

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040585**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.29

(21) Номер заявки
201991664

(22) Дата подачи заявки
2018.03.30

(51) Int. Cl. **B23K 9/025** (2006.01)
B23K 31/00 (2006.01)
B23K 9/035 (2006.01)
B23K 101/10 (2006.01)
B23K 33/00 (2006.01)
B23K 103/02 (2006.01)

(54) СВАРОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТОЛСТОГО ПРОДОЛЬНОГО ШВА И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЕЙ БЕЗ ПОСЛЕСВАРОЧНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ФИТИНГОВ, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НА НАХОДЯЩЕМСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДЕ

(31) 62/478,950; 62/556,050; 15/939,996

(32) 2017.03.30; 2017.09.08; 2018.03.29

(33) US

(43) 2019.12.30

(86) PCT/US2018/025481

(87) WO 2018/183900 2018.10.04

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ТДВ ДЕЛАВЭР, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Вуд Пол (US), Вролик Крис, Мах-Паулсон Тран (CA), Армстронг Майк (US)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(56) MIZUNO: "Appropriate welding conditions of temper bead weld repair for SQV2A pressure vessel steel", 30TH MPA-SEMINAR IN CONJUNCTION WITH THE 9TH GERMAN-JAPANESE SEMINAR, 6 October 2004 (2004-10-06), - 7 October 2004 (2004-10-07), pages 7.1-7.9, XP002783045, Stuttgart abstract page 2

Anonymous: "Temper Bead Welding - TGN-PE-02 Rev: 0", Welding Technology Institute of Australia, 1 March 2006 (2006-03-01), pages 1-7, XP002783046, Retrieved from the Internet:URL: <https://wtia.com.au/wp-content/uploads/2015/02/TGN-PE-02-Temper-Bead-Welding.pdf> the whole document

GUANGMING FU: "Influence of the welding sequence on residual stress and distortion of fillet welded structures", MARINE STRUCTURES, vol. 46, 29 December 2015 (2015-12-29), pages 30-55, XP002783047, figure 16

C.L. TSAI: "Welding distortion of a thin-plate panel structure", WELDING RESEARCH SUPPLEMENT, 1 May 1999 (1999-05-01), pages 156-165, XP002783048, figures 14,15,16

(57) Способ ограничения деформации фитинга (10) при его приваривании к работающему трубопроводу, причем фитинг (10) содержит толстый продольный шов между половинами фитинга, включает в себя сваривание на каждой из обеих сторон фитинга средней трети (31) шва с созданием пирамидообразной формы в направлении внутрь, начиная от края средней трети (31), вдоль профиля скоса (19) шва; и сваривание левой и правой внешних третей (37) шва (20) в направлении наружу, начиная от края, примыкающего к средней трети (31), вдоль профиля скоса (19) шва. Сваривание каждой из третей на обеих сторонах осуществляют способом сварки закалочными наплавными слоями, включающим в себя создание по меньшей мере двух слоев для снятия напряжений вместо обычной послесварочной термообработки.

B1**040585****040585****B1**

Предшествующий уровень техники

Изобретение относится к свариванию фитингов, устанавливаемых на находящихся в эксплуатации трубопроводах. Более конкретно, изобретение относится к сварке, выполняемой на продольных стыках фитингов на работающем трубопроводе.

Сварка в процессе эксплуатации толстостенных фитингов (1¹/₄ дюйма (32 мм) или более) с созданием продольных стыковых сварных швов с разделкой кромок в пластине из углеродистой стали (например, в пластине типа ASTM A537 класс 1) является сложной задачей, поскольку традиционное снятие напряжений с помощью послесварочной термообработки невозможно на работающих трубопроводах, а большая толщина сварного шва приводит к высоким уровням напряжений, часто приводящим к искривлению и деформации фитинга, что может поставить под угрозу предполагаемую функциональность фитинга. Кроме того, вследствие большой толщины стенок фитинга и трубопровода происходит ускоренное охлаждение сварного шва. Таким образом, желательно контролировать искажение и деформацию и обеспечивать местное снятие напряжений в случаях, когда толстостенные фитинги должны удовлетворять расчетным условиям, и послесварочная термообработка невозможна. См. ТУ ASME (Американское общество инженеров-механиков) B31.8-2016, гл. VIII, 825 (снятие напряжений в сварных швах во всех сортах углеродистой стали при номинальной толщине стенки больше 1¹/₄ дюйма (32 мм)).

