

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036439**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.11.11

(51) Int. Cl. **F16L 15/04** (2006.01)

(21) Номер заявки
201990120

(22) Дата подачи заявки
2017.09.15

(54) **РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ**

(31) **2016-181176**

(56) WO-A1- 2014199619

(32) **2016.09.16**

JP-A-2002524712

(33) **JP**

WO-A1- 2015105054

(43) **2019.08.30**

WO-A1-2015083382

(86) **PCT/JP2017/033564**

JP-A-2008527256

(87) **WO 2018/052140 2018.03.22**

US-A1-20020027363

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН
(JP); ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЭНД ГЭС
ФРАНС (FR)**

(72) Изобретатель:

**Маруга Сатоси, Ивамото Митихико
(JP)**

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Задачей настоящего изобретения является обеспечение резьбового соединения, которое имеет высокий крутящий момент и требует сокращения времени механической обработки резьбы. Резьбовое соединение (1) для соединения пары труб. Резьбовое соединение (1) включает в себя ниппель (10) и муфту (20). Ниппель (10) имеет наружную резьбу (11) на его внешнем диаметре. Муфта (20) имеет внутреннюю резьбу (21) по ее внутреннему диаметру, при этом внутренняя резьба соответствует наружной резьбе (11). Муфта (20) и ниппель (11) свинчиваются. Наружная резьба (11) включает в себя участок (111) с постоянной шириной резьбы и участок (112) с изменяющейся шириной резьбы. Участок (111) с постоянной шириной резьбы имеет постоянную ширину канавки резьбы. Участок (112) с изменяющейся шириной резьбы имеет ширину канавки резьбы, равную или большую, чем ширина канавки участка (111) с постоянной шириной резьбы, и постепенно увеличивающуюся, переходя от участка (111) с постоянной шириной резьбы к кончику ниппеля (10). Внутренняя резьба (21) включает в себя участок (211) с постоянной шириной резьбы и участок (212) с изменяющейся шириной резьбы. Участок (211) с постоянной шириной резьбы имеет постоянную ширину вершины резьбы. Участок (212) с изменяющейся шириной резьбы имеет ширину вершины резьбы, равную или больше, чем ширина вершины резьбы участка (211) с постоянной шириной резьбы, и постепенно увеличивающуюся, переходя от участка (211) с постоянной шириной резьбы к центру муфты (20).

036439 B1

036439 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к резьбовому соединению для соединения пары труб.

Предпосылки изобретения

В нефтяной скважине, скважине природного газа и т.д. (далее совместно называемых как "нефтяная скважина") для добычи подземных ресурсов используется труба нефтяной скважины, такая как обсадная труба или трубопровод. Труба нефтяной скважины состоит из ряда взаимосвязанных стальных труб. Стальные трубы соединяются использованием резьбового соединения.

Резьбовое соединение для стальных труб обычно классифицируется как муфтового типа и интегрированного типа. В случае соединения муфтового типа пара труб соединяется, причем одна из труб является стальной трубой, а другая является муфтой. Наружная резьба предусмотрена на внешней периферии каждого конца стальной трубы. Внутренняя резьба предусмотрена на внутренней периферии каждого конца муфты. Наружная резьба на стальной трубе ввинчивается во внутреннюю резьбу муфты, при этом стальная труба и муфта свинчиваются и соединяются.

В случае соединения интегрированного типа пара труб соединяется, при этом обе трубы являются стальными трубами и не используется муфта. Наружная резьба предусмотрена на внешней периферии одного конца каждой стальной трубы, тогда как внутренняя резьба предусмотрена на внутренней периферии ее другого конца. Когда наружная резьба на одной стальной трубе ввинчивается во внутреннюю резьбу другой стальной трубы, две стальные трубы свинчиваются и соединяются.

Обычно участок соединяемой трубы, которая имеет наружную резьбу, называется ниппелем, поскольку он вставляется во внутреннюю резьбу. Участок соединяемой трубы, которая имеет внутреннюю резьбу, называется муфтой, так как он получает наружную резьбу. Поскольку ниппель и муфта являются частью трубы, они имеют трубчатую форму.

Один известный тип резьбовых соединений для стальной трубы имеет резьбу с шириной вершины резьбы и шириной канавки резьбы, которые изменяются с определенными показателями. Резьбовое соединение с этой конструкцией имеет высокий крутящий момент. В таком резьбовом соединении шаг стыковки и шаг нагрузки являются обычно постоянными по всей длине резьбы. Тем не менее, шаг стыковки не равен шагу нагрузки.

В патенте № 4087798 Японии раскрыто резьбовое соединение, в котором шаг стыковки и/или шаг нагрузки начинают(ют) изменяться в средней точке по длине резьбы. То есть в резьбовом соединении по патенту № 4087798 Японии показатели изменения ширины вершины резьбы и ширины канавки резьбы изменяются в средней точке по длине резьбы. Таким образом, в связи с резьбовым соединением с изменяющейся шириной вершины резьбы и изменяющейся шириной канавки резьбы можно улучшить сопротивление растягивающим и сжимающим напряжениям.

Сущность изобретения

Как правило, механическая обработка для создания резьбы выполняется с использованием режущего инструмента, имеющего размер, соответствующий минимальной ширине канавки резьбы. Таким образом, для резания канавки резьбы с большой шириной канавки резьбы количество режущих проходов в направлении оси трубы является обязательно большим. В резьбовом соединении патента № 4087798 Японии ширина канавки резьбы изменяется по всей длине резьбы, при этом показатель изменения ширины канавки резьбы не является постоянным. Таким образом, разница между минимальной шириной канавки резьбы и максимальной шириной канавки резьбы является большой. Это означает, в частности, что большое количество режущих проходов в направлении оси трубы для канавки резьбы с максимальной шириной канавки резьбы увеличивает время механической обработки всей резьбы. Дополнительно, если ширина вершины резьбы изменяется по всей длине резьбы, это обязательно означает, что ширина вершины резьбы самой последнего участка является очень маленькой. Если эта ширина вершины резьбы, по существу, равна или меньше высоты вершины резьбы, когда растягивающая нагрузка прикладывается в направлении оси трубы, разрушение сдвига может легко возникать у основания вершины резьбы, имеющей самую маленькую ширину вершины резьбы.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение резьбового соединения, которое имеет высокий крутящий момент и требует сокращения времени механической обработки резьбы.

Резьбовое соединение для стальной трубы, согласно настоящему изобретению, соединяет пару труб. Резьбовое соединение включает ниппель и муфту. Ниппель имеет наружную резьбу на его внешнем диаметре. Муфта имеет внутреннюю резьбу по ее внутреннему диаметру, при этом внутренняя резьба соответствует наружной резьбе. Муфта и ниппель свинчиваются. Наружная резьба включает в себя участок с постоянной шириной резьбы и участок с изменяющейся шириной резьбы. Участок с постоянной шириной резьбы наружной резьбы имеет постоянную ширину канавки резьбы. Участок с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы имеет ширину канавки резьбы, равную ширине канавки резьбы участка с постоянной шириной резьбы наружной резьбы или больше и постепенно увеличивающуюся, переходя от участка с постоянной шириной резьбы наружной резьбы к кончику ниппеля. Внутренняя резьба включает в себя участок с постоянной шириной резьбы и участок с изменяющейся шириной резьбы. Участок с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы имеет постоянную ширину вершины резьбы. Участок с изменяющейся шириной резьбы внутренней резьбы имеет ширину вершины резьбы,

равную ширине вершины резьбы участка с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы или больше и постепенно увеличивающуюся, переходя от участка с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы к центру муфты.

Резбовое соединение для стальной трубы, согласно настоящему раскрытию, уменьшает время механической обработки резьбы, обеспечивая при этом резбовое соединение с высоким крутящим моментом.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой схематичный вид продольного сечения резбового соединения стальной трубы согласно первому варианту осуществления.

Фиг. 2А представляет собой увеличенный вид продольного сечения участка с постоянной шириной резьбы резбового соединения, показанного на фиг. 1.

Фиг. 2В представляет собой увеличенный вид продольного сечения участка с изменяющейся шириной резьбы резбового соединения, показанного на фиг. 1.

Фиг. 3 представляет собой увеличенный вид продольного сечения части резбового соединения, показанного на фиг. 1.

Фиг. 4А представляет собой график, показывающий шаг стыковки и шаг нагрузки резбового соединения, показанного на фиг. 1.

Фиг. 4В представляет собой увеличенный вид продольного сечения резьбы резбового соединения, показанного на фиг. 1.

Фиг. 5 представляет собой вид продольного сечения резбового соединения согласно первому варианту осуществления, показывающий, как кончики ниппелей контактируют друг с другом.

Фиг. 6 представляет собой схематичный вид продольного сечения резбового соединения согласно второму варианту осуществления.

Фиг. 7 представляет собой схематичный вид продольного сечения резбового соединения согласно третьему варианту осуществления.

Фиг. 8 представляет собой схематичный вид продольного сечения резбового соединения согласно четвертому варианту осуществления.

Фиг. 9 представляет собой схематичный вид продольного сечения резбового соединения согласно изобретательскому примеру.

Фиг. 10 представляет собой схематичный вид продольного сечения резбового соединения согласно сравнительному примеру.

Фиг. 11 представляет собой график времени механической обработки резбовых соединений изобретательского примера и сравнительного примера.

Варианты осуществления для выполнения изобретения

Резбовое соединение согласно варианту осуществления соединяет пару труб. Резбовое соединение включает ниппель и муфту. Ниппель имеет наружную резьбу на его внешнем диаметре.

