



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4473490/31-27

(22) 15.08.88

(46) 30.07.90. Бюл. № 28

(71) Институт электросварки

им. Е.О.Патона

(72) С.И.Кучук-Яценко, В.И.Казьмов,

И.В.Зяخور и И.Н. Мосенда

(53) 621.791.75.037(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 1016105, кл. В 23 К 9/16, 1982.

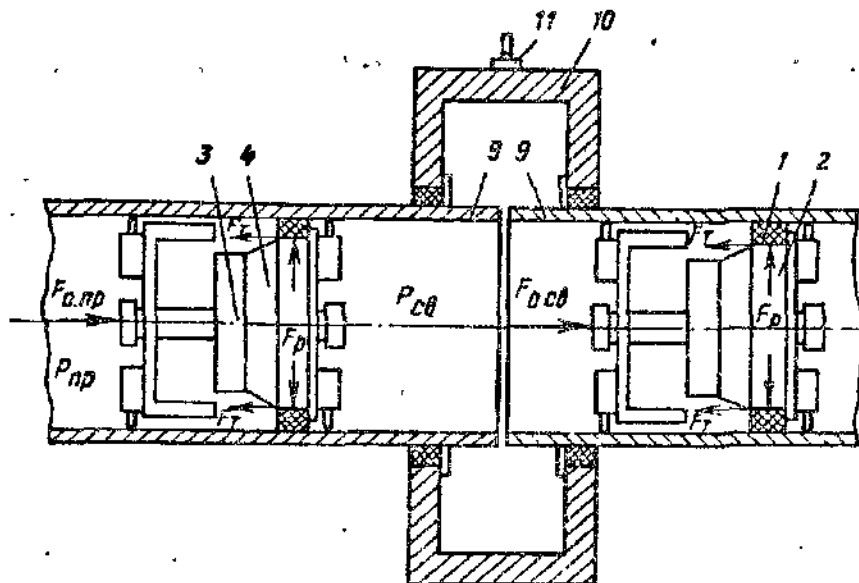
Патент ГДР № 238430,

кл. F 16 J 15/06, 1986.

(54) СПОСОБ ВНУТРЕННЕГО УПЛОТНЕНИЯ  
ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ СВАРКЕ И УСТРОЙ-  
СТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к контакт-  
ной стыковой сварке оплавлением труб,  
преимущественно длинномерных трубных  
секций, в герметичном объеме под во-  
дой. Цель изобретения - повышение  
технологичности за счет обеспечения  
надежного извлечения уплотнения (У)

из трубопровода. Извлечение У осуще-  
ствляют продувкой. Рабочую поверх-  
ность прижимного элемента обрабаты-  
вают до заданного значения шерохова-  
тости, меньшего значения шерохова-  
тости поверхности труб. Радиальное уси-  
лие сжатия У устанавливают равным  
величине, при которой усилие трения  
между У и прижимным элементом больше  
максимального осевого усилия, возни-  
кающего при сварке, и меньше осевого  
усилия, возникающего при продувке.  
Устройство для осуществления способа  
снабжено вспомогательным диском (Д)  
и переходным Д, смонтированным между  
прижимным Д и вспомогательным, и уст-  
ройством перемещения уплотнения со  
вспомогательного Д на прижимной. При  
этом в данном техническом решении  
отсутствует необходимость в наличии  
свободного конца трубопровода.  
2 с.п.ф-лы, 2 ил.



Фиг. 2

РПФ-К

Изобретение относится к контактной стыковой сварке оплавлением труб, преимущественно длинномерных трубных секций, в герметичном объеме под водой.

Цель изобретения - повышение технологичности способа за счет обеспечения надежного извлечения уплотнительного устройства из сварного трубопровода, выполненного преимущественно из длинномерных трубных секций под водой в герметичном объеме контактной стыковой сваркой оплавлением.

На фиг. 1 представлена принципиальная схема устройства для внутреннего уплотнения трубопроводов при сварке; на фиг. 2 - принципиальная схема уплотнения трубопроводов при сварке.