В способах известного уровня техники сварка осуществляется от одного края соединения и продолжается к другому краю, обычно слева направо, в зависимости от требуемой ориентации фланцевого тройника фитинга, и наложение наплавных слоев сварного шва производится снизу вверх.

Раскрытие изобретения

В вариантах осуществления способа управления деформацией канала фитинга при сваривании шва, расположенного между двумя половинами втулки фитинга, установленного на несущей трубе, толщина шва составляет по меньшей мере 1¹/₄ дюйма (32 мм). Способ включает в себя разделение шва на каждой стороне несущей трубы на левую внешнюю треть, среднюю треть и правую внешнюю треть, и затем сваривание средней трети шва на каждой стороне несущей трубы с созданием пирамидообразной формы полностью до последнего слоя многослойного сварного шва. По окончании сваривания средней трети шва осуществляют сваривание левой и правой третей шва на обеих сторонах фитинга в направлении наружу, начиная от края, примыкающего к средней части, вдоль профиля скоса шва.

Сваривание каждой из указанных третей осуществляют способом сварки закалочными наплавными слоями с созданием первых слоев (пока не накопится достаточное количество наплавленного металла, таким образом, чтобы дополнительные сварочные слои больше не влияли на зону воздействия высоких температур фитинга) в скосе продольного шва. Сваркой закалочными наплавными слоями управляют особым образом так, чтобы достигалось снятие напряжений и уменьшение зернистости шва, что устраняет необходимость в обычно применяемой послесварочной термообработке.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1А показан фитинг, размещаемый вокруг секции работающего трубопровода и имеющий толстый продольный шов с каждой стороны фитинга, нуждающегося в сваривании, вид спереди; в некоторых вариантах осуществления фитинг представляет собой фитинг STOPPLE® производства компании T.D. Williamson (Талса, шт. Оклахома) или аналогичный фитинг.

На фиг. 1В - фитинг, показанный на фиг. 1А, вид сбоку.

На фиг. 1С - толстый продольный шов, показанный на фиг. 1В, вид в увеличенном масштабе.

На фиг. 2А - сварной шов согласно варианту осуществления изобретения.

На фиг. 2В - толстый продольный шов перед сваркой, вид сбоку.

На фиг. 2С - сварочная система и способ сварки согласно изобретению.

На фиг. 2D - законченная пирамидообразная средняя треть (центральная) согласно варианту осуществления.

На фиг. 3 схематично показаны четыре внутренних диаметральных размера, где:

ØА - диаметр в осевом направлении потока или в направлении X,

ØВ - диаметр в направлении, перпендикулярном осевому направлению или в направлении Y,

ØС и ØD - диаметральные размеры под углом ±45° к осевому направлению потока в плоскости X-Y.

Элементы и их ссылочные позиции, используемые в подробном описании изобретения и на чертежах.

10 - фитинг,

11 - верхняя половина втулки,

13 - нижняя половина втулки,

15 - зазор,

17 - корневой зазор,

19 - скос,

20 - продольный шов,

21 - первая сторона трубы или фитинга,

23 - вторая сторона трубы или фитинга,

25 - наружная кромка,
 30 - продольный сварной шов,
 31 - центральная треть,
 33 - край,
 35 - центр,
 37 - внешняя треть,
 39 - край,
 47 - первый слой сварного шва,
 49 - второй слой сварного шва,
 50 - подкладочная полоса,
 60 - канал,
 L - длина,
 P - несущая труба,
 S - перекрытие наплавного слоя,
 T - толщина.

Определения.

В контексте изобретения понятие "толстый продольный шов" служит для обозначения шва, выполняемого с помощью сварки друг с другом верхней и нижней половин втулки фитинга после ее установки на несущей трубе, когда указанные половины втулки выполнены из пластины углеродистой стали толщиной по меньшей мере $1\frac{1}{4}$ дюйма (32 мм). В вариантах осуществления изобретения фитинг может представлять собой фитинг, устанавливаемый на работающем трубопроводе, выполненный из пластины углеродистой стали типа ASTM A537 класс 1 толщиной по меньшей мере $1\frac{1}{4}$ дюйма (32 мм).

Работающим трубопроводом считается трубопровод, внутри которого находится рабочая текучая среда, перемещающаяся под любым давлением или с любым расходом, в том числе, при нулевом давлении и с нулевым расходом.

