

Przystawka do spawania aluminium metodą TIG, część 1

W moim poprzednim artykule (EP12/03) opisałem budowę spawarki TIG DC, którą można spawać wiele metali z wyjątkiem aluminium. Urządzenie do spawania aluminium metodą TIG AC (prąd przemienny) jest bardziej złożone w budowie niż urządzenie TIG DC (prąd stały) i proces spawania aluminium jest na tyle specyficzny, że metal ten w trakcie spawania nie zmienia swojej barwy, a także wymagane jest usuwanie z powierzchni spawanej tlenków aluminium.

Rekomendacje: przedstawiamy opis budowy przystawki TIG AC/DC, aby chętni posiadający nawet skromne możliwości finansowe jak i techniczne, mogli wejść w posiadanie takiego urządzenia.

PODSTAWOWE PARAMETRY

- max. prąd spawania AC - 400 A
- max. prąd spawania DC - 400 A
- napięcie biegu jałowego transformatora spawalniczego - 70 V
- napięcie biegu jałowego prostownika spawalniczego - 70 V
- gaz ochronny - argon, czystość 99,999%, handlowy symbol czystości: „5,0” przy spawaniu aluminium, a 99,996% przy spawaniu prądem stałym: „4,6”
- ciśnienie cieczy chłodzącej - 0,2 MPa
- opóźnienie wypływu gazu - 6 do 15 sek.
- eliminacja składowej stałej prądu spawania - ręcznie (potencjometrem).

Wartość maksymalna prądu spawania zależy od prądu przewodzenia tyrystorów mocy, przekrojów instalacji „wysokoprądowej” w przystawce oraz od zastosowanego palnika TIG.



Duże zapotrzebowanie na spawarki, zarówno do produkcji jak i do regeneracji wyrobów aluminiowych skłoniło producentów do poszukiwania rozwiązań konstrukcyjnych spawarek tak, aby zaspokoić oczekiwania odbiorców. Niestety, w dalszym ciągu urządzenia do spawania metodą TIG AC będące w handlu są drogie.

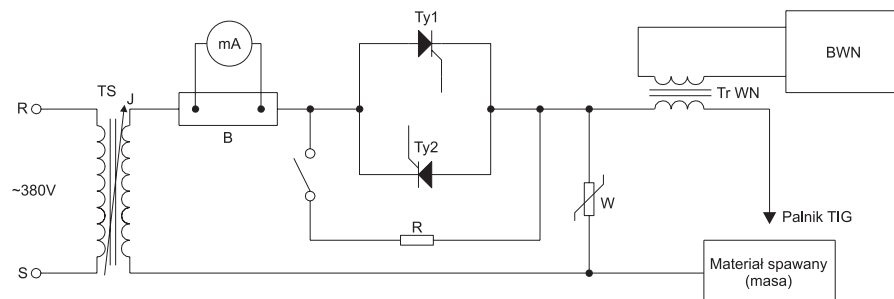
Aluminium to materiał zaliczany do grupy metali półszlachetnych, o temperaturze topnienia ok. 660°C, posiada bardzo dobrą przewodność cieplną i elektryczną i po oczyszczeniu pokrywa się natychmiast w reakcji z tlenem zawartym w powietrzu, cienką warstwą tlenków aluminium (AlO). Warstwa tlenków aluminium skutecznie chroni aluminium przed dalszym utlenianiem. Temperatura topnienia tlenku aluminium wynosi ok. 2500°C.

Ze względu na konieczność usunięcia tlenków aluminium w trakcie spawania, spawarki TIG AC mają dość złożoną budowę. Podejmowane próby usuwania tlenków aluminium podczas spawania przy użyciu głowic ultradźwiękowych czy

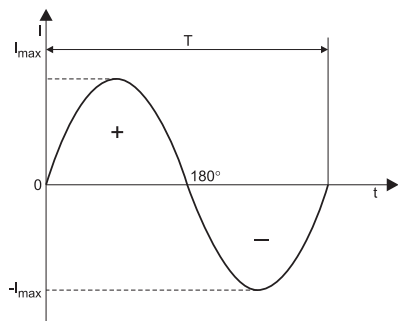
też zmiennego pola magnetycznego skończyło się wyłącznie na eksperymentach laboratoryjnych. Optymalnym rozwiązaniem do spawania aluminium okazało się zastosowanie prądu przemiennego i podobnie jak w metodzie TIG DC, spawarki te mają silnie opadającą statyczną charakterystykę zewnętrzzną. Do spawania aluminium metodą TIG zastosowano transformator spawalniczy do spawania elektrodami otulonymi.

Praktycznie w całej Polsce jest już w sieci energetycznej napięcie zgodne z wymogami Unii Europejskiej (odpowiednio 230 V dla jednej fazy i 400 V dla napięcia międzyfazowego), jednakże w opisie będą posługiwał się „poprzednimi” napięciami (odpowiednio 220 i 380 V). Podniesienie napięcia w sieci energetycznej o ok. 5% nie ma znaczenia dla tej konstrukcji.

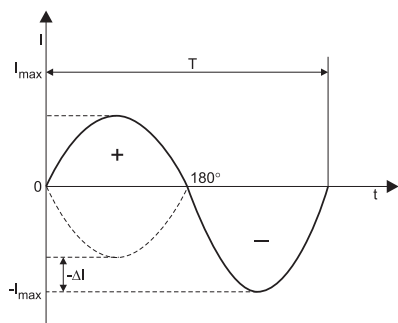
Na rys. 1 przedstawiono uproszczony schemat elektryczny spawarki TIG AC. Transformator spawalniczy TS jest zasilany z sieci 380 V, a regulacja prądu spawania odbywa się za pomocą mechanicznie przemieszczanego bocznika magnetycznego.



Rys. 1. Schemat blokowy spawarki TIG AC



Rys. 2. Przebieg prądu dla typowych odbiorników energii



Rys. 3. Przebieg prądu w łuku spawalniczym

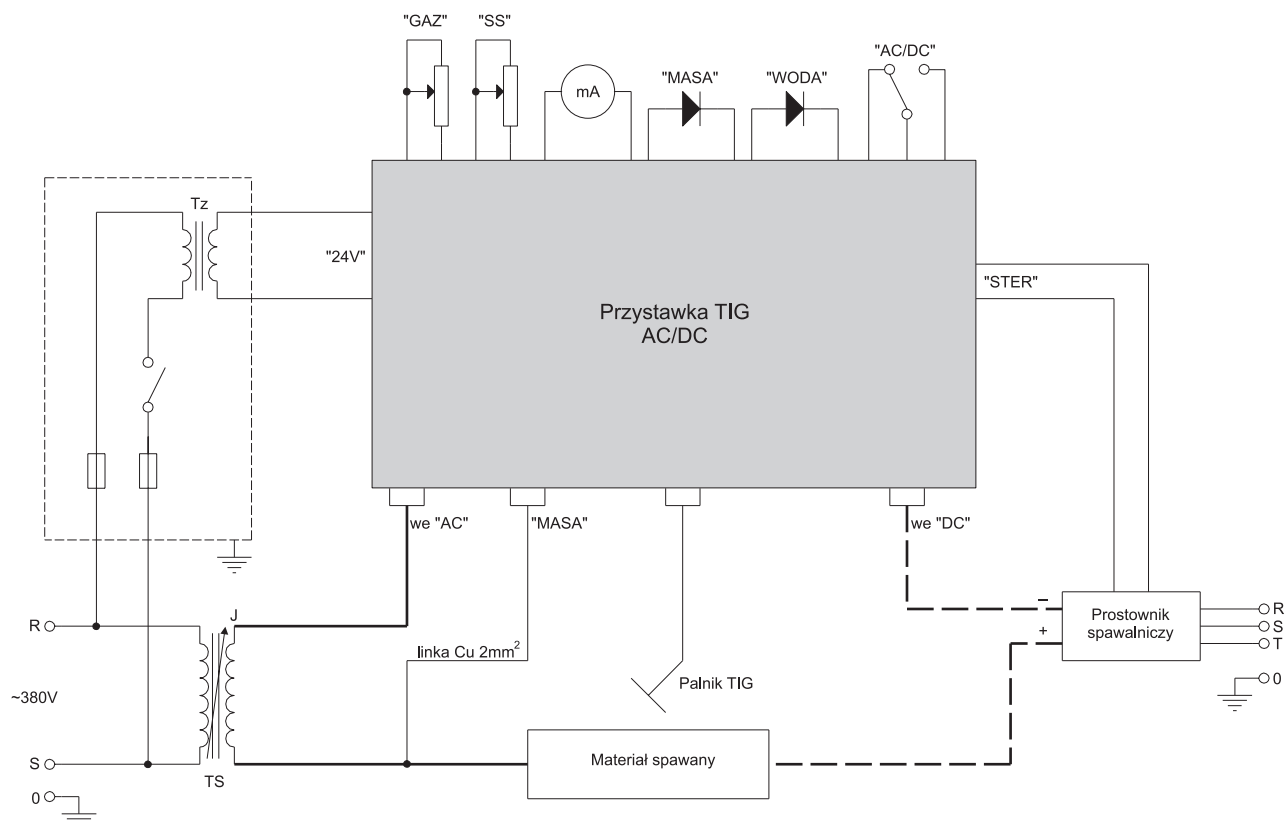
Po stronie wtórnej transformatora spawalniczego TS, w szereg z obwodem spawania włączony jest zespół dwóch tyrystorów dużej mocy (Ty1 i Ty2) oraz uzwojenie wtórne transformatora wysokiego napięcia

TrWN. Na czas spawania załączony jest również opornik R. Warystor W chroni tyrystory przed przepięciami z obwodu transformatora wysokiego napięcia. W trakcie spawania aluminium elektrodą wolframową prądem przemiennym powstaje szkodliwe zjawisko tzw. składowej stałej prądu spawania (SS), które koniecznie należy wyeliminować. Zjawisko składowej stałej prądu spawania ma swoje źródło w niesymetrycznym rozkładzie mocy w czasie pełnego okresu (T) sieci zasilającej.

Na rys. 2 przedstawiono symetryczny rozkład prądu w pełnym okresie T, dla takich odbiorników jak żarówka czy też transformator itp. W tym przypadku suma algebraiczna prądów I_{max} i $(-I_{max})$ jest równa zero.