Муфта имеет внутреннюю резьбу по ее внутреннему диаметру, при этом внутренняя резьба соответствует наружной резьбе. Муфта и ниппель свинчиваются. Наружная резьба включает в себя участок с постоянной шириной резьбы и участок с изменяющейся шириной резьбы. Участок с постоянной шириной резьбы наружной резьбы имеет постоянную ширину канавки резьбы. Участок с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы имеет ширину канавки резьбы, равную ширине канавки резьбы участка с постоянной шириной резьбы наружной резьбы или больше и постепенно увеличивающуюся, переходя от участка с постоянной шириной резьбы наружной резьбы к кончику ниппеля. Внутренняя резьба включает в себя участок с постоянной шириной резьбы и участок с изменяющейся шириной резьбы. Участок с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы имеет постоянную ширину вершины резьбы. Участок с изменяющейся шириной резьбы внутренней резьбы имеет ширину вершины резьбы, равную ширине вершины резьбы участка с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы или больше и постепенно увеличивающуюся, переходя от участка с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы к центру муфты (первое устройство).

В первом устройстве наружная резьба и внутренняя резьба каждая включает в себя участок с постоянной шириной резьбы и участок с изменяющейся шириной резьбы. В участке с изменяющейся шириной резьбы ширина канавки резьбы и ширина вершины резьбы изменяются; в участке с постоянной шириной резьбы ширина канавки резьбы и ширина вершины резьбы не изменяются. Так как наружная резьба и внутренняя резьба каждая включает в себя участок с постоянной шириной резьбы, разница между минимальной шириной канавки резьбы и максимальной шириной канавки резьбы в каждой наружной резьбе и внутренней резьбе меньше, чем в вариантах реализации, где ширина канавки резьбы постепенно изменяется по всей наружной и внутренней длинам резьбы. Это уменьшает количество режущих проходов в направлении оси трубы для канавки резьбы, имеющей максимальную ширину канавки резьбы в каждой из наружной резьбы и внутренней резьбы, тем самым уменьшая общее количество режущих проходов в направлении оси трубы. Это уменьшает время механической обработки резбового узла, включающего наружную и внутреннюю резьбы. Дополнительно, так как наружная резьба и внутренняя резьба каждая включает в себя участок с постоянной шириной резьбы, разница между минимальной шириной вершины

резьбы и максимальной шириной вершины резьбы в каждой наружной резьбе и внутренней резьбе меньше, чем в вариантах реализации, где ширина вершины резьбы постепенно изменяется по всей наружной и внутренней длинам резьбы. Это предотвращает возникновение разрушения при сдвиге у основания вершины резьбы, имеющей самую маленькую ширину вершины резьбы в наружной или внутренней резьбе, когда к ней прикладывается растягивающая нагрузка в направлении оси трубы. Предпочтительно, минимальная ширина вершины резьбы каждой из наружной резьбы и внутренней резьбы является больше, чем высота соответствующей вершины резьбы.

Дополнительно в первом устройстве наружная резьба включает в себя участок с изменяющейся шириной резьбы с изменяющейся шириной канавки резьбы, а участок с изменяющейся шириной резьбы внутренней резьбы сконструирован так, чтобы соответствовать этому участку с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы. Таким образом, резьбовое соединение, имеющее первое устройство, имеет высокий крутящий момент.

Максимальная ширина канавки резьбы каждой из наружной резьбы и внутренней резьбы может быть удвоенной минимальной шириной канавки резьбы, соответствующей одной из наружной резьбы и внутренней резьбы или меньше (второе устройство). Например, в резьбовом соединении, описанном в патенте № 4087798 Японии, ширина канавки резьбы изменяется по всей длине резьбы, а максимальная ширина канавки резьбы в три раза больше минимальной ширины канавки резьбы или больше, что требует три или более режущих проходов для канавки резьбы. Напротив, в резьбовом соединении, имеющем вышеописанное второе устройство, количество режущих проходов для канавки резьбы может быть не более двух. Это дополнительно гарантирует, что время механической обработки резьбы будет уменьшено.

Во время завинчивания ниппеля в муфту и во время, когда обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, контактируют с муфтой, кончик ниппеля может не контактировать с кончиком другого ниппеля, который свинчивается вместе с муфтой, а после того, как обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, соприкасаются с муфтой и до пластических деформаций наружной резьбы, кончик ниппеля может контактировать с кончиком другого ниппеля (третье устройство).

В третьем устройстве крутящий момент может быть дополнительно увеличен по мере необходимости.

То есть, если резьбовое соединение не требует обеспечения характеристики с высоким крутящим моментом во время завинчивания ниппелей в муфту, свинчивание завершается в то время, когда обе, закладные стороны и опорные стороны участка с изменяющейся шириной резьбы наружных резьб, контактирует с муфтой. В этот момент, кончик ниппеля, который завинчивается в муфту, не контактирует с кончиком другого ниппеля, который свинчивается вместе с этой муфтой.

С другой стороны, если требуется резьбовое соединение для обеспечения характеристики с высоким крутящим моментом, ниппели дополнительно ввинчиваются и кончик одного ниппеля контактирует с кончиком другого ниппеля до пластической деформации наружной резьбы. Когда кончики двух ниппелей находятся в контакте друг с другом, осевое усилие прикладывается к каждому ниппелю, тем самым увеличивая крутящий момент.

Ниппель может дополнительно включать в себя плечевую поверхность. Муфта может дополнительно включать в себя плечевую поверхность, предусмотренную для соответствия плечевой поверхности ниппеля и способную соприкасаться с плечевой поверхностью ниппеля, когда соединение свинчено (четвертое устройство).

В четвертом устройстве осевое усилие прикладывается к ниппелю, когда плечевые поверхности ниппеля и муфты контактируют друг с другом. Это улучшает крутящий момент.

Во время завинчивания ниппеля в муфту и во время, когда обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, контактируют с муфтой, плечевая поверхность ниппеля может не быть в контакте с плечевой поверхностью муфты, а после того, как обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, контактируют с муфтой и до пластических деформаций наружной резьбы, плечевая поверхность ниппеля может контактировать с плечевой поверхностью муфты (пятое устройство).

В пятом устройстве также может быть увеличен крутящий момент по мере необходимости.

То есть, когда резьбовое соединение не требует обеспечения характеристики с высоким крутящим моментом во время завинчивания ниппеля в муфту, свинчивание завершается в то время, когда обе, закладные стороны и опорные стороны участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы, контактируют с муфтой. В этот момент плечевые поверхности ниппеля и муфты не находятся в контакте друг с другом.

С другой стороны, если требуется резьбовое соединение для обеспечения характеристики с высоким крутящим моментом, ниппель дополнительно вкручивается, а плечевые поверхности ниппеля и муфты приводятся в контакт до пластических деформаций наружной резьбы. Таким образом, осевое усилие прикладывается к ниппелю, тем самым увеличивая крутящий момент.

Длина участка с изменяющейся шириной резьбы внутренней резьбы, измеренная в направлении

оси трубы, может быть больше чем длина участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы, измеренная в направлении оси трубы (шестое устройство).

В шестом устройстве вершины резьбы наружной резьбы могут легко вставляться в канавки резьбы внутренней резьбы, облегчая ввинчивание ниппеля в муфту.

Варианты осуществления

Варианты осуществления будут теперь описаны со ссылкой к чертежам. Одинаковые или соответствующие признаки на чертежах обозначены одинаковыми ссылочными символами, и одно и то же описание не будет повторяться.

Первый вариант осуществления

Общая конструкция

Фиг. 1 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения 1 согласно первому варианту осуществления. Резьбовое соединение 1 согласно настоящему варианту осуществления представляет собой резьбовое соединение с муфтой. Однако конструкция резьбового соединения, описанного в связи с настоящим вариантом осуществления, также может быть применена к резьбовому соединению интегрированного типа.

Как показано на фиг. 1, резьбовое соединение 1 включает в себя два ниппеля 10 и муфту 20. Два ниппеля 10 и муфта 20 имеют трубчатую форму. Муфта 20 и каждый ниппель 10 свинчиваются. Один ниппель 10 вставляется в один конец муфты 20, как определено вдоль направления оси трубы, а другой ниппель 10 вставляется в другой конец, как определено вдоль направления оси трубы.

Каждый ниппель 10 имеет наружную резьбу 11 на его внешней периферии. Муфта 20 имеет на своей внутренней периферии внутренние резьбы 21, соответствующие наружным резьбам 11. Каждая наружная резьба 11 и каждая внутренняя резьба 21 состоят из конических резьб, способных зацепляться друг с другом. Форма резьбы наружной и внутренней резьб 11 и 21 представляет собой ласточкин хвост.

Наружная резьба 11 каждого ниппеля 10 включает в себя участок 111 с постоянной шириной резьбы и участок 112 с изменяющейся шириной резьбы. Внутренняя резьба 21 муфты 20 включает в себя участок 211 с постоянной шириной резьбы и участок 212 с изменяющейся шириной резьбы. В участках 111 и 211 с постоянной шириной резьбы ширина вершины резьбы и ширина канавки резьбы являются постоянными, тогда как в участках 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы ширина вершины резьбы и ширина канавки резьбы изменяются. Это признак будет описан более подробно ниже.

Фиг. 2А представляет собой увеличенный вид продольного сечения участков 111 и 211 с постоянной шириной резьбы. Фиг. 2В представляет собой увеличенный вид продольного сечения участков 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы.

