



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4342124/25-27  
(22) 10.12.87  
(46) 15.09.90. Бюл. № 34  
(72) А.Т.Рыбачук  
(53) 621.791.75 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 867458, кл. В 23 К 9/08, 09.08.79.

### (54) СПОСОБ ДУГОВОЙ СВАРКИ

(57) Изобретение относится к сварке и может быть использовано преимущественно при сварке судовых конструкций из листового проката в магнитном поле с обратным формированием шва. Цель изобретения - повышение качества толстолистовых соединений. На дугу воз-

действуют квадрупольным магнитным полем, которое создают в вертикальной плоскости, проходящей через стык свариваемого соединения, а поверхность свариваемого соединения совмещают с одной из плоскостей симметрии магнитного поля. Напряженность магнитного поля на поверхности свариваемого изделия равна 0, при этом магнитное поле не оказывает возмущающего действия на дугу, объемные электродинамические силы действуют в нижней части свариваемого изделия, одновременно электродинамические силы, направленные влево и вправо от электрода, расширяют шов. 4 ил., 1 табл.

Изобретение относится к сварке и может быть использовано преимущественно при сварке судовых конструкций из листового проката в магнитном поле с обратным формированием шва.

Целью изобретения является повышение качества толстолистовых соединений.

На фиг. 1 показано устройство, реализующее способ дуговой сварки, общий вид; на фиг. 2 - схема электродинамических сил, возникающих в объеме сварочной ванны; на фиг. 3 - направление составляющих магнитной индукции и основных электродинамических сил в поперечном сечении зоны В фиг. 2, на фиг. 4 - график зависимости составляющей магнитной индукции  $B_y$  от координаты Z.

Сущность способа состоит в том, что на дугу и сварочную ванну 1 воз-

действуют квадрупольным магнитным полем, которое создают в вертикальной плоскости, проходящей через стык свариваемого соединения 2, а поверхность свариваемого соединения совмещают с одной из плоскостей симметрии магнитного поля.

Устройство для осуществления способа дуговой сварки содержит электрод 3 и четырехполюсную магнитную систему, состоящую из двух электромагнитов 4 и 5. Электромагнит 4 расположен над свариваемым изделием (соединением) 2, вертикально и имеет подковообразный магнитопровод 6. Электрод 5 установлен под свариваемым изделием 2 вдоль всего свариваемого стыка и имеет магнитопровод 7, выполненный в виде полового цилиндра. Полюса электромагнитов 4 и 5 направлены встречно.

ФНФ-К

При сварке постоянным током обмотки электромагнитов 4 и 5 питают постоянным током, а при сварке переменным током - переменным током промышленной частоты, обмотки электромагнитов 4 и 5 можно запитывать также и сварочным током.

Магнитопровод 7 нижнего электромагнита 5 имеет прорезь по образующей, в которой размещена, например, флюсо-медная подкладка 8 для защиты свариваемого шва от воздействия окружающего воздуха. Предварительно на подкладку 8 наносится слой флюса.

Для прижатия флюсо-медной подкладки 8 к изделию 2 служит шланг 9, подключенный к источнику сжатого воздуха. Шланг 9 расположен на внутренней поверхности магнитопровода 7 и отделен от обмотки изолирующей прокладкой.

Устройство может быть установлено на механизированной поточной линии, например на механизированной поточной линии сборки и сварки плоских секций ESAB-HEBE7. В этом случае электромагнит 4 устанавливается на подвижной сварочной головке, а электромагнит 5 - под свариваемым стыком и магнитопровод 7 выполняется секционным, секции которого монтируются последовательно на необходимую длину.

Для защиты обратной стороны сварочного шва от воздействия окружающего воздуха вместо флюсо-медной прокладки может быть использована подача инертного газа, углекислого газа или сварочного флюса.

Сжатый воздух от магистрали поступает в шланг 9, который прижимает флюсо-медную подкладку 8 к изделию 2.

При подаче напряжения на электрод 3 и изделие 2 происходит возбуждение сварочной дуги. При перемещении электрода 3 вместе с электромагнитом 4 вдоль линии стыка образуется сварной шов в результате кристаллизации объемов расплавленного металла.