Na rys. 3 przedstawiono przebieg asymetryczny, jakim jest łuk spawalniczy TIG AC. Okazuje się, że suma algebraiczna prądu I_{max} i $(-I_{max})$ jest różna od zera. Ta różnica (ΔI) powoduje pojawienie się składowej stałej prądu spawania, co skutkuje podmagnesowaniem rdzenia transformatora spawalniczego. Wówczas łuk spawalniczy jest niestabilny. Przyczyna powstawania składowej stałej prądu spawania bierze się stąd, że jeśli chwilowo na elektrodzie wol-

framowej występuje biegun ujemny, to 30% ciepła wydziela się na elektrodzie, a 70% ciepła na materiale spawanym. Natomiast, w sytuacji odwrotnej, gdy biegun dodatni jest na elektrodzie, to 70% ciepła występuje na elektrodzie, a 30% na materiale spawanym. W tym przypadku występuje bardzo pożądane zjawisko tzw. rozpylenia katodowego (usuwania z obszaru spawania) tlenków aluminium. W takiej konfiguracji biegunowości tworzy się na powierzchni spawanego materiału w obszarze łuku spawalniczego ścieżka wolna od tlenków aluminium, szerokość której zależy od natężenia prądu spawania. Zjawisko to praktycznie umożliwia spawanie aluminium. Argon, obojętny gaz osłonowy, chroni obszar nadtopionego metalu przed utlenieniem. Upraszczając, można przedstawić proces spawania aluminium prądem przemiennym w ten sposób, że w ciągu jednej sekundy (przy częstotliwości 50 Hz) występuje na przemian 50 razy proces spawania aluminium i 50 razy zjawisko rozpylania (usuwania) tlenków aluminium. Likwidację składowej stałej prądu spawania uzyskuje się poprzez wprowadzenie w szereg w obwód spawania baterii kondensatorów elektrolitycznych o dużej pojemności



Rys. 4. Schemat blokowy urządzenia opisanego w artykule

(rzędu 100000 μF), albo jak w tym opracowaniu, zespół dwóch tyrystorów dużej mocy połączonych w układzie odwrotnie – równoległym. Tyrystor Ty1 (rys. 1) przewodzi dodatni półokres sieci zasilającej i w czasie pracy jest w pełniysterowany, natomiast tyrystor Ty2 przewodzi ujemny półokres sieci zasilającej i jest załączany z opóźnieniem stosownie do wskazań miliamperomierza prądu stałego (z zerem po środku skali) włączonego w obwód spawania poprzez bocznik pomiarowy B. W czasie pracy załączony zostaje również opornik R, którego zadaniem jest zapewnienie przepływu prądu spawania w chwili, gdy nie jest jeszcze załączony tyrystor Ty2. Zaletą zastosowania stycznika tyrystorowego jest to, że spełnia on dodatkowo rolę łącznika prądu spawania. O ile stosowanie generatora wysokiego napięcia do inicjacji łuku spawalniczego w spawarkach TIG DC nie jest konieczne, o tyle w spawarkach TIG AC jest niezbędne. W ciągu 1-go okresu sieci zasilającej (T), łuk

elektryczny nie tylko, że gaśnie, ale zmienia swoją biegunowość. Jako, że przy spawaniu aluminium nie można zwierać elektrody do materiału spawanego (elektroda wolframowa ulega wówczas zanieczyszczeniu, tj. „oblepieniu” płynnym aluminium) należy zapewnić skuteczny, bezdotykowy sposób inicjacji i podtrzymania łuku spawalniczego. W tym przypadku nie wystarczy układ wysokiego napięcia generujący impulsy np. o częstotliwości 50 Hz. Generator wysokiego napięcia pracuje w sposób ciągły w czasie spawania i podczas licznych eksperymentów, stwierdziłem, że częstotliwość pracy tego generatora nie może być mniejsza niż 500 Hz. Najbardziej krytycznym momentem w zapewnieniu stabilności łuku spawalniczego jest chwila przejścia przez zero sieci zasilającej i zmiana biegunowości. Dziesięciokrotnie większa liczba impulsów wysokiego napięcia w stosunku do częstotliwości sieci zasilającej daje gwarancję stabilnego jarzenia łuku spawalniczego.



Na rozwiązanie przedstawione w artykule autor uzyskał patent Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej (numer 156053).

W artykule przedstawiam opis wykonania przystawki do spawania TIG AC, w której źródłem prądu spawania

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R: patrz opis

R1, R2, R5, R10, R11, R16, R17,

R25...R27, R39...R43: 4,3 k Ω

R3, R22, R34, R35: 20k Ω

R4: 200 k Ω

R6: 4 k Ω

R7: 25 k Ω

R8, R9, R23, R24: 1,5 k Ω

R12: 4,7 k Ω

R13: 300 Ω /0,5W

R14: 100 k Ω

R15: 2,7 k Ω

R18, R45...R47: 1 k Ω

R19: 800 Ω

R20, R49, R50: 1 k Ω /5 W

R28, R32, R33: 10 Ω

R29: 4,7 k Ω

R30: 680 Ω

R31: 120 Ω

R36: 100 Ω

R37: 0,2 Ω /5 W

R38: 200 Ω

R44: 2 k Ω

R48: 33 Ω /2 W

PR1, PR2: 1 k Ω

PR3: 4,7 k Ω /A

PR4: 1 M Ω /A

Kondensatory

C1: 22 μF /25 V

C2: 100 nF/100V

C3, C9...C11, C16, C27, C28:

100 nF

C4: 4,7 nF

C5: 220 μF /16V

C6: 22 nF

C7,C8: 47 μF /16V

C12: 1 nF

C13: 10 nF

C14: 0,49 μF /10V

C15: 1 μF /16V

C17: 470 μF /16V

C18: 470 μF /25V

C19: 1000 μF /35V

C20: 4700 μF /35V

C21: 10 μF /50V

C22: 2 do 10 μF /50V

C23: 100 nF/1kV, impulsowy, typ

MKP 27

C24: 10 μF /200V, olejowy

C25: 20 μF /200V, olejowy

C26: 0,5 μF /200V

Półprzewodniki

D1, D2, D7...D10, D15...D19:

1 A/100 V

D3, D6: dowolna, krzemowa

D4, D5: 1 A/400 V

D11...D14: BY399, 3 A/1 kV/500 ns

Pr1, Pr2: mostek, 1A/100 V

Pr3: mostek, 15 A/100 V

DZ1: 4,7 V

DZ2: 12 V/1,2 W

W1, W2: warystor, 130 V/1,3 W

LED1, LED2: dioda "pulsująca", dowolna

TO: transoptor, CNY 17-3

T1...T10, T12, T14, T15: BC107 lub podobne

T11, T13: BC211 lub podobne

T17, T17: IRF 640

US1: 7824

US2: 7812

US3, US4, US6: NE555

US5: SG3525N

Ty1, Ty2: T20-300-03 prod. Dacpol, Piaseczno, lub podobne.

Ty3: patrz opis

Transformatory

Tz: 380/24/80 VA

Trse: patrz opis

TrWN: patrz opis

TrP: patrz opis

Tr1, Tr2: patrz opis

Przekazniki

P1: R15, cewka 24 V=, prod. Relpol Żary

P2: cewka 24V=, styki 5 A

P3: patrz opis

P4: cewka 24=, styki 5 A

Inne

Ww: wyłącznik wodny – patrz opis

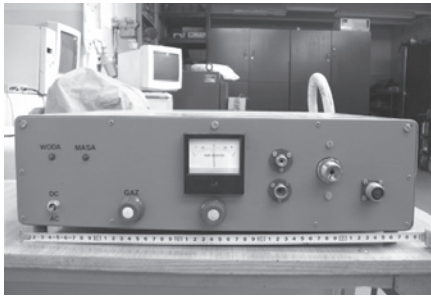
D1: dławik, patrz opis

B1, B2: bezpiecznik, 1 A

B: bocznik pomiarowy – patrz opis

Prp: przełącznik, styki 1 A

EZ: elektrozawór – patrz opis



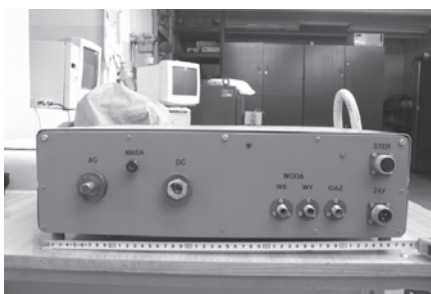
Fot. 5. Widok przedniej ścianki obudowy

jest transformator spawalniczy zasilany z sieci 380 V. Transformator ten posiada płynną regulację prądu spawania uzyskaną poprzez przemieszczanie w jego magnetowodzie tzw. bocznika magnetycznego. Przystawką tą można spawać również ze źródła zasilanego z napięcia 220 V, lecz mała wydajność prądowa takich spawarek, znacznie ogranicza użyteczność całego zestawu. Kilka dodatkowych złącz i podzespołów czyni przystawkę na tyle uniwersalną, że można nią również spawać metodą TIG DC.

Jest to najbardziej proste i równocześnie skuteczne rozwiązanie urządzenia do spawania aluminium i tym samym zachęcam Czytelników do dalszych prac konstrukcyjnych nad rozwojem tego opracowania, np. układu automatycznej likwidacji składowej stałej prądu spawania (SS). Jest pole do popisu.

Wszystkie prace przy instalacji elektrycznej spawarki, szczególnie od „strony” sieci zasilającej powinny być wykonane przez doświadczonych fachowców posiadających odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia. Do montażu należy użyć sprawdzonych podzespołów.

Schemat blokowy urządzenia (rys. 4) pokazuje cały zestaw do spawania metodą TIG AC/DC. Na schemacie pominięto instalację wodną i gazową, które będą opisane poniżej. Przystawka jest zasilana przez transformator Tz (380/24 V) z tych



Fot. 6. Rozmieszczenie elementów na tylnej ścianie obudowy

samych faz, co transformator spawalniczy TS. Jeden koniec uzwojenia wtórnego transformatora TS podłączony jest poprzez kabel spawalniczy z przystawką (wejście „AC”), a drugi do „masy”, czyli materiału spawanego, przewody te oznaczono pogrubioną linią. W przypadku spawania prądem stałym (DC), ujemny biegun wyjściowy prostownika spawalniczego podłączamy do wejścia „DC” przystawki, a drugi (plus) do „masy”. Podłączenie to zobrazowano pogrubioną, przerywaną linią.

Podłączenie spawarek do przystawki dokonujemy zamiennie (nie wolno podłączać dwóch źródeł jednocześnie), bowiem grozi to uszkodzeniem tyrystorów mocy w przystawce i diod prostowniczych w spawarce prądu stałego.

Aby spawać prądem stałym, w prostowniku spawalniczym należy zamocować gniazdo sterujące, które jest połączone przewodem 2-żyłowym z gniazdem „STER” umieszczonym na tylnej ścianie przystawki. W tym przypadku, wewnątrz spawarki DC instalujemy stycznik dużej mocy (o ile go nie ma oryginalnie) załączający urządzenie od strony sieci zasilającej oraz przełącznik R15 z cewką 24 V/50 Hz. Zestaw stycznik mocy i przełącznik R15 służy do załączenia i wyłączenia procesu spawania. Zastosowanie spawarki 3-fazowej do spawania metodą TIG DC ma tą zaletę, iż łuk spawalniczy jest bardziej stabilny i elastyczny w porównaniu z łukiem z prostownika jednofazowego.

Zacisk laboratoryjny „MASA” umieszczony na tylnej ścianie przystawki, łączymy przewodem Cu (linka) o przekroju min. 2 mm² z materiałem spawanym przy pomocy np. zacisku sprężynowego. Połączenie to umożliwi odblokowanie generatora wysokiego napięcia i w tym przypadku jest wspólne dla opcji spawania AC jak i DC.

Miliamperomierz analogowy z „zerem” po środku skali służy do odczytu poziomu składowej stałej prądu spawania (SS), a sprowadzanie jego wskazań do zera odbywa się potencjometrem „SS” umieszczonym tuż pod miernikiem. Po każdej zmianie nastawy prądu spawania i po zajarzeniu łuku spawalniczego należy korygować potencjometrem „SS” wskazania miliamperomierza. Potencjometr „GAZ” służy do regulacji czasu opóźnienia wypływu gazu ochronnego po

skończonym spawaniu. Diody pulsujące „WODA” i „MASA”, ich świecenie informuje kolejno o braku lub niskim ciśnieniu cieczy chłodzącej oraz o braku galwanicznego połączenia pomiędzy zaciskiem „MASA”, a materiałem spawanym. W przypadku spawania prądem stałym, dioda świecąca „MASA” gaśnie, gdy na zaciskach spawarki pojawi się napięcie. Przełącznik rodzaju pracy „AC/DC” ustala rodzaj spawania TIG (AC lub DC).

