



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114998** (13) **C2**
(51) МПК
B23K 9/067 (2006.01)
B23K 9/073 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

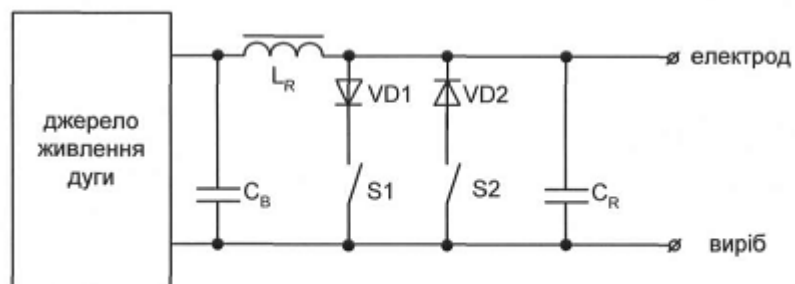
(21) Номер заявки: а 2016 08173	(72) Винахідник(и): Бурлака Володимир Володимирович (UA), Гулаков Сергій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.07.2016	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ", вул. Університетська, 7, м. Маріуполь, Донецька обл., 87500 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 28.08.2017	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 109334 C2, 10.08.2015 Новый тип импульсного стабилизатора горения сварочной дуги переменного тока / Заруба И.И., Андреев В.В., Шатан А.Ф., Москович Г.Н., Халиков В.А. // Автоматическая сварка. - 2012. - №2. - К.: ИЭС им. Е.О. Патона. - 2012. - С. 51-53 Источники питания для дуговой сварки / Солодский С.А., Брунов О.Г., Ильященко Д.П. // Томск: изд-во Томского политехнического университета. - 2012. - С. 150, 151, рис. 69, 70 RU 2043888 C1, 20.09.1995 SU 584999 A2, 25.12.1977 SU 1547988 A1, 07.03.1990 US 4119829 A, 10.10.1978 GB 1436924 A, 26.05.1976
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.02.2017, Бюл.№ 3	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 28.08.2017, Бюл.№ 16	

(54) СТАБІЛІЗАТОР ДУГИ ЗМІННОГО СТРУМУ**(57) Реферат:**

Винахід належить до зварювального виробництва і може бути використаний для обладнання зварювальних джерел живлення змінного струму. Стабілізатор включається між джерелом живлення дуги та зварювальним електродом і містить дросель, два конденсатори, два діоди, ключі та три виводи. Перший та другий виводи призначені для підключення до джерела живлення дуги, третій - до зварювального електрода, перший конденсатор підключений до першого і другого виводів стабілізатора дуги, початок обмотки дроселя підключений до першого виводу стабілізатора дуги, а кінець обмотки дроселя підключено до третього виводу стабілізатора дуги. Діоди з'єднані згідно-послідовно, їх крайні виводи з'єднані між собою через послідовно з'єднані ключі, загальна точка з'єднання діодів підключена до кінця обмотки дроселя, а загальна точка з'єднання ключів підключена до другого виводу стабілізатора дуги. Другий конденсатор підключений між другим та третім виводами стабілізатора дуги. Підвищення напруги на дуговому проміжку забезпечується за рахунок "накачки" резонансного контуру, який входить до складу стабілізатора дуги змінного струму. Застосування запропонованого стабілізатора дуги дозволяє підвищити стабільність якості зварних з'єднань,

UA 114998 C2

підвищити стійкість неплавкого електрода (при TIG зварюванні) і полегшити процес початкового ініціювання дуги при MMA та MIG зварюванні.



Фіг. 2

Винахід належить до зварювального виробництва і може бути використаний для обладнання зварювальних джерел живлення змінного струму.

При ручному дуговому зварюванні покритим електродом (MMA - Manual Metal Arc), а також зварюванні в середовищі інертного газу (MIG-Metal Inert Gas), в т.ч. неплавким електродом (TIG-Tungsten Inert Gas), постає необхідність, по-перше, полегшити ініціювання дугового розряду, по-друге, стабілізувати процес горіння дуги. При живленні від джерела змінного струму повторне збудження дуги має відбуватися після кожного переходу напруги джерела через нуль.

Відомий стабілізатор дуги змінного струму, що містить вхідний фільтр, підвищуючий низькочастотний трансформатор, іскровий генератор з розрядником і високочастотним трансформатором, вторинна обмотка якого включена паралельно з дуговим проміжком, блок захисту джерела живлення (Источники питания для дуговой сварки /Солодский С.А., Брунов О.Г., Ильященко Д.П. // Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2012.-рис. 69, С. 150).

