

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202090667 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.07.31

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

(22) Дата подачи заявки
2018.10.02

(54) РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ, НАХОДЯЩЕЕСЯ ЧАСТИЧНО В САМОБЛОКИРУЮЩЕМСЯ ЗАЦЕПЛЕНИИ

(31) 17306444.5

(72) Изобретатель:

(32) 2017.10.20

Лэнгфорд Стив, Отт Весли (FR)

(33) EP

(74) Представитель:

(86) PCT/EP2018/076734

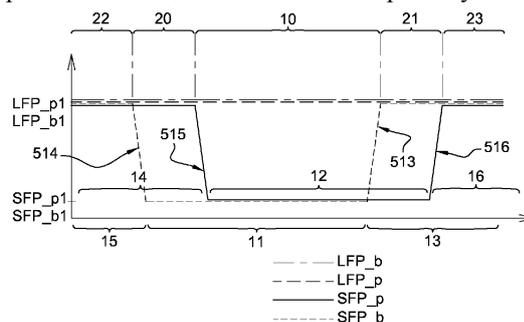
Носырева Е.Л. (RU)

(87) WO 2019/076622 2019.04.25

(71) Заявитель:

ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЭНД ГЕС
ФРАНС (FR); НИППОН СТИЛ
КОРПОРЭЙШН (JP)

(57) Резьбовое соединение, находящееся частично в самоблокирующей компоновке, содержит первый и второй трубные компоненты, на соответствующих концах которых предусмотрены охватываемая резьбовая зона и охватывающая резьбовая зона соответственно. Только часть (10p) первой части (11) с переменной шириной резьбы охватываемой резьбовой зоны (3) взаимодействует посредством самоблокирующегося затягивания только с частью (10b) второй части (12) с переменной шириной резьбы охватывающей резьбовой зоны (4) при свинчивании друг с другом. Соединение способно выдерживать высокие крутящие моменты, необходимые для специальных применений, таких как бурение на обсадной колонне или промежуточной обсадной колонне.



A1

202090667

202090667

A1

РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ, НАХОДЯЩЕЕСЯ ЧАСТИЧНО В САМОБЛОКИРУЮЩЕМСЯ ЗАЦЕПЛЕНИИ

Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению, находящемуся частично в самоблокирующемся зацеплении. Резьбовое соединение содержит первый и второй трубные компоненты, на одном конце одного из которых предусмотрен трубный охватываемый элемент, и на другом конце другого компонента предусмотрен трубный охватывающий элемент, при этом каждый элемент снабжен резьбовой зоной. Согласно настоящему изобретению только часть резьбовой зоны с переменной шириной резьбы охватываемого элемента взаимодействует посредством самоблокирующегося затягивания с частью резьбовой зоны с переменной шириной резьбы охватывающего элемента при свинчивании одной с другой. Другими словами, только часть каждой из резьбовых зон с переменной шириной резьбы является блокирующей. Соединение согласно изобретению способно выдерживать высокие крутящие моменты, необходимые для специальных применений, таких как бурение на обсадной колонне. Конструкция настоящего изобретения подходит для использования при разработке или разведке скважин, в том числе глубоководных. Применения будут особенно подходить для промежуточной обсадной колонны.

Известным образом традиционно трубы соединяют при помощи свинчивания, при этом указанные трубы предназначены для образования обсадной колонны или колонны насосно-компрессорных труб в контексте эксплуатации углеводородной скважины. Как правило, такие трубы содержат конец, на котором предусмотрена охватываемая резьбовая зона, и конец, на котором предусмотрена охватывающая резьбовая зона, каждая из которых предназначена для сборки посредством свинчивания с соответствующим концом другого компонента, при этом сборка образует соединение. Колонна, образованная таким образом, также может вращаться при бурении скважины на обсадной колонне. По этой причине компоненты должны быть свинчены вместе с высоким крутящим моментом, чтобы иметь возможность передавать крутящий момент, достаточный для того, чтобы колонна могла продвигаться в скважину, а также не развинчиваться. Для традиционных изделий момент затяжки, как правило, достигается благодаря взаимодействию путем затягивания опорных поверхностей,

предусмотренных на каждом из компонентов, которые должны быть свинчены. Однако, поскольку протяженность опорных поверхностей составляет часть толщины труб, быстро достигается критический порог пластикации опорных поверхностей, когда прикладывается слишком большой момент затяжки.

По этой причине были сделаны разработки, предназначенные, например, для соединений, таких как те, которые продаются заявителем под товарным названием VAM® HTF, в частности, в отношении резьбы, с целью того, чтобы можно было снять с опорных поверхностей по меньшей мере часть или все нагрузки, которые они не в состоянии выдержать. Цель была достигнута с использованием самоблокирующейся резьбы, как описано, например, в документе US-7661728. В самоблокирующейся резьбе соединения такого типа, как также описано в документах предшествующего уровня техники US Re 30647 и US Re 34467, резьба охватываемого конца (также именуемого охватываемым элементом) и резьба охватывающего конца (также именуемого охватывающим элементом) имеет постоянный ход, но переменную ширину резьбы, поскольку ход закладных сторон не равен ходу опорных сторон. Этот тип соединения называется клинообразной резьбой.

Традиционно резьба охватываемого конца имеет вершину наружной резьбы, впадину наружной резьбы, охватываемую опорную сторону и охватываемую закладную сторону. Резьба охватывающего конца имеет вершину внутренней резьбы, впадину внутренней резьбы, охватывающую опорную сторону и охватывающую закладную сторону. Точнее говоря, при клинообразной резьбе ширина вершин резьб (или зубцов) постепенно увеличивается для резьб охватываемого или охватывающего конца соответственно с увеличением расстояния от охватываемого осевого конца или охватывающего осевого конца соответственно.

Клинообразные резьбы характеризуются соотношением клина, которое представляет собой ненулевую разницу между ходом LF опорной стороны и ходом SF закладной стороны, при этом ход LF опорной стороны либо строго больше, либо строго меньше, чем ход SF закладной стороны, разница рассчитывается с помощью соответствующих значений хода. В традиционной клинообразной резьбе LF как охватываемого элемента, так и охватывающего элемента равны, и, соответственно, SF как охватываемого элемента, так и охватывающего элемента также равны. Таким образом, соотношение клина является одинаковым как для охватываемого элемента, так и для охватывающего

элемента. Во время свинчивания наружная и внутренняя резьбы (или зубцы) заканчиваются блокированием друг друга в предсказуемом положении, соответствующем точке блокирования.

Точнее говоря, блокирование происходит для самоблокирующейся резьбы, когда как все закладные стороны, так и все опорные стороны витков наружной резьбы (или зубцов) блокируются, соответственно, относительно всех закладных сторон и всех опорных сторон соответствующих витков внутренней резьбы (или зубцов). По этой причине момент затяжки воспринимается всеми контактными поверхностями между сторонами, то есть общей площадью поверхности, которая значительно больше, чем у опорных поверхностей предшествующего уровня техники.

Из документа US-2011-278838 также известен другой тип самоблокирующейся резьбы, в которой охватываемая резьбовая зона содержит две части. Ход SFP_p охватываемой закладной стороны имеет первое значение SFP_{p1} в первой части и приобретает второе значение SFP_{p2} во второй части, причем второе значение равно ходу LFP_p охватываемой опорной стороны, при этом ход LFP_p охватываемой опорной стороны остается постоянным на протяжении первой и второй частей. Первая часть находится ближе всего к охватываемому дистальному концу, чем вторая часть. Расстояние VPEST определяет место, где заканчивается первая часть и где начинается вторая часть. От охватываемого дистального конца до VPEST первая часть имеет самоблокирующийся тип с увеличивающейся шириной зубцов. Начиная с VPEST, вторая часть охватываемой резьбовой зоны начинается с постоянной шириной зубцов и впадин. Ширина вершины резьбы от VPEST по направлению к телу трубы остается постоянной во всей данной второй части охватываемой резьбовой зоны.

Для данного соединения охватывающая резьбовая зона имеет один ход SFP_b закладной стороны и один ход LFP_b охватывающей опорной стороны, таким образом, SFP_b равен SFP_{p1}, а LFP_b равен LFP_p. Таким образом, охватывающая резьбовая зона имеет уникальную часть, причем ширина зубцов этой уникальной части постоянно увеличивается. Охватывающая резьбовая зона имеет самоблокирующийся тип без каких-либо изменений в ходе между сторонами по всей ее осевой длине.

В конце свинчивания как все закладные стороны, так и все опорные стороны находятся в контакте с натягом в первой части охватываемой резьбовой части. Это означает, что

полная протяженность первой части охватываемой резьбовой части находится в самоблокирующейся свинченной компоновке с охватывающей резьбовой зоной. Что касается местоположения VPEST, контакт между охватываемыми и охватывающими опорными сторонами сохраняется во второй части, но между охватываемыми и охватывающими закладными сторонами в этой второй части контакт исчезает. Когда контакт теряется, резьбовые части больше не находятся в самоблокирующейся свинченной компоновке. Таким образом, полная протяженность второй части охватываемой резьбовой зоны не находится в самоблокирующемся зацеплении. Таким образом, резьба в первой части является клинообразной резьбой, тогда как вторая секция не является клинообразной резьбой, потому что соотношение клина, определенное на охватываемом элементе во второй секции, равно 0.

В этом известном соединении предусмотрено уплотнение «металл к металлу» для достижения высококачественных эксплуатационных характеристик уплотнения как для жидкости, так и для газа. Охватываемый и охватывающий элементы соответственно содержат уплотняющие поверхности, которые могут взаимодействовать друг с другом в зажимном контакте (также называемом контакте с натягом), когда резьбовые зоны взаимодействуют после самоблокирующегося свинчивания. Зона взаимодействия при зажимном контакте уплотнительных поверхностей расположена между контактной поверхностью охватываемого конца и резьбовыми зонами. Это известное соединение выполнено с длинным трубным компонентом, несущим охватываемый элемент на обоих концах, с коротким трубным компонентом (последний называется муфтой), несущим охватывающие элементы, таким образом, зубцы с минимальной шириной зубцов являются неполными вблизи перехода к нерезьбовым частям. Неполная резьба имеет меньшую высоту, чем обычная высота других резьб.