Na początek należy zgromadzić wszystkie elementy, jak: obudowa, złącza wodne i gazowe oraz wysokoprądowe, elektrozawór gazu, palnik TIG, podzespoły elektroniczne itd. Doskonałą obudową dla przystawki, okazała się być metalowa obudowa od komputerów starszych typów z podnoszonym na zawiasach górnym wiekiem o wymiarach całości: 480x410x145 mm (dł. x szer. x wys.), wewnątrz której mieszczą się wszystkie podzespoły.

Część mechaniczna

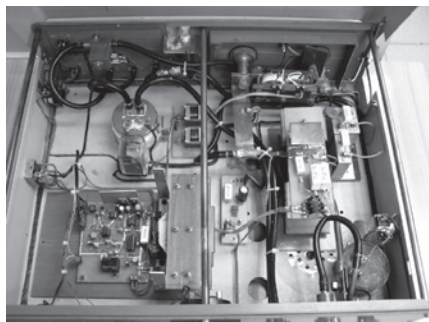
Obudowę od komputera, po usunięciu z wnętrza wszystkich podzespołów, należy wzmocnić w górnej części trzema prętami stalowymi o średnicy 8 mm, które mocowane są śrubami M5 do pionowych ścianek. Zarówno do ścianki przedniej jak i tylnej obudowy na całej powierzchni przymocowana jest nitami płyta tekstolitowa o grubości 3 do 4 mm. Na ściankach tych będą montowane poszczególne złącza, potencjometry, przełączniki, wskaźniki, itd. Rozmieszczenie elementów na przedniej i tylnej ścianie przystawki przedstawiono na fot. 5 i 6.

Montaż elementów zaczynamy od największych gabarytowo, tj. złącz wysokoprądowych do zasilania przystawki zarówno prądem przemiennym jak i stałym, które są umieszczone w tylnej części obudowy. Dalej, na tej ścianie zamocowane są złącza dla wejścia jak i wyjścia cieczy chłodzącej oraz złącze dla wejścia gazu. Tam też jest zamocowane gniazdo elektryczne sterujące funkcją włącz-wyłącz prąd spawania w przypadku spawania metodą TIG DC. Jest również gniazdo zasilania przystawki z transformatora Tz (380/24V/80VA), który jest w oddzielnej obudowie, bowiem przyjęto zasadę, aby do przystawki nie doprowadzać bezpośrednio napięcia sieciowego. Należy baczną uwagę zwrócić na solidne zamoco-

wanie wszystkich złącz, szczególnie złącza wyjściowego TIG oraz złącza sterującego pracą przystawki mikro-wyłącznikiem, który znajduje się w rękojeści palnika. Złącza te mocujemy w odległości nie mniejszej, niż 25 mm od jakiegokolwiek metalowej części obudowy, bowiem występuje na nich wysokie napięcie. Rozmieszczenie wszystkich podzespołów wewnątrz przystawki pokazano na **foto. 7**.

Radiator wodny

Zastosowany w przystawce palnik TIG wymaga wymuszonego chłodzenia cieczą. Jest więc okazja, aby w obwód chłodzenia włączyć również tyrystory mocy. Płynący w obwodzie przystawki prąd spawania rzędu nawet kilkuset amperów w krótkim czasie zniszczy tyrystory mocy, jeśli nie będą one chłodzone. Powstaje zatem konieczność zbudowania radiatorów chłodzonych cieczą. Konstrukcja mechaniczna radiatora zależy od kształtu obudowy posiadanych tyrystorów. Najłatwiej zbudować radiator dla tyrystorów, które mają kształt pastyl-



Fot. 7. Widok wnętrza przystawki TIG AC

ki, tak jak użyte w przedstawionym opracowaniu.

Konstrukcja radiatora składa się z dwóch płyt tekstolitowych o grubości min. 10 mm, do których od strony wewnętrznej zamocowane są dwa płaskowniki miedziane o grubości 2 mm i szerokości 40 mm. Do płaskowników na całej długości należy przylutować najlepiej na „twardo” rurki miedziane o średnicy wew. min. 3 mm, przez które przepływać będzie ciecz chłodząca. Całość radiatora jest skręcona pięcioma śrubami M6. Należy pamiętać, że tyrystory

„pastylkowe” powinny być mocowane do radiatora kluczem dynamometrycznym i każdy producent takich tyrystorów w katalogu podaje, z jaką siłą mają być przymocowane. Tyrystory mocy o innym kształcie obudowy, np. z anodą w postaci śruby, a katodą w postaci przewodu, montujemy podobne, lecz cały zestaw będzie gabarytowo większy. Ważne jest, aby zapewnić jak największy powierzchniowo kontakt elektrod tyrystora z płaskownikiem miedzianym, który przewodzi prąd spawania jak i odprowadza ciepło wydzielane przez tyrystory mocy.

Stanisław Krasicki
skrasicki@wp.pl

Szczególne podziękowanie składam Panom: dr. inż. Andrzejowi Bobrowiczowi z Politechniki Szczecińskiej za rzeczowe uwagi dotyczące zagadnień spawalniczych oraz Prezesowi Bogusławowi Deręgowskiemu z Firmy SUT Spawalnictwo i Urządzenia Techniczne dla Ochrony Środowiska w Szczecinie, za nieodpłatne udostępnienie argonu.

Przystawka do spawania aluminium metodą TIG, część 2

W poprzednim artykule (EP12/03) opisałem budowę spawarki TIG DC, którą można spawać wiele metali z wyjątkiem aluminium. Urządzenie do spawania aluminium metodą TIG AC (prąd przemienny) jest bardziej złożone w budowie niż urządzenie TIG DC (prąd stały) i proces spawania aluminium jest na tyle specyficzny, że metal ten w trakcie spawania nie zmienia swojej barwy, a także wymagane jest usuwanie z powierzchni spawanej tlenków aluminium.

Rekomendacje: przedstawiamy opis budowy przystawki TIG AC/DC, aby chętni posiadający nawet skromne możliwości finansowe jak i techniczne, mogli wejść w posiadanie takiego urządzenia.



Instalacja wodna

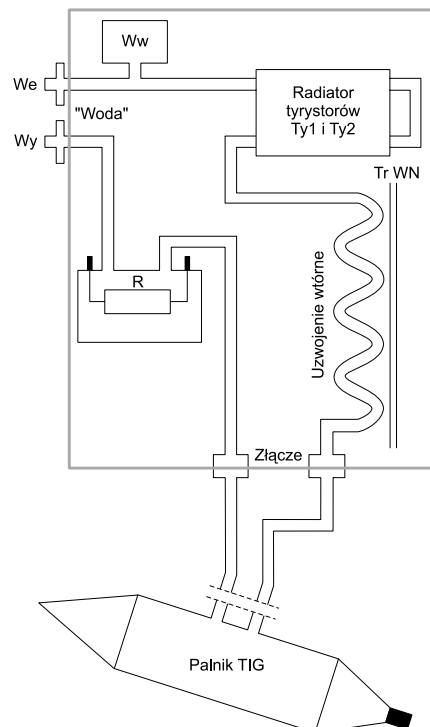
Schemat instalacji chłodzącej przedstawiono na rys. 8. Do złącza wejściowego „WODA” doprowadzamy ciecz chłodzącą, która przepływa w obwodzie: radiator wodny tyrystorów mocy, uzwojenie wtórne transformatora wysokiego napięcia (TrWN), palnik TIG, a następnie poprzez naczynie plastikowe zawierające wewnątrz opornik R, trafia do złącza wyjściowego.

Każdy palnik TIG przystosowany do schładzania wymuszonego (woda, inne ciecze). Nie należy używać bez chłodzenia, gdyż w krótkim czasie ulegnie on zniszczeniu.

Aby uniemożliwić używanie spawarki TIG bez obiegu cieczy lub jej zbyt niskiego ciśnienia w obwodzie chłodzenia, zastosowano wyłącznik wodny Ww. Jako wyłącznik wodny wykorzystano tu... regulator temperatury z lodówek starszych typów (fot. 9). Większość takich regulatorów temperatury po obciążeniu czujnika (rurki) temperatury i wypuszczeniu gazu, normalnie ma styki elektryczne rozwarpte. Po wywarceniu ciśnienia, tym razem cieczy chłodzącej palnik TIG, naczynie mieszkowe wewnątrz Ww rozszerza się i oddziałuje na styk elektryczny. Próg zadziałania „hydrostatu” ustala się pokrętelem, które wcześniej służyło do regulacji temperatury wewnątrz lodówki. Wprawdzie, wyłącznik wodny wykrywa tylko ciśnienie cieczy chłodzącej, natomiast nie reaguje na jej przepływ, lecz stanowi prosty i tani sposób ochrony palnika i tyrystorów mocy przed zniszc-

zeniem. Wyłącznik wodny Ww jest zamontowany wewnątrz przystawki i połączony jest zbrojonymi węzłami igelitowymi z trójnikiem wykonanym z rurki miedzianej tuż za złączem wejściowym obwodu chłodzenia.

Opornik R (4 do 6 Ω /50 W), na którym wydziela się sporo ciepła jest zamontowany w plastikowym pojemniku z dokręcanym wiekiem. Opornik R wykonany jest przez nawinięcie na cylindrycznym karkasie (ceramicznym albo tekstolitowym) odpowiedniej liczby zwojów drutu oporowego. Wykorzysta-

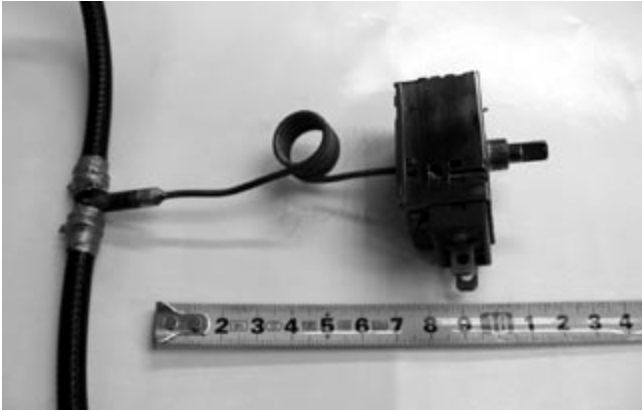


Rys. 8. Schemat instalacji wodnej

PODSTAWOWE PARAMETRY

- max. prąd spawania AC - 400 A
- max. prąd spawania DC - 400 A
- napięcie biegu jałowego transformatora spawalniczego - 70 V
- napięcie biegu jałowego prostownika spawalniczego - 70 V
- gaz ochronny - argon, czystość 99,999%, handlowy symbol czystości: „5,0” przy spawaniu aluminium, a 99,996% przy spawaniu prądem stałym: „4,6”
- ciśnienie cieczy chłodzącej - 0,2 MPa
- opóźnienie wypływu gazu - 6 do 15 sek.
- eliminacja składowej stałej prądu spawania - ręcznie (potencjometrem).

Wartość maksymalna prądu spawania zależy od prądu przewodzenia tyrystorów mocy, przekrojów instalacji „wysokoprądowej” w przystawce oraz od zastosowanego palnika TIG.