Схема дозволяє сформувати високовольтні імпульси на дуговому проміжку і забезпечити підпалення дуги.

До недоліків такого технічного рішення слід віднести великі габарити і масу трансформаторів, складність керування енергією імпульсів, широкий спектр генерованих електромагнітних завад, невеликий строк служби розрядника і необхідність його періодичної заміни.

Відомий стабілізатор дуги змінного струму (Источники питания для дуговой сварки / Солодский С.А., Брунов О.Г., Ильященко Д.П. // Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2012. - рис. 70. - С. 151), що містить вхідний фільтр, підвищуючий низькочастотний трансформатор, іскровий генератор з розрядником і дроселем, включеним послідовно з дуговим проміжком, схему захисту джерела живлення від перенапруги.

Стабілізатор має кращі масогабаритні та техніко-економічні характеристики, ніж наведений вище. Проте йому властиві ті ж згадані вище недоліки.

Відомий стабілізатор дуги змінного струму (Новый тип импульсного стабилизатора горения сварочной дуги переменного тока / Заруба И.И., Андреев В.В., Шатан А.Ф., Москович Г.Н., Халиков В.А. // Автоматическая сварка. - 2012. - №2. - К.:ИЭС им. Е.О. Патона, 2012. - С. 51-53), який підключається до виводів вторинної обмотки зварювального трансформатора і містить електронний комутатор, підключений до вторинної обмотки зварювального трансформатора, і схему керування цим комутатором.

Схема дозволяє виконувати підпалення дуги після переходу мережевої напруги через нуль та повторно підпалювати дугу в разі її обриву.

Недоліками схеми є неможливість формування вихідних імпульсів напруги з підвищеною частотою, оскільки при невдалій спробі пробією дугового проміжку енергія, що запасена в магнітному полі зварювального трансформатора, розсіюється в вигляді тепла на елементах захисту електронного комутатора від перенапруги. Тому підвищення частоти вихідних імпульсів призводить до перегріву елементів захисту комутатора. Крім того, велика швидкість зміни вихідної напруги прототипу веде до генерації радіочастотних завад. Це погіршує споживчі якості стабілізатора дуги.

Відомий стабілізатор дуги (Пристрій для збудження та стабілізації процесу горіння дуги змінного струму / Махлін Н.М., Коротинський О.Є., Скопюк М.І. // Патент України № 109334, МПК В23К 9/067 (2006.01), В23К 9/073 (2006.01). -№ а 2014 00292, заявл. 14.01.2014, опубл. 10.08.2015. - бюл. № 15. - 15 с), який включається між джерелом живлення дуги та зварювальним електродом і містить дросель, два конденсатори, ключі, перший конденсатор підключений до виводів джерела живлення дуги, початок обмотки дроселя підключений до першого виводу джерела живлення дуги, кінець обмотки дроселя підключено до зварювального електрода - прототип.

Схема відрізняється можливістю регулювати енергію збудження дуги за рахунок зміни напруги живлення резонансних ланцюгів, що утворені додатковими обмотками дроселя і конденсаторами.

Недоліками схеми є необхідність використання додаткового регульованого джерела підвищеної напруги постійного струму у складі пристрою стабілізації дуги, наявність двох резонансних ланцюгів з відповідними схемами керування. Це ускладнює схему, веде до підвищення втрат енергії і погіршує споживчі якості стабілізатора дуги.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити стабілізатор дуги змінного струму, що дозволить знизити втрати енергії в ньому за рахунок усунення додаткового джерела підвищеної напруги, підвищити тривалість періоду підтримки підвищеної напруги на електроді при ручному

дуговому зварюванні і полегшити процес ініціювання дуги, тим самим покращити споживчі характеристики і розширити область застосування пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що у стабілізаторі дуги змінного струму, який містить дросель, два конденсатори, ключі, три виводи, перший та другий виводи призначені для підключення до джерела живлення дуги, третій - до зварювального електрода, перший конденсатор підключений до першого і другого виводів стабілізатора дуги, початок обмотки дроселя підключений до першого виводу стабілізатора дуги, кінець обмотки дроселя підключено до третього виводу стабілізатора дуги, відповідно до винаходу, в стабілізатор дуги додатково введені два діоди, які з'єднані згідно-послідовно, їх крайні виводи з'єднані між собою через послідовно з'єднані ключі, загальна точка з'єднання діодів підключена до кінця обмотки дроселя, а загальна точка з'єднання ключів підключена до другого виводу стабілізатора дуги, другий конденсатор підключений між другим та третім виводами стабілізатора дуги.

