

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038934**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.11.11

(21) Номер заявки
201991890

(22) Дата подачи заявки
2017.02.20

(51) Int. Cl. **B23K 23/00** (2006.01)
B23K 101/06 (2006.01)
B23K 101/10 (2006.01)

(54) **АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКАЯ СВАРКА ТРУБ**

(43) **2020.01.31**

(86) **PCT/NO2017/050043**

(87) **WO 2018/151603 2018.08.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СНАПВЕЛДЕР АС (NO)

(56) DE-C-15027
US-A-3684003
DE-C-707781
DE-U1-29812242
CN-U-205147580

(72) Изобретатель:
Петтерсен Бент Рольф (NO)

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

(57) Предложены устройство и способ алюминотермической сварки для сваривания друг с другом первого и второго элементов (10, 12) труб. Устройство содержит муфту (30), выполненную с возможностью покрывания обоих элементов (10, 12) труб и формирования полости (33), окружающей элементы (10, 12) труб, когда муфта находится в положении сварки; тигель (50), выпускной канал (44), соединенный со вторым отверстием (45) в стенке муфты (30), в верхней части муфты (30), когда муфта находится в положении сварки, при этом второе отверстие выполнено с возможностью выпуска газов и шлака из полости (33), и впускной канал (54) между тиглем (50) и полостью (33), причем впускной канал (54) входит в полость (33) через первое отверстие (35) в стенке муфты (30) в нижней части муфты (30), когда муфта находится в положении сварки.

B1

038934

038934

B1

Область техники, к которой относится изобретение

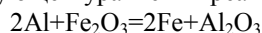
Настоящее изобретение относится к способу и устройству для алюминотермической сварки элементов труб, таких как трубы и трубные фланцы в стволах скважин и трубопроводах.

Предпосылки к созданию изобретения

С помощью термитной или алюминотермической реакции, которая является экзотермической реакцией, путем преобразования оксида металла с более реактивным металлом достигаются высокие температуры. Этот реактивный металл затем может восстановить оксид так, что реактивный металл связывается с кислородом, в новый оксид металла, а начальный металл извлекается из оксида как чистый металл. В результате такой реакции выделяется большое количество теплоты. Эту теплоту затем можно использовать для плавления заполняющего материала. В такой сложной экзотермической реакции восстановительным металлом может быть, например, металлический алюминий.

Примерами оксидов металла в таких композициях являются оксид железа (III), оксид цинка, оксид меди (I), оксид марганца и оксид кальция. Такая композиция называется термитной композицией, и когда она состоит из алюминия и оксида железа в форме порошка тонкого помола, атомы кислорода переходят из железа к алюминию и выделяется большое количество теплоты. Дополнительный металл, помещенный в композицию или рядом с ней, например железо, плавится и принимает жидкую форму. В этом процессе формируются жидкое железо и оксид алюминия (глинозем).

В то время как железо образует расплав, оксид алюминия Al_2O_3 имеет более высокую точку плавления и, таким образом, действует как твердый оксид, который плавает на поверхности расплава как шлак. Температура при такой реакции может достигать $3000^{\circ}C$ в зависимости от пропорций композиции и факторов окружающей среды, поэтому оба продукта могут находиться в жидком состоянии. Один пример такого перехода приведен в следующем уравнении реакции:



Таким образом, формируются чистое железо и оксид алюминия Al_2O_3 . Преимуществом является то, что пропорции алюминия и оксида железа этой композиции соответствуют теоретическому стехиометрическому количеству этих двух веществ, поэтому оба эти вещества преобразуются приблизительно на 100%.

Такие термитные композиции широко применяются при сварке стальных конструкций, таких как длинные сварные рельсы.

Железо является более тяжелым, чем оксид алюминия, и тонет в расплаве композиции этих двух веществ, т.е. когда реакция преобразования, показанная выше, перешла почти на 100% вправо.

Эту экзотермическую реакцию можно проводить в контейнере или тигле, который адаптирован к плавке веществ при высокой температуре. Тигель - это несгораемый плавильный сосуд, не имеющий пористости, не подверженный влиянию химических веществ и выдерживающий большие флуктуации температуры. В качестве материала для тигля можно упомянуть фарфор, платину, кварцевый песок и шамот, графит с глиной в качестве связующего.