Однако известные в данной области техники самоблокирующиеся резьбовые соединения встречаются с определенными ограничениями в современных применениях, где требуется только соединение полупремиум класса, и требуется только жидкостное уплотнение. Существует потребность в соединении, которое способно обеспечить высокий момент затяжки и выдержать полупремиальный стандарт в отношении герметичности, которое вместе с тем пригодно для полуравнопроходного или равнопроходного применения, где максимальный наружный диаметр

охватывающего элемента составляет менее 6%, и лучше менее 3%, от номинального наружного диаметра трубных компонентов, содержащих указанное соединение.

Существует потребность в экономически эффективном соединении, обеспечивающем более широкий допуск на обработку при достижении гарантий жидкостного уплотнения согласно ISO 13679: 2002 CAL-I. Также существует потребность в соединении, менее подверженном повреждениям во время работы и эксплуатации, с более длительным сроком службы вследствие более приемлемого количества циклов свинчивания и развинчивания.

По этой причине цель изобретения состоит в том, чтобы предоставить полуравнопроходное соединение полупремимум класса, имеющее самоблокирующуюся резьбу, чтобы блокирующаяся резьба обеспечивала уплотнение, достаточное для того, чтобы выдерживать герметичность для жидкости.

Точнее говоря, в изобретении предоставлено резьбовое соединение, содержащее первый и второй трубный компонент, при этом в первом трубном компоненте предусмотрено тело трубы и охватываемый элемент на дистальном конце тела трубы, а во втором трубном компоненте предусмотрено другое тело трубы и охватывающий элемент на дистальном конце этого тела трубы, таким образом, охватывающий элемент содержит на своей внешней периферийной поверхности по меньшей мере одну охватываемую резьбовую зону и заканчивается на охватываемой концевой поверхности, а охватывающий элемент содержит на своей внутренней периферийной поверхности по меньшей мере одну охватывающую резьбовую зону и заканчивается на охватывающей концевой поверхности,

причем охватываемая резьбовая зона содержит наружную резьбу, имеющую первую часть, в которой ширина вершины ($CWTr$) резьбы увеличивается в направлении, ориентированном от охватываемой концевой поверхности к телу трубы первого трубного компонента, при этом зубец, ближайший к охватываемой концевой поверхности, представляет минимальное значение ($CWTrmin$) ширины вершины наружной резьбы, и

причем охватывающая резьбовая зона содержит внутреннюю резьбу, имеющую вторую часть, в которой ширина вершины ($CWTb$) резьбы увеличивается в направлении, ориентированном от охватывающей концевой поверхности к телу трубы второго

трубного компонента, при этом зубец, ближайший к охватываемой концевой поверхности, представляет минимальное значение (CWT_{bmin}) ширины вершины внутренней резьбы,

причем каждый зубец первой части находится между двумя смежными зубцами второй части, когда соединение находится в свинченном состоянии, и при этом только часть первой части взаимодействует только с частью второй части в соответствии с самоблокирующейся свинченной компоновкой с целью обеспечения блокирующей области в резьбовом соединении.

Техническое преимущество соединения согласно настоящему изобретению состоит в том, что при сборке не требуется никаких специальных таблиц момента затяжки; таким образом, оператор должен только проверить, достигнуто ли минимальное заданное значение момента затяжки. Это преимущество является значительным, чтобы снизить стоимость эксплуатации такого типа соединения.

Другое преимущество настоящего изобретения состоит в том, что момент затяжки достигается с помощью крутящего момента буровой установки и что соединение может быть свинчено менее чем за один оборот.

Другое преимущество настоящего изобретения заключается в достижении стандарта ISO 13679: 2002 CAL-I для герметизации жидкостей, соединение также соответствует протоколам испытаний API RP 5C: 2015 CAL-I серии A и B, чтобы гарантировать герметизацию жидкостей также в условиях изгиба и внешнего давления.

Резьбовая зона предпочтительно может представлять собой однозаходный непрерывный винтовой профиль, выходящий из обработанной в виде усеченного конуса поверхности охватываемого и охватываемого элементов соответственно.

Термин «только часть» означает, что не все зубцы первой части находятся в самоблокирующейся свинченной компоновке, некоторые зубцы первой части не контактируют, учитывая их опорные стороны и/или их закладные стороны, с соответствующими зубцами второй части. Зубцы первой части, которые не находятся в самоблокирующейся компоновке, не контактируют по меньшей мере одной из своих опорных сторон или закладных сторон с какой-либо соответствующей поверхностью второй части. Соответственно, зубцы второй части, которые не находятся в

самоблокирующейся компоновке, не контактируют по меньшей мере одной из их своих опорных сторон или закладных сторон с какой-либо соответствующей поверхностью первой части.

Часть первой части, взаимодействующая с частью второй части в самоблокирующейся свинченной компоновке, имеет такие зубцы, что

- опорные стороны этих частей первой и второй части контактируют, и
- закладные стороны этих частей первой и второй части контактируют, и
- по меньшей мере одна впадина или вершина этой части первой части контактирует с вершиной или впадиной, соответственно, данной части второй части.

Эти контакты непрерывны по всей блокирующей области.

В теле трубы первого трубного компонента на противоположном конце может быть предусмотрен охватывающий элемент таким образом, чтобы охватывающий элемент имел те же характеристики, что и охватываемый элемент второго трубного компонента. Тело трубы такого типа называется объединенным, или равнопроходным, или полуюбъединенным, или полуравнопроходным, в зависимости от соотношения между максимальным наружным диаметром соединения и номинальным диаметром тела трубы. Но изобретение также применимо к соединению «с резьбой и муфтой», где на обоих концах первого трубного элемента предусмотрен охватываемый элемент, а на обоих концах второго трубного элемента предусмотрен охватывающий элемент.

Предпочтительно охватываемый элемент может быть подвергнут обжиму, а охватывающий элемент может быть расширен до обработки резьбы.

Необязательные дополнительные или замещающие характеристики изобретения приведены ниже.

Предпочтительно блокирующая область может содержать количество (n) витков резьбы в самоблокирующейся компоновке, причем первая и вторая части содержат количество витков резьбы, строго превышающее количество (n) витков резьбы блокирующей области.

Охватываемая резьбовая зона может иметь охватываемую дистальную часть, определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем дистальная часть содержит зубец, который находится ближе всего к охватываемой концевой поверхности, при этом охватываемая дистальная часть является смежной с первой частью.

Охватывающая резьбовая зона может иметь охватывающую дистальную часть, определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем охватывающая дистальная часть содержит зубец, который находится ближе всего к охватывающей поверхности, при этом охватывающая дистальная часть является смежной со второй частью.

Например, зубец охватывающей дистальной части, который находится ближе всего к охватывающей концевой поверхности, может иметь такую же ширину вершины, что и зубец охватываемой дистальной части, который находится ближе всего к охватываемой концевой поверхности ($CWT_{bmin} = CWT_{pmin}$).

Согласно первому варианту осуществления изобретения ход охватываемых закладных сторон (SFP_p) может быть постоянным в первой части и может иметь отличающееся значение в дистальной части охватываемой резьбовой зоны, причем такое отличающееся значение меньше или равно значению хода охватываемых опорных сторон (LFP_p), которое остается постоянным в первой и дистальной частях, при этом охватываемая дистальная часть является смежной с первой частью.

Подобным образом, согласно первому варианту осуществления изобретения ход охватывающих закладных сторон (SFP_b) может быть постоянным во второй части и может иметь отличающееся значение в дистальной части охватывающей резьбовой зоны, причем такое отличающееся значение меньше или равно значению хода охватывающих опорных сторон (LFP_b), которое остается постоянным во второй и дистальной частях, при этом охватывающая дистальная часть является смежной со второй частью.

Согласно второму альтернативному варианту осуществления изобретения ход охватываемых опорных сторон (LFP_p) может быть постоянным в первой части и иметь отличающееся значение в дистальной части охватываемой резьбовой зоны, большее или равное значению хода охватываемых закладных сторон (SFP_p), которое

остается постоянным в первой и дистальной частях, при этом охватываемая дистальная часть является смежной с первой частью. Подобным образом, согласно этому второму варианту осуществления изобретения ход охватывающих опорных сторон (LFP_b) может быть постоянным во второй части и иметь в дистальной части охватывающей резьбовой зоны отличающееся значение, большее или равное значению хода охватываемых закладных сторон (SFP_p), которое остается постоянным во второй и дистальной частях, при этом охватывающая дистальная часть является смежной со второй частью.

Охватываемая резьбовая зона может также иметь охватываемую проксимальную часть, определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем проксимальная часть содержит зубец, который наиболее удален от охватываемой концевой поверхности, при этом охватываемая проксимальная часть является смежной с первой частью.

Охватывающая резьбовая зона может иметь охватывающую проксимальную часть, определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем проксимальная часть содержит зубец, который наиболее удален от охватывающей концевой поверхности, при этом охватывающая проксимальная часть является смежной со второй частью.

Согласно третьему варианту осуществления изобретения ход охватываемых закладных сторон (SFP_p) также может быть постоянным в первой части и иметь в проксимальной части охватываемой резьбовой зоны значение, меньшее или равное значению хода охватывающих опорных сторон (LFP_p), которое остается постоянными в первой и проксимальной частях, при этом охватываемая проксимальная часть является смежной с первой частью. Подобным образом, согласно данному третьему варианту осуществления изобретения ход охватывающих закладных сторон (SFP_b) также может быть постоянным во второй части и иметь в проксимальной части охватывающей резьбовой зоны значение, меньшее или равное значению хода охватывающих опорных сторон (LFP_b), которое остается постоянным во второй и проксимальной частях, при этом охватывающая проксимальная часть является смежной со второй частью.