Как показано на фиг. 2А и 2В, в сечении резьбового соединения 1, которое содержит ось CL трубы, каждая наружная резьба 11 включает в себя множество вершин 11а резьбы, множество впадин 11b резьбы, множество закладных сторон 11с и множество опорных сторон 11d. Закладные стороны 11с и опорные стороны 11d соединяют вершины 11а резьбы и впадины 11b резьбы. Закладная сторона 11с является стороной, которая находится впереди при ввинчивании ниппеля 10 в муфту 20. Опорная сторона 11d расположена напротив соответствующей закладной стороны 11с.

В сечении резьбового соединения 1, содержащего ось CL трубы, каждая внутренняя резьба 21 включает в себя множество вершин 21а резьбы, множество впадин 21b резьбы, множество закладных сторон 21с и множество опорных сторон 21d. Вершины 21а резьбы обращены к впадинам 11b резьбы наружной резьбы 11. Впадины 21b резьбы обращены к вершинам 11а резьбы наружной резьбы 11. Закладные стороны 21с обращены к закладным сторонам 11с наружной резьбы 11. Опорные стороны 21d обращены к опорным сторонам 11d наружной резьбы 11.

Углы сторон закладных сторон 11с и 21с и опорных сторон 11d и 21d являются отрицательными углами, меньшими 0° . Угол стороны, как используется здесь, означает угол, образованный плоскостью, перпендикулярной к оси CL трубы, и закладной стороной 11с или 21с или опорной стороной 11d или 21d. На фиг. 2А и 2В, в связи с углами сторон закладных сторон 11с и 21с, направление против часовой стрелки является положительным направлением, а в связи с углами сторон опорных сторон 11d и 21d, направление по часовой стрелке является положительным направлением.

В сечении резьбового соединения 1, содержащего ось CL трубы, наружная резьба 11, предпочтительно, включает в себя множество скошенных поверхностей 11е. Каждая скошенная поверхность 11е представляет собой наклонную поверхность, соединяющую закладную сторону 11с и впадину 11b резьбы. Угол θ скошенной поверхности 11е относительно впадины 11b резьбы, предпочтительно, находится в диапазоне от 25° до 75° .

Если наружная резьба 11 включает скошенные поверхности 11е, внутренняя резьба 21 включает скошенные поверхности 21е, соответствующие скошенным поверхностям 11е наружной резьбы 11. Скошенные поверхности 21е внутренней резьбы 21 обращены к скошенным поверхностям 11е наружной резьбы 11.

Как показано на фиг. 2А, когда соединение свинчено, в участках 111 и 211 с постоянной шириной резьбы, опорная сторона 11d наружной резьбы 11 находится в контакте с опорной стороной 21d внутрен-

ней резьбы 21. Дополнительно, в участках 111 и 211 с постоянной шириной резьбы, вершина 11а резьбы и впадина 11b резьбы наружной резьбы 11 находятся в контакте с впадиной 21b резьбы и вершиной 21а резьбы, соответственно, внутренней резьбы 21. Однако в участках 111 и 211 с постоянной шириной резьбы, закладные стороны 11с и 21с не контактируют друг с другом. Если наружная и внутренняя резьбы 11 и 21 включают скошенные поверхности 11е и 21е, в участках 111 и 211 с постоянной шириной резьбы, скошенные поверхности 11е и 21е также не контактируют друг с другом. То есть в участках 111 и 211 с постоянной шириной резьбы между наружной резьбой 11 и внутренней резьбой 21 имеется зазор, когда соединение свинчено.

С другой стороны, как показано на фиг. 2В, в участках 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы между наружной резьбой 11 и внутренней резьбой 21 не присутствует зазор, когда соединение свинчено. То есть, когда соединение свинчено, в участках 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы опорные стороны 11d и 21d находятся в контакте друг с другом и закладные стороны 11с и 21с находятся в контакте друг с другом. Дополнительно, в участках 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы, вершина 11а резьбы наружной резьбы 11 находится в контакте с впадиной 21b резьбы внутренней резьбы 21, а впадина 11b резьбы наружной резьбы 11 находится в контакте с вершиной 21а резьбы внутренней резьбы 21. Если наружная и внутренняя резьбы 11 и 12 включают скошенные поверхности 11е и 21е, в участках 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы, скошенные поверхности 11е и 21е также находятся в контакте друг с другом.

Фиг. 3 представляет собой увеличенный вид продольного сечения части резьбового соединения 1. Фиг. 3 показывает один из двух nipples 10 и участок муфты 20, который связан с этим одним nippleм 10.

Как рассматривалось выше, наружная резьба 11 nippleа 10 включает в себя участок 111 с постоянной шириной резьбы и участок 112 с изменяющейся шириной резьбы. Участок 111 с постоянной шириной резьбы наружной резьбы 11 расположен ближе к основанию nippleа 10 (то есть телу трубы). Участок 111 с постоянной шириной резьбы имеет постоянную ширину канавки резьбы и постоянную ширину вершины резьбы.

Участок 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11 расположен ближе к кончику nippleа 10, чем участок 111 с постоянной шириной резьбы. Участок 112 с изменяющейся шириной резьбы расположен прилегающим к участку 111 с постоянной шириной резьбы, для образования непрерывного участка. Участок 112 с изменяющейся шириной резьбы имеет ширину канавки резьбы, равную или большую, чем ширина канавки резьбы участка 111 с постоянной шириной резьбы. Ширина канавки резьбы участка 112 с изменяющейся шириной резьбы постепенно увеличивается, переходя от участка 111 с постоянной шириной резьбы к кончику nippleа 10. Соответственно, ширина вершины резьбы участка 112 с изменяющейся шириной резьбы постепенно уменьшается к кончику nippleа 10.

В наружной резьбе 11, максимальная ширина $W11_{max}$ канавки резьбы, предпочтительно, равна удвоенной минимальной ширине $W11_{min}$ канавки резьбы или меньше. Ширина канавки резьбы участка 112 с изменяющейся шириной резьбы изменяется, не становясь ниже ширины канавки резьбы участка 111 с постоянной шириной резьбы. Таким образом, участок 112 с изменяющейся шириной резьбы имеет максимальную ширину $W11_{max}$ канавки резьбы наружной резьбы 11. Дополнительно, минимальная ширина $W11_{min}$ канавки резьбы наружной резьбы 11 представляет собой ширину канавки резьбы участка 111 с постоянной шириной резьбы.

Внутренняя резьба 21 муфты 20 включает в себя участок 211 с постоянной шириной резьбы и участок 212 с изменяющейся шириной резьбы, которые соответствуют участку 111 с постоянной шириной резьбы и участку 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11.

Участок 211 с постоянной шириной резьбы обращен к участку 111 с постоянной шириной резьбы наружной резьбы 11. Участок 211 с постоянной шириной резьбы имеет постоянную ширину вершины резьбы и постоянную ширину канавки резьбы. Ширина вершины резьбы и ширина канавки резьбы участка 211 с постоянной шириной резьбы соответствует ширине канавки резьбы и ширине вершины резьбы, соответственно, участка 111 с постоянной шириной резьбы наружной резьбы 11.

Участок 212 с изменяющейся шириной резьбы обращен к участку 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11. Ширина вершины резьбы и ширина канавки резьбы участка 212 с изменяющейся шириной резьбы соответствует ширине канавки резьбы и ширине вершины резьбы, соответственно, участка 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11. То есть ширина вершины резьбы участка 212 с изменяющейся шириной резьбы постепенно увеличивается, переходя от участка 211 с постоянной шириной резьбы к центру муфты 20 (то есть в направлении, противоположном направлению к кончику муфты 20), чтобы соответствовать ширине канавки резьбы участка 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11. Ширина канавки резьбы участка 212 с изменяющейся шириной резьбы постепенно уменьшается, переходя от участка 211 с постоянной шириной резьбы к центру муфты 20, чтобы соответствовать ширине вершины резьбы участка 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11.

Во внутренней резьбе 21, максимальная ширина $W21_{max}$ канавки резьбы, предпочтительно, равна удвоенной минимальной ширине $W21_{min}$ канавки резьбы или меньше. Ширина канавки резьбы участка

212 с изменяющейся шириной резьбы изменяется, не становясь выше ширины канавки резьбы участка 211 с постоянной шириной резьбы. Таким образом, участок 212 с изменяющейся шириной резьбы имеет минимальную ширину $W_{21_{\min}}$ канавки резьбы внутренней резьбы 21. Дополнительно, максимальная ширина $W_{11_{\max}}$ канавки резьбы внутренней резьбы 21 представляет собой ширину канавки резьбы участка 211 с постоянной шириной резьбы.

В наружной и внутренней резьбах 11 и 21, главным образом участки 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы способствуют улучшению крутящего момента. Доля участка всей наружной резьбы 11, представленная участком 112 с изменяющейся шириной резьбы, может быть определена, если это необходимо, с учетом требуемого крутящего момента. Аналогично, доля участка всей внутренней резьбы 21, представленная участком 212 с изменяющейся шириной резьбы, может быть определена, если это необходимо, с учетом требуемого крутящего момента. Например, $0 < L_{112}/L_{11} < 1$, где L_{11} представляет собой длину всей наружной резьбы 11, измеренную в направлении оси трубы, а L_{112} представляет собой длину участка 112 с изменяющейся шириной резьбы, измеренную в направлении оси трубы. Предпочтительно, $0,3 < L_{112}/L_{11} < 1,0$.

Дополнительно, $0 < L_{212}/L_{21} < 1$, где L_{21} представляет собой длину всей внутренней резьбы 21, измеренную в направлении оси трубы, а L_{212} представляет собой длину участка 212 с изменяющейся шириной резьбы, измеренную в направлении оси трубы. Предпочтительно, $0,2 < L_{212}/L_{21} < 0,9$.