Сущность способа состоит в том, что, обрабатывая рабочую поверхность прижимного элемента (диска) устройства до заданного значения шероховатости, задавая, тем самым, определенный коэффициент трения и осуществляя сжатие уплотнения приложением рассчитанного радиального усилия  $F_p$ , задают усилие трения  $F_T$  между прижимным диском и уплотнением таким, чтобы соблюдалось условие

$$F_{oc} < F_T < F_{on} \quad (1)$$

где  $F_{oc}$  и

$F_{on}$  - осевые усилия, приложенные к уплотнительному устройству соответственно при сварке и продувке.

Усилие  $F_{oc}$  возникает при сварке, например при контактной стыковой сварке оплавлением в герметичном объеме, за счет повышения давления в полости свариваемых труб вследствие нагрева находящегося там газа и газа, образующегося в процессе оплавления. Усилие  $F_{on}$  возникает при продувке сварного трубопровода воздухом, которую осуществляют под давлением  $P_{пр}$ . При соблюдении условия (1) обеспечивается надежное извлечение уплотнительного устройства (заглушки) в процессе продувки сварного трубопровода при сохранении его уплотняющей способности в процессе сварки.

Необходимое радиальное усилие сжатия уплотнения  $F_p$  обеспечивается прижимным диском с диаметром  $d_g$  за счет создания заданной величины деформации уплотнения  $\Delta l$ .

Величина  $d_g$  рассчитывается исходя из давления внутри труб при сварке и продувке, размеров и упругости материала уплотнения, коэффициента трения между уплотнением и поверхностью диска.

Давление газовой среды в полости свариваемых труб изменяется в процессе сварки, однако его величина при сварке в замкнутом объеме ограничивается определенным максимальным значением, например, при помощи обратного клапана, который устанавливают на камере, создающей герметичную полость вокруг сварного стыка. Давление продувки устанавливается равным определенной заранее известной величине.

Наибольшее усилие, действующее на заглушку в осевом направлении при сварке, равно

$$F_{oc} = P_{св} S_z$$

где  $P_{св}$  - максимальное давление внутри свариваемых труб;

$S_z$  - площадь поверхности заглушки,

$$S_z = \frac{1}{4} \pi d_{тр}^2;$$

$d_{тр}$  - внутренний диаметр трубы.

При продувке сварного трубопровода на заглушку в осевом направлении действует усилие

$$F_{on} = P_{пр} S_z = \frac{1}{4} \pi P_{пр} d_{тр}^2.$$

Для обеспечения надежного извлечения заглушки из трубопровода в процессе продувки при сохранении уплотняющей способности в процессе сварки необходимо соблюдение условия (1). Сила трения  $F_T$  определяется коэффициентом трения  $K_T$  между уплотнением и диском и радиальным усилием сжатия уплотнения  $F_p$

$$F_T = K_T F_p.$$

Коэффициент трения  $K_T$  зависит от материала и шероховатости поверхности трущихся деталей и обычно определяется по зависимостям, полученным опытным путем. Таким образом, обрабатывая рабочую поверхность прижимного диска до заданного значения, задают коэффициент трения между уплотнением и прижимным диском.

Условие (1) через величину  $F_p$  записывается в виде

$$\frac{F_{oc}}{K_T} < F_p < \frac{F_{on}}{K_T} \quad (2)$$

Для практических целей целесообразно данное условие выразить через величину абсолютной деформации уплотнения  $\Delta l$ . Так как материал уплотнения (резина) обладает упругими свойствами, то величины  $\Delta l$  и  $F_p$  связаны зависимостью

$$\Delta l = \frac{F_p l}{E \cdot S_{упл}} \quad (\text{закон Гука}),$$

где  $E$  - модуль Юнга для материала уплотнения;

$l$  - толщина уплотнения в радиальном направлении

$$l = \frac{1}{2}(d_{yn} - d_{yb});$$

$S_{упл}$  - поперечное сечение уплотнения в радиальном направлении

$$S_{упл} = \pi d_{упл} b,$$

где  $b$  - ширина уплотнения;

$$d_{упл} = \frac{1}{2}(d_{yn} + d_{yb}),$$

$d_{yn}$  и

$d_{yb}$  - соответственно наружный и внутренний диаметры уплотнения.

