

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046079**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.02.05**

(21) Номер заявки  
**202392147**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.08.28**

(51) Int. Cl. **B23K 9/173** (2006.01)  
**B23K 9/09** (2006.01)  
**B23K 9/10** (2006.01)

---

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ**

---

(31) **2022125607**

(32) **2022.09.30**

(33) **RU**

(43) **2024.01.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ ТОМСК";  
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"СВАРОЧНЫЕ СИСТЕМЫ  
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА" (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Киселев Алексей Сергеевич,  
Гордынец Антон Сергеевич, Бородин  
Владислав Иванович, Маков  
Дмитрий Анатольевич, Бакланов  
Сергей Владимирович, Савельев  
Владислав Александрович, Коньков  
Никита Сергеевич (RU)**

(74) Представитель:  
**Бадалова Е.А. (RU)**

(56) **CN-A-114433987  
US-A1-2022118542  
US-A1-2015060426  
US-B2-8669490**

(57) Изобретение относится к дуговой сварке покрытыми электродами и может быть использовано при выполнении ремонтных работ на намагниченных трубопроводах переменным и постоянным током. Устройство для дуговой сварки покрытыми электродами содержит источник сварочного тока, инвертор тока, блок управления, электрод и свариваемое изделие. Дополнительно устройство снабжено сетевым выключателем и реле с двумя размыкающими контактами, при этом входные клеммы "плюс" и "минус" инвертора тока подключены к соответствующим выходным клеммам "плюс" и "минус" источника сварочного тока, а выходные клеммы "электрод" и "изделие" инвертора тока подключены к электроду и изделию, при этом один размыкающий контакт подключен к клеммам "плюс" и "электрод" инвертора тока, а другой размыкающий контакт подключен к клеммам "минус" и "изделие" инвертора тока, кроме того, один выход блока управления соединен с входом инвертора тока, к двум другим выходам блока управления подключено реле, а сетевой выключатель подключен к входу блока управления. Технический результат заключается в разработке устройства для дуговой сварки покрытыми электродами корневого слоя шва намагниченных трубопроводов переменным прямоугольным током повышенной частоты и последующих слоев шва постоянным током обратной полярности.

**B1**

**046079**

**046079**

**B1**

Изобретение относится к дуговой сварке покрытыми электродами и может быть использовано при выполнении ремонтных работ на намагниченных трубопроводах.

Известно устройство для дуговой сварки, содержащее сварочный выпрямитель с падающей вольт-амперной характеристикой, выход которого подключен к входу инвертора со схемой управления, содержащей блок сравнения, усилитель, блок формирования опорного напряжения и блок программ [1]. При работе устройства постоянный ток сварочного выпрямителя преобразуется с помощью мостового транзисторного инвертора в переменный ток прямоугольной формы. При смене полярности блок программ задает фиксированное значение предельной длительности протекания тока данной полярности. В случае отклонения дуги под воздействием внешнего магнитного поля и соответствующего увеличения ее напряжения блок сравнения в интервале заданного периода осуществляет сравнение напряжения дуги с опорной величиной, задаваемой блоком формирования опорного напряжения. В момент достижения напряжения дуги опорной величины блок сравнения через усилитель выдает инвертору сигнал на смену полярности. Одновременно с усилителя сигнал поступает в блок программ, который отменяет сигнал на смену полярности по программе и задает фиксированное значение предельной длительности протекания тока другой полярности, и процесс повторяется. В случае отсутствия в зоне сварки возмущающих внешних воздействий или они настолько малы, что отклонение дуги в течение заданной предельной длительности протекания тока соответствующей полярности не достигает критической величины, управление инвертором по заданной программе осуществляет блок программ. При этом в зависимости от применяемых способов сварки и материала изделия питание дуги осуществляют или переменным током с фиксированной низкой частотой смены полярности (20...200 Гц), или постоянным током соответствующей полярности.

Недостатком известного устройства для дуговой сварки является то, что рекомендованный диапазон частот (20...200 Гц) переменного прямоугольного тока при сварке корневого слоя намагниченных труб не обеспечит полной компенсации магнитного дутья дуги и будет способствовать нарушению ее пространственной стабильности. Кроме того, принудительное переключение мостового транзисторного инвертора в режим постоянного тока при последующей сварке заполняющих и облицовочного слоев шва будет способствовать существенному тепловыделению на силовых полупроводниковых элементах инвертора, что отрицательно отразится на энергоэффективности применяемого сварочного оборудования.

Известно устройство обеспечивающее процесс дуговой сварки переменным прямоугольным током на базе мостового транзисторного инвертора, которое позволяет осуществлять переключение полярности тока и индуцировать напряжение между электродом и свариваемым изделием достаточное для повторного зажигания дуги и стабильного ее горения [2].