Ниже приведены некоторые примеры термитной или алюминотермической сварки труб.

В патенте США 39458434 А раскрываются кольцевые соединительные элементы для сварки друг с другом секций труб, содержащие кольцевые тела из экзотермических материалов, таких как "Thermite", которые после воспламенения обеспечивают сварку интерфейсов между соединительной муфтой и парой труб, привариваемых к ней, или непосредственно между двумя трубами.

В патенте США 3542402 А раскрывается металлическая труба, содержащая пиротехнический материал, который по существу не выделяет газа при горении, который внедрен в сопрягаемую поверхность изделия из термопластичной смолы и прилегает к ней. Изделие соединяется с другим изделием из термопластичной смолы, имеющим сопрягаемую поверхность, путем подведения сопрягаемых поверхностей друг к другу и поджигания пиротехнического состава, что приводит к образованию сплавленного стыка между сопрягаемыми поверхностями. Предпочтительной пиротехнический состав содержит алюминий, бор, хромат бария и оксид алюминия.

Сущность изобретения

Целью настоящего изобретения является устранение проблем прототипа и создание способа и устройства сварки, при которых полученный сварной шов имеет меньше объемных дефектов, чем сварные швы труб по предшествующему уровню техники.

Другой целью настоящего изобретения является создание способа и устройства для сварки, при которых повышается качество, т.е. одинаковый результат может быть достигнут многократно, если применяется одна и та же наладка. Это снижает потребность в контроле и приемке сварных швов. Поэтому усилия по обеспечению качества сварных швов можно сосредоточить на операциях, выполняемых перед сваркой, а не на операциях, выполняемых после сварки.

Из вышеизложенного также очевидно, что качество получаемых сварных швов меньше зависит от опыта сварщика, осуществляющего процесс сварки.

Резюмируя, преимущества, определенные выше, могут привести к существенному сокращению времени и стоимости сварки труб.

Изобретением, решающим вышеизложенные проблемы, является способ алюминотермической сварки друг с другом первого и второго элементов труб, включающий этапы, на которых

устанавливают муфту в положение сварки, в котором она покрывает оба элемента труб и образует полость, окружающую элементы труб;

устанавливают впускной канал между тиглем и полостью, при этом впускной канал входит в полость через первое отверстие в стенке муфты в нижней части муфты, когда муфта находится в положении сварки;

закладывают экзотермическую смесь в тигель;

поджигают экзотермическую смесь для создания расплава экзотермического материала;

дают расплаву стечь вниз во впускной канал через первое отверстие до того, как он продолжит течь вверх через полость с обеих сторон элементов труб, пока полость не заполнится расплавом;

выпускают газы через второе отверстие в стенке муфты в верхней части муфты, когда муфта находится в положении сварки.

Согласно настоящему изобретению также предлагается устройство для алюминотермической сварки для сваривания друг с другом первого и второго элементов труб, содержащее

муфту, выполненную с возможностью покрывания обоих элементов труб и формирования полости, окружающей элементы труб, когда она находится в положении сварки;

тигель;

выпускной канал, соединенный со вторым отверстием в стенке муфты в верхней части муфты, когда муфта находится в положении сварки, при этом второе отверстие выполнено с возможностью выпуска газов из полости;

впускной канал, проходящий между тиглем и полостью, при этом впускной канал входит в полость через первое отверстие в стенке муфты в нижней части муфты, когда муфта находится в положении сварки.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1a, 1b, 1c, и 1d - вариант настоящего изобретения в разных сечениях.

Фиг. 2 - тот же вариант, что и на фиг. 1a, 1b, 1c, и 1d, в разнесенном виде.

Фиг. 3 - вариант настоящего изобретения с охлаждающим кожухом.

Фиг. 4 - вариант изобретения, где один из концов свариваемых труб заканчивается фланцем.

Описание вариантов осуществления изобретения

Далее следует описание различных примеров и вариантов изобретения для того, чтобы специалисты получили более глубокое понимание изобретения. Конкретные детали, описанные в контексте разных вариантов и со ссылками на приложенные чертежи, не должны толковаться как ограничения. Объем изобретения определяется приложенной формулой.

Настоящее изобретение далее описывается в приложении к соединению двух труб или элементов труб, таких как труба и фланец трубы. Изобретение может применяться к соединяемым металлическим деталям в целом.

