



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46364 (13) A

(51) 6 B23K9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЗВАРЮВАЛЬНИЙ АПАРАТ

1

2

(21) 2001074602

(22) 03 07 2001

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл № 5, 2002 р

(72) Тітєвський Володимир Маркович, Литвинов
Віктор Іванович, Жукова Наталя Вікторівна, Кузь-
менко Віктор Миколайович, Підгорний Ігор
Вікторович, Казаков Вадим Олександрович(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ЗА-
ВОД "УНІВЕРСАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ"

(57) Зварювальний апарат, що містить тиристорний перетворювач постійного струму, регулятор твердої чи падаючої характеристик, з'єднаний відповідно з датчиком напруги чи датчиком струму, який відрізняється тим, що він оснащений регулятором потужності, з'єднаним з перемножувачем, входи якого з'єднані з датчиком струму і датчиком напруги, і задатчиком потужності, з'єднаним з виходом суматора, входи якого з'єднані з датчиками швидкостей подачі зварювального дроту і виробу щодо зони зварювання

Відомий регульований зварювальний апарат (Устаткування для дугового зварювання Довідковий посібник/Под ред В В Смирнова Л Энергоатомиздат Ленінградське відділення 1986, 656с - прототип винаходу) Цей апарат складається з регульованого джерела живлення, механізму подачі електрода (зварювального дроту), тримача (пальника) і елементів управління процесом зварювання

Відомо, що процес зварювання характеризується статичними вольт амперними характеристиками (ВАХ) самої дуги і джерела живлення (ДЖ) ВАХ будь-якого ДЖ одержують не на дузі, а на активному навантаженні На фіг 1 показані ВАХДЖ 1 - падаюча, 2 - тверда Ці ВАХ реалізуються відповідно за допомогою регулятора струму або регулятора напруги Тут ВАХ зварювальної дуги показана під номером 3

При використанні падаючої статичної ВАХДЖ довжина зварювальної дуги регулюється вручну зварником або автоматичною системою зварювального апарата У цьому випадку ДЖ працює як регулятор струму Причому заданому значенню струму I відповідає визначене значення робочої напруги U, що прямо - пропорційно залежить від довжини дуги

ДЖ із твердою статичною ВАХ застосовують при використанні зварювального дроту, подаваного в зону зварювання з постійною швидкістю, що не залежить від напруги на дузі У цьому випадку ДЖ працює як регулятор напруги U Причому, при заданій напрузі U величина зварювального струму I змінюється в обернено - пропорційній залежності від

довжини дуги Таким чином забезпечується саморегулювання довжини зварювальної дуги

Робота системи "ДЖ - дуга" при падаючій чи твердої ВАХДЖ прототипу визначається двома крапками перетинання ВАХДЖ і ВАХ дуги (див фіг 1) Крапка A2' чи крапка A2'' відповідає моменту порушення зварювальної дуги, а крапка A1' чи крапка A1'' - робочому режиму зварювання Причому тільки одна крапка A1' чи крапка A1'' є стійкою стосовно існування дуги (D), тому що умова стійкого її горіння (різниця диференціальних опорів)

$\left(\frac{\partial U_d}{\partial I} - \frac{\partial U_{дж}}{\partial I} \right) > 0$ для крапки A2' чи крапки A2'' не виконується (див прототип)

Зазначений апарат має істотний недолік Застосовуване джерело живлення для цього апарата не забезпечує статичний баланс споживаної та витраченої потужностей У прототипі для ведення процесу зварювання підтримують на заданому рівні напругу U чи струм I

При падаючій ВАХДЖ (регулятор струму I) споживана електрична потужність $P = U \cdot I$ апарата прямо - пропорційно залежить від довжини дуги, що на заданому рівні підтримує досвідчений зварник або автомат зварювального апарата Тому якість звареного шва уздовж його довжини залежить від кваліфікації зварника чи відповідної роботи згаданого автомата, що не завжди здійснено на практиці Причому продуктивність зварювання (швидкість переміщення електрода уздовж виробу) при даному режимі роботи ДЖ природно залежить прямо - про-

