекоса резьбы во многом зависит от используемого станка. Это может быть вызвано зазором или люфтом в станке, на котором нарезают резьбу. Обрабатываемый на станке материал и размеры обрабатываемой детали также являются переменными, которые влияют на величину перекоса резьбы. Перекося резьбы также может возникать в результате "рыскания" электронных средств управления на станке. Как правило, перекося резьбы составляет от 0,00005 до 0,0005 дюйма от номинала и не виден невооруженным глазом. Период перекоса резьбы, как правило, возникает по крайней мере один раз на оборот резьбы. Более высокий перекося резьбы, чем обычно, выглядит как "следы вибрации" на поверхности резьбы и может привести к разрушению соединения. Как правило, производители пытаются устранить отклонения от расчетного исполнения устройства, например, перекося резьбы, но с существующей на данный момент технологией нельзя полностью исключить отклонения от расчетного исполнения.

Со ссылкой на фиг. 1, 1А, 2А, 2В, 3А и 3В, конструкция улучшенного соединения 100 трубных изделий содержит следующие признаки:

1. Муфта 20 не содержит участков без резьбы или выполнена с минимальными участками без резьбы (обычно выполнена с непрерывной резьбой от каждого конца 22, 24 муфты до точки, проксимальной к средней точке 21 муфты) и содержит внутренние клиновидные участки 33 и 34 резьбы.

2. Первый проксимальный конец 12 с наружной резьбой трубного элемента 11 имеет непрерывную

первую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу 31, которая проходит от поверхности 13 первого конца с наружной резьбой до точки 37 схождения на первой наружной поверхности 41 первого трубного элемента 11, а второй проксимальный конец 16 с наружной резьбой трубного элемента 15 имеет непрерывную вторую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу 32, которая проходит от поверхности 17 второго конца с наружной резьбой до точки 39 схождения на второй наружной поверхности 45 второго трубного элемента 15, а также, по существу, не содержит участков без резьбы на соответствующих концах 12 и 16 с наружной резьбой.

3. Значение коэффициента клина  $W_C$  составляет меньше 2, при этом целевое значение составляет от 1,3 до 1,9.

4. Как показано на фиг. 2А и 2В, в конце свинчивания расстояние D между поверхностями 13 и 17 концов с наружной резьбой составляет от 0 до 10 мм, и на поверхностях 13 и 17 концов с наружной резьбой отсутствует осевая интерференция (то есть осевая интерференция возникает только при  $D < 0$ ).

Вышеуказанные признаки обеспечивают следующие преимущества по сравнению с устройствами, известным из уровня техники:

1. Получают прочное соединение при контроле напряжения и деформации в соединенных элементах с наружной резьбой и муфтовых элементах в допустимых уровнях конструкции.

2. Также поддерживается "оптимальный момент свинчивания" в допустимых пределах для оператора, так как большинство используемых в настоящее время ключей для свинчивания труб в нефтегазовой промышленности могут обеспечивать уровни свинчивания, описанные в настоящем изобретении. Оптимальный крутящий момент свинчивания: это значение крутящего момента, рекомендованное изготовителем, которое необходимо для удерживания соединительных деталей (элемента с наружной резьбой и муфты) в натянутом состоянии при приложении определенного количества энергии, для предотвращения расщепления, а также для достижения необходимых эксплуатационных параметров (напряжение растяжения в элементе с наружной резьбой или сжимающее напряжение в муфте, см. табл.1).

3. Эти уровни крутящего момента свинчивания также уменьшают тенденцию к заеданию соединения во время свинчивания.

4. Соединение имеет нестандартную перегрузочную способность при повышенном крутящем моменте без существенного генерирования дополнительных напряжений, которые могут неблагоприятно влиять на перегрузочную способность соединения в определенных средах, например: наличие коррозионной среды и напряжения приводит к коррозионному растрескиванию под напряжением (SCC). При этом рабочая перегрузочная способность по крутящему моменту или повышенному крутящему моменту является максимальным значением крутящего момента, прилагаемого к соединению в течение его срока службы (иначе говоря, любой крутящий момент выше максимального оптимального крутящего момента, указанного изготовителем), и при этом коррозионное растрескивание под напряжением (SCC) приводит к росту образования трещин в коррозионной среде. Это может привести к неожиданному внезапному разрушению обычных пластичных металлов, подвергнутых напряжению растяжения.