Вариант устройства для алюминотермической сварки показан на фиг. 1a, b и c, где показано одно и то же устройство в разных сечениях.

Когда сварочное устройство применяется для сварки, для достижения наилучшего результата его следует правильно выровнять. В остальной части настоящего документа подразумевается, что устройство находится в положении сварки, когда оно выровнено для сварки.

Одним таким положением сварки может быть положение, показанное на фиг. 1a, b и c, где две трубы (10, 12) помещены конец к концу, рядом друг с другом для сварки друг с другом сварным швом.

Одним из основных компонентов сварочного устройства является муфта (30), выполненная с возможностью покрывать оба элемента (10, 12) труб и формировать полость (33), окружающую элементы (10, 12) трубы, когда она находится в положении сварки. Внутренняя поверхность муфты (30) плотно посажена на поверхности (11, 13) труб, что можно обеспечить известными средствами и разными средствами натяжки. Муфта (30), например, может состоять из двух частей, поворачивающихся вокруг петли, а свободные концы этих частей могут сдвигаться друг к другу, соединяться и стягиваться винтовыми или подобными соединениями так, чтобы внутренние поверхности муфты (30) плотно садились на поверхности (11, 13) труб.

Сварочное устройство также содержит тигель (50), в котором можно проводить экзотермическую реакцию. Тигель выполнен с возможностью плавить вещества при высокой температуре как в предшествующем уровне техники, описанном выше.

Далее, сварочное устройство содержит впускной канал (54), соединенный с тиглем (50), по которому расплав может течь в полость (33), и выпускной канал (44), по которому образующиеся газы могут выходить или отсасываться из полости (33).

Выпускной канал (44) соединен со вторым отверстием (45) в стенке муфты (30), расположенным в верхней части муфты (30), а впускной канал (54) расположен между тиглем (50) и полостью (33), при этом впускной канал (54) входит в полость (33) через первое отверстие (35) в стенке муфты (30), расположенное в нижней части муфты (30), когда муфта находится в положении сварки.

В одном варианте первое отверстие (35) расположено на вершине полости (33). В одном варианте второе отверстие (45) расположено на дне полости (33).

В одном варианте первое и/или второе отверстие (35, 45) расположены на вертикальной линии, проходящей через центр муфты (30).

В одном варианте тигель (50) расположен над полостью (33), когда муфта (30) находится в положении сварки.

В одном варианте, по меньшей мере, участок впускного канала (54) проходит внутри стенки муфты (30) между верхней частью муфты и первым отверстием (35). Муфту (30) можно считать формой для сварки, где первое отверстие (35) и впускной канал (54) образуют единый канал, проходящий внутри формы.

В одном варианте внутренняя поверхность муфты (30) имеет канавку (32), образующую внутреннюю стенку полости (33).

В одном варианте элементы (10, 12) труб имеют скошенные на конус концы, направленные друг к другу и примыкающие друг к другу, образуя внутреннюю стенку полости (33).

Канавка (32) в муфте (30) в одном варианте может комбинироваться со скошенными концами элементов (10, 12) труб. Канавка (32) вместе с прорезью, определенной скошенными концами, образует окружающий каплевидный объем, т.е. полость (33), которая должна заполняться расплавом сварочного материала.

В одном варианте муфта (30) имеет круглое внутреннее сечение и полость (33) является кольцевой.

В одном варианте сварочное устройство содержит опорное кольцо (38), выполненное с возможностью установки внутри первого элемента (10) перед сваркой. Опорное кольцо препятствует попаданию расплава во внутренний диаметр между двумя соседними элементами (10, 12) труб.

В одном варианте сварочное устройство содержит охлаждающий кожух, как показано на фиг. 3. Охлаждающий кожух (60) показан в сечении, а другие компоненты показаны в изометрии.

Охлаждающий кожух (60) расположен вокруг муфты (30) и образует охлаждающую полость (66) между охлаждающим кожухом (60) и муфтой (30). В другом варианте концевые части кожуха (60) плотно надеты на поверхности (11, 13) труб (10, 12) с помощью подходящих сальников, обозначенных позициями (63) и (65).

