



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004111472/02, 14.04.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.04.2004

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2005

(45) Опубликовано: 27.12.2006 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 167589 A, 18.01.1965. RU 2076792 C1, 10.04.1997. SU 210972 A, 08.02.1968. SU 793730 A, 07.01.1981. JP 63-144874 A, 17.06.1988. ГУРЕВИЧ С.М. и др., Сварка разнородных металлов, Киев: Техника, 1975, с.89-99.

Адрес для переписки:

191015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49,
ФГУП "ЦНИИ КМ "ПРОМЕТЕЙ", ген.директору
И.В.Горынину

(72) Автор(ы):

Горынин Игорь Васильевич (RU),
Рыбин Валерий Васильевич (RU),
Баранов Александр Владимирович (RU),
Андронов Евгений Васильевич (RU),
Вайнерман Абрам Ефимович (RU),
Чумакова Ирина Вячеславовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное унитарное
предприятие "Центральный научно-
исследовательский институт конструкционных
материалов "ПРОМЕТЕЙ" (ФГУП "ЦНИИ КМ
"ПРОМЕТЕЙ") (RU)

(54) СПОСОБ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ СТАЛЕЙ С ТИТАНОМ И ЕГО СПЛАВАМИ ЧЕРЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ НАПЛАВЛЕННЫЙ СЛОЙ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Изобретение относится к области сварочного производства и может быть использовано в различных отраслях промышленности при изготовлении и монтаже узлов и конструкций, включающих детали из титана или его сплавов и стали. Способ включает сварку после предварительной наплавки промежуточного слоя. По одному из вариантов промежуточный слой получают многослойной последовательной наплавкой на титан или его сплавы слоя ниобия, не менее двух слоев ванадия, слоя ниобия, не менее

двух слоев медного сплава. Полученный многослойный промежуточный слой сваривают со сталью. По другому варианту промежуточный слой получают из двух слоев, один из которых создают последовательной наплавкой на титан или его сплавы слоя ниобия, не менее двух слоев ванадия и слоя ниобия, а другой - наплавкой на сталь не менее двух слоев медного сплава. Полученные промежуточные слои сваривают между собой. Это позволит получать высококачественные сварные швы, обладающие высокой прочностью. 2 н.п. ф-лы, 2 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

B23K 9/23 (2006.01)**B23K 9/04** (2006.01)**B23K 103/24** (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2004111472/02, 14.04.2004**(24) Effective date for property rights: **14.04.2004**(43) Application published: **20.10.2005**(45) Date of publication: **27.12.2006 Bull. 36**

Mail address:

**191015, Sankt-Peterburg, ul. Shpalernaja, 49,
FGUP "TsNII KM "PROMETEJ", gen.direktoru
I.V.Goryninu**

(72) Inventor(s):

**Gorynin Igor' Vasil'evich (RU),
Rybin Valerij Vasil'evich (RU),
Baranov Aleksandr Vladimirovich (RU),
Andronov Evgenij Vasil'evich (RU),
Vajnerman Abram Efimovich (RU),
Chumakova Irina Vjacheslavovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatie "Tsentral'nyj nauchno-
issledovatel'skij institut konstruksionnykh
materialov "PROMETEJ" (FGUP "TsNII KM
"PROMETEJ") (RU)**

(54) **STEEL TO TITANIUM (ITS ALLOY) FUSION WELDING METHOD WITH USE OF INTERMEDIATE SURFACED LAYER**

(57) Abstract:

FIELD: welding processes and equipment, possibly in different branches of industry for making units and structures containing parts of titanium or its alloy and steel.

SUBSTANCE: method comprises steps of welding after preliminarily surfacing intermediate layer. According to one variant of invention intermediate layer is formed by multi-layer successive surfacing onto titanium or its alloys layers of niobium, at least two layers of vanadium, layer of niobium, at least two layers

of copper alloy. Prepared intermediate layer is welded with steel. According to other variant intermediate layer is formed of two layers. One of said two layers is formed by successively surfacing onto titanium or its alloys layer of niobium, at least two layers of vanadium and layer of niobium. Other of said two layers is formed by surfacing onto steel at least two layers of copper alloy.

EFFECT: possibility for providing high quality welded joints of improved strength.

2 cl, 2 tbl

Изобретение относится к области сварочного производства и может быть использовано в судовом машиностроении и других отраслях промышленности при изготовлении и монтаже различных узлов и конструкций, включающих детали и изделия из стали и титана.

Как показали наши исследования и работы других авторов, непосредственная сварка плавлением сталей с титаном и его сплавами приводит к образованию в зоне сплавления хрупких соединений титана с железом - интерметаллидов, которые способствуют образованию трещин в сварном соединении.

Известны способы дуговой сварки титана и его сплавов с железом и его сплавами с применением вставки из третьего металла. Однако сварка с применением вставок не всегда конструктивно возможна или целесообразна.

