

Warszawa, dnia 10 czerwca 1953 r.



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 35248

Kl. 21 h, 30/17

Dr inż. Adam Kręglewski

B234, 9/12

(Poznań, Polska)

Sposób samoczynnej regulacji długości łuku w maszynach spawalniczych oraz urządzenie do regulacji długości łuku tym sposobem

Udzielono patentu z mocą od dnia 14 czerwca 1949 r.

Przedmiot wynalazku stanowi sposób ciągłej automatycznej regulacji dosuwu elektrody spawalniczej do spawanego przedmiotu zwłaszcza przy posługiwaniu się drutowymi elektrodami gołymi oraz odnośne urządzenie.

Posuw drutu elektrody w automatach do elektrycznego spawania łukowego odbywa się zazwyczaj w dwojaki sposób, a mianowicie bądź za pomocą silnika elektrycznego o stałej liczbie obrotów, zaopatrzonego w dwa sprzęgła elektromagnetyczne, które są sterowane w zależności od długości i napięcia łuku przez odpowiednie przekładniki, regulujące w ten sposób dosuw drutu do przedmiotu, bądź za pomocą silnika elektrycznego o zmiennej liczbie obrotów, zależnej od napięcia łuku.

W przypadku stosowania pierwszego sposobu kotwice sprzęgieł elektromagnetycznych posiadają łącznie z mechanizmem posuwowym bezwładność, przewyższającą bezwładność samego drutu kilka tysięcy razy i spotęgowaną ponadto

bezwładnością elektryczną i magnetyczną układu elektromagnesów, magnesowanych i rozmagnesowywanych kilkanaście razy na sekundę.

Znacznie lepsze wyniki regulacji osiąga się, stosując drugi sposób, polegający na napędzaniu krążków, posuwających elektrodę, silnikiem elektrycznym poprzez układ kół zębatach o dużej przekładni. Liczbę obrotów silnika, a tym samym prędkość posuwu elektrody uzależnia się od napięcia łuku, zmniejszonego o pewne przeciwnapięcie, wytwarzane przez małą prądnicę prądu stałego lub baterię akumulatorów. Wadę tego sposobu stanowią jednak pewne właściwości silników elektrycznych, sprawiające, że bezwładność wirnika silnika łącznie z przekładnią jest na ogół kilkadziesiąt tysięcy razy większa niż bezwładność elektrody. Na skutek tego zmiany liczby obrotów silnika zachodzą zbyt wolno, by urządzenie takie mogło regulować z dostateczną szybkością i czułością dosuw elektrody do spawanego przedmiotu. Silniki elek-

tryczne nie nadają się zatem do czysto mechanicznego napędu elektrody wobec swych małych momentów obrotowych i potrzebnych na skutek tego dużych przekładni z ich znaczną bezwładnością.

Sposób regulacji według wynalazku pozwala na usunięcie tych niedogodności oraz na uzyskanie nader czulej regulacji długości łuku, przy czym sposób ten opiera się na zasadach dotychczas nie stosowanych.

Do regulacji dosuwu elektrody stosuje się według wynalazku urządzenie hydrauliczne, sterowane napięciem łuku i umieszczone między krążkiem, posuwającym elektrodę, i silnikiem elektrycznym o stałej liczbie obrotów. Przez wprowadzenie tego rodzaju urządzenia eliminuje się bezwładność silnika elektrycznego, a ponadto można uzyskiwać znacznie większe moce nastawcze.

Na rysunku uwidoczniono tytułem przykładu schematy kilku urządzeń, nadających się do stosowania sposobu według wynalazku, przy czym fig. 1 przedstawia wykres, ilustrujący porównawczo przebieg regulacji dosuwu elektrody według dotychczasowego i nowego sposobu, fig. 2 — schemat urządzenia do regulacji dosuwu elektrody, fig. 3 — schemat odmiany urządzenia do regulacji, fig. 4 zaś — schemat urządzenia dodatkowego do regulacji położenia zaworu obrotowego, wykonanego odmienne niż według fig. 2 i 3.

Istotę wynalazku i korzyści nowego sposobu regulacji dosuwu elektrod obrazuje wykres porównawczy, przedstawiony na fig. 1. Na osi odciętych odłożone są napięcia łuku, na osi rzędnych zaś odłożone są liczby obrotów krążka, posuwającego elektrodę. Zakłada się nominalne napięcie łuku, równe 25 V, i odpowiadającą mu liczbę obrotów krążka posuwowego, równą 10 obr/min, przy czym jako stałe przeciwnapięcie, przy którym silnik napędowy zmienia kierunek obrotów, stosuje się napięcie 15 V.