Согласно альтернативе третьему варианту осуществления четвертый вариант осуществления изобретения является таким, что ход охватываемых опорных сторон

(LFP_p) также может быть постоянным в первой части и иметь в проксимальной части охватываемой резьбовой зоны значение, большее или равное значению хода охватываемых закладных сторон (SFP_p), которое остается постоянным в первой и проксимальной частях, при этом охватываемая проксимальная часть является смежной с первой частью. Подобным образом, согласно этому четвертому варианту осуществления изобретения ход охватывающих опорных сторон (LFP_b) также может быть постоянным во второй части и иметь в проксимальной части охватывающей резьбовой зоны значение, большее или равное значению хода охватываемых закладных сторон (SFP_b), которое остается постоянным во второй и проксимальной частях, при этом охватывающая проксимальная часть является смежной со второй частью.

Например, пятый вариант осуществления изобретения представляет собой комбинацию как первого, так и третьего вариантов осуществления. В качестве альтернативы шестой вариант осуществления изобретения представляет собой комбинацию второго и четвертого вариантов осуществления.

Предпочтительно соотношение клина может изменяться в двух местах: как в охватываемой резьбовой зоне, так и в охватывающей резьбовой зоне.

Например, ход охватываемых закладных сторон может изменяться в двух местах в охватываемой резьбовой зоне, а ход охватывающих закладных сторон может изменяться в двух местах в охватывающей резьбовой зоне, и ход охватываемых опорных сторон и ход охватывающих опорных сторон остаются постоянными по всей охватываемой резьбовой зоне и охватывающей резьбовой зоне, соответственно. В соответствии с этим примером места изменения в охватываемой резьбовой зоне не соответствуют местам изменения в охватывающей резьбовой зоне.

Предпочтительно правила проектирования для охватываемой резьбовой зоны могут требовать резьбу с профилем типа «ласточкин хвост», таким образом, минимальное значение (CWT_{pmin}) ширины зубца, который находится ближе всего к охватываемой концевой поверхности, соответствует по меньшей мере одному из следующих уравнений:

$$(a) 0,8202 * TH \leq CWT_{pmin}$$

$$(b) CWT_{pmin} \leq BTG - (PLH * \operatorname{tg}(\alpha)) - ([PLH + (LFP_{p1} * \operatorname{tg}(\varnothing)) - (BTG * \operatorname{tg}(\varnothing))] * \operatorname{tg}(\alpha)),$$

где: BTG представляет собой минимальный зазор внутренней резьбы из зазора резьбы, который не входит в блокирующую область,

$$BTG = \frac{SFP_{p1}}{2} - \left(\frac{n}{2} \times (LFP_{p1} - SFP_{p1})\right)$$

при этом

n представляет собой количество блокирующих витков резьбы блокирующей области,

SFP_{p1} представляет собой ход закладной стороны в первой части,

LFP_{p1} представляет собой ход опорной стороны в первой части,

LFP_{p1} – SFP_{p1} также называется соотношением клина,

ТН представляет собой номинальную высоту резьбы в первой части,

PLH представляет собой расстояние от делительной линии наружной резьбы до впадины в первой части.

Делительная линия наружной резьбы определяется всеми точками на средней высоте сторон при рассмотрении сторон, имеющих постоянный ход в этой первой части.

α представляет собой угол опорной и закладной стороны соответственно с перпендикуляром к оси соединения,

∅ представляет собой угол конусности, причем угол конусности – это угол между образующей охватываемой и охватывающей резьбовых зон и осью соединения.

Предпочтительно охватываемая и охватывающие резьбовые зоны имеют образующую конусности, которая образует угол конусности с осью соединения в диапазоне от 1 градуса до 5 градусов. Предпочтительно значение конусности может составлять 1/8 или 1/6, что соответствует углу конусности 3,6° и 4,8° соответственно.

В качестве примера конструкции резьбы зубцы охватываемой и охватывающей резьбовых зон могут иметь профиль типа «ласточкин хвост», и при этом вершины и впадины зубцов как охватываемой, так и охватывающей резьбовых зон параллельны оси резьбового соединения. Например, зубцы охватываемой и охватывающей

резьбовых зон также могут иметь профиль типа «ласточкин хвост», так что соответствующие опорные стороны и закладные стороны, находящиеся под углом с одинаковым значением угла α , соотносятся с перпендикуляром к оси соединения, при этом этот угол α составляет от 1° до 6° .

Предпочтительно вершина зубцов охватываемой резьбовой зоны и впадины охватывающей резьбовой зоны могут находиться в контакте с натягом в блокирующей области таким образом, что перекрытие диаметра при натяге на впадине/вершине может быть в 0,0025 раза больше номинального наружного диаметра тела трубы.

Соединение согласно настоящему изобретению предпочтительно не содержит какой-либо дистальной упорной поверхности, вследствие чего свободный конец охватываемого элемента остается на удалении от охватывающего элемента, и, соответственно, свободный конец охватывающего элемента остается на удалении от охватываемого элемента, когда соединение свинчено.

Преимущество настоящего изобретения состоит в том, что охватываемый и охватывающий элементы могут не содержать каких-либо дополнительных уплотняющих поверхностей, таких как уплотнения «металл к металлу», кроме блокирующей области.

Например, каждая из части первой части и части второй части, соответственно, резьбовых зон охватываемого элемента и охватывающего элемента соответственно, взаимодействующих посредством самоблокирования в блокирующей области, может представлять более 30% и менее 80 % и предпочтительно более 50% количества зубцов в соответствующей резьбовой зоне.

количество зубцов предпочтительно определяется вдоль продольного сечения резьбовой зоны вдоль продольной оси тела трубы. Неблокирующие зубцы могут обеспечивать структурную поддержку.

Например, все зубцы охватываемой и/или охватывающей резьбовой зоны могут иметь одинаковую высоту, кроме зубца с минимальной шириной вершины.

Характеристики и преимущества изобретения более подробно раскрыты в последующем описании, сделанном со ссылкой на прилагаемые графические материалы.

На фиг. 1 представлен частичный схематический вид соединения, содержащего самоблокирующуюся резьбу согласно настоящему изобретению.

На фиг. 2 представлен подробный вид в продольном разрезе охватывающего элемента трубного компонента соединения согласно настоящему изобретению.

На фиг. 3 представлен подробный вид в продольном разрезе охватываемого элемента трубного компонента соединения согласно настоящему изобретению.

На фиг. 4 представлен подробный вид в продольном разрезе соединения согласно настоящему изобретению вблизи охватываемого свободного конца.

На фиг. 5 представлен подробный вид охватываемых зубцов охватываемого элемента согласно настоящему изобретению.

На фиг. 6—9 показаны графики согласно различным вариантам осуществления изобретения, показывающие процесс изменения ходов между опорными сторонами и закладными сторонами для охватываемого элемента и охватывающего элемента соответственно вдоль резьб охватываемого и охватывающего элемента в соответствии с фиг. 1, как функция расстояния от дистальной концевой поверхности охватываемого элемента, когда соединение свинчено. Графики на фиг. 6—9 представляют значения ходов для охватываемых закладных сторон (SFP_p), охватываемых опорных сторон (LFP_p), охватывающих закладных сторон (SFP_b) и охватывающих опорных сторон (LFP_b) соответственно вдоль оси y, при этом ось x представляет расположение резьбы вдоль продольной оси трубного элемента между охватывающей поверхностью 8 и охватываемой поверхностью 7, когда соединение свинчено.

Резьбовое трубное соединение, показанное на фиг. 1, содержит трубный компонент, в котором предусмотрен охватываемый элемент 1, и трубный компонент, в котором предусмотрен охватывающий элемент 2. Как охватываемый элемент 1, так и охватывающий элемент 2 снабжены коническими резьбовыми зонами 3, 4, которые взаимодействуют для взаимного соединения посредством свинчивания двух компонентов. На фиг. 1 резьбовое соединение показано полностью свинченным.

Охватываемый элемент заканчивается на охватываемой концевой поверхности 7, образуя осевой свободный конец охватываемого элемента или охватываемой поверхности. Охватываемая концевая поверхность 7 также является свободной осевой

поверхностью первого трубного компонента. Охватывающий элемент 2 заканчивается на охватывающей концевой поверхности 8, образуя осевой свободный конец охватываемого элемента или охватывающей поверхности. Охватывающая концевая поверхность 8 также является свободной осевой поверхностью второго трубного компонента. Охватываемая концевая поверхность 7 и охватывающая концевая поверхность 8 ориентированы радиально относительно продольной оси X соединения. Ни одна из охватываемой концевой поверхности 7 и охватывающей концевой поверхности 8 не располагаются в упорном контакте в конце свинчивания.

Предпочтительно оба трубных компонента являются цельными, так как они оба снабжены телом трубы, охватываемым элементом на одном первом дистальном конце тела трубы и охватывающим элементом на противоположном дистальном конце тела трубы.

Оба трубных элемента изготовлены из стали. Резьбовые зоны соответственно подвергаются механической обработке, причем обработка поверхности выполняется только для охватываемого элемента, а вокруг охватываемого элемента перед свинчиванием дополнительно наносится густая трубная смазка. В качестве альтернативы, как для охватываемого элемента, так и для охватывающего элемента может быть выполнена обработка поверхности. Например, обработка поверхности может представлять собой фосфатирование.

Например, марка материала составляет от 80 тысяч фунтов на кв. дюйм (550 МПа) до 140 тысяч фунтов на кв. дюйм (965 МПа). Например, марка составляет выше 100 тысяч фунтов на кв. дюйм (690 МПа), например 125 тысяч фунтов на кв. дюйм (860 МПа).

Согласно настоящему изобретению эффективность соединения при растяжении и сжатии составляет более 70% физического предела текучести тела трубы.

Тело трубы может иметь наружный диаметр от 3 1/2 дюйма (88,90 мм) до 16 дюймов (406,4 мм) и ширину стенки тела трубы от 8 до 22 мм.