Условие (2) можно записать в виде

$$\frac{F_{ос}}{K_T E S_{упл}} < 1 < \frac{F_{оп}}{K_T E S_{упл}} \quad (3)$$

или

$$\Delta l_{мин} = \frac{F_{ос} l}{K_T F S_{упл}},$$

$$\Delta l_{макс} = \frac{F_{оп} l}{K_T E S_{упл}}.$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} \Delta l_{мин} &= \frac{\frac{1}{4} P_{св} \pi d_{тр}^2 \frac{1}{2}(d_{yn} - d_{yb})}{K_T E \pi \frac{1}{2}(d_{yn} + d_{yb}) \cdot b} = \\ &= \frac{P_{св} \cdot d_{тр}^2 (d_{yn} - d_{yb})}{4 K_T E (d_{yn} + d_{yb}) b}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta l_{макс} &= \frac{\frac{1}{4} P_{пр} \pi d_{тр}^2 \frac{1}{2}(d_{yn} - d_{yb})}{K_T E \pi \frac{1}{2}(d_{yn} + d_{yb}) \cdot b} = \\ &= \frac{P_{пр} \cdot d_{тр}^2 (d_{yn} - d_{yb})}{4 K_T E (d_{yn} + d_{yb}) b}. \end{aligned}$$

Оптимальная деформация уплотнения  $\Delta l_{опт}$  должна иметь значение больше  $\Delta l_{мин}$  и меньше  $\Delta l_{макс}$ . Например, величину  $\Delta l_{опт}$  можно определять как среднее арифметическое величин  $\Delta l_{мин}$  и  $\Delta l_{макс}$ .

Необходимая деформация уплотнения обеспечивается за счет установок уплотнения на прижимном диске, диаметр которого

$$d_g = d_{yb} + 2 \Delta l_{опт}. \quad (4)$$

Таким образом, исходя из размеров и упругости материала уплотнения заглушки при заданном значении коэффициента трения между уплотнением и прижимным диском, а также при известных величинах давления внутри труб при сварке и продувке определяют диаметр прижимного диска, осуществляющего сжатие уплотнения, при котором обеспечивается уплотняющая способность заглушки в процессе сварки и надежность ее извлечения из сварного трубопровода при продувке.

Наличие вспомогательного диска, который обеспечивает расположение уплотнения в устройстве в недеформированном состоянии, а также наличие переходного диска с конусообразной поверхностью позволяет обеспечить перевод уплотнения со вспомогательного диска на прижимной перед сваркой и обратно при продувке. При расположении уплотнения на вспомогательном диске предотвращается соскальзывание уплотнения из устройства при продувке, а также обеспечивается сохранность уплотнения в процессе перемещения устройства по трубопроводу.

Устройство, представляющее внутреннюю трубную заглушку, состоит из уплотнительного кольца 1, прижимного 2, вспомогательного 3, конусообразного 4 и упорного 5 дисков, прижимного кольца 6, зажимного приспособления 7. На упорном диске 5 и прижимном кольце 6 расположены подпружиненные центрирующие упоры 8 для исключения перекосов и заклинивания заглушки при ее извлечении из трубопровода.

Размеры уплотнения устанавливаются по конструктивным соображениям в зависимости от диаметра свариваемых труб 9.

Диаметр прижимного диска  $d_g$  рассчитывается по формуле (4), что обес-

печивает степень деформации уплотнения, достаточную для обеспечения уплотняющей способности заглушки в процессе сварки и надежности извлечения при продувке.

Диаметр вспомогательного диска  $d_3$  устанавливается равным внутреннему диаметру уплотнения, что обеспечивает свободное расположение уплотнения в заглушке (положение при продувке).