Охлаждающий кожух может быть изготовлен из материалов разных типов. В одном варианте охлаждающий кожух (60) изготовлен из стали.

Впуск показан как патрубок (61), а соответствующий выпуск показан как патрубок (62). Участки крыши или стенки охлаждающего кожуха (60) содержат отверстия для тигля (50) и выпускного канала (44).

В охлаждающую полость (66) через патрубок (61) можно подавать отпускающую текучую среду, например газ или жидкость, как известно в этой области, которая течет через охлаждающую полость (66) и вытекает через выпуск (62).

Хотя предыдущие варианты относились к трубам, один или оба из элементов (10, 12) труб могут быть фланцами (70) труб, как показано на фиг. 4. Поскольку фланец также заканчивается трубой, то сварочное устройство или способ сварки существенно не отличаются от вышеописанных и эти варианты также входят в объем заявленного изобретения.

В зависимости от конкретного фланца трубы охлаждающий кожух может потребовать адаптации, что понятно специалистам.

Далее, со ссылками на фиг. 1a, b, c и d следует описание способа сварки по настоящему изобретению. Элементы сварочного устройства подробно описаны выше.

Как было отмечено выше, изобретение также относится к способу алюминотермической сварки друг с другом первого и второго элементов (10, 12) труб.

Одним этапом, который необходимо выполнить, является этап, на котором впускной канал (54) размещают между тиглем (50) и полостью (33) так, чтобы впускной канал (54) входил в полость (33) через первое отверстие (35) в стенке муфты, расположенное в нижней части муфты, когда муфта находится в положении сварки.

Определение положения сварки приведено выше. Первое отверстие (35) позволяет расплаву из тигля (50) поступать в полость (33) через впускной канал (54).

Тигель (50) заполняют экзотермической смесью, например термитной смесью. Экзотермическую смесь поджигают или воспламеняют для создания расплава (36), который теперь может свободно стекать вниз по впускному каналу (54), через первое отверстие (35) и затем вверх сквозь полость по обе стороны от элементов (10, 12) труб, пока полость (33) не заполнится расплавом (36).

В то же время продукт окисления выделяется в форме твердого шлака, всплывающего вверх к вершине полости (33). Это вызвано тем, что железо в жидкой фазе имеет более высокую плотность, чем оксиды, и тонет, тогда как оксиды и шлак всплывают. Такой шлак всплывает вверх и вытесняется вместе с газом, который также может возникать в ходе экзотермического преобразования, и газы и шлак выпускаются через второе отверстие (45) в стенке муфты (30), расположенное в верхней части муфты (30).

Назначение второго отверстия (45) заключается в том, что потребность в вентиляции газов и выпуске шлака возникает сразу после инициации экзотермической реакции, и расплав течет вверх в полость (33). Поскольку газы, выделяющиеся из расплава, приводят к некоторому повышению давления, важно, чтобы этот газ мог свободно выходить через второе отверстие (45). Удаление газа и шлака оптимизи-

ровано в устройстве и способе по настоящему изобретению, где расплав поступает в нижнюю часть полости (33). Поэтому газы и шлак легко выходят, поднимаясь вверх внутри полости (33) и через второе отверстие (45). В результате образуется сварной шов с меньшим количеством объемных дефектов, чем в предшествующем уровне техники.

Как часть процесса, муфту (30) нужно установить в положение сварки. Это нужно сделать до поджигания экзотермической смеси, чтобы расплав правильно тек по каналам и можно было получить высококачественный сварной шов.

Для дополнительного повышения качества шва можно использовать предварительный подогрев. В одном варианте способ содержит этап, на котором предварительно нагревают первый и второй элементы (10, 12) труб перед поджиганием экзотермической смеси.

В одном варианте элементы (10, 12) труб нагревают до температуры 700°C.

Этого можно достичь разными средствами. В простейшем варианте элементы (10, 12) труб можно предварительно нагревать непосредственно перед установкой их в муфту (30), например газовой горелкой, электронагревателем или химическим нагревателем.

Этого можно также достичь, нагревая элементы (10, 12) труб после того, как они были установлены в муфте, например вдувая пламя газовой горелки в муфту (30), или применяя электрический или химический нагревательный элемент для предварительного нагревания формы.

В одном варианте способ содержит этап, на котором устанавливают тигель (50) над полостью (33), когда муфта (30) находится в положении сварки.