5. Повышенная перегрузочная способность по чрезмерному крутящему моменту является важным критерием соединения, необходимым для операторов при определенных обычных условиях применения, таких как буровые и обсаженные скважины в нефтегазосодержащих сланцевых пластах (более подробно объяснено ниже в пояснениях к фиг. 4).

Таблица 1. Оптимальные заданные значения крутящего момента свинчивания и оптимальные заданные значения чрезмерного крутящего момента для резьбовых соединений

|  |   |
|--|---|
| <b>Заданная оптимальная перегрузочная способность чрезмерного крутящего момента:</b> | 150% - 250% от оптимального заданного крутящего момента свинчивания |
| <b>Заданная оптимальная перегрузочная способность крутящего момента свинчивания</b>  | от 5000 до 35 фунтов силы-фут.                                      |

#### Примеры использования

На фиг. 4 показан пример использования свинченного соединения 100 трубных изделий в соответствии с настоящим изобретением в отклоненном стволе 200 скважины (то есть, соединение 100 по фиг. 1, 1А, 2А и 2В). Соединения  $C_1$  и  $C_2$  могут быть использованы в отклоненном стволе скважины 200, пробуренном в нефте- и газосодержащих пластах. В этом виде отклоненного ствола 200 скважины верхняя (вертикальная) часть 210 ствола 200 скважины может быть по существу вертикальной, затем существует переходная часть 220 с изгибом от окончания вертикальной части, обычно проходящим до горизонтальной части 230. Часто для максимального воздействия на нефте- и газосодержащий пласт горизонтальная часть 230 ствола 200 скважины выполнена длиннее вертикальной части 210 ствола 200 скважины.

Во время введения трубных изделий с соединениями в такой вид отклоненной скважины, крутящий момент свинчивания, необходимый для того, чтобы соединение 100 имело необходимые характеристики в скважине (см., например,  $C_1$ ), достигают с помощью оптимального заданного крутящего момента свинчивания, определенного в табл. 1 выше. Этот крутящий момент свинчивания достигается за счет

эффекта клиновидной резьбы, описанного ниже (интерференционная клиновидная резьба или клиновидная резьба с зазором).

Графическое представление, которое можно называть кривой "соотношение крутящего момента к оборотам" процесса свинчивания, показано на фиг. 5, на которой обороты элемента с наружной резьбой в муфте представлены на оси абсцисс и крутящий момент представлен на оси ординат. На фиг. 5 показаны различные кривые, полученные для известной клиновидной резьбы (см. кривую IAB) и соединения в соответствии с настоящим изобретением (кривая IA'B'). Части соответствующих кривых I-A и I-A' представляют графически изменение крутящего момента, прилагаемого к соединению, в зависимости от оборотов до момента достижения заданного (например, рекомендуемого) оптимального крутящего момента. Данные кривые получены во время операции свинчивания, и обычно в эксплуатации их используют для различения хорошего свинчивания от плохого свинчивания, которое необходимо будет выполнить повторно. Этот тип кривой представляет в реальном времени обороты элемента с наружной резьбой в муфте и крутящий момент, прилагаемый к указанному элементу с наружной резьбой при свинчивании его в муфту. Для соединения, известного из уровня техники, это точка A, а для соединения 100 в соответствии с настоящим изобретением это точка A'. Понятно, что наклон кривой соотношения крутящего момента к оборотам и соотношение клина  $W_R$  связаны, но наклон не является точным значением соотношения клина  $W_R$ . Наличие высокого соотношения клина  $W_R$  приведет к более конусовидной кривой отношения крутящего момента к оборотам (эффект заклинивания начнется быстрее, чем в соединении с более низким отношением клина), поэтому часть IA кривой имеет более низкий наклон, чем в кривой IA (иначе: необходимо больше оборотов для достижения того же значения крутящего момента при более низком соотношении клина).