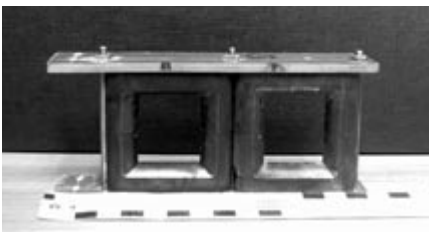
Fot. 9. Wygląd czujnika ciśnienia

tu można np. solidne plastikowe opakowanie od pasty BHP do mycia rąk. Na wieku zamocowane są króćce wejściowe i wyjściowe cieczy chłodzącej oraz zaciski opornika R, a wszystkie złącza uszczelniamy silikonem. Dla pewności, uszczelnione silikonem i zakręcone wieko, na obwodzie mocujemy dodatkowo opaską zaciskową (metalową).

Intensywność chłodzenia palnika zależy od wartości prądu i czasu spawania i podaną w „Danych technicznych” wartość ciśnienia cieczy chłodzącej; 0,2 MPa, należy traktować orientacyjnie.

W opisie obwodu chłodzącego używam określeń: woda czy też ciecz chłodząca. Używając do chłodzenia przystawki TIG wody spożywczej w obiegu otwartym, pojawiają się dwa aspekty przemawiające za zaniechaniem tego sposobu. Pierwszy, to finansowy, którego nie trzeba komentować, a drugi, to społeczny, może bardziej ważny, bowiem trudno pogodzić się z faktem, aby spore ilości wody spożywczej po przepłynięciu przez obwody spawarki, były odprowadzane do ścieku.

Dlatego proponuję wykonać układ chłodzenia w obiegu zamkniętym. Skład obwodu chłodzenia: rezerwuar cieczy (zbiornik o pojemności kilkudziesięciu litrów), pompa, wymiennik ciepła. Warto wybrać



Fot. 10. Wygląd rdzenia transformatora TrWN

łanie mrozu, może doprowadzić do uszkodzenia palnika i transformatora WN (jeśli jest chłodzony cieczą). To jest ważny aspekt, przemawiający za zastosowaniem chłodzenia zamkniętego, bowiem w okresie występowania ujemnych temperatur, do chłodzenia używa się tych samych płynów, co w silnikach samochodowych.

Instalacja gazowa

Gaz ochronny doprowadzamy do złącza „GAZ” umieszczonego na tylnej ścianie przystawki. Elektrozwór gazu (EZ) zamocowany jest wewnątrz przystawki, sterowany jest z płytki elektroniki poprzez przełącznik P4 i wraz z potencjometrem opóźnienia wypływu gazu PR4 (OWG) oraz złączami wejściowym i wyjściowym oraz węzłami igelitowymi (zbrojonymi) stanowi instalację gazową. Elektrozwór EZ zostaje załączony w chwili naciśnięcia przycisku w palniku TIG, a jego wyłączenie następuje z opóźnieniem po skończonym spawaniu (zwykle w przedziale 6 do 15 s). Czas opóźnienia reguluje się płynnie potencjometrem „GAZ”, zamocowanym na płycie czołowej przystawki. Zwłoka czasowa w wyłączeniu elektrozworu gazu wynika z konieczności chronienia gorącej jeszcze elektrody wolframowej i niezastygłego obszaru spawania przed wpływem powietrza.

W tym projekcie zastosowałem elektrozwór gazu powszechnie stosowany w urzą-

się do pobliskiego składu złomu, tam łatwo znaleźć wymiennik ciepła, często ze sprawnym wentylatorem, a pochodzącym np. z dużych lodówek. O pompę będzie trudniej, lecz nie jest to niemożliwe.

W okresie zimy pozostawienie urządzenia TIG z wodą wewnątrz układu chłodzenia na dzia-

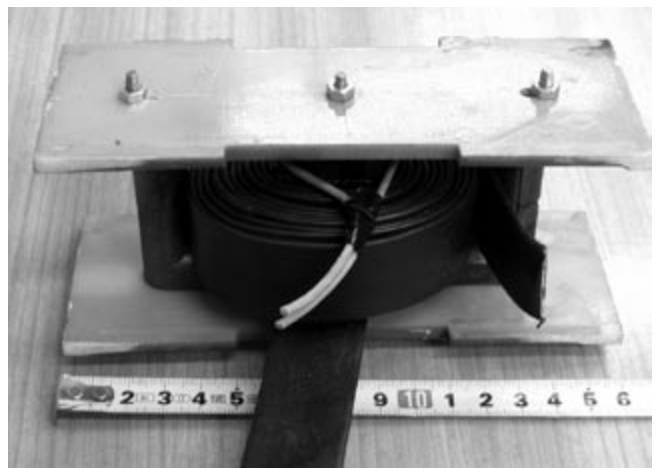
zeniach spawalniczych (można go nabyć niemal we wszystkich hurtowniach artykułów spawalniczych). Ma cewkę o zasilaniu 24 V/50 Hz i jedną wadę: kosztuje ok. 100 zł. O połowę tańsze są elektrozwory stosowane w samochodowych instalacjach gazowych, a ich cewka jest zasilana napięciem stałym 12 V. Są też zwory „darmowe”, bowiem wystarczy odwiedzić najbliższy skład złomu i za zgodą personelu zdemontować sprawny elektrozwór wody od pralki automatycznej, albo zmywarki naczyń. Zwory te są zasilane napięciem sieciowym (230 V/50 Hz) i po prostej adaptacji oraz przewożeniu cewki, doskonale spełniają swoją rolę.

Transformator wysokiego napięcia

Uzwojenie wtórne TrWN włączone jest w szereg z obwodem spawania. Do wykonania transformatora WN użyto rdzeni ferrytowych z uszkodzonych transformatorów wysokiego napięcia od odbiorników TV albo monitorów komputerowych starszych typów. Woryginalie, transformator WN składa się z dwóch kształtek typu „C”, zatem trzeba użyć czterech jednakowych kształtek „C”, aby w efekcie powstały dwie kształtki typu „E” o sumarycznej powierzchni kolumny środkowej ok. 3 cm² (fot. 10).

Całość usztywniono przy pomocy dwóch płytek tekstolitowych o gr. 5 mm, oraz trzech prętów stalowych z obu końców nagwintowanych (M4).

Uzwojenie wtórne TrWN (min. 10 zwojów) wykonane jest stosownie do obciążenia prądowego. Po nawinięciu, należy przylutować koń-



Fot. 11. Wygląd transformatora TrWN z uzwojeniem

cówki prądowe. Uzwojenie pierwotne TrWN stanowi 1 zwój przewodu Cu (linka w izolacji) o przekroju ok. 2 mm².

Konstrukcja transformatora TrWN, co do przekroju kolumny środkowej rdzenia ferrytowego oraz „obsługującej” go elektroniki jest taka sama, niezależnie od wielkości przepływającego prądu spawania. Różnica polega na zastosowaniu różnych przekrojów uzwojenia wtórnego w zależności od prądu spawania. Obciążenie tego uzwojenia nie może przekraczać 10 A/mm².

Na **fol. 11** jest widoczny transformator TrWN uzwojony taśmą miedzianą o wymiarach 28x1,5 mm, co daje przekrój 42 mm², a zatem uzwojenie to można maksymalnie obciążyć prądem 420 A. Najlepszym rozwiązaniem, a zarazem trudnym w wykonaniu jest uzwojenie wykonane z rurki miedzianej o średnicy zewnętrznej 6 mm, a wewnętrznej 3 mm. Wewnątrz uzwojenia płynie ciecz chłodząca, co daje zabezpieczenie przed jego przegrzaniem.

Przygotowanie taśmy, bądź rurki miedzianej do uzwajania nie stanowi większego problemu. Dobrze jest przed powleczeniem izolacji z koszulek termokurczliwych poddać uzwojenie czynności tzw. „wyżarzania”. Polega to na nagraniu palnikiem zwiniętego w „kłębek” uzwojenia do temperatury ok. 550°C (miedź lekko zabarwia się na kolor ciemnowiśniowy) i natychmiastowym schłodzeniu w zimnej wodzie. Wówczas miedź jest bardzo miękka, co znacznie ułatwia uzwajanie. Po tej operacji, taśmę albo rurkę trzeba starannie wyprostować oraz usunąć ostre krawędzie i nałożyć izolację z koszulek termokurczliwych. W handlu dostępne są odcinki tej izolacji o długości 1 m, zatem należy pamiętać, aby koniec poprzedniego odcinka izolacji z początkiem następnego odcinka był łączony na zakładkę (15 do 20 mm), a nie na styk. Dla pewności izolacji, można nałożyć dwie warstwy koszulek termokurczliwych, lecz tym samym zmieści się w „oknie” transformatora mniej zwojów. Transformator TrWN uzwajamy aż do „wypełnienia” (dot. uzwojenia wtórnego).

Końcówki prądowe w przypadku uzwojenia z taśmy, przygotowujemy poprzez nawiercenie odpowiedniego otworu, natomiast w przypadku uzwojenia wykonanego z rurki, na

obu końcach uzwojenia należy zalutować na miękko dwa paski miedzi. Nie stosujemy w TrWN żadnego karkasu.

Aby wykonać uzwojenie wtórne TrWN, należy zbudować szablon kolumny środkowej rdzenia ferrytowego, najlepiej z zespalanych ze sobą prętów stalowych. Oczywiście, szablon ten będzie nieco większy np. o 1 mm. Przed rozpoczęciem uzwajania, szablon powlekamy taśmą teflonową (2 do 3 zwoje) o odpowiedniej szerokości. Użycie taśmy teflonowej znacznie ułatwia zdjęcie gotowego uzwojenia z szablonu. Cenną pomocą okazał się klej Super Glue, który „pozbawia” sprężystości taśmy bądź rurki w trakcie uzwajania.

O ile przy uzwajaniu taśmą nie ma większego problemu z zachowaniem wysokości uzwojenia (należy zadbać, aby szerokość uzwojenia zmieściła się w „oknie” rdzenia), o tyle przy uzwajaniu rurką miedzianą należy na bieżąco kontrolować zarówno wysokość jak i szerokość uzwojenia. Jakikolwiek korekty mechaniczne uzwojenia w trakcie umieszczania go w rdzeniu ferrytowym kończą się marnie, bowiem rdzeń pęka i staje się bezużyteczny. Trzeba starannie przemyśleć „tastykę” uzwajania, gdyż chodzi o wykonanie jak największej liczby zwojów przy ograniczonej powierzchni „okna” transformatora.

Po pomyślnym zamocowaniu uzwojenia na rdzeniu, zabezpieczamy je przed mechanicznym przemieszczaniem np. silikonem. Na jednej z płytek tekstolitowych spinających rdzeń, zamocowana będzie płytka drukowana zawierająca elementy bloku WN.

Montaż mechaniczny transformatora TrWN wraz z blokiem WN wewnątrz przystawki należy przeprowadzić, tak, aby rdzeń ferrytowy nie miał kontaktu z jakąkolwiek metalową częścią obudowy. Na górnej płycie tekstolitowej „spinającej” rdzeń transformatora TrWN będzie zamocowana płytka P13.