Крім того, в дросель додатково введена друга обмотка, включена між кінцем першої обмотки цього дроселя і третім виводом стабілізатора дуги, причому початок обмотки підключено до кінця першої (основної) обмотки дроселя, а кінець - до третього вивода стабілізатора дуги, що дозволяє отримати підвищену вихідну напругу без необхідності застосування силових компонентів з підвищеною робочою напругою.

Суть винаходу пояснюють креслення.

На фіг. 1 - блок-схема пристрою стабілізації дуги змінного струму.

На фіг. 2 - спрощена електрична схема силової частини.

На фіг. 3 - спрощена електрична схема силової частини варіанта пристрою з додатковою обмоткою дроселя.

Як приклад виконання пристрою стабілізації дуги змінного струму приведений пристрій, який включається між джерелом живлення дуги 1 та зварювальним електродом 2 і містить дросель 3 (L_R , фіг. 2), два конденсатори 4 (C_B , фіг. 2) і 5 (C_R , фіг. 2), ключі 6 (S_1 , S_2 , фіг. 2), два діоди 7 (VD_1 , VD_2 , фіг. 2).

Пристрій працює в такий спосіб:

Формування підвищеної напруги ініціації дуги реалізується за рахунок "накачки" резонансного контура, утвореного елементами L_R , C_R та C_B . Конденсатор C_B встановлено для захисту виходу джерела живлення дуги від високої напруги, яка з'являється на елементах L_R , C_R під час роботи пристрою. На резонансну частоту конденсатор C_B практично не впливає, адже $C_B \gg C_R$.

Елементи VD_1 , S_1 працюють на позитивній напівхвилі вторинної напруги джерела живлення дуги (S_1 перемикається, S_2 вимкнений), елементи VD_2 , S_2 - на негативній напівхвилі (S_2 перемикається, S_1 вимкнений). Розглянемо процес на позитивній напівхвилі, на негативній все аналогічно.

Одразу після переходу вторинної напруги джерела живлення дуги через нуль відкривається ключ S_1 . Починається накопичення енергії в індуктивності L_R . Як тільки струм ключа S_1 досяг встановленого струму "накачки" (цей струм визначає амплітуду вихідної напруги і енергію розряду), система керування закриває S_1 . Починається резонансний заряд конденсатора C_R . Через чверть періоду резонансної частоти контура, утвореного індуктивністю L_R і конденсаторами C_B та C_R , останній заряджається до максимальної напруги, а струм спадає до нуля. Починається розряд C_R на індуктивність L_R . Через півперіоду резонансної частоти напруга на C_R переходить через нуль і стає негативною, а струм досягає мінімального значення. Система керування включає S_1 при появі негативної напруги на C_R , проте це не впливає на процес, адже діод VD_1 закрито зворотною напругою.

Через три чверті періоду резонансної частоти напруга на C_R досягає мінімуму, а струм стає близьким до нуля. Починається заряд C_R через індуктивність L_R . Коли напруга на C_R перейде через нуль і стане позитивною, струм L_R перекинеться через діод VD_1 і заздалегідь відкритий ключ S_1 . Відбудеться додаткова "накачка" індуктивності до встановленого струму, після чого S_1 закриється і процес повториться знову.

Комутація S_1 є "м'якою", адже його відкриття відбувається при негативній напрузі на C_R (коли закритий діод VD_1), а закриття відбувається при близькій до нуля напрузі на C_R , тобто швидкість наростання напруги на S_1 обмежена дією C_R .

При роботі схеми можливі два варіанти розвитку подій:

1) при певній напрузі на C_R відбувається ініціювання дуги. При цьому напруга на виході джерела живлення дуги знижується до величини напруги на дуговому проміжку, система управління блокує роботу ключів S_1 , S_2 до наступного переходу напруги джерела живлення дуги через нуль. Так забезпечується "м'яке" підпалення і стабілізація дуги.

2) Якщо напруга на C_R стає надто великою, схема керування знижує струм "накачки" резонансного контуру $L_R C_R$ і система переходить в усталений режим роботи.

Під час горіння дуги конденсатори C_B і C_R з-за їх невеликої ємності не чинять значного впливу на процес.

5 Ініціювання дуги відбувається після кожного переходу вторинної напруги зварювального трансформатора через нуль.

В прикладі практичної реалізації пристрою стабілізації дуги для ручного дугового зварювання ключі S1, S2 виконано на MOSFET транзисторах IRF840A, діоди VD1, VD2 типу FR607, конденсатор C_R 0,1 мкФ x 1000 В, конденсатор C_B 6,8 мкФ x 250 В, дросель L_R має 14 витків на осердді ETD59/31/22 із немагнітним зазором 0,4 мм.

10 Формування керуючих імпульсів для транзисторів ключів S1, S2 здійснюється за допомогою схеми керування, виконаній на мікросхемах HEF4093BP та LM393.