(13) A

(11) 46364

(19) UA

порційно від довжини дуги, що також забезпечує досвідчений зварник або це враховується в алгоритмі роботи автомата, що також складно здійснено на практиці

При твердоті ВАРДЖ (регулятор напруги U) споживана електрична потужність $P = U \cdot I$ апарата обернено - пропорційно залежить від довжини дуги. Причому, при фіксації відстані між пальником і виробом, а також обраної незалежно від напруги U швидкості зварювального дроту, електрична потужність $P = U \cdot I$ збільшується при зменшенні відстані між торцем зварювального дроту і виробом і зменшується при збільшенні зазначеної відстані. Тому в прототипі споживана потужність динамічно варіюється в процесі зварювання, за рахунок чого довжина зварювальної дуги зменшується чи збільшується, тобто саморегулюється. Причому динаміка цього процесу природно залежить від швидкості зварювального дроту, що не враховується в прототипі, і впливає на однорідність шва.

Для стаціонарного ведення процесу зварювання необхідний статичний баланс споживаної електричної потужності $P = U \cdot I$, рівної добутку напруги U і струму I зварювання, і теплової потужності, що витрачається, що йде на нагрівання до необхідної температури T наплавленого електрода (зварювального дроту) і частини матеріалу виробу. До частини теплового балансу, що витрачається, також відноситься потік конвекційного тепла і потік випромінювання через поверхню, що обмежує зону зварювання, а також потужність, що витрачається на термічну іонізацію, тобто

$$P = U \cdot I = \rho_e \cdot V_e \cdot S_e \cdot Z \cdot T + \rho \cdot V_B \cdot S_B \cdot Z \cdot T + \text{Конвекційний потік тепла} + \text{Потік випромінювання} + \text{Потужність іонізації}$$

Тут V_e , S_e - швидкість і перетин електрода, що переплавляється, (е) чи зварювального дроту,

V_B , S_B - швидкість і "ефективне" перетин виробу, що нагрівається, (в), на якому утвориться ваночка рідкого металу,

$\rho_e = \rho_B = \rho$, Z - щільність і питома теплоємність металу електрода (е) і виробу (в)

Тобто, для ведення стаціонарного процесу зварювання необхідна підтримка на заданому рівні електричної потужності джерела живлення ($P = U \cdot I$), а не її складових напруги U чи струму I .

Тому при використанні відомого апарата рівноважний баланс зазначених потужностей відсутній, а має місце "динамічна стійкість", що існує тільки при зміні довжини дуги в процесі зварювання. При цьому компенсується недолік або надлишок електричної потужності, що йде на утворення відсутньої чи надлишкової маси плазми між електродного проміжку. Тому існуюча технологія зварювання є не-стаціонарним процесом.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити зварювальний апарат для дугового зварювання шляхом оснащення ДЖ апарата елементами, що забезпечують таку вольтамперну характеристику ДЖ, при якій досягається стаціонарний процес зварювання.

Сутність винаходу полягає в тому, що зварювальний апарат, що містить тиристорний перетворювач постійного струму, регулятор твердоті чи падаючої характеристик, з'єднаний відповідно з датчиком напруги чи датчиком струму, постачаний регулято-

ром потужності, з'єднаний з перемножувачем, входи якого з'єднані з датчиками струму і напруги, і задатчиком потужності, з'єднаний з виходом суматора, входи якого з'єднані з датчиками швидкостей подачі зварювального дроту і виробу щодо зони зварювання.

Загальним із прототипом істотною ознакою винаходу є

тиристорний перетворювач постійного струму,
датчик струму,
датчик напруги.