Согласно примерам изобретения наружный диаметр тела трубы может составлять 13 5/8 дюйма (330,2 мм) при ширине стенки тела трубы 0,625 дюйма (15,8 мм).

Резьбовые зоны могут быть однозаходными. Каждая резьбовая зона может иметь единственную однозаходную спираль. Термин «единственная резьбовая спираль» означает спираль без прерывания.

При свинчивании соединение согласно изобретению содержит блокирующую часть 10, причем соответствующая часть резьбовых зон 3 и 4 находится в известной конфигурации «самоблокирования», при этом как охватываемая резьбовая зона, так и охватывающая резьбовая зона присутствуют по меньшей мере в этой блокирующей области 10, в которой происходит постепенное изменение осевой ширины вершин резьбы и промежутков между витками резьбы таким образом, что во время свинчивания происходит постепенное осевое затягивание до окончательного блокирующего положения.

Термин «самоблокирующаяся» конфигурация означает характеристики для зубцов в блокирующей области, подробно описанные ниже. Витки наружной резьбы (или зубцы) 32, подобно виткам внутренней резьбы (или зубцам) 42, имеют постоянный ход, хотя их ширина вершины соответственно уменьшается в направлении их соответствующей концевой поверхности 7, 8 таким образом, что во время свинчивания некоторые из витков 32 наружной резьбы и витков 42 внутренней резьбы (или зубцы) заканчиваются, блокируя друг друга в определенном положении. Резьба в блокирующей конфигурации такова, что все закладные стороны и все опорные стороны витков наружной резьбы (или зубцов) блокируются относительно других закладных сторон и опорных сторон соответствующих витков внутренней резьбы (или зубцов) соответственно.

В конце свинчивания в блокирующей области 10 нет осевого зазора между осевыми сторонами, опорными сторонами и закладными сторонами. Осевые стороны определяются по существу радиально по сравнению с осью соединения. Кроме того, конструкция соединения согласно изобретению такова, что в блокирующей области отсутствует радиальный зазор между по меньшей мере вершиной наружной резьбы и впадиной внутренней резьбы. Таким образом, блокирующая область образует уплотнение, создавая достаточный контакт, чтобы удерживать густую трубную смазку и выдерживать высокое давление. Вершины и впадины находятся в контакте с натягом, и осевые стороны тоже находятся в контакте с натягом.

Согласно настоящему изобретению только определенное количество витков резьбы каждой из наружной 32 и внутренней 42 резьб находится в этой конкретной блокирующей конфигурации и вовлечены в блокирующую часть 10. Блокирующая часть 10 находится на удалении от первого и последнего витка резьбы резьбовой зоны. По меньшей мере первый и последний виток резьбы как наружной 32, так и внутренней 42 резьб не находится в блокирующей конфигурации.

Точнее говоря, как показано на фиг. 6, охватываемая резьбовая зона 3 содержит первую часть 11, в которой ход SFP_p между охватываемыми закладными сторонами 31 является постоянным со значением SFP_{p1}, а ход LFP_p между опорными сторонами 30 также является постоянным, но с другим значением LFP_{p1}. На примере, показанном на фиг. 6, LFP_{p1} строго превосходит SFP_{p1}. Например, в одном варианте осуществления изобретения:

$$\text{LFP}_{p1} = 9,7 \text{ мм}$$

$$\text{SFP}_{p1} = 9,4 \text{ мм}$$

Таким образом, соотношение клина первой части, которое является разницей между ходом опорных сторон и ходом закладных сторон, здесь составляет 0,3 мм.

В рамках объема изобретения приемлемы другие значения хода закладных сторон и хода опорных сторон.

Подобным образом охватывающая резьбовая зона 4 содержит вторую часть 12, в которой ход LFP_b между опорными сторонами 41 является постоянным со значением LFP_{b1}, а ход SFP_b между закладными сторонами 40 также является постоянным, но с другим значением SFP_{b1}, с тем признаком, что ход между опорными сторонами 41 больше, чем ход между закладными сторонами 40.

Кроме того, как показано на фиг. 6, соответствующие ходы SFP_{p1} и SFP_{b1} между охватываемыми 31 и охватываемыми 40 закладными сторонами равны и меньше, чем соответствующие ходы LFP_{p1} и LFP_{b1} между охватываемыми опорными сторонами 30 и охватываемыми опорными сторонами 41, которые сами равны.

Как показано на фиг. 3 и 6, охватываемая резьбовая зона 3 содержит, в дополнение к первой части 11, охватываемую дистальную часть 13, смежную с первой частью 11 и

расположенную на стороне первой части, ближайшей к охватываемой свободной концевой поверхности 7. Охватываемая резьбовая зона 3 также содержит охватываемую проксимальную часть 15, смежную с первой частью 11, но расположенную на другой стороне первой части, которая является самой дальней от охватываемой свободной концевой поверхности 7. Каждая из охватываемой дистальной части 13 и охватываемой проксимальной части 15 содержит часть резьбы, покрывающую по меньшей мере 360° и предпочтительно два витка. Охватываемая дистальная часть 13 и охватываемая проксимальная часть 15 отличаются от первой части 11 ходом по меньшей мере одной из закладных сторон и/или опорных сторон, то есть значения хода отличаются от наблюдаемых в первой части.

В примере, показанном на фиг. 6, охватываемая дистальная часть 13 и охватываемая проксимальная часть 15 отличаются от первой части 11 только ходом закладных сторон SFP_p, при этом ход опорных сторон LFP_p остается с одинаковым значением LFP_{p1} по всей длине резьбовой части. В частности, как показано на фиг. 6, ходы охватываемых закладных сторон в дистальной части 13 и проксимальной части 15 равны, а также равны ходу охватываемых опорных сторон LFP_{p1}. И ход охватываемых закладных сторон в первой части 11 достигает значения SFP_{p1}, которое ниже, чем ход LFP_{p1} охватываемых опорных сторон.

Таким образом, соотношение охватываемого клина вдоль охватываемых дистальной и проксимальной частей равно 0, тогда как в охватываемой первой части 11 существует ненулевое соотношение клина.

В качестве альтернативы варианту осуществления, показанному на фиг. 6 и на фиг. 7, предлагается строго положительное ненулевое соотношение клина в первой части и нулевое соотношение клина вдоль охватываемых дистальной и проксимальной частей, полученное единственным увеличением хода опорных сторон в первой части относительно и дистальной, и проксимальной охватываемых частей. Согласно этому альтернативному варианту осуществления вдоль как дистальной, так и проксимальной охватываемых частей ход опорных сторон равен ходу закладных сторон, при этом ходы закладных сторон остаются постоянными по всей длине резьбовой части.

В другом варианте осуществления изобретения, альтернативном приведенному на фиг. 6, как показано на фиг. 8, соотношение клина в охватываемой дистальной и

проксимальной части строго выше 0, не равно нулю и строго ниже соотношения клина, наблюдаемого вдоль первой части. Ход закладных сторон в охватываемых дистальной и, соответственно, проксимальной части ниже, чем ход опорных сторон в этой дистальной части и, соответственно, проксимальной части, в то время как ход опорных сторон в охватываемой дистальной части остается постоянным и равен ходу опорных сторон в первой части.

Другой вариант осуществления согласно настоящему изобретению может охватывать изменяющееся соотношение клина в охватываемой дистальной и проксимальной части, при этом такое изменяющееся значение остается строго ниже соотношения клина первой части. Значения соотношения клина и/или характера изменения соотношения клина вдоль дистальной и проксимальной части могут быть или не быть одинаковыми.

Подобным образом, как показано на фиг. 2 и 6, охватывающая резьбовая зона 4 содержит, в дополнение ко второй части 12, охватывающую дистальную часть 14, смежную со второй частью 12, расположенную на стороне второй части, ближайшей к охватывающей свободной концевой поверхности 8. Охватывающая резьбовая зона 4 содержит охватывающую проксимальную часть 16, смежную со второй частью 12, но расположенную на другой стороне второй части, которая является самой дальней от охватывающей свободной концевой поверхности 8. Каждая из охватывающей дистальной части 14 и охватывающей проксимальной части 16 содержит часть резьбы, покрывающую по меньшей мере 360° и предпочтительно два витка. Охватывающая дистальная часть 14 и охватывающая проксимальная часть 16 отличаются от второй части 12 ходом по меньшей мере одной из закладных сторон и/или опорных сторон, то есть значения хода отличаются от наблюдаемых во второй части.

Как показано на фиг. 6, охватывающая дистальная часть 14 и охватывающая проксимальная часть 16 отличаются от второй части 12 только ходом закладных сторон SFL_b, при этом ход опорных сторон LFP_b остается с одинаковым значением LFP_b1 по всей резьбовой части. В частности, ходы охватывающих закладных сторон в дистальной части 14 и проксимальной части 16 равны и равны ходу охватывающих опорных сторон LFP_b1, который также равен ходу охватываемых опорных сторон LFP_p1. Ход охватывающих закладных сторон во второй части 12 достигает значения SFP_b1, которое ниже, чем ход LFP_b1 охватываемых опорных сторон.

Более конкретно, LFP_b1 = LFP_p1 и SFP_b1 = SFP_p1.

Как показано на фиг. 7 и 8, охватывающие дистальные и проксимальные части представляют тот же тип изменения хода закладных сторон и хода опорных сторон, как в случае с охватываемой резьбовой частью, за исключением того, что места изменений в охватывающих ходах не накладываются вдоль продольной оси соединения с расположением этих изменений в охватываемых ходах.

Согласно настоящему изобретению, когда соединение свинчено, по меньшей мере один из:

- зубцов охватываемой проксимальной части 15 входит в промежуток между двумя смежными зубцами второй части 12, определяя тем самым переходную область 20; и/или

- зубцов охватывающей проксимальной части 16 входит в зацепление в промежутке между двумя смежными зубцами первой части 11, определяя тем самым переходную область 21.