Резонансна частота системи становить понад 42 кГц. Амплітуда напруги на електроді при роботі пристрою становить (300-350) В при струмі "накачки" 8 А, що забезпечує легке підпалення дуги при ручному дуговому зварюванні.

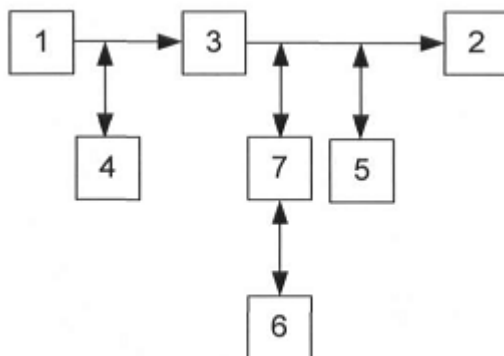
15 Для TIG зварювання ключі S1, S2, діоди VD1, VD2 та конденсатор C_R мають бути розраховані на більшу напругу, адже для TIG процесу необхідно забезпечити підвищену напругу підпалення дуги у порівнянні з ручним дуговим зварюванням. Також для TIG зварювання дросель може бути виконаний з додатковою обмоткою (L_A , фіг. 3), яка включена згідно-послідовно з основною. Таке "автотрансформаторне" включення дроселя дозволяє отримати підвищену вихідну напругу без необхідності заміни силових компонентів на такі, що розраховані на більш високу напругу.

20 Застосування запропонованого стабілізатора дуги дозволяє підвищити стабільність якості зварних з'єднань, підвищити стійкість неплавкого електрода (при TIG зварюванні) і полегшити процес початкового ініціювання дуги при MMA та MIG зварюванні.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Стабілізатор дуги змінного струму, що містить дросель, два конденсатори, ключі та три виводи, причому перший та другий виводи призначені для підключення до джерела живлення дуги, а третій - до зварювального електрода, перший конденсатор підключений до першого і другого виводів стабілізатора дуги, початок обмотки дроселя підключений до першого виводу стабілізатора дуги, а кінець обмотки дроселя підключено до третього виводу стабілізатора дуги, який **відрізняється** тим, що в стабілізатор дуги додатково введені два діоди, які з'єднані згідно-послідовно, причому їх крайні виводи з'єднані між собою через послідовно з'єднані ключі, загальна точка з'єднання діодів підключена до кінця обмотки дроселя, а загальна точка з'єднання ключів підключена до другого виводу стабілізатора дуги, при цьому другий конденсатор підключений між другим та третім виводами стабілізатора дуги.

2. Стабілізатор дуги змінного струму за п. 1, який **відрізняється** тим, що в дросель додатково введена друга обмотка, включена між кінцем першої обмотки цього дроселя і третім виводом стабілізатора дуги, причому початок обмотки підключено до кінця першої (основної) обмотки дроселя, а кінець - до третього виводу стабілізатора дуги.



Фіг. 1

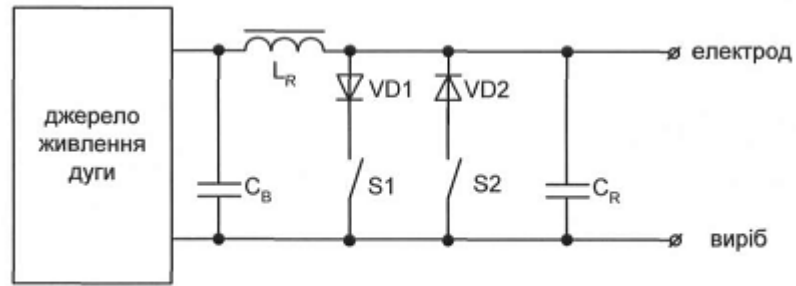


Fig. 2

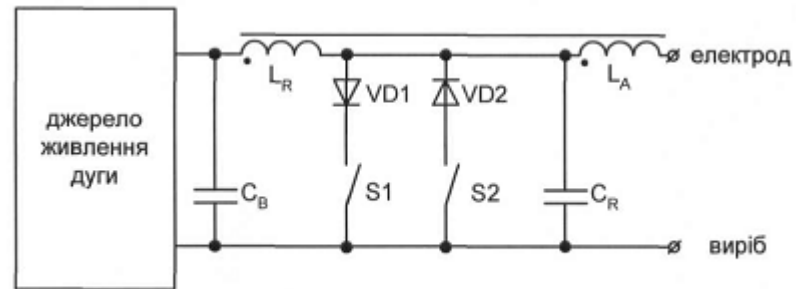


Fig. 3