При взаимодействии поперечного магнитного поля, создаваемого электромагнитом 5, со сварочным током в расплаве сварочной ванны 1 образуются объемные электродинамические силы, направленные вверх, которые производят удержание жидкого металла сварочной ванны 1. В то же время поперечное магнитное поле, образуемое электромагнитом 5, воздействует на

дугу, дестабилизируя сварочный процесс.

При взаимодействии поперечного магнитного поля, создаваемого электромагнитом 4, с током расплава сварочной ванны 1 образуются объемные электродинамические силы, направленные вниз, которые ослабляют действие магнитного поля, создаваемого электромагнитом 4. Изменяя ток в обмотках электромагнитов 4 и 5, регулируют напряженность магнитного поля, а следовательно, и величину объемных электродинамических сил в сварочной ванне 1 так, чтобы на верхней поверхности шва напряженность результирующего поля была равна нулю. В этом случае магнитное поле не оказывает возмущающего действия на дугу, а объемные электродинамические силы, направленные вверх, действуют в нижней части изделия 2. Удержание жидкого металла происходит в нижней части изделия 2. Удержание жидкого металла происходит в нижней части сварочной ванны 1, в зоне формирования шва. Одновременно создаются электродинамические силы, направленные влево и вправо от электрода 3, которые расширяют шов.

На фиг. 2 представлена схема электродинамических сил, возникающих в объеме сварочной ванны от взаимодействия составляющих сварочного тока ( $I_x, I_y, I_z$ ) с составляющими индукции магнитного поля ( $B_x, B_y, B_z$ ).

Поперечное сечение дуги в магнитном поле изображено овальным, в сварочной ванне выделены пунктиром зоны А, Б и В. Индексы при обозначении сил указывают составляющую тока и составляющую индукции магнитного поля, взаимодействие которых определяет наличие и направление силы.

Зона А. Преобладающей силой в зоне А является ввиду малой площади зоны  $F_{x, y, z}$  действующая вниз, способствующая проплавлению и участвующая в перемещении металла.

Зона Б. В ней от взаимодействия составляющей сварочного тока  $I_y$  с составляющей индукции магнитного поля  $B_z$  образуется сила  $F_{y, z}$ , направленная вперед по ходу сварки с обеих сторон сварочной ванны.

Зона В. Зона В является наибольшей по площади и по величине приложенных

сил. На элемент объема жидкого металла действуют вертикальные силы  $F_{Jx} B_{y1}$  и  $F_{Jx} B_{y2}$ , а также  $F_{Jx} B_{z1}$  и  $F_{Jx} B_{z2}$  расширяющие шов. Компонента  $I_y$  здесь существенно меньше, чем в зоне Б.

В связи с этим создается возможность получения магнитного поля с минимальной составляющей индукции (равной нулю)  $B_x$ , максимальной составляющей  $B_z$  и регулируемой по величине вдоль оси  $Z$  составляющей  $B_y$ , что и определяет качество формирования шва и глубину проплавления.

Составляющая магнитной индукции (фиг.3)  $B_x$  равна нулю, это позволяет получить качественную обратную и наружную поверхности шва.

Силы  $F_{Jx} B_{z2}$ , создаваемые магнитным полем устройства, имеют большую величину. Силы  $F_{Jx} B_{z2}$  оказывают влияние на расширение сварочной ванны и способствуют увеличению глубины проплавления металла. Путем изменения тока в обмотках электромагнитов получают величину составляющей  $B_z$ , необходимую для данной толщины свариваемого металла.