Відмінними від прототипу істотними ознаками є наявність регулятора потужності, з'єднаного з перемножувачем, входи якого з'єднані з датчиками струму і напруги,

наявність задатчика потужності і з'єднання його з виходом суматора, входи якого з'єднані з датчиками швидкостей подачі зварювального дроту і виробу відносно зони зварювання.

Перераховані істотні ознаки є необхідними і достатніми для усіх випадків, на які поширюється область використання винаходу.

Між істотними ознаками винаходу і технічним результатом - забезпеченням стаціонарного процесу дугового зварювання - існує причинно - наслідковий зв'язок, що пояснюється наступними доводами. Статична ВАХ дуги складається з рівноважних крапок (U , I) стаціонарного стану дуги (крива 3, фіг 1). Тобто, дуга стабільно горить, якщо вона безперешкодно переміщається по своїй статичній характеристиці при зміні довжини дуги, не змінюючи при цьому свою потужність. Кожному значенню зварювального струму I відповідає визначене значення робочої напруги U при визначеній продуктивності зварювання. Остання пропорційна потужності зварювання $P = U \cdot I$. А степенева функція $U \cdot I = \text{const}$ (крива 4, фіг 1) максимальним чином наближена до ВАХ дуги. Тому, ВАХДЖ виконується у вигляді зазначеної функції $U \cdot I = \text{const}$, чим забезпечується стаціонарне горіння дуги при постійній потужності ДЖ. Крім цього завдання потужності $P = U \cdot I$ зварювання зв'язано зі швидкістю подачі зварювального дроту і швидкістю переміщення виробу, тому що того вимагає згаданий енергетичний баланс зварювання.

Таким чином, технологія зварювання реалізовується за допомогою регулятора, що підтримує на необхідному рівні електричну потужність ДЖ, забезпечуючи при цьому стаціонарне існування дуги. Дуга при пропонованих умовах роботи ДЖ спонтанно вибирає свою стійку робочу крапку на власній статичній характеристиці, тому що ВАХ дуги і пропонованого ДЖ максимальним чином відповідають один одному. Крім того, для будь-якої робочої крапки (U , I) існування дуги дотримується умова стійкого її горіння, тому що різниця диференціальних опорів дуги (D) і пропонованого ДЖ також більше нуля (крива 3 (D) і 4 ($DЖ$), фіг 1). Але ця нерівність значно ближче до рівноважного стану системи "дуга - ДЖ" і відповідає так названому "правому нулю" зі знаком \geq

$$\left(\frac{\partial U_d}{\partial I} - \frac{\partial U_{дж}}{\partial I} \right) \geq 0$$

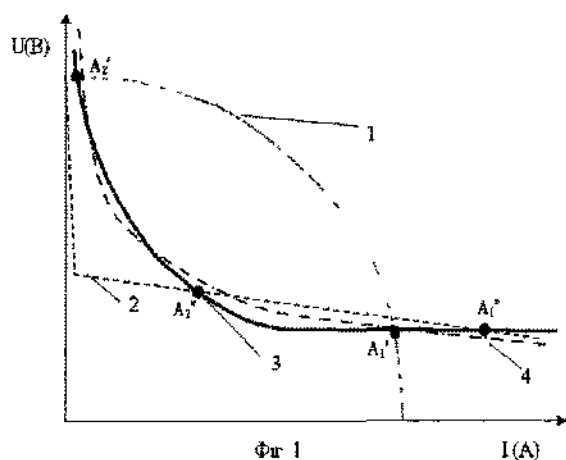
Сутність винаходу пояснюється функціональною схемою зварювального апарата, зображеною на фіг 2.

Зварювальний апарат складається з тих же основних частин: джерела живлення, механізму подачі електрода (зварювального дроту), тримача (пальника) і елементів управління процесом зварювання.

Джерело живлення містить силовий понижуючий трифазний трансформатор 1, силовий тиристорний випрямляч 2, дросель 3, що зпаджує токові пульсації.