Относительно фиг. 4, показана установка (работа) колонны 300 трубных изделий (например, обсадной колонны 300) с резьбовыми соединениями  $C_1$ ,  $C_2$  трубных изделий в стволе 200 скважины, пробуренной в нефте- и газоносных пластах. Чтобы расположить колонну 300 труб в стволе 200 скважины, такую колонну, содержащую несколько соединений, опускают через вертикальную часть 210 и переходную часть 220 ствола 200 скважины, а затем давят на нее так, чтобы она прошла в горизонтальную часть 230 ствола 200 скважины. При введении колонны 300 в горизонтальную часть 230 ствола 200 скважины необходимо повернуть всю свинченную колонну 300, чтобы она не застревала при перемещении в горизонтальной части 230. Вследствие такого поворота, выполняемого в рамках стандартных процедур проведения трубных изделий (например, обсадной колонны) в отклоненных скважинах, возникает дополнительный крутящий момент на по меньшей мере одном предварительно свинченном соединении 100 трубных изделий колонны 300, и таким образом происходит дополнительное завинчивание по меньшей мере одного из свинченных соединений трубных изделий. Этот дополнительный поворот в предварительно свинченном соединении трубных изделий создает крутящий момент свинчивания в свинченном соединении 100 трубных изделий (например,  $C_2$ ), который должен быть меньше способности по чрезмерному крутящему моменту свинченного соединения 100 трубных изделий (см. табл.1). Другими словами, свинченное соединение 100 трубных изделий должно быть выполнено с возможностью воспринимать такой дополнительный поворот (крутящий момент) без возникновения (недопустимые пластические деформации из-за высоких напряжений) или существенного увеличения кольцевых напряжений на крайней внешней поверхности муфты 20, которые могут ускорить возникновение коррозионного растрескивания под напряжением (SCC).

Как показано на фиг. 5, стандартная клиновидная резьба имеет более низкую перегрузочную способность по чрезмерному крутящему моменту по сравнению с соединением 100 (см. кривую IA'B') в соответствии с настоящим изобретением. Разница заключается в том, что дополнительный крутящий момент, прилагаемый к свинченному соединению 100 трубных изделий во время поворота колонны 300 труб при введении в горизонтальную часть 230 ствола 200 скважины, принимается поверхностью 13 конца с наружной резьбой и действует на упор поверхности 17 элемента с наружной резьбой, и в соответствии с настоящим изобретением (осевой упор,  $D < 0$ ) будет выдерживать высокие крутящие моменты без деформации, а также без существенного увеличения кольцевых напряжений на зацепленных элементах соединения (элемент с наружной резьбой/ муфтовый элемент). Осевой упор, когда  $D < 0$ , будет генерировать в основном осевые напряжения.

Касательно фиг. 2A и 2B, перегрузочная способность по чрезмерному крутящему моменту соединений в соответствии с настоящим изобретением будет "активирована" дополнительным крутящим моментом, вызванным воздействием поворота колонны труб при ее введении (например, обсадной колонны) в горизонтальную часть ствола скважины, и будет генерировать сначала контакт между элементами с наружной резьбой, и затем вся перегрузочная способность двух концов 12, 16 с наружной резьбой будет использоваться для создания необходимой дополнительной способности крутящего момента (см. участок A' - кривая рабочего крутящего момента, по фиг. 5).

Как показано на фиг. 2A, после свинчивания, когда колонна труб проходит в вертикальную часть отклоненного ствола скважины, свинченное соединение 100 трубных изделий имеет заданный диапазон значений расстояния D между поверхностями 13 и 17 проксимальных концов с наружной резьбой от 10 мм до 0 (контакт). Как показано на фиг. 2B после дополнительного вращения колонны труб в стволе

скважины во время введения колонны в горизонтальную часть 230 отклоненного ствола 200 скважины вторичный крутящий момент, приложенный к предварительно свинченному соединению 100 трубных изделий, приводит к дополнительному завинчиванию соединения 100 трубных изделий, при этом уменьшается расстояние между концами с наружной резьбой при  $D > 0$  до  $D = 0$  и активируется упор между элементами с наружной резьбой для создания интерференционного контакта при  $D < 0$ . В ином случае, если при первоначальном свинчивании расстояние  $D = 0$  (контакт), дальнейшее завинчивание приводит к интерференционному контакту, в котором  $D < 0$ . Если значение  $D$  в конце свинчивания меньше 0 (что означает преждевременный интерференционный контакт между концами 12, 16 с наружной резьбой), то преждевременный контакт использует часть емкости по чрезмерному крутящему моменту, создаваемому упором между элементами с наружной резьбой при достижении оптимального крутящего момента, вследствие чего уменьшается перегрузочная способность по чрезмерному крутящему моменту свинченного соединения трубных изделий, что приводит к выполнению соединения с меньшим крутящим моментом (см. кривую ICD на фиг. 6). Точка С является точкой, в которой два конца 12, 16 с наружной резьбой контактируют друг с другом, и значение  $D = 0$ . В случае слишком большого зазора  $D$  выполнение конструкции свинченного соединения 100 трубных изделий не гарантирует, что поверхность 13 конца с наружной резьбой контактирует с поверхностью 17 конца с наружной резьбой во время работы, и поэтому перегрузочная способность по чрезмерному крутящему моменту будет снижена, так как весь чрезмерный крутящий момент будет расходоваться только на заклинивание соединения (как известно из уровня техники), когда возникают более высокие осевые напряжения на резьбе вследствие осевой интерференции и кольцевых напряжений в случае дополнительного поворота, который выходит за пределы оптимального крутящего момента (см. кривую ID на фиг. 7).