Зубец, вошедший в зацепление в промежутке, следует интерпретировать как зубец, вошедший в зацепление по меньшей мере на 360° в промежутке по меньшей мере 360° . В переходной области 20 и 21 нет контакта между по меньшей мере одной из закладных сторон и/или опорных сторон.

Следовательно, когда соединение согласно изобретению свинчено,

- охватывающая блокирующая часть 10b второй части 12 входит в самоблокирующуюся конфигурацию с охватываемой резьбовой зоной 3, причем охватывающая часть 10b является смежной с охватывающей проксимальной частью 16;

и/или

- охватывающая блокирующая часть 10p первой части 11 входит в самоблокирующуюся конфигурацию с охватывающей резьбовой зоной 4, причем охватываемая часть 10p является смежной с охватываемой проксимальной частью 15.

Блокирующие части 10p и 10b представляют собой блокирующие витки резьбы, определяющие блокирующую область.

Затем в свинченном положении, соответственно,

- как охватываемая дистальная часть 13, так и остальная часть 17 первой части 11, та, которая не включена в блокирующую область 10, входят в зацепление в интервалах охватывающей проксимальной части 16;

и/или

- как охватывающая дистальная часть 14, так и оставшаяся часть 18 второй части 12, та, которая не включена в блокирующую область 10, входят в зацепление в интервалах охватываемой проксимальной части 15.

В соответствии с вышеуказанными альтернативными вариантами «и/или» на фиг. 1—3 показаны варианты «и».

В примере, показанном на фиг. 1—3, на обеих сторонах блокирующей части 10 имеются переходные области 20, 21, в которых по меньшей мере закладные стороны не начинают контактировать с натягом друг с другом. Переходная область 20 представляет собой место, где охватывающая остальная часть 18 второй части 12 входит в зацепление с охватываемой проксимальной частью 15. Переходная область 21 представляет собой место, где охватываемая остальная часть 17 первой части 11 входит в зацепление с охватывающей проксимальной частью 16.

Первая часть 11 состоит из охватывающей блокирующей части 10a и остальной части 17. Вторая часть 12 состоит из охватывающей блокирующей части 10b и остальной части 18.

Как показано на фиг. 1—3, от переходной области 21 до охватываемого свободного конца 7 резьбовое соединение содержит внутреннюю резьбовую область 23, где охватываемая дистальная часть 13 входит в зацепление с охватывающей проксимальной частью 16. Симметрично, от переходной области 20 и охватывающего свободного конца 8 резьбовое соединение содержит внешнюю резьбовую область 22, где охватываемая проксимальная часть 15 входит в зацепление с охватывающей дистальной частью 14. Во внутренней резьбовой области 23 и внешней резьбовой области 22 между соответствующими охватываемыми и охватывающими закладными сторонами существует положительный зазор. Например, этот зазор составляет по меньшей мере 1 мм и, например, меньше 5 мм.

Предпочтительно блокирующая область 10 расположена в осевом направлении в середине резьбового соединения. Таким образом, часть 10р первой части 11 расположена в осевом направлении в середине охватываемой резьбовой зоны 3, и, соответственно, часть 10b второй части 12 расположена в осевом направлении в середине охватывающей резьбовой зоны 4. В качестве примера блокирующая область содержит 8 витков резьбы, где резьбовое соединение в полном объеме содержит по меньшей мере 10 витков резьбы и предпочтительно более 14 витков резьбы, например, 16 витков резьбы. Согласно настоящему изобретению

n равно количеству витков резьбы блокирующей области.

Тогда количество витков резьбы соединения, например, составляет по меньшей мере более чем $1,25 \text{ раза} * n$; и более предпочтительно по меньшей мере более $1,75 * n$; например $2 \text{ раза} * n$.

Согласно первому варианту осуществления изобретения, показанному на фиг. 6,

- ход SFP_p охватываемых закладных сторон изменяется соответственно в дистальной части 13 и охватываемой проксимальной части 15, для достижения значения, которое является значением LFP_{p1} хода опорных сторон, заданным в первой части, и

- ход охватывающих закладных сторон изменяется соответственно в дистальной части 14 и охватывающей проксимальной части 16, чтобы достичь значения, которое является значением LFP_{p1} хода опорных сторон, заданным в первой части, и

- ход как охватываемых, так и охватывающих опорных сторон является постоянным на протяжении всего соединения и равен LFP_{p1}.

Изменение кривой хода SFP_p охватываемых закладных сторон между проксимальной частью 15 и первой частью 11 находится на 515 и, соответственно, в противоположном варианте, на 516 между первой частью 11 и охватываемой дистальной частью 13. Изменения 513 и 514 являются внезапными и появляются менее чем за один оборот, предпочтительно менее чем на 180° . Изменение кривой хода SFP_b охватывающих закладных сторон между проксимальной частью 16 и второй частью 12 находится на 513 и, соответственно, в противоположном варианте, на 514 между второй частью 12 и охватывающей дистальной частью 14. Изменения 514 и 513 являются внезапными и появляются менее чем за один оборот, предпочтительно менее чем на 180° .

Изменения 514 и 515, возникающие в другом осевом положении в резьбовом соединении, переходная область 20 определяет между изменениями 514 и 515. Симметрично, изменения 513 и 516, возникающие в другом осевом положении в резьбовом соединении, переходная область 21 определяет между изменениями 513 и 516. Переходные области 20 и 21 согласно настоящему изобретению позволяют сохранять хорошую эффективную блокирующую часть, несмотря на изменения осевого расположения собранных элементов из-за допусков на обработку, при этом эффективное уплотнение блокирующей области эффективно на нескольких зубцах этой блокирующей части.

Согласно этому первому варианту осуществления во внутренней резьбовой части 23 и внешней резьбовой части 22 как наружная, так и внутренняя резьба имеют одинаковый ход опорных сторон и ход закладных сторон. Таким образом, охватываемые зубцы, входящие во внутреннюю резьбовую часть 23, имеют одинаковую постоянную ширину CWT_{rmin} вершины, как и охватываемые зубцы, входящие во внешнюю резьбовую часть 22, которые имеют такую же ширину CWT_{bmin} вершины. Внутренняя резьбовая часть 23 содержит зубцы охватываемой дистальной части, расположенные ближе всего к охватываемой концевой поверхности 7, которые представляют собой зубцы с наименьшим значением ширины вершины из всей охватываемой резьбовой зоны 3. Внешняя резьбовая часть 22 содержит зубцы охватываемой дистальной части, расположенные ближе всего к охватываемой концевой поверхности 8, которые представляют собой зубцы с наименьшим значением ширины вершины из всей охватываемой резьбовой зоны 4. Оба зубца имеют одинаковое минимальное значение ширины вершины $CWT_{min} = CWT_{bmin} = CWT_{rmin}$.

Согласно настоящему изобретению, чтобы избежать раннего натяга вершин резьбы во время свинчивания, авторы изобретения обнаружили потребность управления с помощью соотношения между шириной вершины зубца и шириной зазора внутренней неблокирующей резьбы.

Преимущественно, и как показано на фиг. 4 и 5, наружная и внутренняя резьба (или зубцы) имеют профиль типа «ласточкин хвост». Этот профиль позволяет избежать риска выскакивания, что соответствует наружной и внутренней резьбам, разъединяющимся, когда соединение подвергается большим изгибающим или растягивающим напряжениям. Точнее говоря, геометрия резьбы с профилем типа

«ласточкин хвост» увеличивает радиальную жесткость сборки по сравнению с резьбой, которую обычно называют «трапецеидальной» резьбой, в которой осевая ширина зубцов уменьшается от основания к вершине резьбы. Преимущественно опорные стороны резьбы соединяются с вершиной резьбы и со смежной впадиной резьбы посредством закруглений таким образом, что эти закругления уменьшают коэффициент концентрации напряжений в основании опорных сторон и тем самым улучшают усталостные характеристики соединения.

Как показано на фиг. 4, вершины зубцов и впадины охватываемой и охватывающей резьбовых зон параллельны продольной оси X резьбового соединения. Это облегчает обработку.

Вдоль продольного разреза резьбового соединения как опорная сторона, так и закладная сторона имеют прямой профиль. Опорная сторона и закладная сторона соответственно образуют угол α с вертикалью к продольной оси X. Значение угла опорной стороны равно значению угла закладной стороны, при этом он противоположен и определен на противоположных сторонах вертикали относительно продольной оси X. Например, угол α составляет от 1° до 6° , например, равен 5° . Таким образом, вершина зубца всегда является наибольшим размером этих зубцов при рассмотрении ширины зубца вдоль продольной оси X.

Резьбовое соединение имеет коническую форму, чтобы облегчить продвижение при свинчивании. Делительная линия имеет угол конусности \varnothing с продольной осью X. Делительная линия определяется как проходящая через выровненный центр боковых сторон охватываемой резьбовой зоны, имеющей одинаковое значение хода по всему соединению. Согласно первому варианту осуществления ход опорных сторон остается одинаковым на всем протяжении охватываемой резьбовой зоны, таким образом, делительная линия наружной резьбы определяется как проходящая через выровненный центр опорных сторон. Например, угол конусности \varnothing составляет, например, от 1 до 10° , например, равен $4,7^\circ$.

Преимущественно первый зазор охватывающей проксимальной части 16, не входящей в зацепление с зубцами, имеет ширину VTG зазора в соответствии с приведенной ниже формулой

$$BTG = \frac{SFP_{p1}}{2} - \left(\frac{n}{2} \times (LFP_{p1} - SFP_{p1})\right)$$

при этом

n представляет собой количество блокирующих витков резьбы блокирующей области,

SFP_{p1} представляет собой ход закладной стороны в первой части,

LFP_{p1} представляет собой ход опорной стороны в первой части,

$LFP_{p1} - SFP_{p1}$ — также называется соотношением клина,

TH представляет собой номинальную высоту резьбы в первой части,

PLH представляет собой расстояние от делительной линии наружной резьбы до впадины в первой части.