Фиг. 4А представляет собой график, показывающий шаг стыковки и шаг нагрузки ниппеля и муфты. В графике, показанном на фиг. 4А, вертикальная ось представляет величину шага, тогда как горизонтальная ось представляет количество вершин резьбы, отсчитываемых от кончика ниппеля или центра муфты.

Шаг стыковки и шаг нагрузки ниппеля и муфты будут описаны со ссылкой к фиг. 4В. Шаг стыковки ниппеля представляет собой расстояние D1a между смежными закладными сторонами 11c наружной резьбы 11, измеренное в направлении оси трубы. Шаг нагрузки ниппеля представляет собой расстояние D1b между смежными опорными сторонами 11c наружной резьбы 11, измеренное в направлении оси трубы. Шаг стыковки муфты представляет собой расстояние D2a между смежными закладными сторонами 21c внутренней резьбы 21, измеренное в направлении оси трубы. Шаг нагрузки муфты представляет собой расстояние D2b между смежными опорными сторонами 21d внутренней резьбы 21, измеренное в направлении оси трубы.

Как шаг стыковки и шаг нагрузки изменяются, будет описано со ссылкой на фиг. 4А. Как показано на фиг. 4А, в концевом участке ниппеля, то есть участке 112 (фиг. 3) с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11, шаг нагрузки больше, чем шаг стыковки. Аналогично, в центральном участке муфты, то есть в участке 212 с изменяющейся шириной резьбы (фиг. 3) внутренней резьбы 21, шаг нагрузки больше чем шаг стыковки.

В участке основания ниппеля, то есть участке 111 (фиг. 3) с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11, шаг нагрузки равен шагу стыковки. Аналогично, в концевом участке муфты 20, то есть в участке 211 с постоянной шириной резьбы (фиг. 3) внутренней резьбы 21, шаг стыковки равен шагу нагрузки.

Шаги нагрузки ниппеля и муфты являются постоянными по всей длине резьбы. С другой стороны, шаги стыковки как ниппеля, так и муфты меняются. То есть в каждом ниппеле и муфте, шаг стыковки увеличивается на переходе от участка с изменяющейся шириной резьбы к участку с постоянной шириной резьбы.

Как будет очевидно из фиг. 4А, длина участка L_{212} с изменяющейся шириной резьбы внутренней резьбы, измеренная в направлении оси трубы, больше, чем длина участка L_{112} с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы, измеренная в направлении оси трубы. То есть, положение перехода в ниппеле от участка с изменяющейся шириной резьбы до участка с постоянной шириной резьбы не совсем совпадает с положением перехода в муфте от участка с изменяющейся шириной резьбы до участка с постоянной шириной резьбы. Более конкретно, $L_{212}/L_{112} > 1,05$. Это связано с тем, что если бы эти положения в ниппеле и муфте были одинаковыми, вершины резьбы наружной резьбы не могли бы легко вписаться в канавки резьбы внутренней резьбы, что затрудняло бы ввинчивание ниппеля в муфту.

Способ свинчивания ниппеля и муфты

Ниже описывается способ свинчивания ниппеля 10 и муфты 20.

Как рассмотрено выше, резьбовое соединение 1 согласно настоящему варианту осуществления представляет собой резьбовое соединение с муфтой. Соответственно, ниппели 10 ввинчиваются в концы муфты 20, как определено вдоль направления оси трубы.

Ссылаясь к фиг. 1 и 2В, когда один ниппель 10 ввинчивается в один конец муфты 20, как определено вдоль направления оси трубы, наружная резьба 11 ниппеля 10 и внутренняя резьба 21 муфты 20 сталкиваются друг с другом, и в некоторый момент времени опорные стороны 11d и закладные стороны 11c участка 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11, контактируют с муфтой 20. Более конкретно, опорные стороны 11d и закладные стороны 11c участка 112 с изменяющейся шириной резьбы контактируют с опорными сторонами 21d и закладными сторонами 21c соответствующей внутренней резьбы 21. Аналогичным образом, когда другой ниппель 10 ввинчивается в другой конец муфты 20, как

определено вдоль направления оси трубы, в некоторый момент времени опорные стороны 11d и закладные стороны 11с участка 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11 этого другого nipple 10 контактируют с опорными сторонами 21d и закладными сторонами 21с соответствующей внутренней резьбы 21 (фиг. 2B). В этот момент кончики nipple 10 не контактируют друг с другом, как показано на фиг. 1.

Например, если резьбовое соединение 1 используется для горизонтальной врезки в породу в скважине, например, для резьбового соединения 1 требуется иметь характеристику с высоким крутящим моментом. В этом случае, начиная с состояния, показанного на фиг. 1, nipple 10 соответствующим образом ввинчиваются дальше в муфту 20. То есть, когда опорные стороны 11d и закладные стороны 11с участка 112 с изменяющейся шириной резьбы контактируют с муфтой 20 (фиг. 2B), а затем nipple 10 дополнительно ввинчиваются в муфту 20, кончики nipple 10 контактируют друг с другом, как показано на фиг. 5. Кончики nipple 10 контактируют друг с другом до пластической деформации наружных резьб 11. Таким образом, осевое усилие прикладывается к каждому nipple, тем самым увеличивая крутящий момент. Для обеспечения осевого усилия, прикладываемого к каждому nipple 10, кончик каждого nipple 10 предпочтительно состоит из кольцевой поверхности, которая является, по существу, перпендикулярной оси CL трубы.

Эффект первого варианта осуществления

Как обсуждалось выше, в резьбовом соединении 1 согласно настоящему варианту осуществления, наружная резьба 11 включает в себя участок 111 с постоянной шириной резьбы и участок 112 с изменяющейся шириной резьбы. Ширина канавки резьбы участка 112 с изменяющейся шириной резьбы увеличивается, переходя от участка 111 с постоянной шириной резьбы к кончику nipple 10; с другой стороны, ширина канавки резьбы участка 111 с постоянной шириной резьбы не изменяется. Поскольку наружная резьба 11 включает в себя этот участок 111 с постоянной шириной резьбы, разница в ширине канавки резьбы в наружной резьбе 11 меньше, чем в вариантах реализации, где ширина канавки резьбы постепенно изменяется по всей длине наружной резьбы. Это будет уменьшать количество режущих проходов в направлении оси трубы во время механической обработки для создания наружной резьбы 11, используя режущий инструмент с размером, соответствующим минимальной ширине канавки резьбы.

Внутренняя резьба 21 предусмотрена, чтобы соответствовать наружной резьбе 11. То есть внутренняя резьба 21 имеет участок 211 с постоянной шириной резьбы, который соответствует участку 111 с постоянной шириной резьбы наружной резьбы 11. Это будет уменьшать разницу в ширине канавки резьбы во внутренней резьбе 21, также тем самым уменьшая количество режущих проходов в направлении оси трубы.

Таким образом, резьбовое соединение 1 согласно настоящему варианту осуществления будет уменьшать количество режущих проходов в направлении оси трубы для наружной и внутренней резьб 11 и 21. Это уменьшит время механической обработки узла резьбы, состоящего из наружной и внутренней резьб 11 и 21.

Дополнительно, каждая из наружной резьбы 11 и внутренней резьбы 21 включает в себя участки 111 и 211 с постоянной шириной резьбы и участки 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы. Поскольку эти участки 111 и 211 с постоянной шириной резьбы предусмотрены на каждой из наружной резьбы 11 и внутренней резьбы 21, разница между минимальной шириной вершины резьбы и максимальной шириной вершины резьбы в каждой из наружной резьбы 11 и внутренней резьбы меньше, чем в реализациях, где ширина вершины резьбы постепенно изменяется по всем длинам наружной и внутренней резьбы 11, 12. Это предотвращает возникновение разрушения при сдвиге у основания вершины резьбы, имеющей самую маленькую ширину вершины резьбы в любой из наружной или внутренней резьбы, когда к ней прикладывается растягивающая нагрузка в направлении оси трубы.

Как обсуждалось выше, наружная резьба 11 включает в себя участок 112 с изменяющейся шириной резьбы, имеющий ширину канавки резьбы, увеличивающуюся к кончику nipple 10. Внутренняя резьба включает в себя участок 212 с изменяющейся шириной резьбы, имеющий ширину канавки резьбы, изменяющуюся с тем, чтобы соответствовать участку 112 с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11. Таким образом, резьбовое соединение 1 согласно настоящему варианту осуществления также имеет высокий крутящий момент.

Если это предназначено только для уменьшения разницы между максимальной шириной канавки резьбы и минимальной шириной канавки резьбы наружной резьбы, и разницы между максимальной шириной канавки резьбы и минимальной шириной канавки резьбы внутренней резьбы, возможно, обеспечить реализацию, имеющую участок с изменяющейся шириной резьбы с малым показателем изменения в каждой ширине канавки резьбы и ширине вершины резьбы по всей длине наружной или внутренней резьбы и без участка с постоянной шириной резьбы. Однако реализация, в которой каждая из наружной и внутренней резьб включает в себя участки 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы с большими показателями изменения ширины канавки резьбы и ширины вершины резьбы, и включает в себя участки 111 и 211 с постоянной шириной резьбы, является более выгодной, поскольку это обеспечивает более высокий крутящий момент.