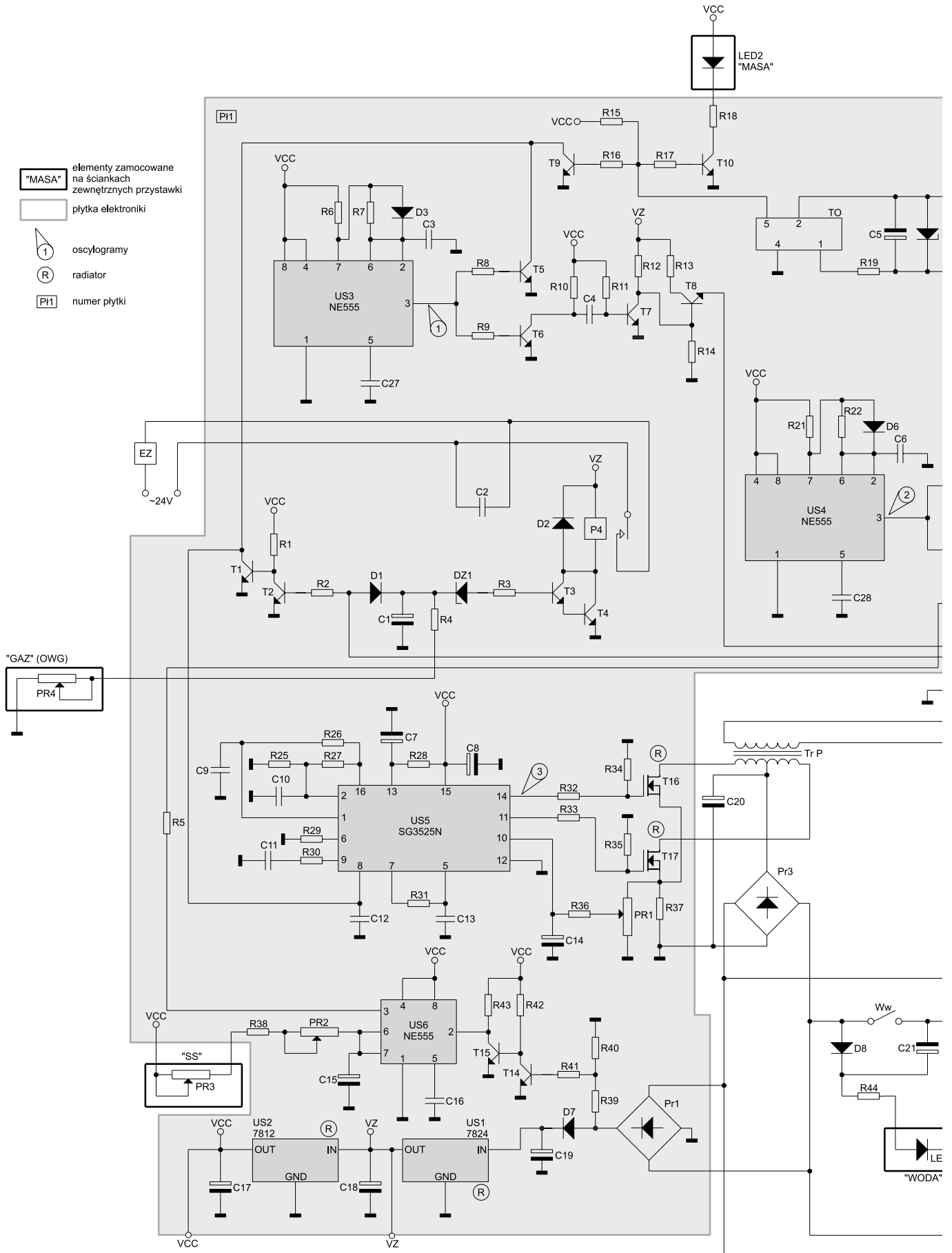
Transformator przetwornicy

Transformator przetwornicy TrP służy do dostarczenia do bloku WN odpowiedniego napięcia o wystarczającej mocy. Przyjęto, iż napięcie na uzwojeniu wtórnym TrP wynosi 600 V, a napięcie na uzwojeniu pierwotnym wynosi 30 V. Nie wdając się w szczegóły parametrów

rdzeni ferrytowych, znajomość których jest podstawą przy projektowaniu przetwornic o podwyższonej częstotliwości, założono, że przekrój kolumny środkowej rdzenia, nie powinien być mniejszy niż 7 cm² przy częstotliwości pracy rzędu 10 do 20 kHz. Przy tak dobranym rdzeniu, stosunek liczby zwojów do napięcia wynosi 0,2. Zatem, uzwojenie wtórne, nawijane jako pierwsze, posiada 120 zwojów (DNE 0,5 do 0,7 mm), a ilość zwojów w uzwojeniu pierwotnym wynosi 2x6 (DNE 1,5 do 2 mm). Na schemacie ideowym, kropką zaznaczono początek uzwojenia. Jako rdzeń ferrytowy można wykorzystać dwie monolityczne kształtki typu E o odpowiednim przekroju kolumny środkowej, albo „baterię” rdzeni pochodzących z uszkodzonych transformatorów WN od odbiorników telewizyjnych, podobnie, jak przy transformatorze TrWN. W tym przypadku należy zastosować aż osiem jednakowych kształtek typu C. Uzawanie transformatora TrP w przypadku braku karkasu, dokonujemy podobnie, jak w transformatorze TrWN. Należy zbudować szablon odpowiednio sztywny, powlekamy go taśmą teflonową, na której nawijamy np. dwie warstwy odpowiednio przyciętego paska brystolu. Uzawanie zaczynamy od uzwojenia wtórnego, przy czym należy zwrócić uwagę na staranne umieszczenie taśmy izolacyjnej z brystolu pomiędzy warstwami zwoi. Oczywiście, pod ręką należy mieć niezastąpiony klej Super Glue. Potem, wykonujemy uzwojenie pierwotne (2x6 zwojów), które usztywniamy klejem oraz silną dratwą. Tak wykonane uzwojenie po zdjęciu z szablonu, obficie impregnujemy np. kalafonią rozpuszczoną wcześniej w rozpuszczalniku „Biol”. Po wyschnięciu impregnatu, uzwojenia umieszczamy w rdzeniu ferrytowym i usztywniamy całość podobnie, jak w transformatorze TrWN.

Blok wysokiego napięcia

Schemat elektryczny przystawki pokazano na **rys. 12**. Blok wysokiego napięcia zawiera diody „szybkie” D11 i D14 (3 A/1000 V, 500 ns) oraz kondensator impulsowy C23 (typ MKP 27, 100 nF/1 kV) i jest zasilany z uzwojenia wtórnego transformatora przetwornicy TrP. Można zastosować kondensatory z izolacją olejową, albo mikową o napięciu



Rys. 12. Schemat elektryczny przystawki

Przystawka do spawania aluminium metodą TIG, część 3 AVT-970

Przedstawiamy ostatnią część artykułu o przystawce TIG – jest to dokończenie artykułów opublikowanych w EP10 i 11/2006. Dwie pierwsze części artykułu publikujemy na CD-EP1/2007B.

Rekomendacje:

przedstawiamy opis budowy przystawki TIG AC/DC, aby chętni posiadający także skromne możliwości finansowe jak i techniczne, mogli wejść w posiadanie takiego urządzenia.



Układ sterowania włącz – wyłącz proces spawania

Transformator Tse wraz z mostkiem prostowniczym Pr2, kondensatorem C22 oraz przełącznikiem małej mocy P3 trzeba dobrać eksperymentalnie. Transformator Tse jest małej mocy (rzędu 5 VA i przekładni np. 230/24 V) i ważne jest, aby uzwojenie pierwotne i wtórne było umieszczone na karkasie obok siebie. Do załączenia przełącznika P3 (styki 1 A, cewka 24 V na prąd stały), który jest umieszczony w obwodzie uzwojenia pierwotnego transformatora Tse, wykorzystano zjawisko znacznego wzrostu prądu w uzwojeniu pierwotnym w wypadku zwarcia uzwojenia wtórnego. Kondensator elektrolityczny C22 (2,2 do 10 μ F/50 V) ułatwia załączenie przełącznika P3. Natomiast uzwojenie wtórne Tse jest podłączone do złącza Gs. Po przeprowadzeniu prób z zespołem Tse, przełącznikiem i kondensatorem C22, transformator Tse umieszczamy w stosownym naczyniu z plastyku i zalewamy żywicą epoksydową (fot. 13). W szereg z uzwojeniem pierwotnym Tse włączony jest wyłącznik wodny Ww, który uniemożliwia pracę przystawki w przypadku braku lub zbyt ni-

skiego ciśnienia cieczy w obwodzie chłodzenia palnika.

Równoległe do styków wyłącznika wodnego Ww, włączony jest zestaw sygnalizacji braku cieczy lub jej zbyt niskiego ciśnienia w obwodzie chłodzenia palnika, który składa się z diody LED1 (pulsującej), R44 (2 k Ω), diody D8 oraz kondensatora C21 (10 μ F/50 V).

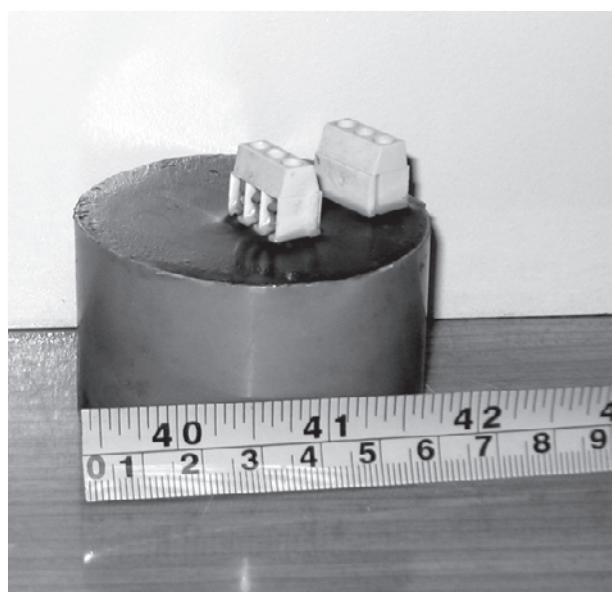
Zestaw pomiarowy

W obwodzie spawania prądem przemiennym (AC) włączony jest boczny pomiarowy B, który wraz z miliamperomierzem analogowym prądu stałego (z zerem po środku skali) służy do odczytu wartości składowej stałej prądu spawania (SS). Oryginalny boczny jest

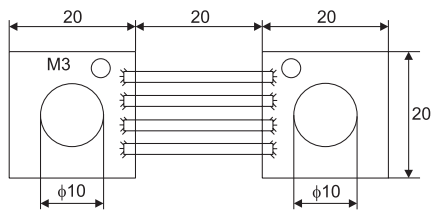
PODSTAWOWE PARAMETRY

- max. prąd spawania AC – 400 A
- max. prąd spawania DC – 400 A
- napięcie biegu jałowego transformatora spawalniczego – 70 V
- napięcie biegu jałowego prostownika spawalniczego – 70 V
- gaz ochronny – argon, czystość 99,999%, handlowy symbol czystości: „5,0” przy spawaniu aluminium, a 99,996% przy spawaniu prądem stałym: „4,6”
- ciśnienie cieczy chłodzącej – 0,2 MPa
- opóźnienie wypływu gazu – 6 do 15 sek.
- eliminacja składowej stałej prądu spawania – ręcznie (potencjometrem).

Wartość maksymalna prądu spawania zależy od prądu przewodzenia tyrystorów mocy, przekrojów instalacji „wysokoprądowej” w przystawce oraz od zastosowanego palnika TIG.