Диаметр упорного диска  $d_y$  на 1-5 мм меньше минимального внутреннего диаметра трубы.

Конусообразный диск располагается между прижимным и вспомогательным дисками, причем большее основание крепят к прижимному диску. Заглушки устанавливают вовнутрь трубы с помощью зажимного приспособления.

Поверхность прижимного диска обрабатывается до определенного известного значения шероховатости, меньшего значения шероховатости поверхности трубы.

Все диски заглушки жестко соединены между собой, образуя ступенчатый диск.

Заглушку устанавливают в рабочее положение следующим образом.

После введения заглушки в трубу 9 к ней крепят штангу зажимного приспособления 7. При приложении осевого усилия к штанге (например, при помощи передачи винт - гайка) ступенчатый диск перемещается по направлению действия силы, в то время как уплотнение 1, упираясь в прижимное кольцо 6, остается на месте. В рабочем положении уплотнение 1 оказывается зажатым между стенкой трубы 9 и прижимным диском 2. После этого зажимное приспособление 7 извлекают из полости трубы. Прижимное кольцо 6 остается на заглушке с целью предотвращения соскальзывания уплотнения со вспомогательного диска 3 во время извлечения заглушки из трубопровода при его продувке.

В процессе сварки труб с установленными в них уплотнительными устройствами (заглушками) в герметичном объеме, например при контактной стыковой сварке оплавлением в камере 10 (фиг. 2) под водой, на заглушки в осевом направлении действует усилие, возникающее за счет повышения давления в полости трубы вследствие нагрева находящегося там газа. Величина дав-

ления внутри камеры может ограничиваться с помощью обратного клапана 11. После окончательной сварки трубопровода при его продувке на заглушки в осевом направлении действует усилие, определяемое давлением продувки.

Прижимной диск 2 приводит уплотнение 1 в рабочее состояние, при котором заглушка сохраняет работоспособность при сварке. При продувке на заглушку действует усилие  $F_{0л}$ , которое превышает усилие трения  $F_T$  между уплотнением и прижимным диском. За счет этого прижимной диск перемещается по направлению продувки, а уплотнение остается неподвижным. В результате этого уплотнение выходит из состояния сжатия и переходит с прижимного на вспомогательный диск 3. Таким образом заглушка переводится в положение продувки и под действием напора воздуха или газа перемещается по направлению продувки до полного извлечения ее из трубопровода.

Предлагаемый способ внутреннего уплотнения трубопроводов при сварке позволяет осуществлять многократное использование заглушек описываемой конструкции после их извлечения из трубопровода.

Пример. Уплотнение внутренней полости труб  $\varnothing 219 \times 12$  мм при контактной стыковой сварке оплавлением под водой на машине К-584 М. Сварку производят на образцах труб длиной 1,5 м в емкости с водой на глубине 1 м. Зона сварки снаружи ограничена герметичной защитной камерой. Внутреннее уплотнение свариваемых труб производится с помощью заглушек описываемой конструкции.

Конструктивные размеры прижимного диска рассчитывают по формуле (4).

Внутренний диаметр свариваемых труб  $d_{тр} 219-12 \cdot 2 = 195$  мм = 19,5 см. Размеры уплотнительного кольца прямоугольного сечения:  $d_{уш} = 19,5$  см,  $d_{уб} = 15$  см,  $b = 2,5$  см. Поверхность прижимного диска обработана по шестому классу шероховатости, при этом коэффициент трения между уплотнением и диском в воде равен 0,15. Модуль упругости  $E$  материала уплотнения (резины)  $180 \text{ кг/см}^2$ . Максимальное давление газовой среды в камере при сварке  $P_{св}$  ограничивается с помощью обратного клапана, установленного на камере, и составляет  $1,5 \text{ кг/см}^2$ .

Подача газа для продувки осуществляется от цеховой воздушной магистрали под давлением  $P_{пр} 6 \text{ кг/см}^2$ .