Jeżeli łuk z jakiegokolwiek powodu wydłuży się i napięcie jego wzrośnie, np. z 25 V na 27 V, napięcie na zaciskach silnika napędowego powiększy się z 10 na 12 V, silnik zwiększy zatem liczbę swych obrotów o 20 %, a tym samym obroty krążka posuwowego wzrosną do 12 obr/min. Łuk ulega na skutek tego skróceniu, przyjmując długość pierwotną. I odwrotnie: przy skróceniu się łuku obroty silnika spadają i w wyniku regulacji długość łuku przyjmuje z powrotem wartość pierwotną. Przy zmniejszeniu napięcia łuku do wartości poniżej 15 V silnik zaczyna obracać się w przeciwnym kierunku,

odsuwając elektrodę od przedmiotu. Okoliczność ta jest szczególnie ważna przy wtórnym zapalaniu łuku, ponieważ w przypadku, gdy łuk ulegnie przerwaniu na skutek nadmiernego wydłużenia się, silnik dosuwa gwałtownie elektrodę do przedmiotu aż do zetknięcia się z nim; w tym momencie napięcie spada niemal do zera i silnik zaczyna obracać się w przeciwnym kierunku aż do chwili osiągnięcia równowagi między prędkością posuwu drutu elektrodowego i szybkością jego stapiania się. Zmieniając wielkość przeciwnapięcia można regulować w określonych granicach stosowaną przy danym procesie spawania długość łuku.

Tak wygląda obraz kinetyczny posuwu elektrody. Należy jednak pamiętać, że łuk zmienia swą długość i napięcie na skutek spadających kropli topiącego się metalu elektrody kilkanaście razy na sekundę oraz że czasy, niezbędne do zwiększenia lub zmniejszenia prędkości posuwu, mieszczą się w setnych lub nawet w tysięcznych częściach sekundy. W związku z tym stają się zrozumiałe wady wyłącznie elektromechanicznej regulacji łuku, odznaczającej się dużą bezwładnością. Regulacja taka wykazuje ponadto braki również z tego powodu, że jej zakres bywa na ogół nie wystarczający.

Wracając do poprzedniego przykładu zwiększenia się napięcia łuku z 25 na 27 V należy zaznaczyć, że w pewnych warunkach odpowiada to wydłużeniu się łuku o około 0,6 mm. Średnią prędkość posuwu elektrody przyjmuje się rzędu 7 mm/sek. Na skutek wzrostu napięcia prędkość posuwu zwiększa się o 20 %, czyli dochodzi do 8,4 mm/sek; łuk ulega skróceniu, a przyspieszenie ruchu elektrody spada do zera; średni przyrost prędkości posuwu wynosi zatem

$$\frac{8,4 - 7}{2} = 0,7 \text{ mm/sek.}$$

Nie uwzględniając bezwładności silnika można przyjąć, że stabilizacja długości łuku następuje dopiero po upływie $0,6 : 0,7 = 0,86$ sek, co najczęściej stanowi zbyt długi okres czasu.

Na wykresie według fig. 1 przedstawiono graficznie w postaci prostej a zależność prędkości posuwu elektrody od napięcia łuku.

Przez zastosowanie urządzenia według wynalazku unika się owych stosunkowo dużych i niekorzystnych opóźnień w regulacji łuku elektrycznego, przede wszystkim dzięki wprowadzeniu między silnik i krążek posuwowy sprzęgła o bezstopniowej regulacji obrotów oraz dzięki hydraulicznemu sterowaniu tym ostatnim. Stoso-