Fot. 13. Wygląd transformatora Tse

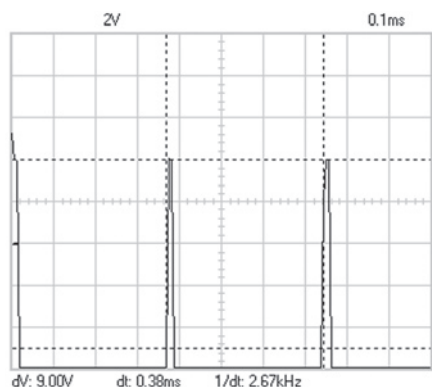


Rys. 14. Proponowany sposób wykonania bocznika pomiarowego

dość drogi – kosztuje ponad 100 zł – warto więc pokusić się do jego wykonania we własnym zakresie. Dwie płytki miedziane o grubości min. 2 mm (rys. 14) są połączone ze sobą metodą lutowania twardego z czterema prętami drutu oporowego o średnicy 3 mm. W płytkach miedzianych nawiercono otwory, nawintowane pod śrubę M3, w których będą zamocowane przewody probiercze. Samodzielnie wykonany bocznik pomiarowy nie wymaga skalowania, gdyż służy on wyłącznie do odczytu wartości SS. Można również zainstalować dodatkowy zestaw pomiarowy (bocznik i miernik analogowy albo cyfrowy) w obwodzie spawania prądem stałym (DC). W tym przypadku zachodzi konieczność skalowania samodzielnie wykonanego bocznika pomiarowego.

Transformatory do sterowania tyrystorów mocy

Transformator Tr1 i Tr2 wykonany jest z kształtek typu EI o powierzchni kolumny środkowej równej 1 cm². Doskonale nadają się do wykorzystania transformatory montowane w tarczowych aparatach telefonicznych (produkowanych przed laty przez RWT Radom), których karkasy są przystosowane do montażu na płytce drukowanej. Można zastosować rdzenie ferrytowe (kubkowe) np. z ferrytu F 1001, liczba Al 3900 (średnica rdzenia $\phi=26$ mm, a wysokość 16 mm).



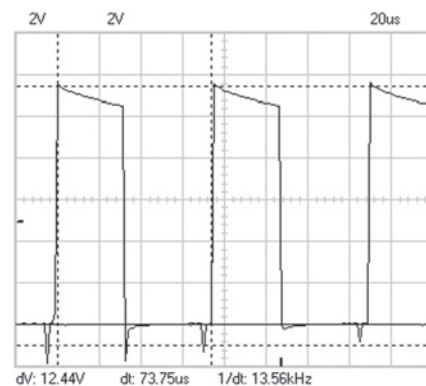
Rys. 15. Oscylogram przebiegów „odtykających” diody D17 i D18

Uzwojenie pierwotne należy wykonać drutem DNE 0,2 – 100 zwojów, natomiast uzwojenie wtórne posiada 70 zwojów drutem DNE 0,2. Należy zadbać o staranne odizolowanie od siebie poszczególnych uzwojeń. Diody D17 i D18 są spolaryzowane zaporowo w stosunku do dodatniej biegunowości impulsu wyjściowego transformatorów Tr1 i Tr2. Przed montażem tych diod, niezbędne staje się użycie oscyloskopu w celu określenia polaryzacji impulsu, którego kształt jest zbliżony do oscylogramu pokazanego na rys. 15.

Płytki elektroniki

Płytki elektroniki (P11 – jej schemat opublikowaliśmy w EP10/2006), zawiera wszystkie niezbędne elementy elektroniczne umożliwiające funkcjonowanie przystawki. Napięcie (24 V/50 Hz) po wyprostowaniu (mostek Pr1) poprzez diodę D7 zasila dwa monolityczne stabilizatory napięcia (US1 i US2) zaopatrzone we wspólny radiator. Z anody diody D7 sygnał jest pobierany poprzez dzielniki R39 i R40 oraz tranzystory T14 i T15 (które pracują jako detektor „zera” sieci zasilającej) do sterowania wejścia (pin 2) obwodu czasowego US6. Na wyjściu tego obwodu (pin 3) pojawia się sygnał o częstotliwości 100 Hz, którego czas trwania regulowany jest wstępnie potencjometrem montażowym PR2, a podczas pracy całej przystawki, potencjometrem PR3 (składowa stała prądu spawania). Zestaw regulacyjny (PR2) należy tak ustalić, aby przy maksymalnej oporności potencjometru PR3, czas trwania sygnału na wyjściu US6 (pin 3) nie przekraczał 6 ms. Czas ten jest płynnie regulowany potencjometrem PR3, a sygnał wyjściowy z US6 poprzez tranzystor T12 opóźnia załączenie tyrystora mocy Ty2.

Przetwornica napięcia 30/600 V zbudowana w oparciu o powszechnie znany układ scalony SG3525A, doczekała się już tylu opracowań, że wspomnę tylko o kilku ważnych szczegółach. Jest to obwód scalony, generujący impulsy wyjściowe (pin 11 i 14) zasilające bramki tranzystorów mocy (T16 i T17), których „źródła” połączone są ze sobą i przez opornik R37 dołączone do masy. Tranzystory T16 i T17 zaopatrzone są w radiatory np. z blachy aluminiowej gr. 2 mm, o powierzchni nie mniejszej, niż 10 cm². Potencjometrem montażowym PR1 ustala



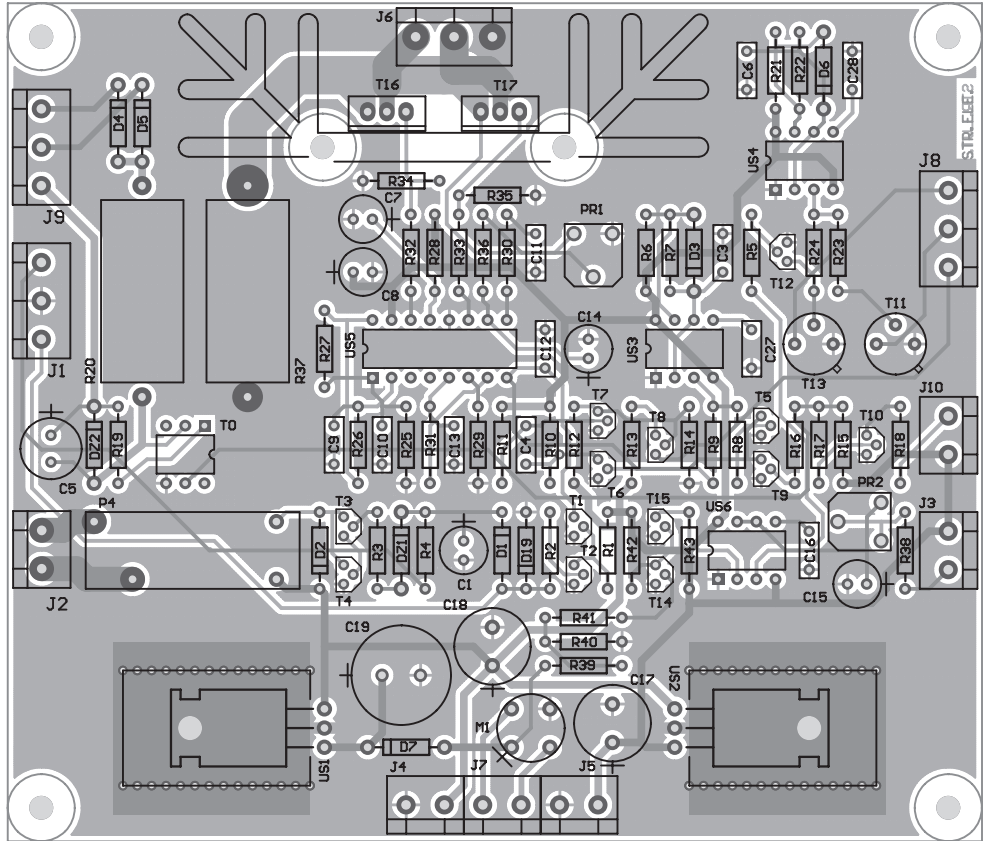
Rys. 16. Oscylogram przebiegu na wyjściu sterownika przetwornicy (pin 14 układu 3525A)

się maksymalny prąd przewodzenia tranzystorów mocy, po przekroczeniu którego, praca przetwornicy zostaje zablokowana. Ważna jest wartość opornika R31, który ustala tzw. czas martwy, natomiast opornik R29 i kondensator C13 decydują o częstotliwości pracy przetwornicy. Kondensator elektrolityczny C20 musi być zamontowany jak najbliższej środkowego odczepu uzwojenia pierwotnego transformatora TrP. Na rys. 16 pokazano oscylogram impulsu na wyjściu (pin 14) przetwornicy. Taki sam obraz jest na wyjściu (pin 11), lecz przesunięty o 180°.

Częstotliwość pracy przetwornicy wynosi 13,56 kHz. Sprawdzenie przetwornicy napięcia przed montażem w przystawce jest konieczne, bowiem jakiegokolwiek nieprawidłowości kończą się zniszczeniem tranzystorów T16 i T17. W tym celu, do odczepu środkowego uzwojenia pierwotnego transformatora TrP włączamy żarówkę 24 V/50 W, a uzwojenie wtórne tego transformatora obciążamy dwiema żarówkami 230 V/60 W połączonymi szeregowo. Wówczas, oscyloskopem sprawdzamy, czy wszystkie przebiegi są prawidłowe. Sprawdzamy również tzw. czas martwy. Tu bardzo jest użyteczny oscyloskop 2-strumieniowy, bowiem nanosimy na siebie na ekranie dwa przebiegi (pin 11 i 14) US5 i wówczas łatwo stwierdzić istnienie czasu martwego i jego parametry. Czas martwy przetwornicy ustalamy wartością opornika R31. Po stwierdzeniu, że układ działa prawidłowo, usuwamy żarówkę z obwodu uzwojenia pierwotnego transformatora TrP i powyższe czynności powtarzamy. Jest tu okazja do ustalenia położenia potencjometru montażowego PR1, który ustala maksymalny prąd w obwodzie tranzystorów mocy przetwornicy.

Przerwanie pracy przetwornicy następuje z trzech powodów: nie jest załączony przekaźnik P3, następnie brak galwanicznego połączenia pomiędzy zaciskiem laboratoryjnym „MASA”, a materiałem spawanym oraz w trakcie występowania na wyjściu (pin 3) układu scalonego US3 stanu wysokiego. Układ scalony US3 pracuje jako przerzutnik astabilny, sygnał z jego wyjścia (pin 3) zobrazowany na rys. 15, który załącza tyrystor Ty3 i w tym samym czasie blokuje pracę przetwornicy (US6). Zablokowanie pracy przetwornicy jest konieczne, bowiem w czasie występowania stanu wysokiego na wyjściu US3, tyrystor Ty3 zostaje załączony, rozładowuje kondensator C23 w Bloku Wysokiego Napięcia, po rozładowaniu którego musi jeszcze osiągnąć zdolność zaworową. W przedstawionym rozwiązaniu, częstotliwość przerzutnika (US3) wynosi 542 Hz, a czas trwania stanu wysokiego sygnału wyjściowego wynosi ok. 300 μ s i taka jest częstotliwość impulsów wysokiego napięcia występujących na uzwojeniu wtórnym transformatora TrWN. Parametry czasowo-częstotliwościowe przerzutnika US3 są ustalane rezystorami R6 i R7 oraz kondensatorem C3. W przypadku trudności z doбором „szybkiego” tyrystora Ty3, należy nieco zwiększyć czas trwania stanu wysokiego na wyjściu obwodu scalonego US3.