Когда в первой части ход закладных сторон является постоянным, делительная линия наружной резьбы определяется точками на средней высоте закладных сторон. Напротив, когда ход закладных сторон является переменным в первой части, а ход опорных сторон является постоянным в первой части, делительная линия наружной резьбы определяется точками на средней высоте опорных сторон.

α представляет собой угол опорной и закладной стороны соответственно с перпендикуляром к оси соединения,

\varnothing представляет собой угол конусности, причем угол конусности — это угол между образующей охватываемой и охватывающей резьбовых зон и осью соединения.

BTG также представляет собой минимальный зазор внутренней резьбы зубцов резьбы, не включенных в блокирующую область, например, зазор резьбы охватывающей проксимальной части 16.

Ширина вершины зубца или наибольший размер ширины этого зубца таковы, что минимальное значение (CWT_{pmin}) ширины вершины зубца, который находится ближе всего к охватываемой концевой поверхности 7, соответствует по меньшей мере одному и предпочтительно обоим приведенным ниже уравнениям.

$$(a) 0,8202 * TH \leq CWT_{pmin}$$

$$(b) CWT_{pmin} \leq BTG - (PLH * \operatorname{tg}(\alpha)) - ([PLH + (LFP_{p1} * \operatorname{tg}(\varnothing)) - (BTG * \operatorname{tg}(\varnothing))] * \operatorname{tg}(\varnothing))$$

Например, согласно настоящему изобретению и по меньшей мере для первого варианта осуществления, показанного на фиг. 6:

$$1,804 \text{ мм} \leq CWT_{pmin} \leq 3,262 \text{ мм}$$

$$\text{И } BTG = 3,5 \text{ мм}$$

На фиг. 7 показан альтернативный, показанному на фиг. 6, вариант осуществления, причем отличие от фиг. 6 объясняется главным образом дифференциальным изменением хода опорных сторон и хода закладных сторон. Согласно второму варианту осуществления изобретения, показанному на фиг. 7,

- ход LFP_p охватываемых опорных сторон изменяется соответственно от дистальной части 13 и охватываемой проксимальной части 15 для достижения значения, которое является значением LFP_{p1} хода опорных сторон, заданным в первой части, и

- ход LFP_b охватывающих опорных сторон изменяется соответственно от дистальной части 13 и охватываемой проксимальной части 15 для достижения значения, которое является значением LFP_{p1} хода отводной опорных сторон, заданным в первой части, и

- ход как охватываемых, так и охватывающих закладных сторон является постоянным на протяжении всего соединения, соответственно, равен SFP_{p1} .

На фиг. 8 представлен другой альтернативный, показанному на фиг. 6, вариант осуществления, причем отличие от фиг. 6 объясняется главным образом тем, что ход опорных сторон охватывающего и охватываемого элемента в их соответствующей дистальной части и проксимальной части больше, чем значение хода как охватываемых, так и охватывающих опорных сторон. Ход опорных сторон является постоянным на протяжении всего соединения и, соответственно, равен LFP_{p1} .

На фиг. 9 представлено сочетание изменения ходов охватываемых сторон, показанных на фиг. 6, с изменением ходов охватывающих сторон, показанных на фиг. 7, при этом постоянный признак осевого расположения изменений ходов охватываемых и охватывающих сторон не накладывается.

Изобретение охватывает резьбовое соединение, содержащее блокирующую часть, смежную с переходной частью, при этом переходная часть расположена смежно с дистальной или проксимальной частью таким образом, что зубцы не находятся в самоблокирующемся зацеплении как в переходной части, так и по меньшей мере в одной из дистальной и проксимальной части. Например, зубцы, не находящиеся в самоблокирующейся компоновке, таковы, что закладные стороны не контактируют с натягом, и при этом охватываемый или охватывающий зубец имеют одинаковую минимальную ширину вершины.

Изобретение охватывает резьбовое соединение, содержащее блокирующую часть, при этом оба осевых конца блокирующей части являются смежными с переходными частями, вследствие чего зубцы не находятся в самоблокирующемся зацеплении в обеих переходных частях.

Минимальный требуемый момент затяжки может составлять от 55000 фут-фунтов (74570 Н·м) до 70000 фут-фунтов (94907 Н·м).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение, содержащее первый и второй трубный компонент, причем первый трубный компонент снабжен телом трубы и охватываемым элементом (1) на дистальном конце тела трубы, а второй трубный компонент снабжен другим телом трубы и охватывающим (2) элементом на дистальном конце данного тела трубы, таким образом, охватывающий элемент (1) содержит на своей внешней периферийной поверхности по меньшей мере одну охватываемую резьбовую зону (3) и заканчивается на охватываемой концевой поверхности (7), и охватывающий элемент (2) содержит на своей внутренней периферийной поверхности по меньшей мере одну охватывающую резьбовую зону (4) и заканчивается на охватывающей концевой поверхности (8),

при этом охватываемая резьбовая зона (3) содержит наружную резьбу, имеющую первую часть, в которой ширина вершины ($CWTp$) резьбы увеличивается в направлении, ориентированном от охватываемой концевой поверхности к телу трубы первого трубного компонента, причем зубец, ближайший к охватываемой концевой поверхности (7), представляет минимальное значение ($CWTpmin$) ширины вершины наружной резьбы, и

при этом охватывающая резьбовая зона (4) содержит внутреннюю резьбу, имеющую вторую часть, в которой ширина вершины ($CWTb$) резьбы увеличивается в направлении, ориентированном от охватывающей концевой поверхности к телу трубы второго трубного компонента, при этом зубец, ближайший к охватывающей концевой поверхности (8), представляет минимальное значение ($CWTbmin$) ширины вершины внутренней резьбы,

причем каждый зубец первой части находится между двумя смежными зубцами второй части, когда соединение находится в свинченном состоянии, и при этом только часть первой части взаимодействует только с частью второй части в соответствии с самоблокирующейся свинченной компоновкой с целью обеспечения блокирующей области в резьбовом соединении.

2. Резьбовое соединение по п. 1, отличающееся тем, что блокирующая область содержит количество (n) витков резьбы в самоблокирующейся компоновке, причем первая и вторая части содержат количество витков резьбы, строго превышающее количество (n) витков резьбы блокирующей области.

3. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая резьбовая зона имеет охватываемую дистальную часть, определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем дистальная часть содержит зубец, который находится ближе всего к охватываемой концевой поверхности (7), при этом охватываемая дистальная часть является смежной с первой частью.

4. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватывающая резьбовая зона имеет охватывающую дистальную часть, определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем охватывающая дистальная часть содержит зубец, который находится ближе всего к охватывающей концевой поверхности (8), при этом охватывающая дистальная часть является смежной со второй частью.

5. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что зубец охватывающей дистальной части, который находится ближе всего к охватывающей концевой поверхности, имеет такую же ширину вершины, что и зубец охватываемой дистальной части, который находится ближе всего к охватываемой концевой поверхности ($CWT_{bmin} = CWT_{pmin}$).

6. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что ход охватываемых закладных сторон (SFP_p) является постоянным в первой части и имеет отличающееся значение в дистальной части охватываемой резьбовой зоны, причем такое отличающееся значение меньше или равно значению хода охватываемых опорных сторон (LFP_p), которое остается постоянным в первой и дистальной частях, при этом охватываемая дистальная часть является смежной с первой частью.

7. Резьбовое соединение по любому из пп. 1—5, отличающееся тем, что ход охватываемых опорных сторон (LFP_p) является постоянным в первой части и имеет отличающееся значение в дистальной части охватываемой резьбовой зоны, при этом значение больше или равно значению хода охватываемых закладных сторон (SFP_p), которое остается постоянным в первой и дистальной частях, при этом охватываемая дистальная часть является смежной с первой частью.

8. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая резьбовая зона имеет охватываемую проксимальную часть,

определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем проксимальная часть содержит зубец, который наиболее удален от охватываемой концевой поверхности, при этом охватываемая проксимальная часть является смежной с первой частью.

9. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватывающая резьбовая зона имеет охватывающую проксимальную часть, определяемую другим соотношением клина, чем в блокирующей области, причем проксимальная часть содержит зубец, который наиболее удален от охватывающей концевой поверхности, при этом охватывающая проксимальная часть является смежной со второй частью.

10. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что ход охватываемых закладных сторон (SFP_p) является постоянным в первой части и имеет в проксимальной части охватываемой резьбовой зоны значение, меньшее или равное значению хода охватываемых опорных сторон (LFP_p), которое остается постоянным в первой и проксимальной частях, при этом охватываемая проксимальная часть является смежной с первой частью.

11. Резьбовое соединение по любому из пп. 1—9, отличающееся тем, что ход охватываемых опорных сторон (LFP_p) является постоянным в первой части и имеет в проксимальной части охватываемой резьбовой зоны значение, большее или равное значению хода охватываемых закладных сторон (SFP_p), которое остается постоянным в первой и проксимальной частях, при этом охватываемая проксимальная часть является смежной с первой частью.

12. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что соотношение клина изменяется в двух местах как в охватываемой резьбовой зоне, так и в охватывающей резьбовой зоне.

13. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что ход охватываемых закладных сторон изменяется в двух местах в охватываемой резьбовой зоне, а ход охватывающих закладных сторон изменяется в двух местах в охватывающей резьбовой зоне, и при этом ход охватываемых опорных сторон и ход охватывающих опорных сторон остаются постоянными по всей охватываемой резьбовой зоне и, соответственно, охватывающей резьбовой зоне.

14. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая резьбовая зона содержит резьбу с профилем типа «ласточкин хвост», и минимальное значение (CWT_{pmin}) ширины зубца, который находится ближе всего к охватываемой концевой поверхности, соответствует по меньшей мере одному из приведенных ниже уравнений

$$(a) 0,8202 * TH < CWT_{pmin}$$

$$(b) CWT_{pmin} \leq BTG - (PLH * \operatorname{tg}(\alpha)) - ([PLH + (LFP_{p1} * \operatorname{tg}(\varnothing)) - (BTG * \operatorname{tg}(\varnothing))] * \operatorname{tg}(\alpha)),$$

где: BTG представляет собой минимальный зазор внутренней резьбы из зазора резьбы, который не входит в блокирующую область,

$$BTG = \frac{SFP_{p1}}{2} - \left(\frac{n}{2} \times (LFP_{p1} - SFP_{p1}) \right),$$

при этом

n представляет собой количество блокирующих витков резьбы блокирующей области,

SFP_{p1} представляет собой ход закладной стороны в первой части,

LFP_{p1} представляет собой ход опорной стороны в первой части,

LFP_{p1}–SFP_{p1} также называется соотношением клина,

TH представляет собой номинальную высоту резьбы в первой части,

PLH представляет собой расстояние от делительной линии наружной резьбы до впадины в первой части.

при этом делительная линия наружной резьбы определена всеми точками на средней высоте сторон, при этом эти стороны имеют постоянный ход в данной первой части,

α представляет собой угол опорной и закладной стороны соответственно с перпендикуляром к оси соединения,

\varnothing представляет собой угол конусности, причем угол конусности – это угол между образующей охватываемой и охватывающей резьбовых зон и осью соединения.

15. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая и охватывающая резьбовые зоны (3, 4) имеют конусообразную образующую, которая образует угол с осью (10) соединения в диапазоне от 1 до 5 градусов.

16. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что зубцы охватываемой и охватывающей резьбовых зон (3, 4) имеют профиль типа «ласточкин хвост», и при этом вершины зубцов и впадины охватываемой и охватывающей резьбовых зон (3, 4) параллельны оси (10) резьбового соединения.

17. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что зубцы охватываемой и охватывающей резьбовых зон (3, 4) имеют профиль типа «ласточкин хвост», таким образом, соответствующие опорные стороны и закладные стороны находятся под углом с одинаковым значением угла α в соотношении с перпендикуляром к оси соединения, при этом угол α составляет от 1° до 6° .

18. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что в блокирующей области контактирует с натягом только одно из вершин зубцов охватываемой резьбовой зоны с впадинами охватывающей резьбовой зоны (4) или впадины зубцов охватываемой резьбовой зоны с вершинами охватывающей резьбовой зоны, таким образом, перекрытие диаметра при натяге на впадине/вершине может быть в 0,0025 раза больше номинального наружного диаметра тела трубы.

19. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что оно не содержит какой-либо дистальной упорной поверхности, при этом свободный конец охватываемого элемента находится на удалении от охватывающего элемента, и, соответственно, свободный конец охватывающего элемента находится на удалении от охватываемого элемента.

20. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что как охватываемый, так и охватывающий элемент не содержат каких-либо дополнительных уплотнительных поверхностей, кроме блокирующей области.

21. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что резьбовое соединение является полуравнопроходным, и при этом первый и второй

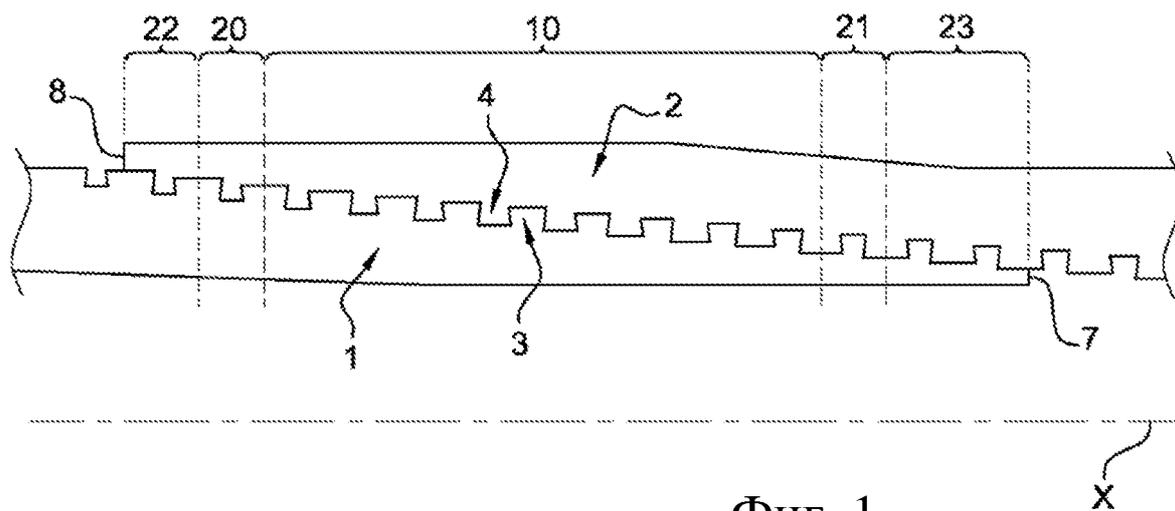
трубные компоненты выполнены цельными, при этом каждый из первого и второго трубных компонентов содержит охватываемый элемент и охватывающий элемент.

22. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что часть первой части и, соответственно, часть второй части резьбовых зон охватываемого элемента и охватывающего элемента, соответственно, взаимодействуют посредством самоблокирования в блокирующей области, при этом каждая составляет более 30% и менее 80% и предпочтительно более 50% по количеству зубцов их соответствующей резьбовой зоны.

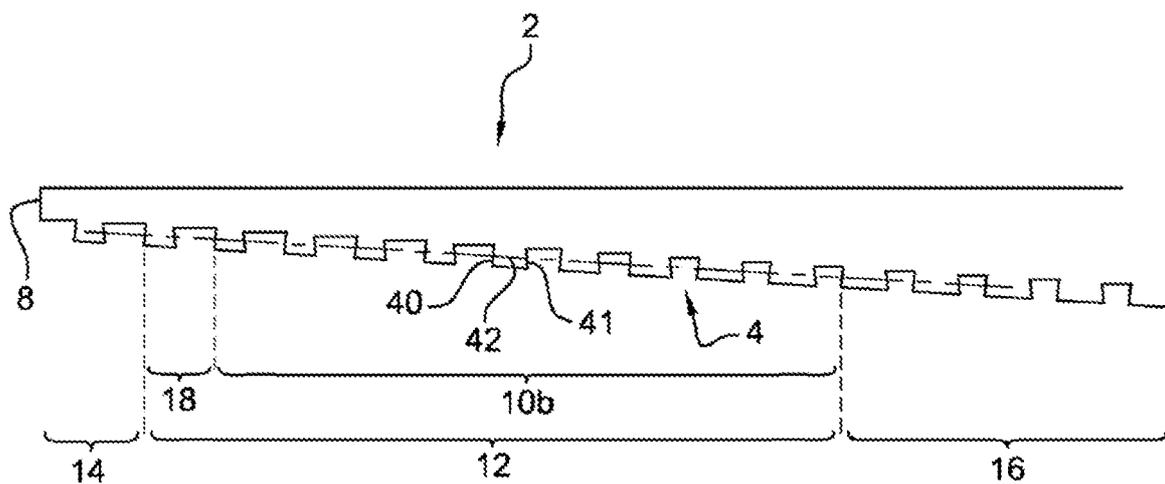
23. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что все зубцы охватываемой и/или охватывающей резьбовой зоны имеют одинаковую высоту, за исключением зубца с минимальной шириной вершины.

24. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая резьбовая зона и охватывающая резьбовая зона представляют собой, соответственно, одну непрерывную резьбу.

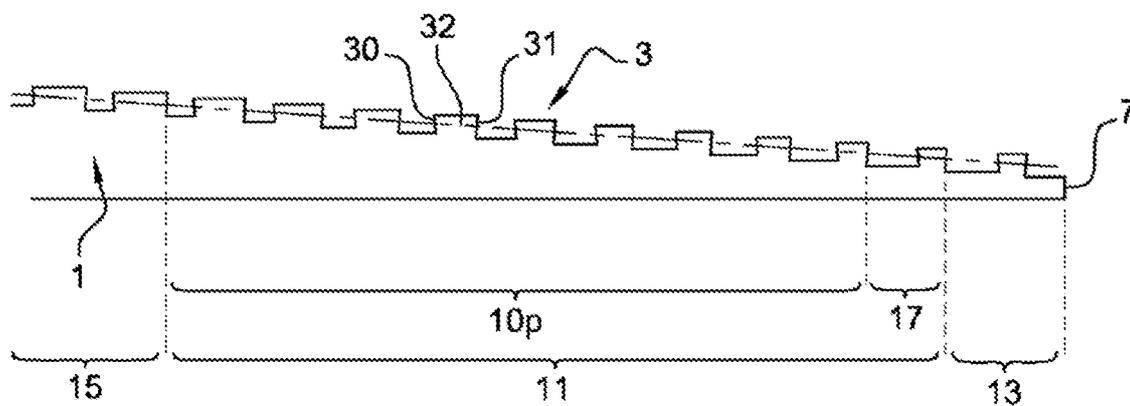
25. Резьбовое соединение по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охватываемая резьбовая зона и охватывающая резьбовая зона представляют собой однозаходную резьбу.