Недостатком известного устройства является то, что при сварке заполняющих и облицовочного слоев шва намагниченных труб не предусмотрено переключение инвертора в режим постоянного тока обратной полярности, что способствует повышенному тепловыделению силовых транзисторов за счет падения напряжения на полупроводниковых элементах и непрерывных коммутационных процессов, а также значительному акустическому дискомфорту сварщика.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является устройство для дуговой сварки намагниченных трубопроводов, содержащее сварочный выпрямитель с падающей вольт-амперной характеристикой, входной сетевой выпрямитель, сглаживающий фильтр, двухтактный высокочастотный инвертор, силовой трансформатор и выходной

высокочастотный выпрямитель, подключенный к входу транзисторного инвертора-коммутатора, который служит для формирования переменного сварочного тока с регулируемой частотой на силовых клеммах источника "плюс" и "минус" [3]. Система управления состоит из блока, служащего для управления инвертором-коммутатором, контроллера, для управления двухтактным высокочастотным инвертором и электронным блоком регулятора амплитуды сварочного тока положительной и отрицательной полярностей в заданном диапазоне.

Устройство при сварке намагниченных труб работает следующим образом. Напряжение питания 380 В подают на входной сетевой выпрямитель, с выхода которого напряжение порядка 540 В через сглаживающий фильтр поступает на двухтактный высокочастотный инвертор, работающий на частоте 22 кГц. Относительно вывода средней точки вторичной обмотки силового трансформатора выпрямитель формирует разнополярные импульсы напряжения.

Транзисторный инвертор-коммутатор формирует разнополярные прямоугольные импульсы тока с амплитудным значением (25...250) А. Частоту переменного прямоугольного тока можно плавно регулировать в диапазоне (200...800) Гц. Контроллер, в зависимости от величины возмущающего воздействия внешнего магнитного поля, осуществляет сравнение выходного напряжения с опорным напряжением. По изменению выходного напряжения электронный блок регулятора амплитуды сварочного тока автоматически осуществляет регулировку амплитуды тока положительной и отрицательной полярности, что позволяет придать необходимые свойства сварочной дуге для получения качественного сварного соединения.

После завершения процесса сварки корневого слоя шва переменным током повышенной частоты величина магнитной индукции падает до нуля, что позволяет проводить сварку последующих слоев шва

в режиме постоянного тока, что обеспечивается простым переключением режима работы инвертора-коммутатора без коммутации сварочных кабелей.

Однако такое техническое решение будет также отрицательно влиять на тепловыделение полупроводниковых элементов инвертора-коммутатора, которые обеспечивают протекание тока соответствующей полярности.

Технический результат заключается в разработке устройства для дуговой сварки покрытыми электродами корневого слоя шва намагниченных трубопроводов переменным прямоугольным током повышенной частоты и последующих слоев шва постоянным током обратной полярности.

Технический результат достигается тем, что устройство для дуговой сварки покрытыми электродами, содержащее источник сварочного тока, инвертор тока, блок управления, электрод и свариваемое изделие, дополнительно снабжено сетевым выключателем и реле с двумя размыкающими контактами, при этом входные клеммы "плюс" и "минус" инвертора тока подключены к соответствующим выходным клеммам "плюс" и "минус" источника сварочного тока, а выходные клеммы "электрод" и "изделие" инвертора тока подключены, соответственно, к электроду и изделию, при этом один размыкающий контакт подключен к клеммам "плюс" и "электрод" инвертора тока, а другой размыкающий контакт подключен к клеммам "минус" и "изделие" инвертора тока, кроме того, один выход блока управления соединен с входом инвертора тока, к двум другим выходам блока управления подключено реле, а сетевой выключатель подключен к входу блока управления.

На фигуре представлена функциональная схема устройства для дуговой сварки покрытыми электродами переменным или постоянным током, которое содержит: источник сварочного тока 1, инвертор тока 2, блок управления 3, реле 4 с двумя размыкающими контактами 5 и 6, электрод 7, свариваемое изделие 8, сетевой выключатель 9, при этом входные клеммы "плюс" и "минус" инвертора тока 2 подключены к соответствующим выходным клеммам "плюс" и "минус" источника сварочного тока 1, а выходные клеммы "электрод" и "изделие" инвертора тока 2 подключены, соответственно, к электроду 7 и изделию 8, при этом один размыкающий контакт 5 подключен к клеммам "плюс" и "электрод" инвертора тока 2, а другой размыкающий контакт 6 подключен к клеммам "минус" и "изделие" инвертора тока 2, кроме того, один выход блока управления 3 соединен с входом инвертора тока 2, к двум другим выходам блока управления подключено реле 4, а сетевой выключатель 9 подключен к входу блока управления.