Оптимальная величина абсолютной деформации уплотнения  $\Delta l_{опт}$  определяется как среднее арифметическое минимальной и максимальной величин:

$$\Delta l_{мин} = \frac{P_{св} \cdot d_{тр}^2 (d_{ун} - d_{уб})}{4K_T E (d_{ун} - d_{уб}) \cdot b} =$$

$$= \frac{1,5 \cdot 19,5^2 \cdot 4,5}{4 \cdot 0,15 \cdot 180 \cdot 34,5 \cdot 2,5} = 0,275 \text{ см};$$

$$\Delta l_{макс} = \frac{P_{пр} \cdot d_{тр}^2 (d_{у} - d_{уб})}{4K_T E (d_{ун} + d_{уб}) \cdot b} =$$

$$= \frac{6 \cdot 19,5^2 \cdot 4,5}{4 \cdot 0,15 \cdot 180 \cdot 34,5 \cdot 2,5} = 1,1 \text{ см};$$

$$\Delta l_{опт} = \frac{1}{2} (\Delta l_{мин} + \Delta l_{макс}) = 0,6875 \text{ см.}$$

Диаметр прижимного диска равен

$$d_g = d_{уб} + 2\Delta l_{опт} = 15 + 2 \cdot 0,6875 =$$

$$= 16,375 \text{ см.}$$

При таком диаметре прижимного диска радиальное усилие сжатия уплотнения

$$F_p = \frac{E \cdot S_{упл} \cdot \Delta l_{опт}}{1}.$$

Усилие трения между уплотнением и диском

$$F_T = K_T \cdot F_p =$$

$$= \frac{K_T \cdot E \cdot \frac{1}{2} (d_{ун} + d_{уб}) \cdot b \cdot \Delta l_{опт}}{1/2 (d_{ун} - d_{уб})} =$$

$$= \frac{0,15 \cdot 180 \cdot 3,14 \cdot 34,5 \cdot 2,5 \cdot 0,6875}{4,5} =$$

$$= 1117,7 \text{ кг.}$$

Осевые усилия, действующие на заглушку при сварке и продувке соответственно:

$$F_{ос} = P_{св} \cdot S_3 = 1,5 \cdot \frac{\pi}{4} d_{тр}^2 =$$

$$1,5 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 19,5^2 = 447,96 \approx 448 \text{ кг,}$$

$$F_{оп} = P_{пр} \cdot S_3 = 6 \cdot \frac{\pi}{4} d_{тр}^2 =$$

$$= 6 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 19,5^2 = 1791,8 \text{ кг.}$$

Таким образом, при рассчитанном значении диаметра диска  $d_g$  обеспечивается степень деформации уплотнения, при которой сила трения между уплотнением и диском больше осевого усилия на заглушку, возникающего

при сварке, и меньше усилия, возникающего при продувке.

Диаметр вспомогательного диска составляет  $d_g = d_{уб} = 15 \text{ см}$ , диаметр упорного диска  $d_y = 19,0 \text{ см}$ .

Для проверки эффективности способа внутреннего уплотнения трубопроводов и устройства для его реализации было проведено 5 опытных сварок на различных режимах. Для контроля наличия воды в зоне сварки внутри защитной камеры помещали датчик наличия воды. Все проведенные опытные сварки прошли без нарушения герметичности зоны сварки.

Проверка извлечения заглушек из трубы после сварки осуществлялась продувкой сваренных труб. подача газа для продувки осуществлялась от цеховой воздушной магистрали под давлением 6 атм. Во всех случаях заглушки выталкивались напором воздуха из трубы.

Таким образом, экспериментально была доказана высокая эффективность способа внутреннего уплотнения труб и устройства для его реализации при контактной стыковой сварке оплавлением труб в герметичном объеме под водой. Способ и устройство для внутреннего уплотнения трубопроводов при сварке значительно повышают технологичность сварки длинномерных секций труб под водой, обеспечивают удаление заглушек при продувке сварного готового трубопровода.