Силы  $F_{Jx} B_{y1}$  и  $F_{Jx} B_{y2}$  противоположно направлены. Поэтому воздействие в вертикальном направлении на жидкий металл сварочной ванны определяется соотношением этих сил. Для обеспечения устойчивого процесса сварки необходимо, чтобы разность между составляющими магнитной индукции верхнего и нижнего электромагнитов равнялась нулю ( $B_{y2} - B_{y1} = 0$ ) и находилась в пределах толщины свариваемого металла. Если нулевое значение магнитной индукции ( $B_{y2} - B_{y1} = 0$ ) находится выше свариваемого изделия, то процесс сварки носит неустойчивый характер. Увеличивая значение составляющей магнитной индукции  $B_{y1}$  и соблюдая условие  $B_{y2} - B_{y1} = 0$  в пределах толщины металла до определенной величины, определяемой опытным путем, увеличивают глубину проплавления металла. При этом поверхность свариваемого соединения должна быть совмещена с плоскостью симметрии магнитного поля, в которой действует магнитная индукция  $B_y$ .

Таким образом, изменение расположения магнитной системы относительно свариваемого изделия позволяет создать магнитное поле в области свароч-

ной ванны и дуги, в котором из направленных объемных электродинамических сил отсутствует вредная составляющая  $F_{Jy} B_x$ , вызывающая подрезы шва. Полезная составляющая  $F_{Jx} B_{z2}$ , определяющая глубину проплавления металла, образуется большей величины и создается возможность влияния на ее величину за счет изменения параметров (тока в обмотках) магнитной системы. Сила  $F_{Jx} B_y$ , определяющая удержание жидкого металла, состоит из двух составляющих, изменяя соотношение между которыми, достигают нужного значения удерживающей силы.

Путем изменения тока в обмотках электромагнитов 2 и 3 подбирается режим для сварки материалов различных толщин.

**Пример 1.** Исследование влияния квадрупольного магнитного поля на формирование шва при сварке швов с полным проплавлением было произведено на пластинах из Ст 09Г2 и Ст 15 ГБ размером 300 x 600 мм различной толщины.

Производили сварку пластин толщиной 8 мм. Пластины стыковали между собой без зазора.

Один из электромагнитов устройства располагали на сварочном автомате типа АБТ, который устанавливали на поверхности свариваемых пластин. Другой электромагнит располагали под свариваемыми пластинами вдоль всего стыка. Обмотки электромагнитов запитывали постоянным током. Сварку осуществляли сварочной проволокой СВО8А диаметром 4 мм под слоем флюса током обратной полярности при  $I_{св} = 640$  А,  $U = 34$  В.

Магнитная индукция магнитопровода, расположенного над стыком, составила 1,65 Тл, под стыком - 1,36 Тл. Скорость сварки 25 м/ч.

В результате получили шов шириной 20 мм и высотой 2,5 мм в верхней его части и шириной 16 мм и высотой 1,5 мм в нижней части.

**Пример 2.** Производили сварку пластин толщиной 10 мм током обратной полярности при  $I_{св} = 750$  А,  $U = 36$  В. Магнитная индукция магнитопровода, расположенного над стыком, равна 1,9 Тл; магнитопровода расположенного под стыком - 1,3 Тл. Скорость сварки 26 м/ч. Геометрия полу-

ченного шва соответствовала требованиям стандарта.

Пример 3. Сваривали пластины толщиной 14 мм при  $I_{св} = 900$  А,  $U = 36$  В током обратной полярности. Магнитная индукция магнитопровода над свариваемым стыком составляло 1,58 Тл, под стыком - 1,36 Тл. Скорость сварки 20 м/ч. Высота провисания шва соответствовала требованиям стандарта.

Испытания подтвердили возможность удержания жидкого металла сварочной ванны квадрупольным магнитным полем.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Для сравнения в таблице указана величина сварочного тока для сварки указанных образцов на флюсо-медной подкладке в соответствии с ОСТ 5.9088-83.