Максимальная ширина $W_{11\max}$ канавки резьбы наружной резьбы 11 предпочтительно вдвое больше

минимальной ширины $W11_{\min}$ канавки резьбы или меньше. Таким образом, количество режущих проходов для канавок резьбы наружной резьбы 11 может быть два или меньше. Максимальная ширина $W21_{\max}$ канавки резьбы внутренней резьбы 21, предпочтительно, вдвое больше минимальной ширины $W21_{\min}$ канавки резьбы или меньше. Таким образом, количество режущих проходов для канавок резьбы внутренней резьбы 21 может быть два или меньше.

Предпочтительно, чтобы минимальная ширина вершины резьбы каждой из наружной и внутренней резьб 11 и 21 была больше, чем высота вершин резьбы для предотвращения возникновения разрушения при сдвиге у основания вершины резьбы, при растягивающей нагрузке, прикладываемой к ней в направлении оси трубы.

Во время завинчивания ниппелей 10 в муфту 20, в то время, когда обе закладные стороны и опорные стороны участков 112 с изменяющейся шириной резьбы контактируют с муфтой 20, кончики ниппелей 10 не контактируют с друг с другом. Когда характеристика с довольно высоким крутящим моментом не требуется, резьбовое соединение 1 используется там, где кончики ниппелей 10 не контактируют друг с другом.

Когда резьбовое соединение 1 требует иметь характеристику с большим крутящим моментом, ниппели 10 могут быть дополнительно ввинчены в муфту 20, чтобы концы ниппелей 10 могли контактировать друг с другом, до пластической деформации наружных резьб 11. Таким образом, осевое усилие прикладывается к каждому ниппелю, тем самым увеличивая крутящий момент. Таким образом, резьбовое соединение 1 согласно настоящему варианту осуществления увеличит крутящий момент, по мере необходимости.

В резьбовом соединении 1 согласно настоящему варианту осуществления наружная резьба 11 и внутренняя резьба 21 включают в себя не только участки 111 и 211 с постоянной шириной резьбы, но также участки 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы. Это обеспечит необходимый крутящий момент.

После того, как соединение свинчено, когда впадины резьбы наружной резьбы находятся в контакте с вершинами резьбы внутренней резьбы, а вершины резьбы наружной резьбы, не находятся в контакте с впадинами резьбы внутренней резьбы, резьбовой узел, состоящий из наружной и внутренней резьб, не имеет уплотняющей характеристики. С другой стороны, когда резьбовое соединение 1 согласно настоящему варианту осуществления свинчено, впадины 11b резьбы наружной резьбы 11 и вершины 21a резьбы внутренней резьбы 21 в участках 112 и 212 с изменяющейся шириной резьбы находятся в контакте друг с другом, и вершины 11a резьбы наружной резьбы 11 и впадины 21b резьбы внутренней резьбы 21 находятся в контакте друг с другом. Эта конструкция будет давать уплотняющую характеристику узла резьбы, состоящего из наружной и внутренней резьб 11 и 21.

Второй вариант осуществления

Фиг. 6 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения 1А согласно второму варианту осуществления. Резьбовое соединение 1А отличается от резьбового соединения 1 согласно первому варианту осуществления тем, что ниппель 10А и муфта 20А включают в себя плечевые поверхности 12 и 22 и уплотнительные поверхности 13 и 23. Другие признаки резьбового соединения 1А могут быть такими же, как и резьбового соединения 1 согласно первому варианту осуществления.

Ниппель 10А включает в себя плечевую поверхность 12 и уплотнительную поверхность 13. Плечевая поверхность 12 расположена на конце основания ниппеля 10А. Плечевая поверхность 12 может представлять собой кольцевую поверхность, по существу, перпендикулярную оси CL трубы. Уплотнительная поверхность 13 расположена на внешней периферии ниппеля 10А. Уплотнительная поверхность 13 на ниппеле 10А расположена между наружной резьбой 11 и плечевой поверхностью 12.

Муфта 20А включает в себя плечевую поверхность 22 и уплотнительную поверхность 23. Плечевая поверхность 22 предусмотрена, чтобы соответствовать плечевой поверхности 12 ниппеля 10А. Плечевая поверхность 22 может представлять собой кольцевую поверхность, по существу, перпендикулярную оси CL трубы. Уплотнительная поверхность 23 предусмотрена на внутренней периферии муфты 20А, чтобы соответствовать уплотнительной поверхности 13 ниппеля 10А. Уплотнительная поверхность 23 расположена между внутренней резьбой 21 и плечевой поверхностью 22.

Уплотнительные поверхности 13 и 23 контактируют друг с другом, когда ниппель 10А ввинчивается в муфту 20А, и, когда соединение свинчено, имеют подходящее сцепление для достижения посадки с натягом. Таким образом, уплотнительные поверхности 13 и 23 образуют уплотнительный узел посредством контакта металл-металл. Это улучшает уплотняющую характеристику резьбового соединения 1А. Уплотнительный узел, состоящий из уплотнительных поверхностей 13 и 23, обладает особенно хорошими уплотняющими характеристиками против внешнего давления.

Когда ниппель 10А ввинчен в муфту 20А, плечевые поверхности 12 и 22 контактируют друг с другом и прижимаются друг к другу. Когда плечевые поверхности 12 и 22 контактируют друг с другом, осевое усилие прикладывается к ниппелю 10А, тем самым увеличивая крутящий момент.

Хотя это и не показано, наружная резьба 11 ниппеля 10А имеет участок с изменяющейся шириной резьбы, аналогичный участку по настоящему варианту осуществления. Во время завинчивания ниппеля 10А в муфту 20А, плечевые поверхности 12 и 22 могут контактировать друг с другом в момент времени,

когда опорные стороны и закладные стороны участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11 контактируют с муфтой 20А, или могут не находиться в контакте друг с другом в этот момент времени.

Если плечевые поверхности 12 и 22 не контактируют друг с другом в то время, когда опорные стороны и закладные стороны участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11 контактируют с муфтой 20А, дополнительно ввинчивая ниппель 10А в муфту 20А можно привести плечевые поверхности 12 и 22 в контакт. То есть, после того, как опорные стороны и закладные стороны участка 11 с изменяющейся шириной резьбы контактируют с муфтой 20А, ниппель 10А дополнительно ввинчивается в муфту 20А для приведения плечевых поверхностей 12 и 22 в контакт до пластических деформаций наружной резьбы 11. Таким образом, осевое усилие прикладывается к ниппелю 10А таким образом, что крутящий момент является выше, чем когда плечевые поверхности 12 и 22 не контактируют друг с другом. Эта конструкция, подобно первому варианту осуществления, увеличивает крутящий момент по мере необходимости.

Согласно второму варианту осуществления, ниппель 10А включает в себя плечевую поверхность 12 и уплотнительную поверхность 13; в качестве альтернативы, ниппель 10А может включать только одну из плечевой поверхности 12 и уплотнительной поверхности 13. В таких реализациях, муфта 20А включает в себя плечевую поверхность 22, соответствующую плечевой поверхности 12 ниппеля 10А, или уплотнительную поверхность 23, соответствующую уплотнительной поверхности 13 ниппеля 10А.

Третий вариант осуществления

Фиг. 7 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения 1В согласно третьему варианту осуществления. Резьбовое соединение 1В отличается от резьбового соединения 1 согласно первому варианту осуществления тем, что ниппель 10В и муфта 20В включают в себя уплотнительные поверхности 14 и 24. Другие признаки резьбового соединения 1В могут быть такими же, как и резьбового соединения 1 согласно настоящему варианту осуществления.

Ниппель 10В включает уплотнительную поверхность 14. Уплотнительная поверхность 14 предусмотрена на внешней периферии ниппеля 10В. Уплотнительная поверхность 14 расположена на концевом участке ниппеля 10В.

Муфта 20В включает уплотнительную поверхность 24. Уплотнительная поверхность 24 предусмотрена на внутренней периферии муфты 20В, чтобы соответствовать уплотнительной поверхности 14 ниппеля 10В.

Когда ниппель 10В ввинчивается в муфту 20В, уплотнительные поверхности 14 и 24 контактируют друг с другом и, когда соединение свинчено, имеют подходящее сцепление для достижения посадки с натягом. Таким образом, уплотнительные поверхности 14 и 24 образуют уплотнительный узел посредством контакта металл-металл. Это улучшает уплотняющую характеристику резьбового соединения 1В. Уплотнительный узел, состоящий из уплотнительных поверхностей 14 и 24, обладает особенно хорошими уплотняющими характеристиками против внешнего давления.

В резьбовом соединении 1В согласно третьему варианту осуществления, ниппель 10В может дополнительно включать уплотнительную поверхность 13 (фиг. 6) аналогичную уплотнительной поверхности по второму варианту осуществления. В таких реализациях, муфта 20В включает в себя уплотнительную поверхность 23 (фиг. 6), соответствующую уплотнительной поверхности 13. Эта конструкция улучшит уплотняющую характеристику по отношению к внутреннему давлению посредством уплотнительного узла, состоящего из уплотнительных поверхностей 14 и 24, и в то же время улучшит уплотняющую характеристику по отношению к внешнему давлению посредством уплотнительного узла, состоящего из уплотнительных поверхностей 13 и 23.

Четвертый вариант осуществления

Фиг. 8 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения 1С согласно четвертому варианту осуществления. В резьбовом соединении 1С, ниппель 10С и муфта 20С включают в себя уплотнительные поверхности 14 и 24, соответственно, аналогичные таковым в третьем варианте осуществления. Кроме того, ниппель 10С и муфта 20С включают в себя плечевые поверхности 15 и 25, соответственно.