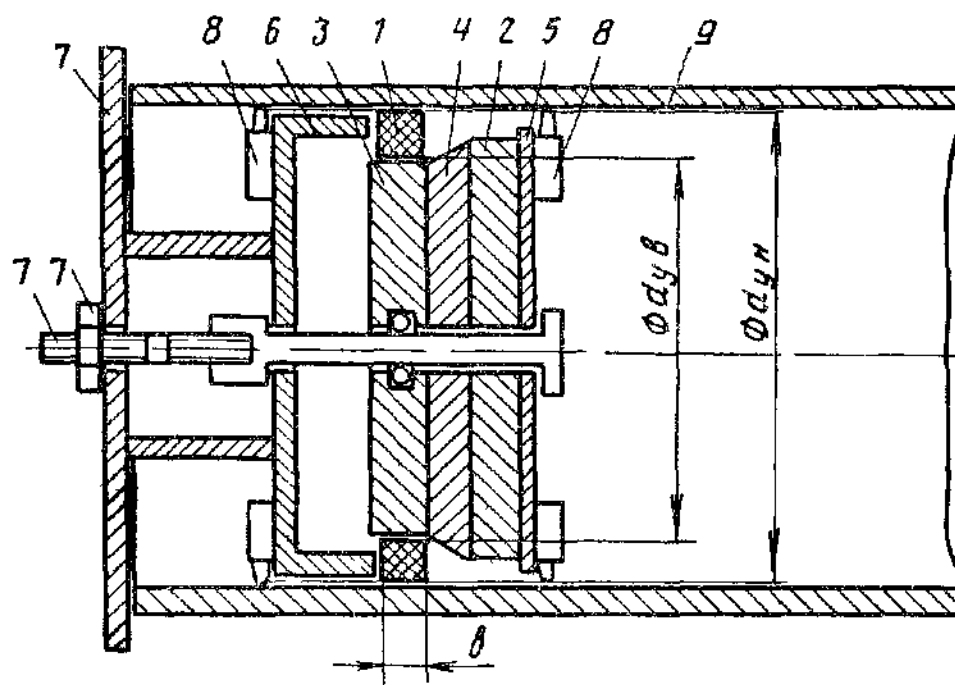
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ внутреннего уплотнения трубопроводов при сварке, при котором кольцевое уплотнение из упругого материала сжимают между стенкой трубы и прижимным элементом уплотнительного устройства с последующим извлечением уплотнительного устройства из сварного трубопровода, отличающийся тем, что, с целью обеспечения надежного извлечения уплотнительного устройства из сварного трубопровода, выполненного преимущественно из длинномерных трубных секций под водой в герметичном объеме контактной стыковой сваркой оплавлением, извлечение уплотнительного устройства осуществляют продувкой трубопровода, при этом рабочую поверхность прижимного элемента обрабатывают до заданного значения шероховатости, меньшего значения шероховатости поверхности уплот-

няемых труб, а радиальное усилие сжатия уплотнения устанавливает равным величине, при которой усилие трения между уплотнением и поверхностью прижимного элемента при заданном значении упругости материала уплотнения больше максимально возможного осевого усилия, приложенного к уплотнительному устройству, возникающего при сварке в полости труб под действием давления газовой среды, и меньше осевого усилия, возникающего под действием давления продувки.

2. Устройство для внутреннего уплотнения трубопроводов при сварке, вклю-

чающее прижимной диск и уплотнение из упругого материала, отличающееся тем, что, с целью обеспечения его надежного извлечения из сварного трубопровода, выполненного преимущественно из длинномерных трубных секций под водой в герметичном объеме контактной стыковой сваркой оплавлением, прижимной диск снабжен вспомогательным диском для расположения уплотнения в устройстве в недеформированном состоянии, переходным конусообразным диском, смонтированным между ними, и устройством перемещения уплотнения со вспомогательного диска на прижимной.



Фиг 1

Составитель И. Фелицина

Редактор Л. Веселовская

Техред А. Кравчук

Корректор А. Осауленко

Заказ 2055

Тираж 656

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101