Варианты осуществления изобретения

В вариантах осуществления сварочной системы для создания толстых продольных швов и способа управления деформацией без послесварочной термообработки продольный (проходящий в продольном направлении) шов 20, расположенный между противоположными верхней и нижней половинами 11, 13 втулки фитинга 10, устанавливаемого вокруг несущей трубы, выполняется посредством управляемого нанесения закалочных наплавных слоев на каждую сторону 21, 23 шва 20, при котором нанесение слоев в средней (центральной) трети 31 шва 20 производится сначала в направлении снаружи внутрь (от краев 33 к центру 35), а нанесение слоев в двух внешних третях 37А и В шва 20 производится в направлении от центра наружу (от края 33 к краю 39). Сварка производится по всей длине L шва 20. Толщина T шва 20 составляет по меньшей мере $1\frac{1}{4}$ дюйма (32 мм).

В процессе сварки могут использоваться либо два сварочных агрегата, по одному с каждой стороны 21, 23 несущей трубы P, либо четыре сварочных агрегата, по два с каждой стороны 21, 23. При использовании двух сварочных агрегатов на каждой стороне 21, 23 сварка внешних третей может выполняться одновременно; при этом один сварочный агрегат осуществляет сварку левой внешней трети, и другой сварочный агрегат выполняет сварку правой внешней трети.

Как показано на фиг. 2В, перед сваркой и окончательной установкой на несущую трубу P устанавливают подкладочную полосу 50 по всей длине L шва 20. Подкладочная полоса 50 может представлять собой плоскую заготовку размером $1/8$ дюйма на $1\frac{1}{4}$ дюйма (3,2 на 32 мм). На каждой из половин 11, 13 втулки выполнен скос 19 под углом приблизительно $60\pm 15^\circ$, который может образовывать шов 20. Корневой зазор 17 должен быть как можно меньше, но при этом он должен обеспечивать полный провар при сварке. В некоторых вариантах осуществления величина корневого зазора 17 составляет от $3/32$ дюйма до $1/2$ дюйма (от 2,4 до 12,7 мм). В других вариантах осуществления величина корневого зазора 17 составляет приблизительно $1/8$ дюйма (3,2 мм).

Затем фитинг 10 присоединяют прихваточными сварными швами, выполняемыми с промежутками по всей длине корня шва 20, с целью обеспечения правильного окончательного положения для сваривания фитинга. Среднюю центральную часть 31, составляющую около одной трети общей длины L продольного шва 20, сначала приваривают прихваточными сварными швами для увеличения жесткости фитинга. Поскольку подкладочная полоса 50 отделяет сварной шов 30 от несущей трубы P, стандарты сварки в рабочем состоянии, аналогичные применяемым к краевым кольцевым швам, не применяются при выполнении продольного сварного шва 30.

После этого в средней трети 31 накладывают первый слой 47 сварного шва в направлении внутрь (от края 33 к центру 35), следуя профилю скоса 19 (см. фиг. 2А и 2D). Затем поверх первого слоя 47 накладывают второй (закалочный наплавной слой) слой 49 размером S, также в направлении внутрь. Перекрытие наплавных слоев может составлять от 25 до 75%. Следует отметить, что перекрытие необходимо как для первого слоя 47, так и для второго слоя 49, но только второй слой 49 должен следовать за местом "S" сварного шва.

Такая последовательность наложения слоев продолжается в средней трети 31, при этом слои свар-

ного шва образуют пирамидообразную форму, в которой слои располагаются один на другом по направлению к наружной кромке 25 шва 20, пока не будет заполнен зазор 15 между половинами 11, 13 втулки фитинга. Закалочную сварку производят по меньшей мере двумя слоями, пока не будет получено наплавление приблизительно 3/16 дюйма (4,8 мм), после чего используют сварочные электроды большого диаметра (например, 1/4 дюйма (6,35 мм), 3/16 дюйма (4,76 мм) или 5/32 дюйма (3,97 мм)) с целью уменьшения напряжений и деформации. Необходимо соблюдать осторожность при нанесении сварных швов большого диаметра поверх закалочных сварных швов, чтобы не нарушить соединение закалочных слоев, в частности, чтобы не нарушить положительные эффекты уменьшения зернистости шва и снятия напряжений.

После окончания сварки пирамидообразной формы в средней части 31 можно начинать процесс сварки в двух внешних третях 37. Сварка в них выполняется в той же последовательности, что и в средней части 31, в направлении наружу (т.е. от края 33 средней части к краю 39 внешней части) и по профилю скоса 19. Затем на краях 39 может быть произведена кольцевая сварка.