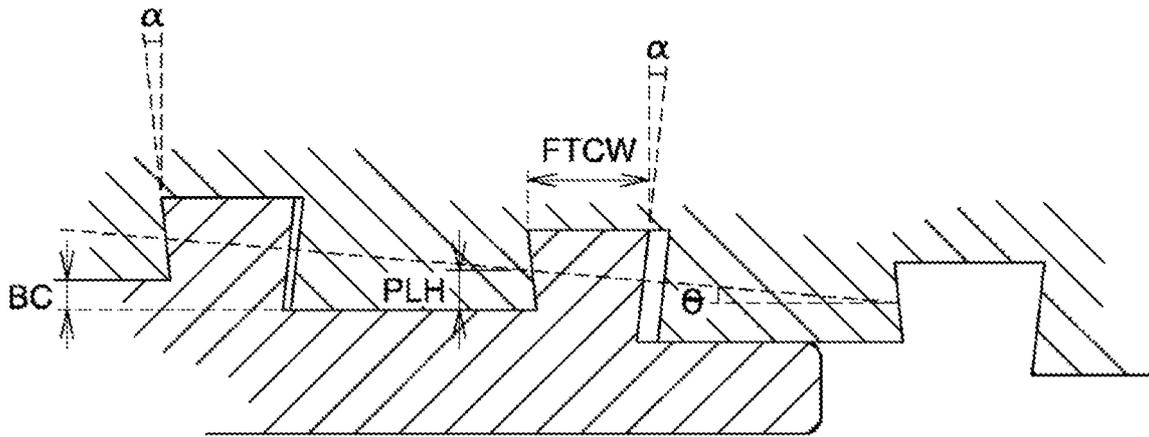
Фиг. 1



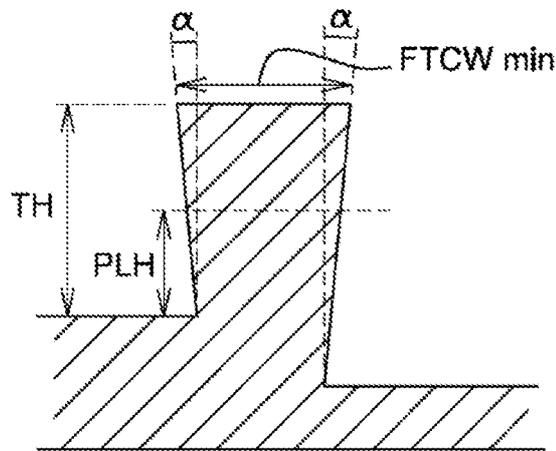
Фиг. 2



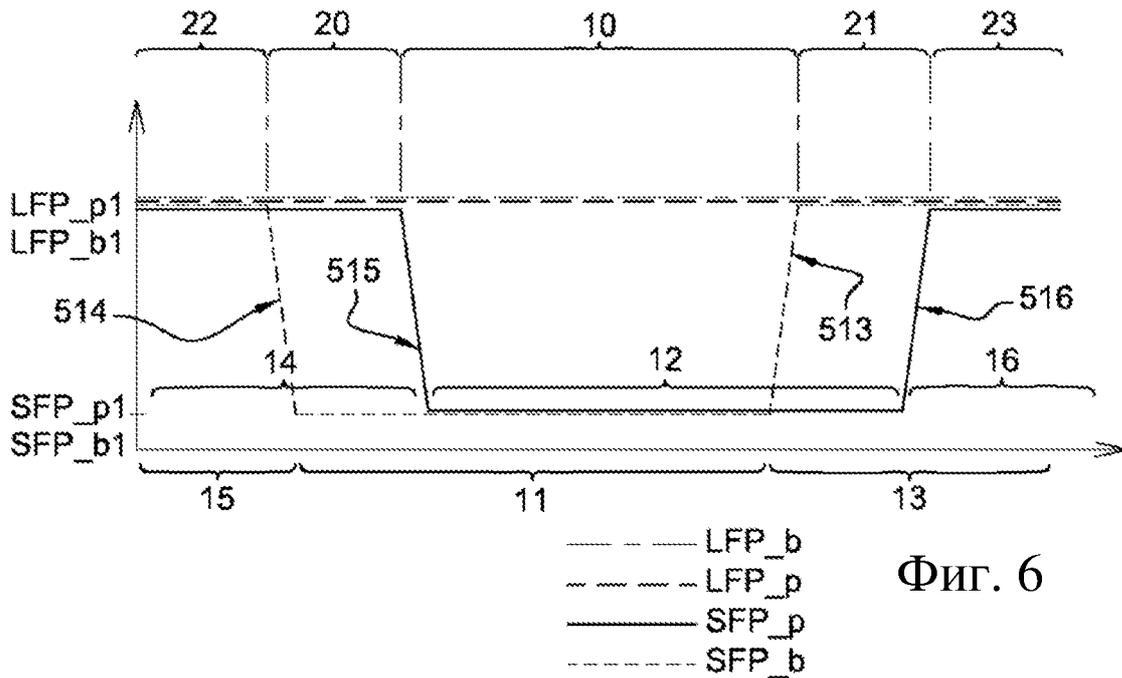
Фиг. 3



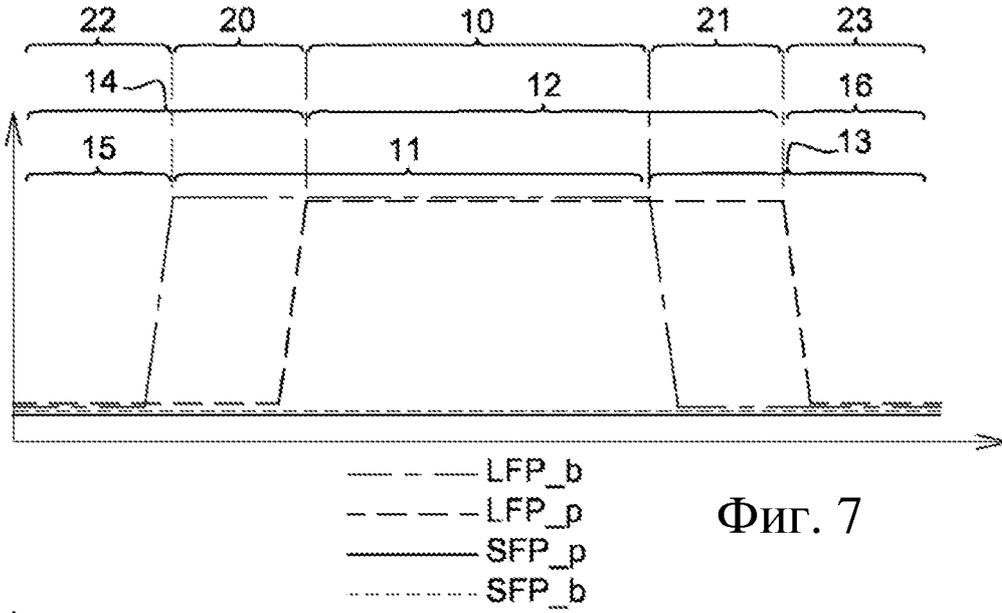
Фиг. 4



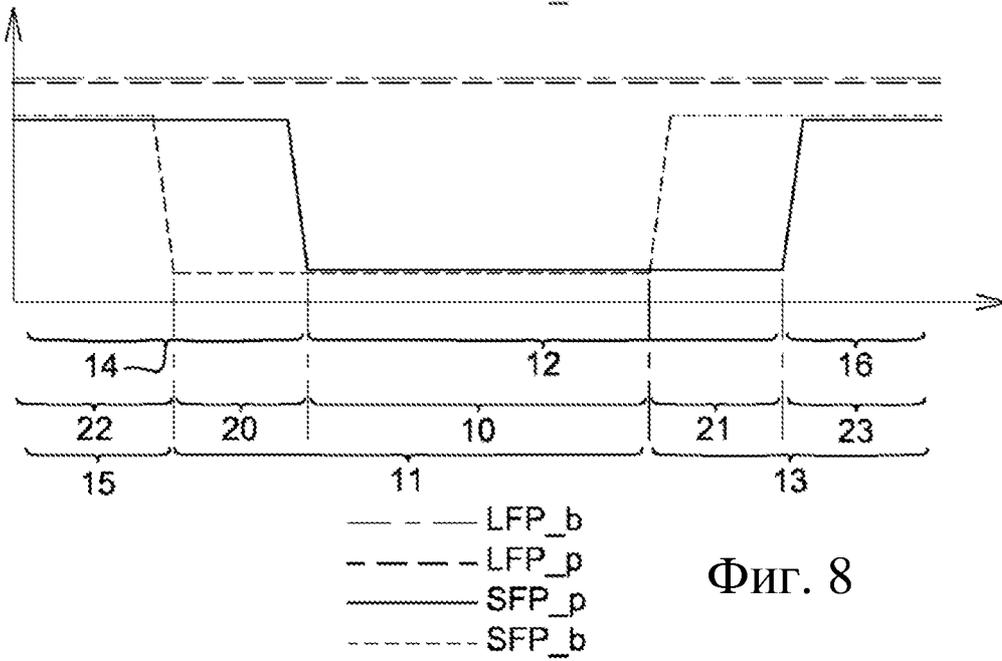
Фиг. 5



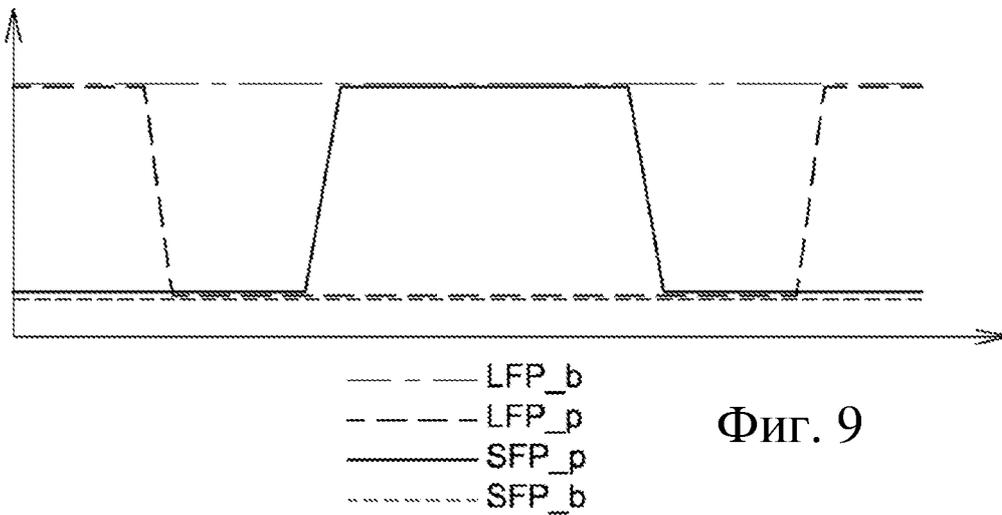
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9