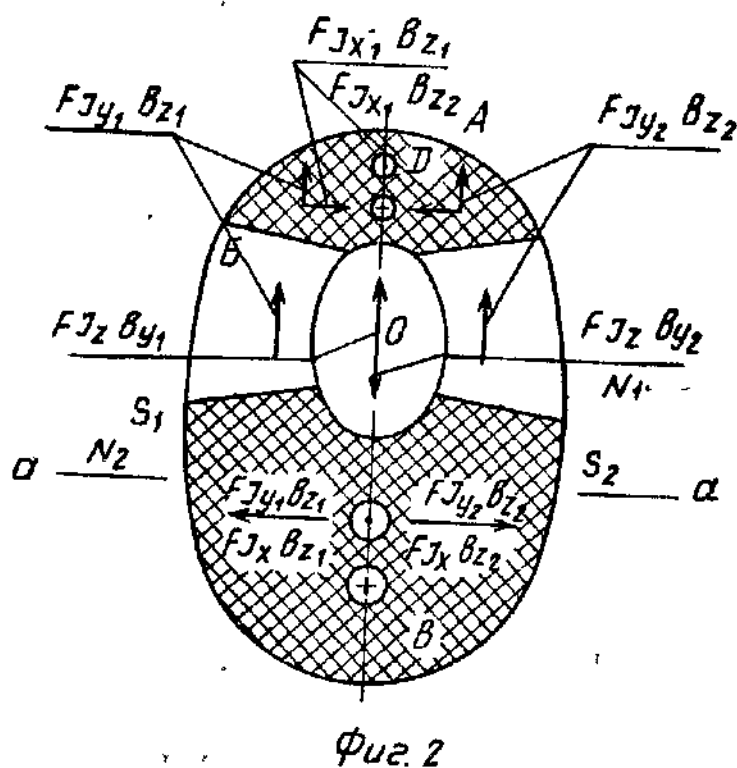
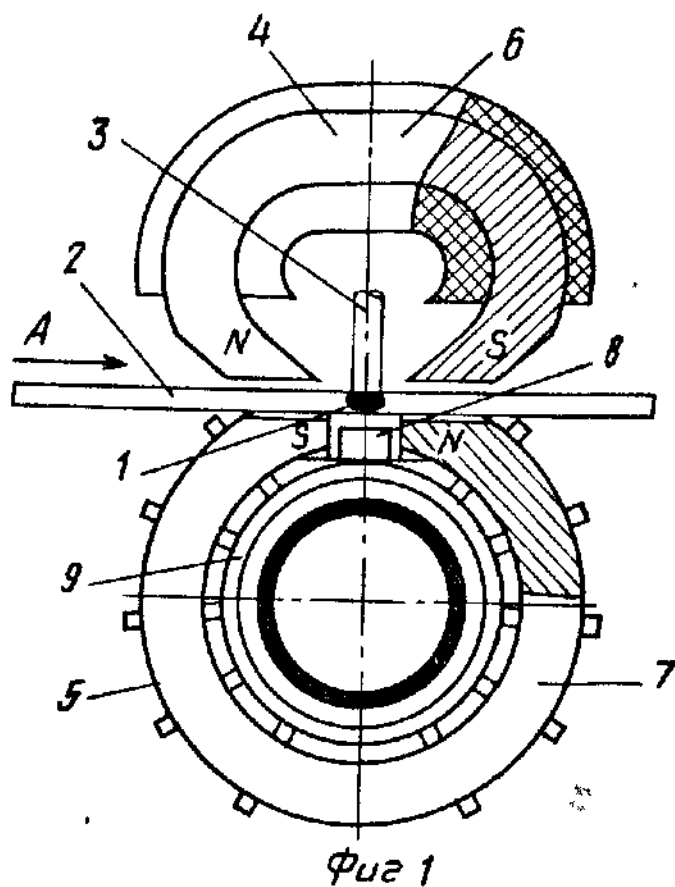
Сварка толстолистового материала в квадрупольном магнитном поле про-