В этой части процесса важно обеспечить, чтобы температура не падала слишком быстро, чтобы шлак и газы могли полностью всплыть и выйти вверх через второе отверстие (45). Эти вещества можно удалить до того, как вязкость расплава станет слишком высокой и расплав отвердеет. Необходимо в максимально возможной степени не допускать возникновения пустот в сварном шве, генерируемых примесями, такими как оксиды/шлак, и/или газы.

В одном варианте способ содержит этап, на котором охлаждают расплав (36) для получения твердого сварного шва.

В одном варианте можно управлять температурой, добавляя горячую текучую среду, например горячие газы, в циркуляцию по охлаждающей полости (66), а затем управлять падением температуры расплава в шве с помощью температуры газа, находящегося в кожухе. В качестве хладагента, циркулирующего в охлаждающей полости (66), можно использовать воду или другую жидкость/газ, если температура на впуске адаптирована под температуру в области соединения.

Перед установкой охлаждающего кожуха (60) на трубы (10, 12), альтернативно перед началом процесса плавления концы труб в одном варианте предварительно нагревают до температуры, при которой расплав течет из тигля (50), а затем температуру управляемо понижают.

В одном варианте способ содержит этапы, на которых удаляют продукты окисления через выпускной канал (44). Для улучшения удаления можно использовать внешний вытяжной насос, соединенный с выпускным каналом (44).

В одном варианте способ содержит этап, на котором создают расплав, содержащий железо и оксид алюминия, проводя экзотермическую реакцию трансформации экзотермической смеси, содержащей оксид железа и алюминий.

В одном варианте экзотермическая смесь содержит порошок железа или частицы железа. Однако в других средах для сварки сплавов можно использовать другие металлы или смеси металлов, такие как хром, никель и молибден.

Когда сварной шов остынет, охлаждающий кожух (60) и муфту (30) снимают, после чего шов можно обработать шлифованием, полированием или другими подходящими операциями, чтобы сформировать равномерный и плавный шов. Альтернативно муфта (30) может являться частью стыка труб и остаться приваренной на месте.

В этих иллюстративных вариантах различные признаки и детали показаны в комбинации. Тот факт, что несколько признаков описаны в отношении конкретного примера, не должен толковаться как указывающий на то, что эти признаки по необходимости должны быть вместе включены во все варианты изобретения. Наоборот, признаки, описанные со ссылками на разные варианты, не должны считаться взаимно исключаящими. Как хорошо понятно специалистам в данной области техники, варианты, содержащие любое подмножество описанных здесь признаков, которые явно не определены как взаимозависимые, были предусмотрены автором и являются частью настоящего изобретения. Однако явное описание всех таких вариантов не способствовало бы пониманию принципов изобретения, и, следовательно, некоторые комбинации признаков были опущены для упрощения или краткости.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ алюминотермической сварки друг с другом первого и второго элементов (10, 12) труб, включающий этапы, на которых устанавливают муфту (30) в положение сварки, в котором она покрывает оба элемента (10, 12) труб

и образует полость (33), окружающую элементы (10, 12) труб;

устанавливают впускной канал (54) между тиглем (50) и полостью (33), при этом впускной канал (54) входит в полость (33) через первое отверстие (35) в стенке муфты (30), расположенное в нижней части муфты (30), когда муфта находится в положении сварки;

закладывают экзотермическую смесь в тигель (50);

поджигают экзотермическую смесь для создания расплава (36) экзотермического материала;

дают расплаву (36) стечь вниз по впускному каналу (54) через первое отверстие (35) до того, как он продолжит течь вверх через полость с обеих сторон элементов (10, 12) труб, пока полость (33) не заполнится расплавом (36);

выпускают газы через второе отверстие (45) в стенке муфты (30) в верхней части муфты (30), когда муфта находится в положении сварки.

2. Способ по п.1, включающий этап, на котором устанавливают тигель (50) над полостью (33), когда муфта (30) находится в положении сварки.

3. Способ по п.1 или 2, включающий этап, на котором предварительно нагревают первый и второй элементы (10, 12) труб перед поджиганием экзотермической смеси.

4. Способ по п.1, 2 или 3, включающий этап, на котором охлаждают расплав (36) для создания твердого сплошного шва.