Таким образом, выполнение свинченного соединения 100 трубных изделий в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает соединение, в котором функционально может быть использована клиновидная резьба для создания оптимального крутящего момента свинчивания, при этом перегрузочная способность по чрезмерному крутящему моменту (чрезмерный крутящий момент, прилагаемый во время использования, превышающий оптимальный крутящий момент), при необходимости вследствие определенных операций (например, в отклоненных скважинах и/или сланцевых пластах), принимается упором между элементами с наружной резьбой, который "активируется" рабочим чрезмерным крутящим моментом, прилагаемым к колонне, когда колонну вводят в ствол скважины. Этот осевой упор в режиме чрезмерного крутящего момента при  $D < 0$  в основном генерирует осевые напряжения, но не увеличивает существенно кольцевое напряжение.

При использовании в отклоненных скважинах типа клиновидной резьбы в соответствии с известным из уровня техники, аналогично описанным в документах на имя Блоуз или Ривс, имеющие более высокие коэффициенты клина (2 или 4), генерируют значения крутящего момента, которые в некоторых случаях могут создавать состояние общего напряжения в соединении, в частности, высокие кольцевые напряжения на внешней поверхности муфты 20 (приблизительно равные или превышающие напряжение текучести основного материала). Для уменьшения этого эффекта в свинченном соединении 100 трубных изделий в соответствии с настоящим изобретением отношение клина  $W_R$  и, следовательно, коэффициент клина составляет  $W_C < 2$  с уменьшением генерируемых напряжений. Этот эффект компенсируется в настоящем решении (для достижения приемлемых рабочих крутящих моментов) с помощью упора для элементов с наружной резьбой, который генерирует осевые напряжения, которые не влияют на внешнюю поверхность муфты.

Кроме того, виды клиновидной резьбы, известные из уровня техники имеют ряд недостатков, связанных с заеданием при высоких коэффициентах клина, поэтому уменьшение значений  $W_C$  в настоящем решении позволяет уменьшить заедание в соединении 100.

Кроме того, снижены кольцевые напряжения во внешней части муфты 20 свинченного соединения 100 трубных изделий (так как уменьшено общее состояние напряжения свинченного соединения трубных изделий), и, следовательно, показатели коррозионного растрескивания под напряжением (SCC) соединения улучшены.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Свинченное соединение трубных изделий (100) для разъемного соединения первого и второго трубных элементов, которое содержит муфту (20), содержащую первый конец (22), имеющий первую поверхность (23), и второй конец (24), имеющий вторую поверхность (25);
  - продольный соединительный канал (29), проходящий через муфту (20) от ее первого конца (22) до второго конца (24);
  - непрерывная первая внутренняя клиновидная резьба (23), образованная в продольном соединительном канале (29) муфты (20) и проходящая от поверхности (23) первого конца муфты до средней точки продольного соединительного канала (29), и непрерывная вторая внутренняя клиновидная резьба (34),

образованная в продольном соединительном канале (29) и проходящая от поверхности (25) второго конца муфты до средней точки (21) продольного соединительного канала (29);

первый трубный элемент (11), содержащий

первый дистальный конец (18) с наружной резьбой и первый проксимальный конец (12) с наружной резьбой;

первый продольный канал, проходящий через первый трубный элемент (11) от первого проксимального конца (12) с наружной резьбой до первого дистального конца (18) с наружной резьбой, при этом указанный первый проксимальный конец (12) с наружной резьбой заканчивается на поверхности (13) первого проксимального конца с наружной резьбой;

непрерывную первую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу (31), образованную на первой наружной поверхности (41) первого трубного элемента (11) и проходящую от поверхности (13) первого проксимального конца с наружной резьбой до заданной первой точки на первом трубном элементе (11);