В некоторых вариантах осуществления способ включает в себя разделение шва 20 на каждой стороне 21, 23 несущей трубы Р на левую внешнюю треть 33, среднюю треть 31 и правую внешнюю треть 33 и сварку средней трети 31 на каждой стороне 21, 23 в направлении внутрь, от края 33 средней трети 31, по профилю скоса 19 шва, и сварку левой внешней трети 33, правой внешней трети 35, или левой и правой внешних третей 33, 35 в направлении наружу, от края 33, примыкающего к средней трети 31, по профилю скоса 19 шва. Процесс сваривания каждой трети 31, 33, 35 включает в себя наложение второго закалочного слоя 49 поверх по меньшей мере первого слоя 47.

По сравнению со способами известного уровня техники, при таком же размере продольного шва 20 предлагаемый способ обычно требует больше времени. Однако при нем не требуется проведение послесварочной термообработки. Кроме того, при данном способе получающиеся искажения и деформация резко уменьшаются по сравнению со способами известного уровня техники, что помогает сохранить целостность и, в конечном итоге, требуемую функциональность фитинга. Например, способы известного уровня техники могут приводить к искажениям, которые повышают риск прорезания и проникновения сквозь внутренний диаметр канала 60 фитинга при его установке на работающий трубопровод. Они могут также приводить к нарушению уплотнительной поверхности по диаметру $\varnothing$ A-D расположенного в канале 60 уплотнительного кольца заглушки (если такое кольцо установлено, см. фиг. 3). Как правило, величина допуска составляет приблизительно 1/8 дюйма (0,125 дюйма или 3,2 мм) или 1/16 дюйма (0,0625 дюйма или 1,6 мм) на сторону, при отрицательной деформации в осевом направлении и положительной деформации в направлении, перпендикулярном осевому. Типовые величины деформации при использовании предлагаемых системы и способа указаны в приведенных ниже табл. 1-2.

Хотя в описании была рассмотрена реализация предлагаемых системы и способа лишь с использованием определенных средств, материалов и вариантов осуществления, данные варианты осуществления несколько не ограничивают систему и способ согласно изобретению, и в объем изобретения входят также и другие функционально-эквивалентные варианты выполнения и способы согласно формуле изобретения.

Таблица 1. Пример результатов способа сварки, примененного к фитингу STOPPLE® диаметром 36 дюймов (91 см)

Размер при уплотнительном кольце	Исходный размер, дюйм	Окончательный размер после наваривания 2-го кольцевого ободка	Разность диаметров	Разность по диаметру на сторону	Разность по диаметру в % от общего допуска (1/8")
Размер А	35.1300	35.1150	-0.0150	-0.0075	-12.0
Размер В	35.1300	35.1490	0.0090	0.0045	7.2
Размер А	35.1250	35.1150	-0.0100	-0.0050	-8.0
Размер В	35.1250	35.1490	0.0150	0.0070	11.2

Таблица 2. Пример результатов способа сварки, примененного к фитингу STOPPLE® диаметром 42 дюйма (107 см)

Размер при уплотнительном кольце	Исходный размер, дюйм	Размер после выполнения продольного сварного шва	Исходная разность размеров	Исходная разность на сторону	Разность по диаметру в % от общего допуска (1/8")	После наваривания 2-го кольца и охлаждения	Исходная разность размеров	Исходная разность на сторону	Разность по диаметру в % от общего допуска (1/8")
Размер А	40.9982	40.968	-0.0302	-0.0151	-24.16	40.986	0.0122	-0.0061	-9.76
Размер В	40.9965	41.030	0.0335	0.01675	26.80	41.0054	0.0089	0.00445	7.12
Размер С	40.9962	40.993	-0.0032	-0.0016	-2.56	40.9995	0.0033	0.00165	2.64
Размер D	40.9962	40.9974	0.0012	0.0006	0.96	40.9987	0.0025	0.00125	2.00

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления деформацией канала фитинга при сваривании шва (20), расположенного между двумя половинами (11, 13) втулки фитинга (10), установленной на находящейся в эксплуатации несущей трубе, в котором шов (20) после сварки должен оставаться в его состоянии непосредственно после

сварки, причем толщина шва (20) составляет по меньшей мере $1\frac{1}{4}$ дюйма (32 мм), включающий в себя этапы, на которых:

сначала сваривают среднюю треть (31) шва (20) в несколько слоев сварного шва только в направлении внутрь, начиная от края средней трети (31), вдоль профиля скоса (19) шва, причем каждый слой сварного шва имеет длину, отличную от длины соседнего слоя сварного шва, слои сварного шва уменьшаются по длине от корневого зазора шва к верхнему концу шва; и

после сваривания средней трети, сваривают левую и правую внешние трети (37) шва (20) только в направлении наружу, начиная от края, примыкающего к средней трети (31), вдоль профиля скоса (19) шва;

причем сваривание каждой из указанных третей осуществляют способом регулируемой сварки закалочными наплавными слоями, включающим в себя создание только первых двух слоев сварного шва, используя сварочный электрод первого диаметра;

причем для оставшихся слоев сварного шва используют сварочный электрод второго диаметра, большего, чем диаметр сварочного электрода первого диаметра.

2. Способ по п.1, в котором фитинг (10) является фитингом для подсоединения к работающему трубопроводу.

3. Способ управления деформацией канала фитинга при сваривании шва (20), расположенного между двумя половинами (11, 13) втулки фитинга (10), установленной на находящейся в эксплуатации несущей трубе, в котором шов (20) после сварки должен оставаться в его состоянии непосредственно после сварки, причем толщина шва (20) составляет по меньшей мере $1\frac{1}{4}$ дюйма (32 мм), включающий в себя этапы, на которых:

сваривают среднюю треть (31) шва (20) в несколько слоев сварного шва, следуя профилю скоса (19) шва, причем каждый слой сварного шва выполняют только в одном направлении сваривания и с длиной, отличной от длины соседнего слоя сварного шва, при этом слои сварного шва уменьшаются по длине от корневого зазора шва к верхнему концу шва; и

после сваривания средней трети (31) шва (20), сваривают левую и правую внешние трети шва (20), следуя профилю скоса (19) шва, при этом каждую из левой и правой внешних третей сваривают, соответственно, только в одном направлении сваривания;

причем сваривание каждой из указанных третей осуществляют способом регулируемой сварки закалочными наплавными слоями, включающим в себя создание только первых двух слоев (47, 49) сварного шва из указанных нескольких слоев сварного шва;

причем только одно направление сваривания, используемое в каждой трети, выбирают из группы, состоящей из (i) направления изнутри наружу и (ii) направления снаружи внутрь.

4. Способ по п.3, дополнительно включающий в себя этап, на котором сваривают среднюю треть (31) в направлении внутрь, начиная от края средней трети (31).

5. Фитинг (10), имеющий верхнюю половину втулки и нижнюю половину втулки и установленный на находящейся в эксплуатации несущей трубе, содержащий:

один шов (20), расположенный на одной стороне находящейся в эксплуатации несущей трубы, и другой шов, расположенный на противоположной стороне находящейся в эксплуатации несущей трубы, при этом каждый шов имеет толщину, составляющую по меньшей мере $1\frac{1}{4}$ дюйма (32 мм), и содержит среднюю треть и левую и правую внешние трети,

причем средняя треть (31) шва содержит сварной шов, проходящий от корневого зазора шва к верхнему концу шва и содержащий несколько слоев сварного шва, сваренных в направлении внутрь, начиная от края средней трети (31), вдоль профиля скоса (19) шва, причем каждый слой сварного шва имеет длину, отличную от длины соседнего слоя сварного шва, слои сварного шва уменьшаются по длине от корневого зазора шва к верхнему концу шва; и

левая и правая внешние трети (37) шва находятся в несваренном состоянии от корневого зазора к верхнему концу шва;

причем только первые два слоя (47, 49) сварного шва средней трети включают в себя контролируемо наплавленный закалочный слой; и

сваренный шов не подвергнут послесварочной термообработке;

причем общая деформация канала фитинга в осевом направлении находящейся в эксплуатации несущей трубы, в направлении, перпендикулярном осевому направлению, и в направлении под углом 45° к осевому направлению, составляет не более $1/8$ дюйма.

6. Фитинг (10) по п.5, в котором перекрытие наплавных слоев первых двух слоев (47, 49) сварного шва находится в диапазоне от 25 до 75%.

7. Фитинг (10) по п.5, в котором первые два слоя (47, 49) сварного шва приводят к наплавлению около $3/16$ дюйма.