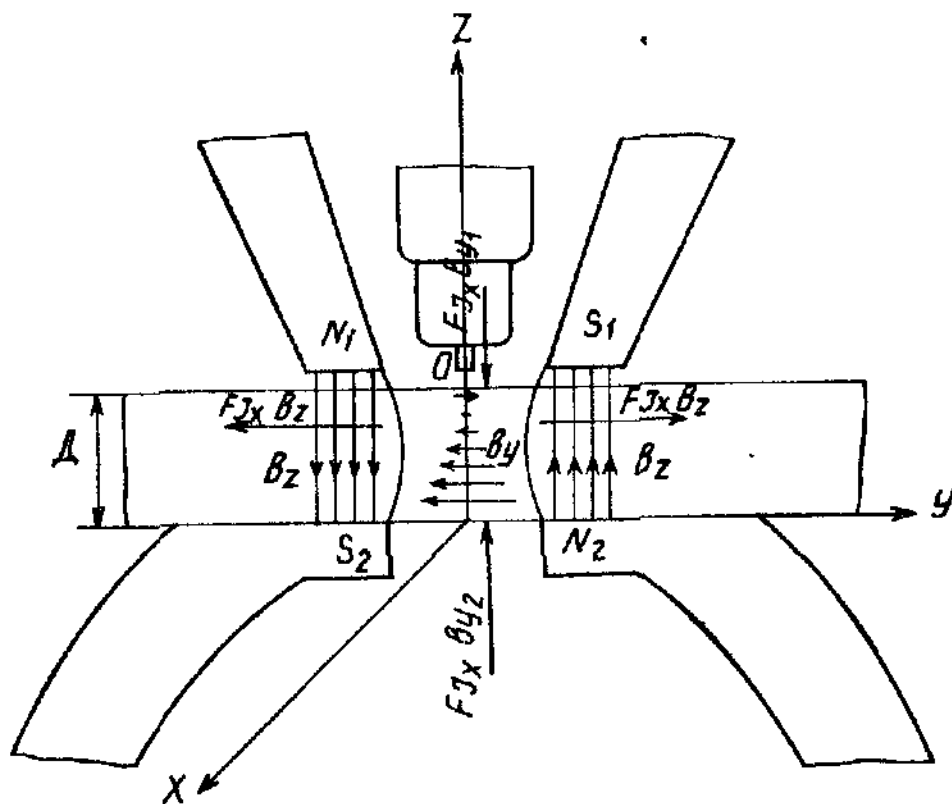
изводится при значениях сварочного тока, значительно меньших, чем, например, при сварке на флюсо-медной подкладке. Это позволяет сэкономить сварочные материалы, электроэнергию и уменьшить сварочные деформации.

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

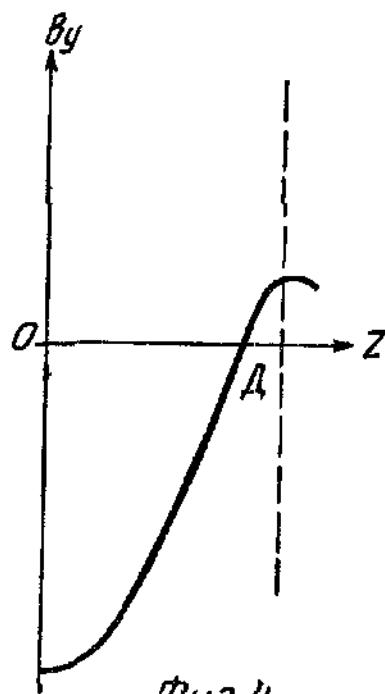
Способ дуговой сварки, при котором на сварочную ванну и дугу воздействуют квадрупольным магнитным полем, отличающийся тем, что, с целью повышения качества толстолистовых соединений, квадрупольное магнитное поле создают в вертикальной плоскости, проходящей через стык свариваемого соединения, а поверхность свариваемого соединения совмещают с одной из плоскостей симметрии магнитного поля.

При- мер	Толщина сварива- емого изделия, мм	Марка матери- ала	Сварочный ток, А (сварка в магнитном поле)	Сварочный ток, А (сварка на флюсо-медной подкладке)
1	8	Ст 09Г2 Ст 15ГБ	640	900
2	10	Ст 09Г2 Ст 15ГБ	750	980
3	14	Ст 09Г2 Ст 15ГБ	900 без разделки кромки	940 с разделкой кромки





Фиг 3



Фиг 4

Составитель Г.Квартальнова

Редактор А.Лежнина

Техред М.Дидык

Корректор А.Осауленко

Заказ 2670

Тираж 650

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