второй трубный элемент (15), содержащий

второй дистальный конец (19) с наружной резьбой и второй проксимальный конец (16) с наружной резьбой;

второй продольный канал, проходящий через второй трубный элемент (15) от второго проксимального конца (16) с наружной резьбой до второго дистального конца (19) с наружной резьбой, при этом указанный второй проксимальный конец (16) с наружной резьбой заканчивается на поверхности (17) второго проксимального конца с наружной резьбой;

непрерывную вторую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу (32), образованную на второй наружной поверхности (45) второго трубного элемента (15) и проходящую от поверхности второго конца (17) с наружной резьбой до заданной второй точки на втором трубном элементе (15); и

в котором, когда первый проксимальный конец (12) с наружной резьбой первого трубного элемента (11) свинчен в первом конце (22) муфты (20), и второй проксимальный конец (16) с наружной резьбой второго трубного элемента (15) свинчен во втором конце (24) муфты (20), и при этом каждое свинченное соединение выполнено с рекомендованным оптимальным крутящим моментом свинчивания, расстояние  $D$  между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой составляет от 0 до 10 мм, и в котором, когда расстояние  $D$  равно 0 мм, существует контакт между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой, но нет осевого натяга.

2. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, в котором коэффициент клина  $W_c$  непрерывной первой внутренней клиновидной резьбы (33), непрерывной второй внутренней клиновидной резьбы (34), непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы (31) и непрерывной второй сопрягаемой внешней клиновидной резьбы (32) составляет меньше, чем 2,0, и в котором  $W_c$  определяется как соотношение первой ширины ( $W_1$ ) самой широкой клиновидной резьбы, поделенной на вторую ширину ( $W_2$ ) самой узкой клиновидной резьбы, и в котором опционально значение коэффициента клина  $W_c$  составляет от 1,3 до 1,9.

3. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, которое выполнено таким образом, что при приложении чрезмерного крутящего момента к свинченному соединению трубных изделий во время его установки в стволе скважины путем вращения колонны, состоящей из взаимосвязанных соединений трубных изделий, указанный чрезмерный крутящий момент приводит к интерференционному контакту между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой свинченного соединения трубных изделий.

4. Свинченное соединение трубных изделий по п.3, в котором интерференционный контакт между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой передает осевую нагрузку через свинченное соединение трубных изделий.

5. Свинченное соединение трубных изделий по п.3, которое имеет перегрузочную способность по чрезмерному крутящему моменту в диапазоне 150-250% от оптимального крутящего момента свинчивания.

6. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, в котором непрерывная первая и непрерывная вторая внутренняя клиновидная резьба (33, 34), расположенные в муфте, непрерывная первая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба (31), расположенная на первом трубном элементе (11), и непрерывная вторая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба (32), расположенная на втором трубном элементе (15), представляют собой клиновидные резьбы по типу "ласточкин хвост".

7. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, в котором непрерывная первая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба (31), расположенная на первом трубном элементе (11), и непрерывная вторая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба (32), расположенная на втором трубном элементе (15), являются сходящимися клиновидными резьбами, и в котором опционально заданная первая точка на первом трубном элементе определена первой точкой схождения (37) непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы на первой наружной поверхности (41) первого трубного элемента и заданная вторая

точка на втором трубном элементе определена второй точкой схождения (39) непрерывной второй сопрягаемой внешней клиновидной резьбы на второй наружной поверхности (45) второго трубного элемента, и в котором опционально первый средний диаметр конуса непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы пересекает первый наружный диаметр (OD) первого трубного элемента в первой точке схождения, и второй средний диаметр конуса второй сопрягаемой внешней клиновидной резьбы пересекает второй наружный диаметр (OD) второго трубного элемента во второй точке схождения.

8. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, в котором непрерывная первая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба (31) первого трубного элемента (11) свинчена в непрерывную первую внутреннюю клиновидную резьбу (33) муфты и непрерывная вторая сопрягаемая внешняя клиновидная резьба (32) второго трубного элемента (15) свинчена в непрерывную вторую внутреннюю клиновидную резьбу (34) муфты.

9. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, в котором рекомендуемый оптимальный крутящий момент свинчивания создают только при помощи непрерывной первой внешней клиновидной резьбы (31), сопрягающейся с непрерывной первой внутренней клиновидной резьбой (33), и непрерывной второй внешней клиновидной резьбы (32), сопрягающейся с непрерывной второй внутренней клиновидной резьбой (34).

10. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, которое выполнено без заплечиков для передачи крутящего момента.

11. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, в котором заданная первая точка непрерывной первой сопрягаемой внешней клиновидной резьбы (31) расположена на первом трубном элементе между первым дистальным концом (18) с наружной резьбой и поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой, и заданная вторая точка непрерывной второй сопрягаемой наружной клиновидной резьбы (32) расположена на втором трубном элементе между вторым дистальным концом (19) с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой.

12. Свинченное соединение трубных изделий по п.1, в котором, когда первый проксимальный конец (12) с наружной резьбой первого трубного элемента ввинчен в первый конец (22) муфты, и второй проксимальный конец (16) с наружной резьбой второго трубного элемента ввинчен во второй конец (24) муфты, каждое свинченное соединение выполнено с рекомендованным оптимальным крутящим моментом свинчивания, расстояние D между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой составляет от 1 до 10 мм.

13. Способ разъемного соединения трубных изделий (100), который содержит следующие этапы: предусматривают муфту (20), которая содержит первый конец (22), имеющий первую поверхность (23), и второй конец (24), имеющий вторую поверхность (25);

продольный соединительный канал (29), проходящий через муфту от ее первого конца (22) до второго конца (24);

непрерывную первую внутреннюю клиновидную резьбу (33), образованную в продольном соединительном канале (29) муфты (20) и проходящую от заданной первой начальной точки, расположенной рядом с поверхностью (23) первого конца муфты до заданной первой конечной точки, расположенной рядом со средней точкой продольного соединительного канала (29), и непрерывную вторую внутреннюю клиновидную резьбу (34), образованную в продольном соединительном канале (29) и проходящую от заданной второй начальной точки, расположенной рядом с поверхностью (25) второго конца муфты до заданной второй конечной точки, расположенной рядом со средней точкой продольного соединительного канала (29);

предусматривают первый трубный элемент (11), который содержит

первый дистальный конец (18) с наружной резьбой и первый проксимальный конец (12) с наружной резьбой;

первый продольный соединительный канал, проходящий через первый трубный элемент (11) от первого проксимального конца (12) с наружной резьбой до первого дистального конца (18) с наружной резьбой, при этом указанный первый проксимальный конец (12) с наружной резьбой заканчивается на первой поверхности (13) проксимального конца с наружной резьбой;

непрерывную первую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу (31), образованную на первой наружной поверхности (41) первого трубного элемента (11) и проходящую от поверхности (13) первого конца с наружной резьбой до заданной первой точки на первом трубном элементе (11);

предусматривают второй трубный элемент (15), который содержит

второй дистальный конец (19) с наружной резьбой и второй проксимальный конец (16) с наружной резьбой;

второй продольный канал, проходящий через второй трубный элемент (15) от второго проксимального конца (16) с наружной резьбой до второго дистального конца (19) с наружной резьбой, при этом указанный второй проксимальный конец (16) с наружной резьбой заканчивается на второй поверхности

(17) проксимального конца с наружной резьбой;

непрерывную вторую сопрягаемую внешнюю клиновидную резьбу (32), образованную на второй наружной поверхности (45) второго трубного элемента (15) и проходящую от второй поверхности (17) конца с наружной резьбой до заданной второй точки на втором трубном элементе (15); и характеризующийся тем, что

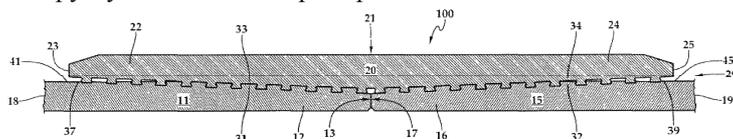
первоначально навинчивают первый проксимальный конец (12) с наружной резьбой первого трубного элемента (11), который ввинчивают в первый конец (22) муфты (20), и второй проксимальный конец (16) с наружной резьбой второго трубного элемента (15), который ввинчивают во второй конец (24) муфты (20), каждый из которых свинчивают с рекомендованным оптимальным крутящим моментом свинчивания, вследствие чего расстояние  $D$  внутри продольного соединительного канала (29), измеренное между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой, находится в диапазоне от 0 до 10 мм, и в котором, если расстояние  $D$  равно 0, образован контакт между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой, но нет осевой нагрузки, передаваемой указанным контактом;