8. Фитинг (10) по п.5, дополнительно содержащий левую и правую внешние трети, переходящие между несваренным состоянием и сварным состоянием, при этом только первые два слоя сварного шва каждой внешней трети включают в себя контролируемо наплавленный закалочный слой, при этом сварной шов каждой внешней трети сварен в одном направлении сваривания.

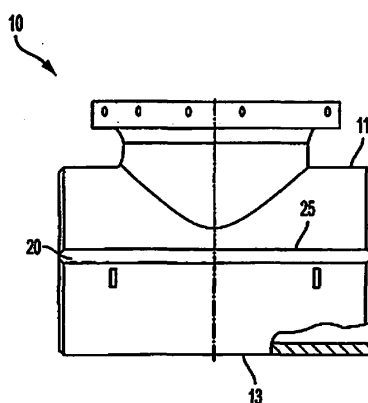
9. Фитинг (10) по п.5, представляющий собой фитинг, устанавливаемый на работающий трубопровод.

10. Способ по п.1, в котором после сваривания третьей деформация канала фитинга в осевом направлении находящейся в эксплуатации несущей трубы, в направлении, перпендикулярном осевому направлению, и в направлении под углом 45° к осевому направлению, составляет не более $1/8$ дюйма.

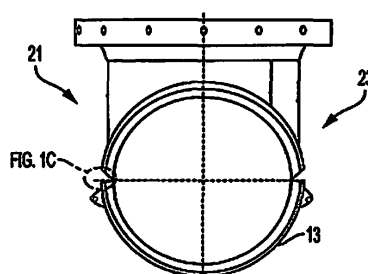
11. Способ по п.1, в котором после сваривания третьей деформация канала фитинга в осевом направлении находящейся в эксплуатации несущей трубы, в направлении, перпендикулярном осевому направлению, и в направлении под углом 45° к осевому направлению, находится в диапазоне от -12 до +12% от общего допуска.

12. Способ по п.3, в котором после сваривания третьей деформация канала фитинга в осевом направлении находящейся в эксплуатации несущей трубы, в направлении, перпендикулярном осевому направлению, и в направлении под углом 45° к осевому направлению, составляет не более $1/8$ дюйма.

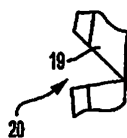
13. Способ по п.3, в котором после сваривания третьей деформация канала фитинга в осевом направлении находящейся в эксплуатации несущей трубы, в направлении, перпендикулярном осевому направлению, и в направлении под углом 45° к осевому направлению, находится в диапазоне от -12 до +12% от общего допуска.



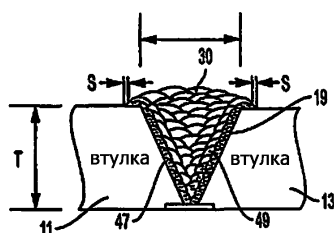
Фиг. 1А



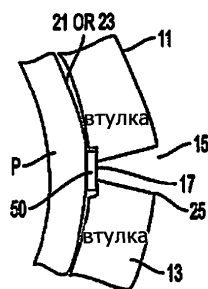
Фиг. 1В



Фиг. 1С



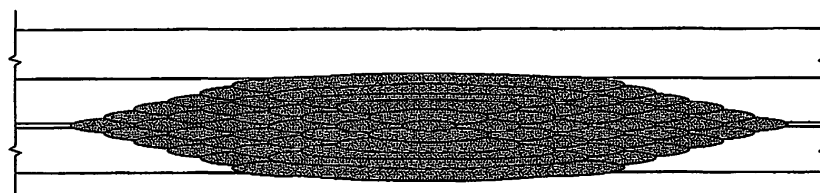
Фиг. 2А



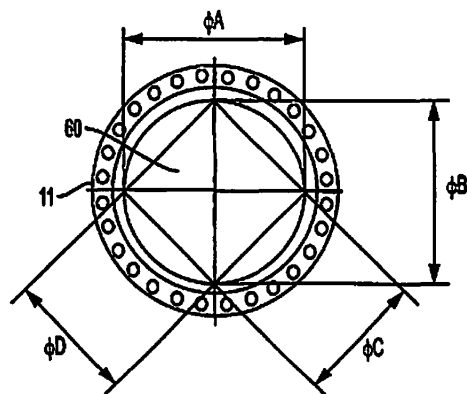
Фиг. 2В



Фиг. 2С



Фиг. 2D



Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2