Ближайшим аналогом заявляемого изобретения является принимаемый нами за прототип «Способ сварки плавлением β -титановых сплавов» (авторское свидетельство №167589, МПК Н 05 b, авторы М.В.Поплавко-Михайлов, Л.Г.Стрижевская, Л.Л.Старова).

По этому способу β -титановые сплавы сваривают с железом и его сплавами, для чего на β -титановый сплав предварительно наплавляют сталь, а затем осуществляют сварку наплавленного слоя со сталью. При этом необходимо обеспечить ограниченное расплавление β -титана при наплавке на него стали, чтобы концентрация титана и железа в металле шва находилась в пределах их взаимной растворимости.

Недостатками этого способа являются невозможность сварки стали с α -титаном из-за образования трещин в сварном соединении и сложность в обеспечении ограниченного расплавления β -титана при наплавке на него стали.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является разработка способа сварки сталей с титаном или его сплавами через комбинированный наплавленный промежуточный слой, обеспечивающего отсутствие трещин в сварном соединении при сварке с α -титаном и отсутствие необходимости строгого соблюдения минимального расплавления основного металла при сварке с β -титаном. Указанный технический результат достигается применением комбинированного наплавленного промежуточного слоя, состоящего из слоя ниобия, не менее двух слоев ванадия, еще одного слоя ниобия и не менее двух слоев медного сплава, и последующей его сварки со сталью.

Последовательность получения комбинированного промежуточного слоя следующая: на титан или его сплавы наплавляют слой ниобия, на слой, наплавленный ниобием, наплавляют не менее двух слоев ванадия, на слой, наплавленный ванадием, наплавляют еще один слой ниобия, а на него наплавляют не менее двух слоев медного сплава. Полученный таким образом промежуточный комбинированный наплавленный слой сваривают со сталью.

Применение для получения промежуточного слоя ниобия, ванадия и меди обусловлено тем, что медь удовлетворительно сваривается со сталью, а ниобий и ванадий не образуют интерметаллидов ни с титаном, ни с медью. Так как при наплавке на титан в наплавленный слой переходит значительное количество титана, наплавку следует выполнять в несколько слоев, чтобы ограничить содержание титана в том слое, на который будет наплавляться медный сплав. Нашими исследованиями установлено, что содержание титана в этом слое не должно превышать 4%. Если содержание титана в этом слое превышает 4%, то при наплавке медного сплава в наплавленном металле образуются трещины.

Целесообразность применения последовательно наплавляемых слоев ниобия, ванадия и вновь ниобия обусловлена следующим.

В качестве первого слоя при наплавке на титан выбран ниобий, т.к. ниобий с титаном образует более пластичное соединение, чем ванадий с титаном (Д.М.Рабкин, В.Р.Рябов, С.М.Гуревич. Сварка разнородных металлов. «Техніка», 1975, 208 стр.).

Последующие слои лучше наплавлять ванадием, чем ниобием. Это обусловлено как техническими, так и экономическими соображениями. Ниобий имеет более высокую температуру плавления (2468°C), чем ванадий (1950°C). Поэтому при наплавке на титан

второго и последующих слоев ванадия в наплавленный металл переходит значительно меньше титана, чем при наплавке второго и последующих слоев ниобия. Результаты исследования приведены в таблице 1.

5

Таблица 1.			
Содержание элементов на поверхности промежуточного слоя наплавки			
Вариант наплавки	Содержание элементов, мас. %		
	Титан	Ниобий	Ванадий
Наплавка одного слоя ниобия	30,6	69,3	-
Наплавка двух слоев ниобия	20,1	79,8	-
Наплавка трех слоев ниобия	7,9	91,9	-
Наплавка четырех слоев ниобия	6,4	92,6	-
Наплавка одного слоя ниобия, двух слоев ванадия и одного слоя ниобия	2,8	89	8,2

10

Применение ванадия вместо ниобия для наплавки второго и последующих слоев обусловлено также следующим: ванадий менее активен по отношению к кислороду, чем ниобий, и поэтому легче защитить наплавленный металл от окисления; имеет более низкую температуру плавления, чем ниобий, и поэтому его легче наплавлять; он значительно дешевле ниобия, и поэтому достигается экономия средств.

15

Последний слой промежуточного слоя перед наплавкой медного сплава целесообразно наплавлять ниобием, что объясняется следующим. Ванадий с медью имеют ограниченную смешиваемость в расплаве. Кроме того, имея плотность значительно меньшую, чем медный сплав, он стремится ликвировать к поверхности в наплавленном металле. Ниобий с медью не имеют расслоений в жидком состоянии. Кроме того, плотность ниобия близка к плотности медного сплава. Поэтому в наплавленном металле отсутствует ликвация ниобия из-за различия в плотности ниобия и медного сплава. Была произведена оценка качества сварного соединения при сварке стали с титаном при различных вариантах состава промежуточного слоя. Результаты опробования приведены в таблице 2 и показали, что трещины в сварном соединении отсутствуют при наплавке не менее 4-х слоев тугоплавкого металла: один слой ниобия - два слоя ванадия - один слой ниобия.