устанавливают колонну (300), состоящую из взаимосвязанных свинченных соединений трубных изделий (100) в стволе скважины; и

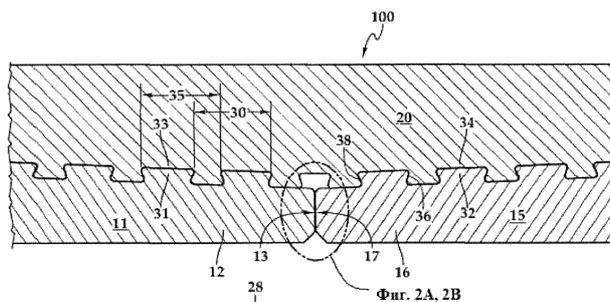
поворачивают колонну (300) в стволе скважины и, таким образом, прилагают чрезмерный крутящий момент по меньшей мере к одному из свинченных соединений трубных изделий (100) в колонне (300), при этом указанный чрезмерный крутящий момент создает интерференционный контакт между поверхностью (13) первого проксимального конца с наружной резьбой и поверхностью (17) второго проксимального конца с наружной резьбой, где  $D < 0$ .

14. Способ разъемного соединения трубных изделий по п.13, в котором прикладывают чрезмерный крутящий момент по меньшей мере к одному свинченному соединению трубных изделий, когда по меньшей мере часть указанной колонны расположена в горизонтальной части ствола скважины.

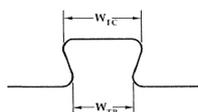
15. Способ разъемного соединения трубных изделий по п.13, в котором интерференционный контакт передает осевую нагрузку по меньшей мере через одно свинченное соединение трубных изделий.



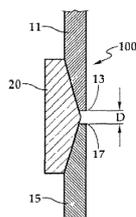
Фиг. 1



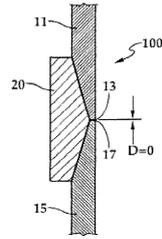
Фиг. 1А



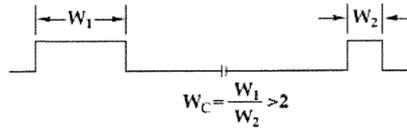
Фиг. 1В



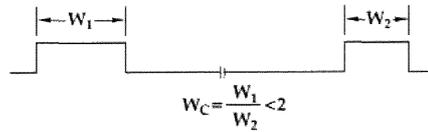
Фиг. 2А



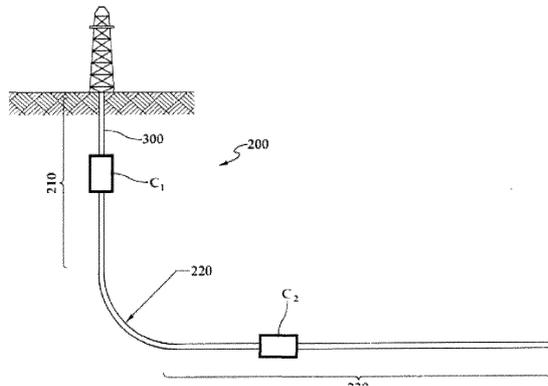
Фиг. 2В



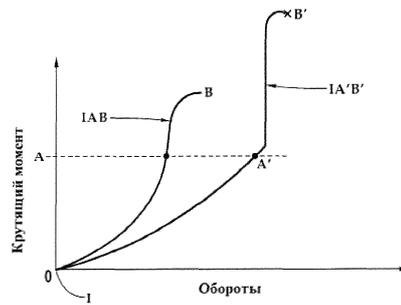
Фиг. 3А



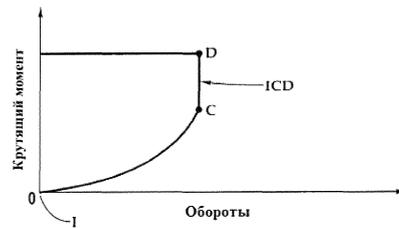
Фиг. 3В



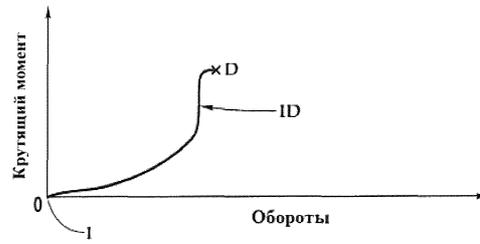
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