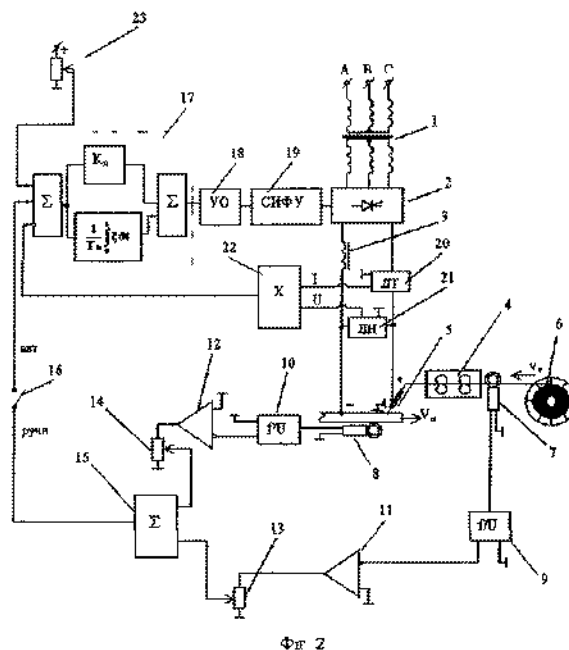
Механізм подачі дроту містить приводний пристрій 4, який транспортує в електродотримач (пальник) 5 зварювальний дріт, що знаходиться на котушці 6.

Технологічний режим зварювання забезпечується електронними елементами в наступному складі: імпульсні датчики швидкостей 7, 8 дроту і виробу через відповідні перетворювачі 9, 10 "частота - напруга" і індивідуальні повторювачі 11, 12 з'єднані з уставками 13, 14 перетину дроту і "діючого" перетину виробу. Реохорди останніх з'єднані із суматором 15, вихід якого через перемикач 16 "автомат - ручний", що задає вплив до регулятора 17. Замкнений контур регулювання потужності крім регулятора містить управляючий орган (УО) 18, систему імпульсно - фазового управління (СІФУ) 19, датчик струму 20, датчик напруги 21 і перемножувач 22. Вихід останнього з'єднаний з інверсійним входом регулятора 17. Задатчик потужності 23, що має окремий вхід на регулятор, необхідний для ручного завдання потужності зварювання і для її порушення.



Зварювальний апарат працює таким чином. Регулювання потужності ДЖ здійснюється за допомогою замкнутого контуру регулювання, у якому як зворотний зв'язок використовується вихід перемножника 22, на вхід якого надходять сигнали від датчика струму 20 і датчика напруги 21.

Рівень завдання потужності формується вручну задатчиком 23 чи в автоматичному режимі за допомогою пристрою, що реалізує зазначену функціональну залежність енергетичного балансу від швидкостей подачі зварювального дроту і виробу щодо зони зварювання. Тому цифрові сигнали від датчиків 7 і 8, пропорційні швидкостям V_d і V_B , трансформовані в перетворювачах "частота - напруга" 9, 10 і пройдені через повторювачі 11 і 12, коректуються за допомогою уставок перетину дроту 13 і "діючого" перетину виробу 14. Потім вони подаються на суматор 15, вихід якого через перемикач 16 "автомат - ручний" діє на вхід регулятора 17. Він формує для УО 18 сигнал, пропорційний відхиленню отриманої на дузі потужності від її заданої величини. СІФУ 19, приймаючи сигнал від УО 18, формує за принципом "вертикального управління" управляючі імпульси необхідної фази для тиристорного випрямляча 2. Таким чином регулюється силова напруга постійного струму для підтримки потужності дуги на необхідному заданому рівні. У зв'язку з тим, що ВАХ дуги і ДЖ найбільш адаптовані друг до друга, стабільність зварювання підвищується, що поліпшує її технологію.



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 - 20 - 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 - 32 - 71