wnie do schematu na fig. 2 spawarkę 1 łączy się z jednej strony z przedmiotem spawanym 2, z drugiej zaś strony z elektrodą 3. Krążek posuwowy 4 osadza się na wspólnym wale 8 z kołem zębatym 5, zazębiającym się z kołem 6, które jest osadzone łącznie z tarczą cierną 7 sprzęgła stożkowego na wale 9, podwieszonym obrotowo na wale 8. Tarcza cierna 7 styka się ze stożkiem ciernym 11, osadzonym na wale silnika elektrycznego 10, przy czym przez przesuwanie osiowej tarczy można regulować liczbę jej obrotów. Przesuwanie to jest dokonywane za pośrednictwem dźwigni 13, posiadającej oś obrotu 12 i uruchamianej przez tłok hydrauliczny 14. Na tłok oddziałują z jednej strony sprężyna 15, z drugiej zaś strony — ciśnienie cieczy w cylindrze 16. Silnik elektryczny 10 jest zasilany napięciem prądu spawania lub napięciem zewnętrznego źródła prądu i napędza pompę hydrauliczną, na przykład pompę z kołami zębatymi 17. Do przewodu tłoczącego 18 jest przyłączony zbiornik cieczy 19, w którym ciśnienie reguluje odpowiednia sprężyna. W przewodzie tym jest ponadto umieszczony zawór obrotowy 20, połączony z przewodem ssącym pompy 17. Cylinder 16 posiada rurę spustową 21, uchodzącą do zbiornika kompensacyjnego 22 pompy; przekrój tego spustu można dowolnie regulować.

Zawór 20 jest sterowany za pomocą regulatora elektrycznego 24, zaopatrzonego w cewkę obrotową 23, hamowaną sprężyną 32. Cewka ruchoma 23 i cewki nieruchome 25 regulatora są połączone szeregowo lub równolegle i przyłączone do obwodu prądu spawania w ten sposób, że znajdują się pod pełnym napięciem łuku lub pod napięciem, zredukowanym o pewne stałe przeciwnapięcie. W przypadku połączenia szeregowego i małego nasycenia rdzenia cewek regulatora jego moment obrotowy jest proporcjonalny do kwadratu napięcia łuku; regulator jest wówczas dostatecznie czuły bez stosowania stałego przeciwnapięcia, i to zarówno przy prądzie stałym, jak i zmiennym.

Każdemu napięciu łuku odpowiada określone położenie cewki 23 i sprzęgniętego z nią mechanicznie zaworu przepustowego 20, przy czym moment hamowania cewki 23 jest wytwarzany przez odpowiednio dobraną sprężynę 32. W zależności od stosunku prześwitu zaworu przepustowego 20 do przekroju spustu 21 powstaje w cylindrze 16 określone ciśnienie, warunkujące położenie tłoka 14 i tarczy cierniej 7, a tym samym wielkość przekładni między wałem silnika napędowego i krążkiem posuwowym elektrody. Zbiornik cieczy 19 pozwala osiągnąć, pomimo ograniczonej wydajności pompy, szybkie

i odpowiednio duże surwy tłoka, a w konsekwencji żądane zmiany prędkości posuwu elektrody. W zależności od kształtu wydrążenia części blokującej zaworu przepustowego 20 można osiągnąć bez trudu charakterystykę obrotów krążka posuwowego w funkcji napięcia łuku, odpowiadającą np. krzywej b na fig. 1. Wydłużenie łuku o 0,6 mm może być w tym przypadku skompensowane, w zależności od przebiegu omawianej charakterystyki, w ciągu 0,3, a nawet 0,1 sek. Decyduje tu bezwładność tarczy cierniej sprzęgła oraz odnośnej przekładni kół zębatych, którą można z łatwością zmniejszyć do 1/10 bezwładności wirnika silnika elektrycznego. W przypadku zetknięcia się elektrody z przedmiotem, połączonym ze spadkiem napięcia spawania do zera, odsunięcie jej od przedmiotu na odległość roboczą można przeprowadzić w dowolny sposób, nie stanowiący przedmiotu wynalazku.

Opisana postać wykonania urządzenia według wynalazku nie wyczerpuje bynajmniej zakresu tego ostatniego.

Można na przykład stosować regulator elektryczny z rozrządem sprzęgła, przeprowadzanym za pośrednictwem dwustronnie napędzanego cylindra hydraulicznego z urządzeniem zwrotnym, w jakie bywają zaopatrzone regulatory turbينية o regulacji pośredniej.

Większą dokładnością działania odznacza się jednak przekładnia hydrauliczna między silnikiem elektrycznym i krążkiem do posuwu elektrody, przy czym odnośne urządzenie pompowe jest napędzane silnikiem o stałej liczbie obrotów.