20

25

Опробование предложенного способа сварки титана со сталью проводили путем аргонодуговой сварки неплавящимся электродом пластины из углеродистой стали толщиной 10 мм с пластиной из титана марки ВТ1 толщиной 10 мм. Наплавку ниобиевой проволоки (ТУ48-19-295) и ванадиевой проволоки (ТУ48-05-60) на пластину из титана выполняли на постоянном токе, а наплавку алюминиевой бронзы марки БрАМц9-2 (ГОСТ 16130) на промежуточные слои из тугоплавких металлов и сварку промежуточного слоя со сталью выполняли на переменном токе. Сварочный ток при наплавке 1-го слоя (ниобия) составлял 180 А, 2-го и 3-го слоев (ванадия) - 240 А, 4-го слоя (ниобия) - 240 А, 5-го и 6-го слоя (бронзы) - 240 А. Сварка наплавленного на титан слоя со сталью осуществлялась проволокой марки БрАМц9-2 на токе 220-240 А.

30

35

Результаты опробования предложенного варианта сварки стали с титаном показали, что в полученном сварном соединении стали с титаном трещины, несплавления и поры в зоне сплавления отсутствуют, а временное сопротивление разрыву сварного соединения сталь-титан составило 330-360 МПа (таблица 2). В то же время при наплавке на титан только двух или трех слоев ниобия в сварном соединении при наплавке медного сплава образовывались трещины.

40

45

Таблица 2.		
Оценка временного сопротивления разрыву и качества сварного соединения стали с титаном и его сплавами		
Вариант состава промежуточного слоя	Наличие дефектов	σв, МПа
Прототип	Трещины в наплавленном слое при наплавке стали	-
Первый вариант. Один слой, наплавленный ниобием, два слоя, наплавленных ванадием, один слой, наплавленный ниобием, два слоя, наплавленных бронзой марки БрАМц9-2, сварной шов между промежуточным слоем и сталью	Дефекты в промежуточном наплавленном слое и в сварном соединении стали с титаном отсутствуют	330-360
Второй вариант. Один слой, наплавленный ниобием, два слоя, наплавленных ванадием, один слой, наплавленный ниобием - на титан; два слоя медного сплава, наплавленных на сталь; сварной шов между промежуточными слоями, наплавленными на титан и на сталь.	Дефекты в промежуточных наплавленных слоях и в сварном соединении стали с титаном отсутствуют	310-340

50

Возможен также и второй вариант сварки сталей с титаном и его сплавами. По этому варианту на титан последовательно наплавляют слой ниобия, не менее двух слоев ванадия и слой ниобия, на сталь наплавляют не менее двух слоев медного сплава, после чего соединяемые металлы сваривают между собой со стороны наплавленных

5 промежуточных слоев. Исследования показали, что в полученном сварном соединении стали с титаном трещины, несплавления и поры отсутствуют. Временное сопротивление разрыву сварного соединения сталь-титан составило 310-340 МПа. Результаты опробования этого варианта сварки приведены в таблице 2.

10 Для сравнения была выполнена сварка стали с титановым сплавом марки ВТ1 по способу, указанному в авторском свидетельстве №167589 и принятому нами за прототип. На пластину из титанового сплава с α -структурой выполнялась наплавка стали аргонодуговым способом по технологии, обеспечивающей минимальное проплавление титанового сплава. Исследования показали, что при наплавке стали на титан в наплавленном металле образуются трещины. Результаты опробования этого варианта

15 сварки приведены в таблице 2. Таким образом, предлагаемые способы сварки плавлением стали с титаном и его сплавами позволяют изготавливать различные узлы и конструкции, включающие сварные соединения стали с титаном, обеспечивая при этом их высокую прочность и качество.

20

Формула изобретения

1. Способ сварки плавлением стали с титаном и его сплавами, включающий сварку после предварительной наплавки промежуточного слоя, отличающийся тем, что промежуточный слой получают многослойной последовательной наплавкой на титан или его сплавы слоя ниобия, не менее двух слоев ванадия, слоя ниобия, не менее двух слоев

25 медного сплава, после чего полученный многослойный промежуточный слой сваривают со сталью.

2. Способ сварки плавлением стали с титаном и его сплавами, включающий сварку после предварительной наплавки промежуточного слоя, отличающийся тем, что промежуточный слой получают из двух слоев, один из которых создают последовательной

30 наплавкой на титан или его сплавы слоя ниобия, не менее двух слоев ванадия и слоя ниобия, а другой - наплавкой на сталь не менее двух слоев медного сплава, после чего полученные промежуточные слои сваривают между собой.

35

40

45

50