Плечевая поверхность 15 предусмотрена на кончике ниппеля 10С. Плечевая поверхность 25 предусмотрена на муфте 20С, чтобы соответствовать плечевой поверхности 15 ниппеля 10С. Каждая из плечевых поверхностей 15 и 25, предпочтительно, образована кольцевой поверхностью, по существу, перпендикулярной оси СL трубы.

Когда ниппель 10С ввинчивается в муфту 20С, плечевые поверхности 15 и 25 контактируют друг с другом и прижимаются друг к другу. Когда плечевые поверхности 15 и 25 контактируют друг с другом, осевое усилие прикладывается к ниппелю 10С, тем самым увеличивая крутящий момент.

Наружная резьба 11 ниппеля 10С имеет участок с изменяющейся шириной резьбы, аналогичный участку по первому варианту осуществления. Когда ниппель 10С завинчивается в муфту 20С, плечевые поверхности 15 и 25 могут контактировать друг с другом в момент времени, когда опорные стороны и закладные стороны участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11 контактируют с муфтой 20С, или могут не находиться в контакте друг с другом в этот момент времени.

Если плечевые поверхности 15 и 25 не контактируют друг с другом в то время, когда опорные стороны и закладные стороны участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11 контактируют с муфтой 20С, дополнительно ввинчивая ниппель 10С в муфту 20С можно привести плечевые поверхности 15 и 25 в контакт. То есть, после того, как опорные стороны и закладные стороны участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы 11 контактируют с муфтой 20С, ниппель 10С дополнительно ввинчивается в муфту 20С для приведения плечевых поверхностей 15 и 25 в контакт до пластических деформаций наружной резьбы 11. Таким образом, осевое усилие прикладывается к ниппелю 10С таким образом, что крутящий момент является выше, чем когда плечевые поверхности 15 и 25 не находятся в контакте друг с другом. Эта конструкция будет, подобно первому варианту осуществления, увеличивать крутящий момент по мере необходимости.

Согласно четвертому варианту осуществления, ниппель 10С включает в себя плечевую поверхность 15 и уплотнительную поверхность 14; в качестве альтернативы, ниппель 10С может включать только одну из плечевой поверхности 15 и уплотнительной поверхности 14. В таких реализациях, муфта 20С включает в себя плечевую поверхность 25, соответствующую плечевой поверхности 15 ниппеля 10С, или уплотнительную поверхность 24, соответствующую уплотнительной поверхности 14 ниппеля 10С.

Ниппель 10С может дополнительно включать в себя плечевую поверхность 12, аналогичную поверхности по второму варианту осуществления. То есть ниппель 10С может включать в себя плечевые поверхности 12 и 15 на конце основания и кончике. В таких реализациях, муфта 20С включает в себя плечевые поверхности 22 и 25, соответствующие плечевым поверхностям 12 и 15 ниппеля 10С.

Варианты

Хотя варианты осуществления были описаны, настоящее изобретение не ограничено вышеописанными вариантами осуществления, и возможны различные модификации без отклонения от сущности изобретения.

Согласно вышеописанным вариантам осуществления, каждая из наружной и внутренней резьб включает в себя один участок с постоянной шириной резьбы и один участок с изменяющейся шириной резьбы. В качестве альтернативы, каждая из наружной и внутренней резьб может включать в себя множество участков с постоянной шириной резьбы и/или множество участков с изменяющейся шириной резьбы. В реализациях, где каждая из наружной и внутренней резьб включает в себя множество участков с постоянной шириной резьбы, участки с постоянной шириной резьбы могут иметь разные ширины канавки резьбы. В реализациях, в которых каждая из наружной и внутренней резьб включает в себя множество участков с изменяющейся шириной резьбы, ширины канавки резьбы участков с изменяющейся шириной резьбы могут изменяться с одинаковым показателем или с разными изменениями показателей.

Согласно вышеописанным вариантам осуществления, наружная и внутренняя резьбы представляют собой резьбы ласточкин хвост. Тем не менее, наружная и внутренняя резьбы не ограничены этой формой. Например, наружная и внутренняя резьбы могут быть образованы трапециевидными резьбами.

Согласно вышеописанным вариантам осуществления, наружная и внутренняя резьбы выполнены одноступенчатыми резьбами; в качестве альтернативы они могут быть образованы многоступенчатыми резьбами. Наружная и внутренняя резьбы могут быть образованы однозаходными резьбами или двухзаходными резьбами.

Согласно второму и четвертому вариантам осуществления, ниппель включает в себя плечевую поверхность (поверхности) на кончике и/или конце основания. Кроме того, ниппель может также включать промежуточную плечевую поверхность, предусмотренную в промежуточном положении. Муфта включает промежуточную плечевую поверхность, соответствующую промежуточной плечевой поверхности ниппеля. Каждый из ниппеля и муфты может включать две или более промежуточных плечевых поверхностей. В таких реализациях каждая из наружной и внутренней резьб состоит из множества ступеней резьбы, между которыми предусмотрена промежуточная плечевая поверхность.

Согласно варианту осуществления резьбы (фиг. 7), наружная уплотнительная поверхность 14 расположена на кончике ниппеля, в то время как внутренняя уплотнительная поверхность 24 расположена на соответствующем участке муфты. В качестве альтернативы или дополнительно наружная уплотнительная поверхность может быть предусмотрена на кончике одного ниппеля, а внутренняя уплотнительная поверхность может быть предусмотрена на кончике другого ниппеля. Таким образом, уплотнительные поверхности обоих ниппелей образуют уплотнительный узел посредством контакта металл-металл. Это улучшает уплотняющую характеристику резьбового соединения.

Примеры

Следующие испытания были проведены для проверки влияния резьбового соединения согласно настоящему раскрытию.

Изобретательский пример

Фиг. 9 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения согласно изобретательскому примеру. Механическая обработка выполнялась для изготовления наружной резьбы 11 резьбового соединения, показанного на фиг. 9, и измерялось время механической обработки.

Участок 111 с постоянной шириной резьбы с постоянной шириной канавки резьбы и участок 112 с изменяющейся шириной резьбы с шириной канавки резьбы, которая постепенно увеличивается от участ-

ка 111 с постоянной шириной резьбы к кончику ниппеля 10, были изготовлены. Участок 111 с постоянной шириной резьбы и участок 112 с изменяющейся шириной резьбы имели одинаковую длину, измененную в направлении оси трубы. То есть половина наружной резьбы 11 была участком 111 с постоянной шириной резьбы. В результате, в наружной резьбе 11 максимальная ширина $W11_{\max}$ канавки резьбы была в два раза больше минимальной ширины $W11_{\min}$ канавки резьбы.

Механическая обработка для создания наружной резьбы 11 выполнялась с использованием режущего инструмента с размером, соответствующим минимальной ширине $W11_{\min}$ резьбы. Как обсуждалось выше, в наружной резьбе 11 максимальная ширина $W11_{\max}$ канавки резьбы была в два раза больше минимальной ширины $W11_{\min}$ канавки резьбы. Следовательно, когда количество режущих проходов в направлении оси трубы для канавки резьбы, имеющей минимальную ширину $W11_{\min}$ канавки резьбы, представляется как 1, число режущих проходов в направлении оси трубы для канавки резьбы, имеющей максимальную ширину $W11_{\max}$ канавки резьбы (т.е. максимальное количество режущих проходов) составляло два. Общее число режущих проходов в направлении оси трубы составляло 14.

Сравнительный пример

Фиг. 10 представляет собой вид продольного сечения резьбового соединения согласно сравнительному примеру. Механическая обработка выполнялась для изготовления наружной резьбы 31 резьбового соединения, показанного на фиг. 10, и измерялось время механической обработки.

В резьбовом соединении сравнительного примера ширина канавки резьбы была изменена по всей наружной резьбе 31. Ширина канавки резьбы наружной резьбы 31 постепенно увеличивалась, переходя от конца основания ниппеля 30 к его кончику. Длина наружной резьбы 31, измеренная в направлении оси трубы, была, по существу, равна длине, измеренной в направлении оси трубы наружной резьбы 11 согласно изобретательскому примеру. Ширина канавки резьбы наружной резьбы 31 изменялась, по существу, с тем же показателем, что и ширина канавки резьбы участка 112 с изменяющейся шириной резьбы согласно изобретательскому примеру. В результате в наружной резьбе 31 максимальная ширина канавки резьбы была в четыре раза больше минимальной ширины канавки резьбы.

Механическая обработка для изготовления наружной резьбы 31 выполнялась с использованием режущего инструмента с размером, соответствующим минимальной ширине $W11_{\min}$ канавки резьбы. В наружной резьбе 31 максимальная ширина канавки резьбы была в четыре раза больше минимальной ширины резьбовой канавки, и, таким образом, максимальное количество режущих проходов было четыре. Общее число режущих проходов в направлении оси трубы составляло 28.

Оценка

Фиг. 11 показывает график времени механической обработки для каждого из резьбовых соединений согласно изобретательскому и сравнительному примерам. Максимальное количество режущих проходов и общее количество режущих проходов для наружной резьбы 11 согласно изобретательскому примеру составляло половину максимального количества режущих проходов и общего количества режущих проходов для наружной резьбы 31 по сравнительному примеру. Следовательно, как показано на фиг. 11, время механической обработки для наружной резьбы 11 согласно изобретательскому примеру составляет примерно половину времени механической обработки для наружной резьбы 31 по сравнительному примеру.

Таким образом, было подтверждено, что обеспечение участка 111 с постоянной шириной резьбы на наружной резьбе 11 уменьшает время механической обработки наружной резьбы 11 по сравнению с наружной резьбой 31 без участка с постоянной шириной резьбы. Такой же эффект ожидается от внутренней резьбы 21, имеющей конструкцию, соответствующую конструкции наружной резьбы 11.