Dzięki występującej w maszynach hydraulicznych małej nominalnej liczbie obrotów można bądź w ogóle obejść się bez stosowania przekładni mechanicznej, bądź wystarczy stosować ewentualnie przekładnię o małym przełożeniu. Bezwładność silnika hydraulicznego jest nieznaczna, zaledwie kilkakrotnie większa od bezwładności samej elektrody. Tego rodzaju silnik odznacza się natychmiastowym reagowaniem na bodźce regulacyjne, przy czym prędkość posuwu elektrody można zwiększyć w porównaniu z poprzednimi metodami już nie o kilkadziesiąt, lecz wręcz o kilkaset procent. Charakterystykę regulacji według krzywej b (fig. 1) można osiągnąć w tym przypadku bez najmniejszych trudności. Wydłużenie łuku np. o 0,6 mm można skompensować stosownie do tej krzywej w ciągu 0,1 sek., lub nawet w ciągu jeszcze krótszego okresu czasu. Zmianę przekładni między obrotami pompy, sprzęgniętej z silnikiem elektrycznym, i obrotami krążka do posuwu elektrody można

pracą silnika hydraulicznego, sprzęgniętego bezpośrednio ze wspomnianym krążkiem posuwowym, przy czym w charakterze narządu rozrządczego występuje zawór, połączony szeregowo lub równolegle z przewodami ssąco-tłoczącymi urządzenia hydraulicznego i sterowany regulatorem elektromagnetycznym, zasilanym napięciem łuku.

2. Urządzenie do samoczynnej regulacji długości łuku w maszynach spawalniczych sposobem według zastrz. 1, znamienne tym, że posiada sprzęgło stożkowe (7) z bezstopniową regulacją obrotów, włączone między silnik elektryczny (10) o stałej liczbie obrotów i krążek posuwu elektrody, a rozrządzane tłokiem hydraulicznym (14), na który oddziałują ciśnienie cieczy obiegowej, wytwarzane pompą z kołami zębatymi (17) i regulowane zaworem (20), połączonym szeregowo z przewodami ssąco-tłoczącymi urządzenia, przy czym prędkość posuwu elektrody uzależnia się od wielkości napięcia łuku dzięki zastosowaniu regulatora elektromagnetycznego (24), zasilanego tym napięciem i oddziałującego na zawór (20).

3. Urządzenie do samoczynnej regulacji długości łuku w maszynach spawalniczych sposobem według zastrz. 1, znamienne tym, że posia-

da silnik hydrauliczny (26), którego wirnik jest sprzęgnięty bezpośrednio z krążkiem posuwu elektrody, przy czym ciśnienie cieczy obiegowej jest wytwarzane przez pompę (28), napędzaną silnikiem elektrycznym (27) o stałej liczbie obrotów, a ilość cieczy, dochodzącej do silnika hydraulicznego, jest regulowana zaworem (31), włączonym między przewód ssący i tłoczący urządzenia i połączonym z regulatorem elektromagnetycznym (24), sterowanym napięciem łuku.

4. Odmiana urządzenia według zastrz. 2 lub 3, znamienne tym, że zamiast regulatora elektromagnetycznego posiada mały wolnobieżny silniczek elektryczny (34), zasilany zmiennym napięciem, przetworzonym przez transformator (33), umieszczony w obwodzie równoległym do obwodu prądu spawania, przy czym zmiana liczby obrotów silniczka (34), proporcjonalna do zmian napięcia łuku, oddziałuje na sprzęgło elastyczne (36), połączone poprzez przekładnię (37) z tarczą obrotową (38) o znacznej masie, wywołując obrót zaworu (20, 31) o odpowiedni kąt.

Dr inż. Adam Kręglewski

Zastępca: mgr Andrzej Au
rzecznik patentowy

osiągnąć przez zmianę skoku suwu tłoków silnika hydraulicznego lub pompy, w najprostszy jednak sposób — przez wprowadzenie między pompę i silnik hydrauliczny regulowanego bocznika hydraulicznego. Ponieważ regulacja skoku suwu tłoka w zależności od napięcia łuku może być dokonywana jedynie pod działaniem małych sił elektromagnetycznych, przeto zachodzi konieczność użycia serwowatora podobnego do tego, jaki stosuje się w przypadku pośredniej regulacji turbin. Rozwiązanie takie jest jednak niewygodne i znacznie prościej jest stosować bocznik hydrauliczny, regulowany np. za pomocą zaworu obrotowo-wahadłowego.