Działanie układu czasowego do sterowania elektrozaworu gazu sprowadza się do doprowadzenia napięcia 24 V poprzez diodę D1 do kondensatora elektrolitycznego C1. Po skończonym cyklu spawania, naładowany kondensator C1 zasila bazę tranzystora T3, który z tranzystorem T4 jest połączony w układzie Darlingtona. Czas rozładowania kondensatora C1 można regulować płynnie w zakresie od 6 do 15 s potencjometrem „GAZ” (OWG). Tranzystor T1 jest wyłączony, gdy na oporniku R2 pojawi się napięcie 24 V, tym samym umożliwiając pracę przetwornicy (US5). Ostatnie ogniwo w łańcuchu blokady pracy przetwornicy (US5), to układ „wykrywający” czy zacisk „MASA” jest



Rys. 17. Schemat montażowy płytki drukowanej

połączony galwanicznie z materiałem spawanym. Układ ten składa się z diod D4 i D5, opornika R19 i R20, diody Zenera oraz kondensatora C5. Obwód ten zasila diodę elektroluminescencyjną w transopto-rze TO. W przypadku braku połączenia zacisku „MASA” z materiałem spawanym, tranzystory T9 (blokuje pracę przetwornicy) i T10 są załączone, co sygnalizuje dioda pulsująca „MASA” (LED2).

Obwód scalony US4 pracuje jako przerzutnik astabilny, którego zadaniem jest załączenie tyrystorów mocy poprzez tranzystory T11 i T13 oraz transformatory Tr1 i Tr2. Obwód US4 generuje impulsy zobrazowane na rys. 15, a ich parametry częstotliwościowo-czasowe ustalają elementy R21, R22 oraz kondensator C6. Sterowanie tyrystorów Ty1 i Ty2 pakietem impulsów pochodzących z obwodu US4, umożliwia pewniejsze ich załączenie.

Na rys. 17 pokazano schemat montażowy płytki drukowanej.

Montaż podzespołów przystawki

Na fot. 18 przedstawiono przykładowe rozmieszczenie elementów wewnątrz przystawki. Prace

montażowe zaczynamy od zamocowania elementów na przedniej i tylnej ścianie przystawki. Potem, wewnątrz przystawki planujemy rozmieszczenie pozostałych podzespołów tak, aby mieć swobodny dostęp do każdego z nich zarówno w trakcie montażu jak i usuwania ewentualnych uszkodzeń. Wskazane jest, aby płytka elektroniki (P11) wraz z transformatorem przetwornicy (TrP) była zamocowana na jednej płycie tekstolitowej grubości 2 do 3 mm. Przewody elektryczne o dużym przekroju (płaskowniki miedziane) montujemy bez izolacji zewnętrznej. Węże igielitowe do instalacji wodnej i gazowej powinny być zbrojone. Wszystkie króćce, na które nasuwane są węże igielitowe muszą mieć u nasady przegrubienie, które uniemożliwi ich zsuniecie się pod wpływem ciśnienia. Przegrubienie takie jest łatwo wykonać poprzez przylutowanie na miękko dwóch zwojów drutu miedzianego o średnicy np. 0,5 mm. Dodatkowo, pewność połączeń węży igielitowych z króćcami należy wzmocnić opaskami metalowymi. I tu, praktyczna rada: dostępne na rynku opaski zaciskowe o małej średnicy mają tę wadę,

iz posiadają tzw. strefę martwą, co uniemożliwia skuteczne uszczelnienie złącza. Wyjście w tej sytuacji jest proste, wystarczy bowiem zamiast opaski zaciskowej, na miejsce uszczelnienia ułożyć dwa zwoje drutu miedzianego o średnicy 1...1,5 mm i z wyczuciem zacisnąć szczypcami. Należy zadbać, aby w trakcie montażu węże wodne i gazowe nie miały żadnych „załamania”. Przypominam o konieczności zachowania odstępów (min. 25 mm) pomiędzy elementami będącymi pod wysokim napięciem, a pozostałymi metalowymi podzespołami przystawki (nie dotyczy to elementów zaizolowanych). Transformator TrWN mocujemy do obudowy na oddzielnej płycie tekstolitowej (gr. 3...5 mm), bowiem jego rdzeń nie może mieć kontaktu z jakąkolwiek metalową częścią obudowy. Tyristory mocy (Ty1 i Ty2) wraz z radiatorem wodnym i bocznikiem pomiarowym B, można bezpośrednio zamocować śrubami do złącz wysokoprądowych (AC i DC). W tym celu, aby uniknąć dodatkowych połączeń elektrycznych, należy wcześniej rozplanować rozstaw złącz wysokoprądowych (umieszczonych na tylnej ścianie przystawki) do gabarytów radiatora wodnego zawierającego tyristory mocy. Płytkę (P12) zawierającą transformatory sterujące Tr1 i Tr2, mocujemy jak najbliżej tyristorów mocy.

Po wykonaniu montażu większych elementów, pora na ułożenie przewodów o małym przekroju. Dla „przejrzystości” tej instalacji, układamy przewody np. na wewnętrznej powierzchni obudowy i mocujemy je klejem Super Glue.

Uruchomienie przystawki

Po sprawdzeniu prawidłowości połączeń wszystkich podzespołów, pora na wstępne uruchomienie przystawki. Zaczynamy od sprawdzenia szczelności instalacji wodnej oraz do regulacji progu zadziałania wyłącznika wodnego (Ww). W tym celu należy zaopatrzyć się w manometr, który doraźnie montujemy przy złączu wejściowym „WODA”. Należy zwrócić uwagę, czy instalacja wodna jest drożna, bowiem jak wcześniej wspomniałem, wyłącznik wodny wykrywa tylko ciśnienie cieczy chłodzącej, a nie jej przepływ.

W instalacji gazowej również ważna jest szczelność połączeń, bowiem w przeciwnym wypadku grozi to utratą kosztownego argonu.

Sprawdzenie obwodów elektrycznych zaczynamy etapami. Należy podłączyć zasilanie przystawki z transformatora Tz (380/24V). Wówczas, świecą diody „MASA” i „WODA”. Po doprowadzeniu wody pod odpowiednim ciśnieniem do złącza „WE”, gaśnie dioda „WODA”, tym samym uaktywniony został wyłącznik wodny (Ww). Przełącznik rodzaju Prp (AC DC), ustawiamy w pozycję „AC”. Dokonujemy doraźnego zwarcia do masy wejścia pin 8 obwodu scalonego US5 (blokada przetwornicy). Sprawdzić należy działanie obwodu elektrozaworu gazu. W tym celu załączamy mikrowyłącznik umieszczony w palniku TIG, który poprzez złącze „GS” uaktywnia przełącznik P3. W chwili zadziałania przełącznika P3, zostaje załączony również elektrozawór gazu poprzez styki przełącznika P4. Po zwolnieniu naciśnięciu na mikrowyłącznik w palniku TIG, elektrozawór gazu jest nadal otwarty w przedziale czasowym 6...15 s, płynnie regulowanym potencjometrem „GAZ” (PR4).

W dalszej kolejności, do zacisku wysokoprądowego „AC” podłączamy przewód transformatora spawalniczego (TS), a drugi przewód łączymy z materiałem spawanym.

Po doprowadzeniu do zacisku

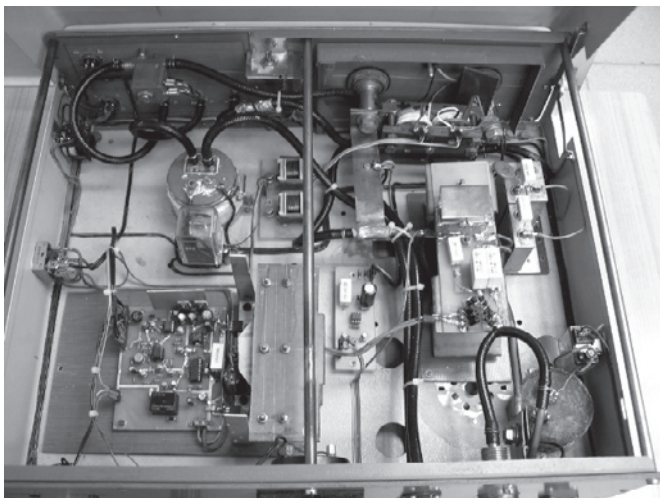
Czytelników zainteresowanych tematyką artykułu odsyłam do dwóch bardzo dobrych książek traktujących o spawalnictwie. Są to: „Maszyny i urządzenia spawalnicze”, aut. Edward Dobaj, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa, 1998 oraz „Technologia spawania i cięcia metali”, aut. Andrzej Klimpel, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1997. Z pozycji tych jak i z zasobów internetowych korzystałem przy niniejszym opracowaniu.

„MASA” (tylna ścianka przystawki) przewodu połączonego z materiałem spawanym, gaśnie dioda pulsująca „MASA”. Wyjście przystawki, pomiędzy palnikiem TIG, a materiałem spawanym obciążamy opornikiem bardzo dużej mocy i oporze rzędu 1...4 Ω. Po podłączeniu oscyloskopu do wyjścia przystawki, obserwujemy na ekranie skuteczność regulacji składowej stałej prądu spawania, którą dokonujemy potencjometrem „SS” (PR3). W ujemnym półokresie sieci zasilającej będzie wyraźnie widać moment załączenia tyristora mocy Ty2.

Takich pomiarów nie wolno dokonywać w sytuacji, gdy na palniku TIG będą impulsy wysokiego napięcia.

Po stwierdzeniu prawidłowości w działaniu przystawki, należy podłączyć argon do wejścia „GAZ” i zdjąć zworę na obwodzie scalonym US5 (pin 8). W palniku TIG mocujemy elektrodę wolframową o średnicy np. 2,5 mm, która wystaje na zewnątrz poza ceramiczną łuskę, nie więcej niż 5 mm, a prąd spawania w transformatorze spawalniczym ustawiany na ok. 150 A. Dla pewnego zajarzenia łuku spawalniczego, należy ceramiczną łuskę palnika oprzeć o materiał spawany (aluminium) i załączyć mikrowyłącznik w palniku. W chwili pojawienia się stabilnego łuku spawalniczego, pokrętką „SS” korygujemy poziom składowej stałej prądu spawania, tak, aby wskazania miliamperomierza oscylowały wokół zera. Podczas spawania aluminium nie należy nadmiernie wydłużać łuku spawalniczego (zwiększać odległości pomiędzy elektrodą palnika, a materiałem spawanym), prowadzi to bowiem do zaburzeń procesu spawania. Optymalna odległość elektrody od materiału spawanego, to 5 do 8 mm.

Do końca, nie udało mi się jednoznacznie ustalić znaczenia biegunowości impulsów wysokiego napięcia, które są indukowane w uzwojeniu wtórnym transformatora TrWN. Moż-



Fot. 18. Proponowane rozmieszczenie bloków przystawki

na zatem przeprowadzić eksperymenty polegające na zmianie kierunku przepływu prądu w uzwojeniu pierwotnym tego transformatora.

Po pomyślnym przeprowadzeniu prób ze spawarką prądu przemiennego, przeprowadzamy testy na spawanie prądem stałym (DC). W tym celu, odłączamy spawarkę transformatorową i biegun ujemny prostownika spawalniczego podłączamy do złącza wysokoprądowego „DC”, biegun dodatni łączymy z materiałem spawanym, a przełącznik rodzaju pracy Prp ustalamy w położeniu „DC”. W tej opcji spawania impulsy wysokiego napięcia na uzwojeniu wtórnym transformatora TrWN muszą mieć biegunowość ujemną w stosunku do masy (materiału spawanego). Ponieważ, powyżej wyraziłem wątpliwość, co do biegunowości impulsów WN przy spawaniu aluminium i jednocześnie jednoznacznie stwierdziłem biegunowość tych impulsów w przypadku spawania prądem stałym, optymalnym wydaje się być wyjściem, zamontować na płycie

czołowej dodatkowy przełącznik, albo lepiej przełącznik z przekaźnikiem, który zmieniłby kierunek przepływu prądu w uzwojeniu pierwotnym transformatora TrWN.