Промышленная применимость

Настоящее изобретение является полезным в резьбовом соединении.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение для соединения пары труб, содержащее ниппель, имеющий наружную резьбу на его внешнем диаметре; и муфту, имеющую внутреннюю резьбу на ее внутреннем диаметре, при этом внутренняя резьба соответствует наружной резьбе, причем муфта и ниппель способны свинчиваться, при этом наружная резьба включает
 - участок с постоянной шириной резьбы, имеющий постоянную ширину канавки резьбы; и
 - участок с изменяющейся шириной резьбы, имеющий ширину канавки резьбы, равную ширине канавки резьбы участка с постоянной шириной резьбы наружной резьбы или больше, и постепенно увеличивающуюся переходя от участка с постоянной шириной резьбы наружной резьбы к кончику ниппеля, при этом внутренняя резьба включает:
 - участок с постоянной шириной резьбы, имеющий постоянную ширину вершины резьбы; и
 - участок с изменяющейся шириной резьбы, имеющий ширину вершины резьбы, равную ширине вершины резьбы участка с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы или больше и постепенно

увеличивающуюся, переходя от участка с постоянной шириной резьбы внутренней резьбы к центру муфты.

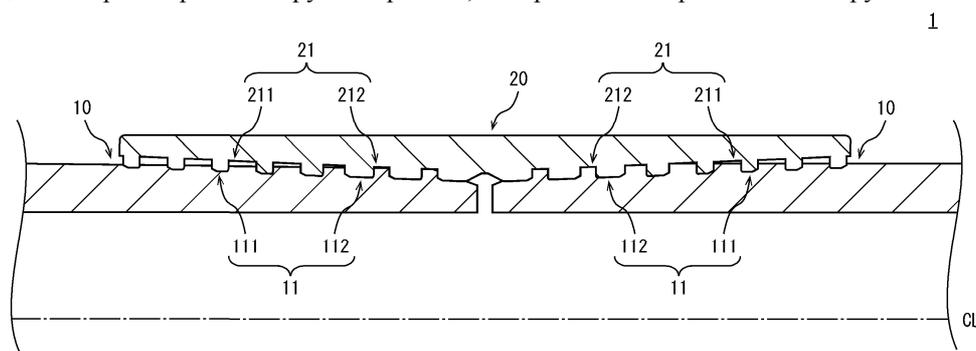
2. Резбовое соединение по п.1, в котором максимальная ширина канавки резьбы наружной резьбы вдвое больше минимальной ширины канавки резьбы наружной резьбы или меньше.

3. Резбовое соединение по п.1 или 2, в котором во время завинчивания ниппеля в муфту и во время, когда обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, контактируют с муфтой, кончик ниппеля не находится в контакте с кончиком другого ниппеля, который свинчивается вместе с муфтой, а после того, как обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, контактируют с муфтой и до пластических деформаций наружной резьбы, кончик ниппеля контактирует с кончиком другого ниппеля.

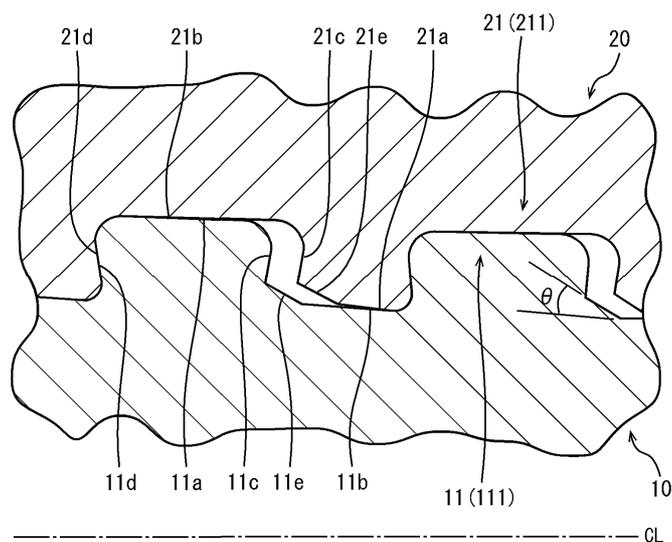
4. Резбовое соединение по п.1 или 2, в котором ниппель дополнительно включает плечевую поверхность, а муфта дополнительно включает плечевую поверхность, предусмотренную для соответствия плечевой поверхности ниппеля и способную контактировать с плечевой поверхностью ниппеля, когда соединение свинчено.

5. Резбовое соединение по п.4, в котором во время завинчивания ниппеля в муфту и во время, когда обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, контактируют с муфтой, плечевая поверхность ниппеля может не быть в контакте с плечевой поверхностью муфты, а после того, как обе, закладная сторона и опорная сторона участка с изменяющейся шириной резьбы, контактируют с муфтой и до пластических деформаций наружной резьбы, плечевая поверхность ниппеля может контактировать с плечевой поверхностью муфты.

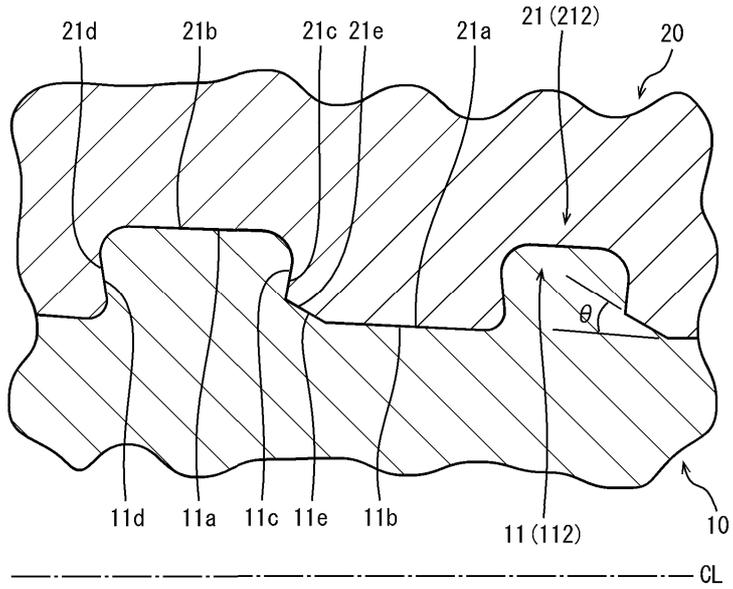
6. Резбовое соединение по любому одному из пп.1-5, в котором длина участка с изменяющейся шириной резьбы внутренней резьбы, измеренная в направлении оси трубы, больше, чем длина участка с изменяющейся шириной резьбы наружной резьбы, измеренная в направлении оси трубы.