5. Способ по п.4, включающий этап, на котором управляют температурой расплава (36), давая возможность продуктам окисления отделиться от расплава (36) и всплыть через второе отверстие (45).

6. Способ по п.5, включающий этап, на котором осуществляют циркуляцию охлаждающей текучей среды внутри охлаждающего кожуха (60), окружающего муфту (30).

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, включающий этап, на котором удаляют продукты окисления через выпускной канал (44).

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, включающий этап, на котором создают расплав, состоящий из железа и окиси алюминия, проводя экзотермическую реакцию трансформации экзотермической смеси, содержащей оксид железа и алюминий.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором экзотермическая смесь содержит порошок железа или частицы железа.

10. Устройство для алюминотермической сварки для сварки друг с другом первого и второго элементов (10, 12) труб, содержащее

муфту (30), выполненную с возможностью покрывания обоих элементов (10, 12) труб и формирования полости (33), окружающей эти элементы (10, 12) труб, когда она находится в положении сварки; тигель (50);

выпускной канал (44), соединенный со вторым отверстием (45) в стенке муфты, в верхней части муфты (30), когда муфта находится в положении сварки, причем второе отверстие выполнено с возможностью выпуска газов из полости (33);

впускной канал (54) между тиглем (50) и полостью (33), при этом впускной канал (54) входит в полость (33) через первое отверстие (35) в стенке муфты (30) в нижней части муфты (30), когда муфта находится в положении сварки.

11. Устройство по п.10, в котором тигель (50) расположен над полостью (33), когда муфта находится в положении сварки.

12. Устройство по любому из пп.10, 11, в котором по меньшей мере часть впускного канала (54) расположена внутри стенки муфты (30) между верхней частью муфты и первым отверстием (35).

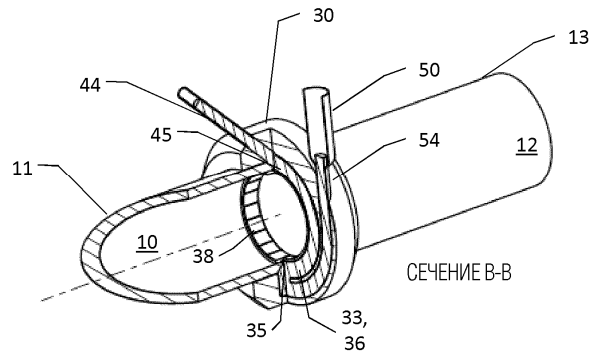
13. Устройство по любому из пп.10-12, в котором внутренняя поверхность муфты (30) имеет канавку (32), образующую внешнюю стенку полости (33).

14. Устройство по любому из пп.10-13, в котором элементы (10, 12) труб имеют скошенные концы, направленные и примыкающие друг к другу, образуя внутреннюю стенку полости (33).

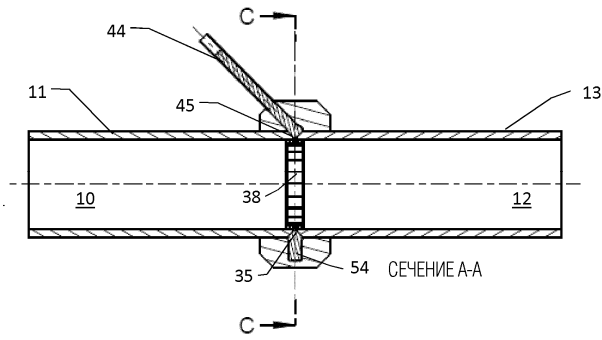
15. Устройство по любому из пп.10-14, в котором муфта (30) имеет круглое внутреннее сечение, а полость (33) является кольцевой.

16. Устройство по любому из пп.10-15, содержащее опорное кольцо (38), выполненное с возможностью установки внутри первого элемента (10) трубы перед сваркой.