Выполнение ремонтных сварочных работ по традиционной технологии постоянным током обратной полярности на трубопроводах после магнитной дефектоскопии невозможно из-за магнитного дутья дуги. В настоящее время эта проблема актуальна при ручной дуговой сварке корневого слоя шва покрытыми электродами, что позволяет сделать выбор в пользу переменного прямоугольного тока повышенной частоты. При этом, как показывают результаты исследований [4], достаточно использовать переменный прямоугольный ток частотой 500 Гц вплоть до завершения процесса сварки корневого слоя шва. Это обеспечивает полное шунтирование магнитного поля в зоне сварки и создает необходимые условия для последующего применения постоянного тока обратной полярности.

Устройство для дуговой сварки работает следующим образом. Включают источник сварочного тока 1 и затем замыкают контакты сетевого выключателя 9, что обеспечивает подачу напряжения питания (220 В) на блок управления 3. При этом блок управления 3 вырабатывает сигнал на включение инвертора тока 2, а также сигнал на реле 4, которое размыкает контакты 5 и 6, что обеспечивает преобразование энергии источника сварочного тока 1 в переменный прямоугольный ток частотой 500 Гц. Для осуществления процесса сварки корневого слоя шва необходимо касанием зажечь дугу между электродом 7 и изделием 8 в разделке кромок труб. При этом максимальная величина индукции магнитного поля в зазоре может достигать 0,1 Тл. В процессе сварки величина индукции магнитного поля в разделке кромок труб будет уменьшаться за счет шунтирования наплавленным металлом, и при завершении корневого слоя шва ее величина достигает нулевого значения. Фиксированное значение частоты переменного прямоугольного тока при непрерывно снижающейся величине индукции магнитного поля в процессе сварки корневого слоя шва способствует высокой пространственной стабильности горения дуги и ее физической устойчивости.

Сварку заполняющих и облицовочного слоев шва, при нулевом значении индукции магнитного поля, необходимо осуществлять в режиме постоянного тока обратной полярности. Для этого размыкают контакты сетевого выключателя 9, что обеспечивает выключение блока управления 3, отключение инвертора тока 2 и выключение реле 4. При этом размыкающие контакты 5 и 6 замкнутся, что обеспечит подключение электрода 7 к клемме "плюс" источника сварочного тока 1 и подключение изделия 8 к клемме "минус" источника сварочного тока 1. Далее выполняют сварку заполняющих и облицовочного швов постоянным током обратной полярности.

В предлагаемом устройстве для дуговой сварки периодическую смену полярности тока в цепи нагрузки (между электродом 7 и изделием 8) осуществляет инвертор тока 2 в режиме "переменный прямоугольный ток". При этом используются силовые полупроводниковые элементы, например, транзисторы и диоды (на фиг. 1 не показаны), падение напряжения на которых в открытом состоянии составляет порядка 2 В, а максимальное значение протекающего через них тока достигает 200 А, что соответствует значению выделяемой на них мощности порядка 400 Вт. С целью существенного снижения тепловыделения в

режиме "постоянный ток" предложено размыкать контакты сетевого выключателя 9, что обеспечивает выключение блока управления 3, инвертора тока 2, реле 4, а также замыкание размыкающих контактов 5 и 6. В этом случае падение напряжения на размыкающих контактах 5 и 6 практически соответствует нулевому значению, что исключает энергетические потери на силовых полупроводниковых элементах элементов инвертора тока 2.

Проведенные испытания заявляемого устройства для дуговой сварки показали, что введение дополнительных элементов (сетевого выключателя и реле с двумя размыкающими контактами) упрощает процесс коммутации рода тока в сварочной цепи между электродом и изделием, а также обеспечивает существенное снижение энергетических потерь на силовых полупроводниковых элементах инвертора тока посредством их шунтирования размыкающими контактами реле в режиме постоянного тока.

1. RU 2245231 С1;

2. <https://www.freepatentsonline.com/9656340.html>;

3. RU 199253 U1;

4. Влияние возмущающего воздействия внешнего магнитного поля на процесс дуговой сварки покрытыми электродами // Сварка и Диагностика. 2011. № 4. С. 37 - 41.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для дуговой сварки покрытыми электродами, содержащее источник сварочного тока, инвертор тока, блок управления, электрод и свариваемое изделие, отличающееся тем, что оно дополнительно снабжено сетевым выключателем и реле с двумя размыкающими контактами, при этом входные клеммы "плюс" и "минус" инвертора тока подключены к соответствующим выходным клеммам "плюс" и "минус" источника сварочного тока, а выходные клеммы "электрод" и "изделие" инвертора тока подключены, соответственно, к электроду и изделию, при этом один размыкающий контакт подключен к клеммам "плюс" и "электрод" инвертора тока, а другой размыкающий контакт подключен к клеммам "минус" и "изделие" инвертора тока, один выход блока управления соединен с входом инвертора тока, к двум другим выходам подключено реле, а сетевой выключатель подключен к входу блока управления.

Устройство для дуговой сварки