Przy odpowiednim położeniu zaworu można przewody ssące i tłoczące zamienić rolami i w ten sposób zmienić przy wielkości napięcia łuku, mniejszej od określonej wartości granicznej, kierunek wirowania silnika hydraulicznego, a tym samym kierunek posuwu elektrody, co jest niezbędne np. przy zapaleniu łuku. Przed zapłonem łuku elektroda jest dosuwana w kierunku przedmiotu spawanego. W chwili zetknięcia się jej z przedmiotem napięcie zapłonu spada niemal do zera, przy czym silnik elektryczny obraca pompę hydrauliczną w dalszym ciągu przez pewien okres czasu na skutek bezwładności mechanicznej swego wirnika. Jednocześnie zawór rozwiązuje łączy pompę z silnikiem hydraulicznym w układzie odwróconym, na skutek czego silnik ten zmienia kierunek obrotów, odciągając elektrodę od przedmiotu. Dzięki odsunięciu elektrody od przedmiotu tworzy się łuk, przy czym regulacja jego długości zaczyna odgdy dokonywać się samoczynnie.

Na fig. 3 przedstawiono schematycznie regulator elektryczny, oddziałujący na zawór obrotowy, wstawiony w bocznik hydrauliczny, łączący przewód tłoczący z przewodem ssącym. Przez odpowiedni kształt przekrojów poprzecznych zaworu można osiągnąć dowolną charakterystykę regulacji pracy urządzenia, np. według krzywej b. Spawarka 1 jest połączona z jednej strony z przedmiotem spawanym 2, z drugiej zaś strony z elektrodą 3. Krążek 4 posuwu elektrody jest napędzany bezpośrednio przez silnik hydrauliczny 26. Silnik elektryczny 27 napędza pompę hydrauliczną 28, przy czym między jej przewód tłoczący i przewód ssący włączony jest bocznik hydrauliczny 30 z zaworem 31, regulującym liczbę obrotów silnika hydraulicznego. Zmiana położenia zaworu jest wywołana, podobnie jak w przypadku odmiany urządzenia, przedstawionej na fig. 2, zmianami napięcia łuku. Każdemu napięciu łuku odpowiada pewne o-

kreślone położenie zaworu, a tym samym określona prędkość posuwu elektrody. Zawór 31 winien posiadać dodatkowe kanały, które przy obrocie się zaworu poza pewne położenie graniczne zamieniałyby przewody ssące na tłoczące i odwrotnie, zmieniając w ten sposób kierunek obrotów silnika hydraulicznego 26, który odciągałby wówczas elektrodę od przedmiotu.

Urządzenie tego rodzaju jest nader proste i nadaje się zarówno do prądu stałego, jak i zmiennego, ponieważ silnik elektryczny prądu stałego może pracować również jako komutatorowy silnik jednofazowy. Urządzenie posiada zaledwie jeden silnik elektryczny, a do głowicy mechanizmu posuwowego są doprowadzone jedynie elastyczne przewody o małej średnicy do obiegu cieczy.

Na fig. 4 przedstawiono inny sposób regulacji obrotów zaworu 20 (fig. 2) lub 31 (fig. 3), nadający się jednak wyłącznie do prądu zmiennego. Stosownie do tego sposobu w obwodzie, równoległym do obwodu prądu spawania, umieszcza się mały transformator 33, który przetwarza napięcie łuku na napięcie rzędu 3—4 V. Napięciem tym zasila się mały wolnobieżny silniczek elektryczny 34, na którego wale osadzona jest lekka tarcza 35, która poprzez sprzęgło elastyczne 36 i przekładnię 37 napędza tarczę 38 o znacznej masie. Każda zmiana napięcia łuku wywołuje natychmiastową zmianę prędkości kątowej wirnika silnika i sprzęgniętej z nim tarczy 35, posiadających bardzo małą bezwładność w stosunku do bezwładności tarczy 38, obracającej się ze stałą w przybliżeniu szybkością, odpowiadającą średniej prędkości posuwu elektrody. Zmiana prędkości wirowania silniczka 34 wywołuje wychylenie połączonego z tym urządzeniem w określony sposób zaworu obrotowego, włączonego między przewód tłoczący i ssący instalacji hydraulicznej.

Sposób samoczynnej regulacji prędkości posuwu elektrod spawalniczych może, jak z powyższego wynika, dotyczyć rozmaitych odmian urządzenia, służących do stosowania w praktyce tego sposobu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób samoczynnej regulacji długości łuku w maszynach spawalniczych, znamienny tym, że do posuwu elektrody stosuje się pompowe urządzenie hydrauliczne, które bądź reguluje wielkość przełożenia między wałem odpowiedniego silnika elektrycznego i osią krążka posuwu elektrody spawalniczej, bądź steruje