Фиг. 1

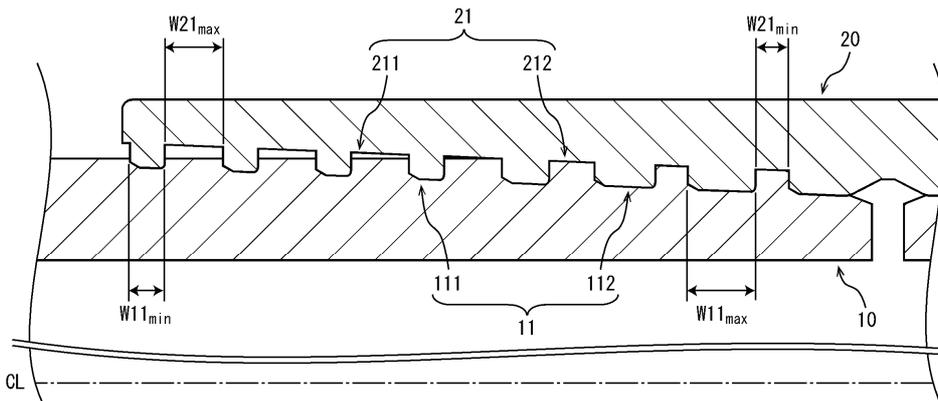


Фиг. 2А

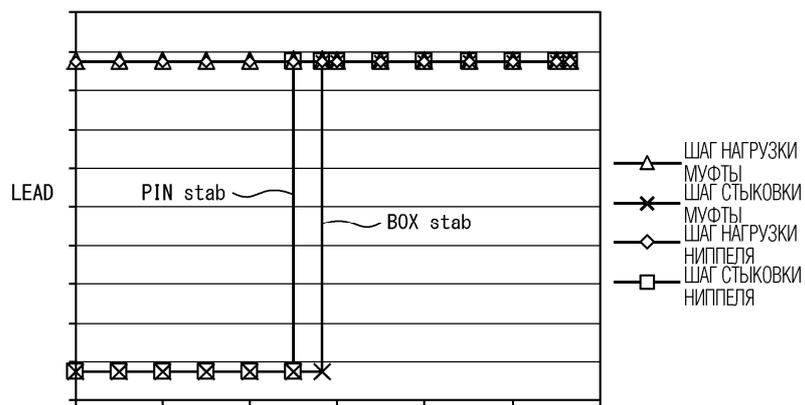


Фиг. 2В

1

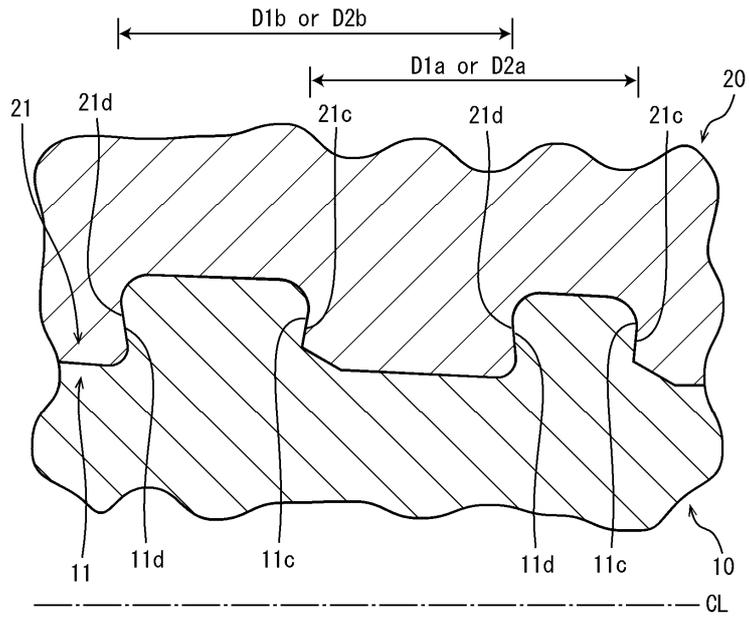


Фиг. 3

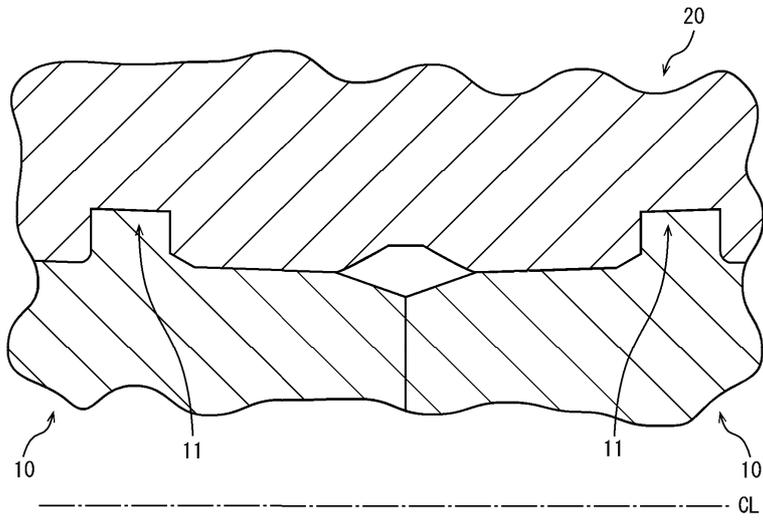


КОЛИЧЕСТВО РЕЗЬБ, НАЧИНАЮЩИХСЯ ОТ КОНЧИКА НИППЕЛЯ ИЛИ ЦЕНТРА МУФТЫ

Фиг. 4А

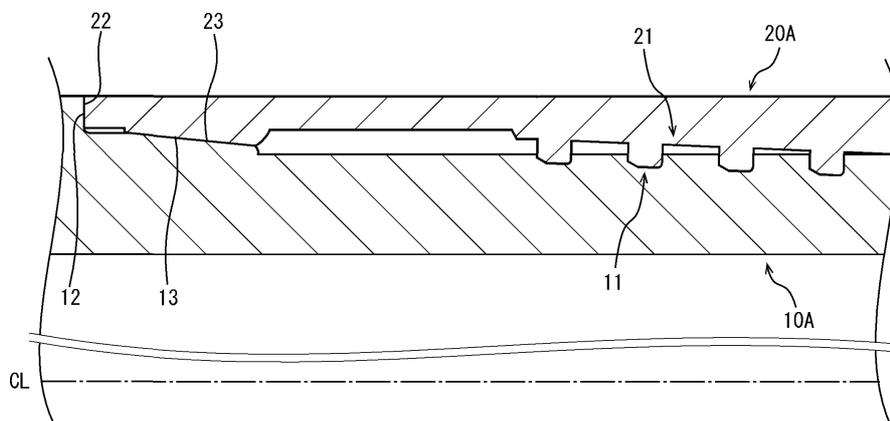


Фиг. 4В



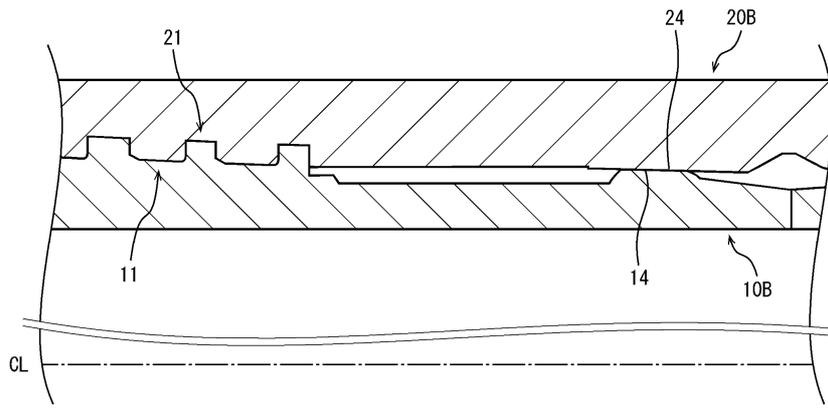
Фиг. 5

1A



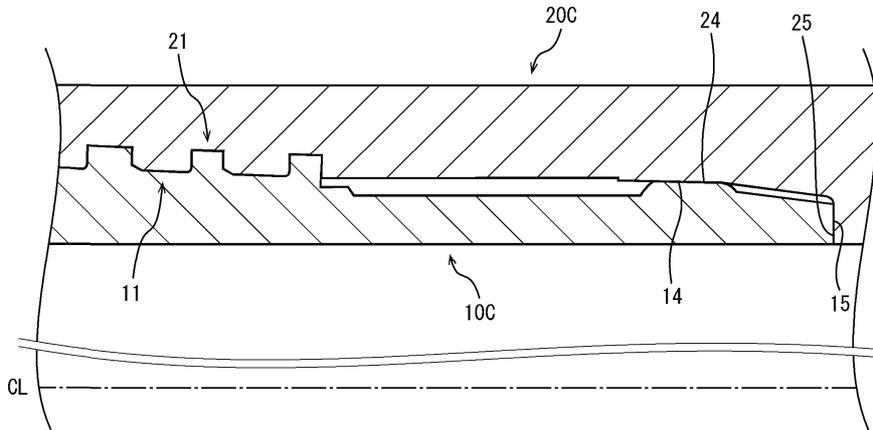
Фиг. 6

1B

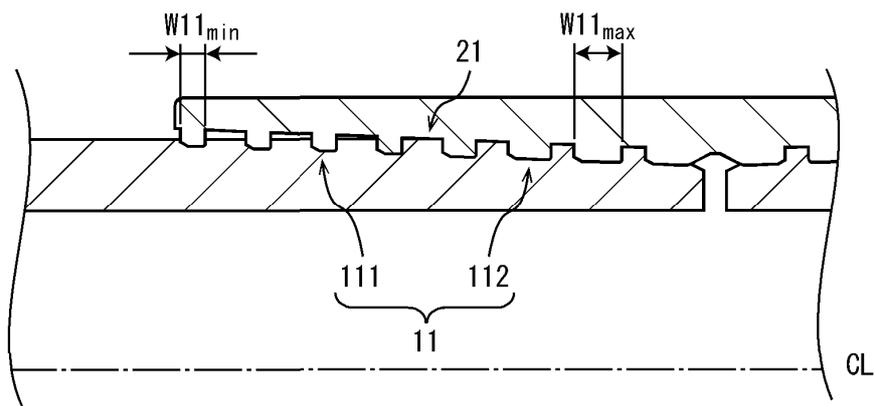


Фиг. 7

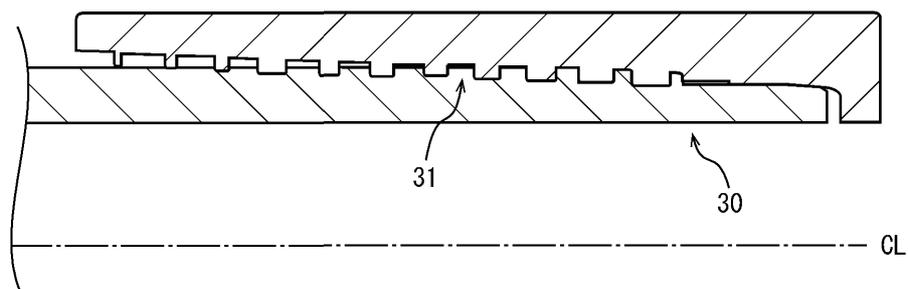
1C



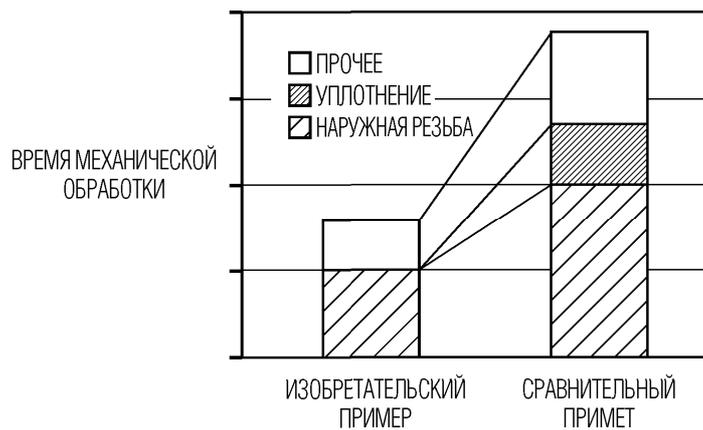
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