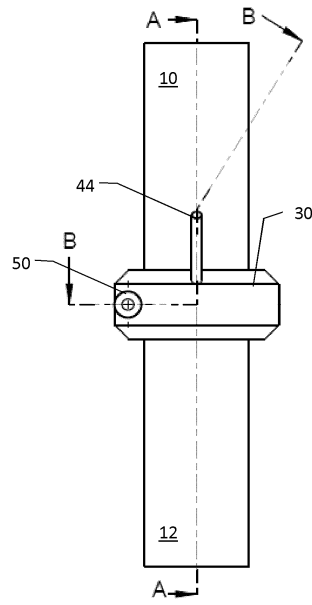
17. Устройство по любому из пп.10-16, содержащее и формирующее охлаждающую полость (66) между охлаждающим кожухом (60) и муфтой (30) и формирующее охлаждающую полость (66) между охлаждающим кожухом (60) и муфтой (30).



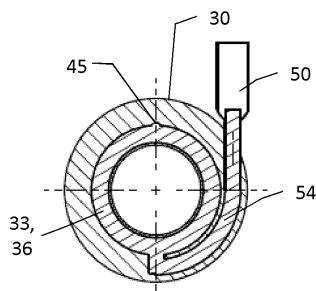
Фиг. 1а



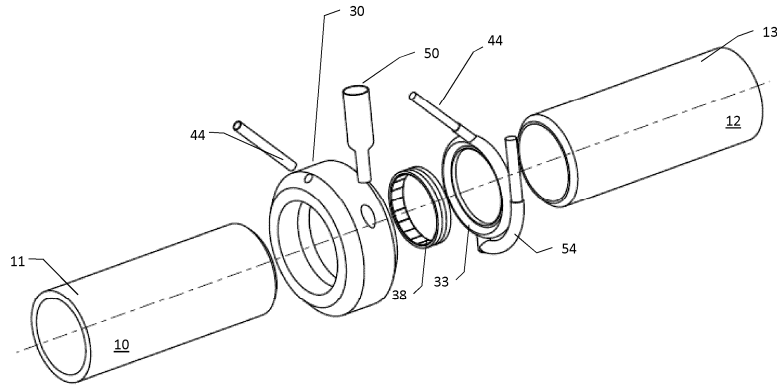
Фиг. 1б



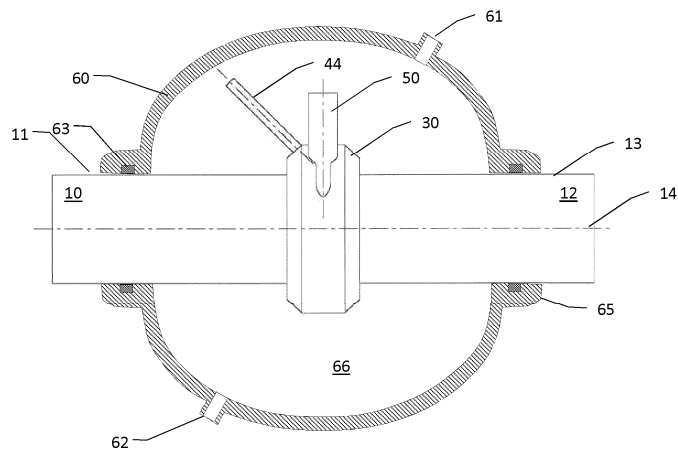
Фиг. 1с



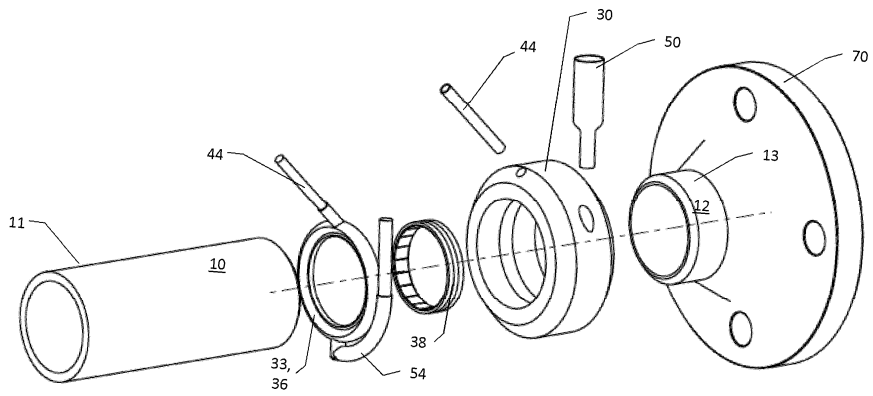
Фиг. 1д



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