A – na koniec – najważniejsze i najtrudniejsze, należy nauczyć się spawać metodą TIG w ogóle, a aluminium w szczególności, lecz opis sposobów spawania wykracza poza zakres tego opracowania.

Uwagi końcowe

Przedstawiony opis wykonania przystawki do spawania metodą TIG AC DC, jest zarówno praktyczny, jak i pozwalający zrozumieć istotę spawania elektrodą nietopliwą w osłonie argonu. Przed przystąpieniem do używania przystawki, należy przeprowadzić serię badań technicznych, szczególnie na skuteczność zerowania i oporność izolacji, zgodnie z wymaganiami, jakie są stawiane urządzeniom TIG.

Spawanie łukowe oprócz oczywistej efektywności łączenia metali,

niesie ze sobą wiele zagrożeń dla zdrowia, warto więc zadbać, aby przejść choćby podstawowe przeszkolenie w tym zakresie. Wiele instytucji organizuje kursy spawania na różnych poziomach trudności.

I tradycyjnie przypominam o środkach ochrony osobistej podczas spawania łukowego. Odpowiedni ubiór chroniący całe ciało, a szczególnie maska spawalnicza zabezpiecza przed przykrymi konsekwencjami dla zdrowia.

Stanisław Krasicki
skrasicki@wp.pl

Szczególne podziękowanie składam: Panu dr inż. Andrzejowi Bobrowiczowi z Politechniki Szczecińskiej za rzeczowe uwagi dot. zagadnień spawalniczych oraz Panu Prezesowi, Bogusławowi Deręgowskiemu z Firmy SUT Spawalnictwo i Urządzenia Techniczne dla Ochrony Środowiska w Szczecinie, za nieodpłatne udostępnienie argonu.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R: patrz opis

R1, R2, R5, R10, R11, R16, R17, R25, R26, R27, R39...R43: 4,3 kΩ

R3, R22, R34, R35: 20 kΩ

R4: 200 kΩ

R6: 4 kΩ

R7: 25 kΩ

R8, R9, R23, R24: 1,5 kΩ

R12: 4,7 kΩ

R13: 300 Ω/0,5W

R14: 100 kΩ

R15: 2,7 kΩ

R18, R45...R47: 1 kΩ

R19: 800 Ω

R20, R49, R50: 1 kΩ/5 W

R28, R32, R33: 10 Ω

R29: 4,7 kΩ

R30: 680 Ω

R31: 120 Ω

R36: 100 Ω

R37: 0,2 Ω/5 W

R38: 200 Ω

R44: 2 kΩ

R48: 33 Ω/2 W

PR1, PR2: 1 kΩ

PR3: 4,7 kΩ/A

PR4: 1 MΩ/A

Kondensatory

C1: 22 μF/25 V

C2: 100 nF/100V

C3, C9...C11, C16, C27, C28: 100 nF

C4: 4,7 nF

C5: 220 μF/16 V

C6: 22 nF

C7, C8: 47 μF/16 V

C12: 1 nF

C13: 10 nF

C14: 0,49 μF/10 V

C15: 1 μF/16 V

C17: 470 μF/16 V

C18: 470 μF/25 V

C19: 1000 μF/35 V

C20: 4700 μF/35 V

C21: 10 μF/50 V

C22: 2 do 10 μF/50 V

C23: 100 nF/1 kV, impulsowy, typ MKP 27

C24: 10 μF/200 V, olejowy

C25: 20 μF/200 V, olejowy

C26: 0,5 μF/200 V

Półprzewodniki

D1, D2, D7...D10, D15...D19: 1 A/100 V

D3, D6: dowolna, krzemowa

D4, D5: 1 A/400 V

D11...D14: BY399, 3 A/1 kV/500 ns

Pr1, Pr2: mostek, 1 A/100 V

Pr3: mostek, 15 A/100 V

DZ1: 4,7 V

DZ2: 12 V/1,2 W

W1, W2: warystor, 130 V/1,3 W

LED1, LED2: dioda "pulsująca"

TO: transoptor, CNY 17-3,

T1...T10, T12, T14, T15: BC107 lub podobne

T11, T13: BC211 lub podobne

T17, T17: IRF 640

US1: 7824

US2: 7812

US3, US4, US6: NE555

US5: SG3525N

Ty1, Ty2: T20-300-03 prod. Dacpol, Piaseczno lub podobne

Ty3: patrz opis

Transformatory

Tz: 380/24/80VA

Trse: patrz opis

TrWN: patrz opis

TrP: patrz opis

Tr1, Tr2: patrz opis

Przekaźniki

P1: R15, cewka 24 V=, prod. Relpol Żary

P2: cewka 24 V=, styki 5 A

P3: patrz opis

P4: cewka 24=, styki 5A

Inne

Ww: wyłącznik wodny – patrz opis

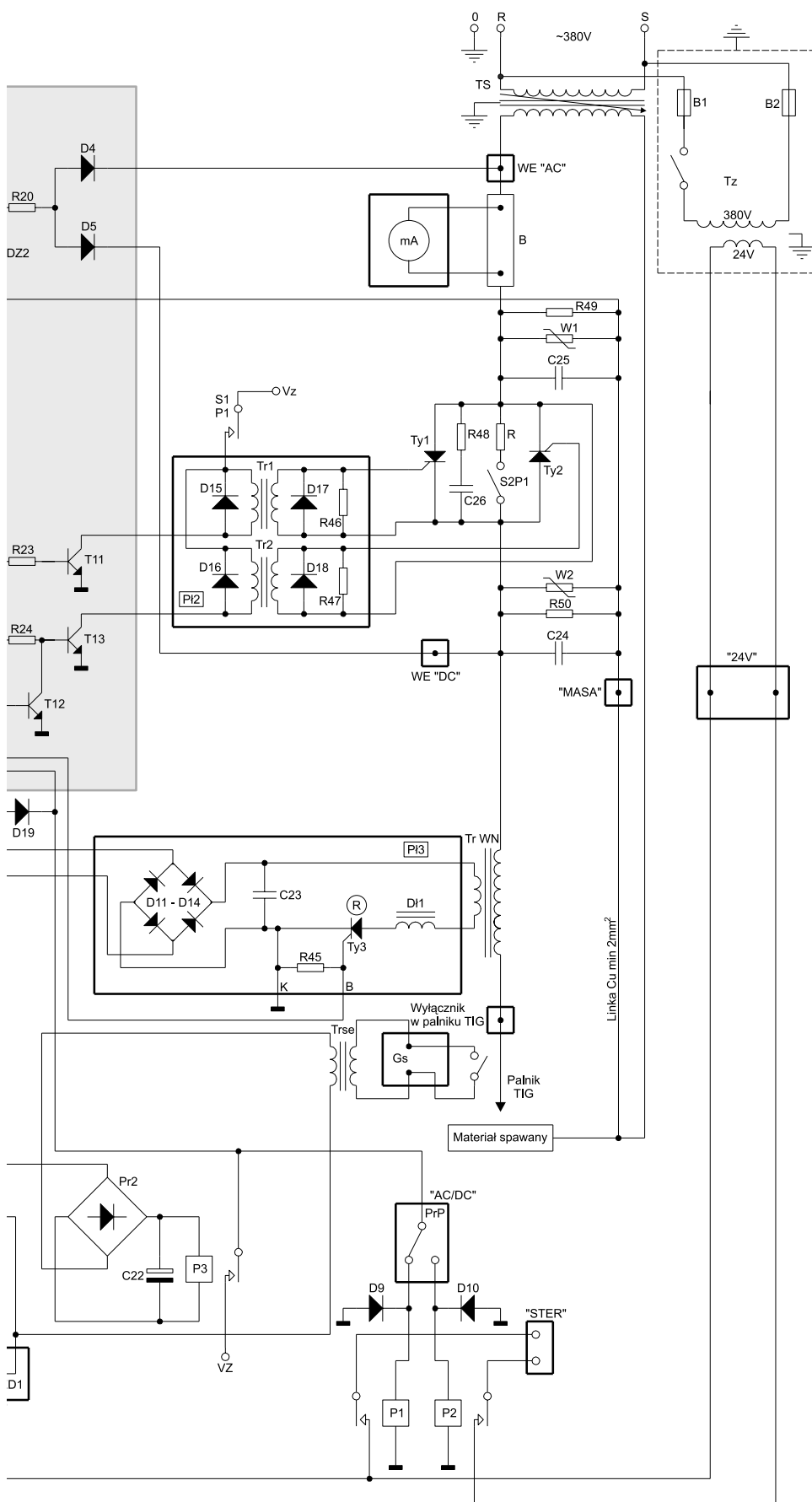
Dł1: dławik, patrz opis

B1, B2: bezpiecznik, 1 A

B: bocznik pomiarowy – patrz opis

Prp: przełącznik, styki 1 A

EZ: elektrozawór – patrz opis



pracy nie mniej niż 1000 V – są pewniejsze w działaniu. Tyrystor Ty1 typ SKT 16/10 (16 A/ 1000 V, firmy Semikon) umocowany jest w radiatorze z blachy o grubości 2 mm i powierzchni do 10 cm². Należy starannie dobrać ten tyrystor, bowiem nie wszystkie tyrystory o odpowiednich parametrach prądowo napięciowych, pracują pewnie przy podwyższonej częstotliwości. Całość jest zmontowana na oddzielnej płytce (P13), która zamocowana jest bezpośrednio na transformatorze TrWN.

Kondensator C23 jest ładowany do napięcia ok. 600 V. Rozładowanie kondensatora C23 przebiega cyklicznie z częstotliwością ponad 500 Hz w obwodzie: tyrystor Ty1, kondensator C23, uzwojenie pierwotne TrWN (1 zwoj drutu Cu o przekroju 2 mm²) oraz dławik D1 (12 zwojów drutu DNE 0,8 na rdzeniu stalowym o średnicy 6 mm), który chroni tyrystor przed zbyt stromym narastaniem prądu podczas rozładowania kondensatora. W uzwojeniu wtórnym TrWN indukuje się jednokierunkowy impuls wysokiego napięcia. Teoretycznie, napięcie na uzwojeniu wtórnym TrWN wynosi 600 V pomnożone przez liczbę zwojów. Pomiędzy bramkę, a katodę tyrystora Ty3 włączony jest opornik R45 (1 kΩ).

Od strony spawarki, obwód uzwojenia wtórnego TrWN jest „zwierany” zespołem elementów tłumiących przepięcia: C24, C25, R49, R50, W1, W2 oraz dodatkowo C26 i R48 których zadaniem jest ochrona prostownika mocy spawarki oraz tyrystorów Ty1 i Ty2 przed zniszczeniem.

Stanisław Krasicki
skrasicki@wp.pl

Szczególne podziękowanie składam: Panu dr inż. Andrzejowi Bobrowiczowi z Politechniki Szczecińskiej za rzeczowe uwagi dot. zagadnień spawalniczych oraz Panu Prezesowi, Bogusławowi Deręgowskiemu z Firmy SUT Spawalnictwo i Urządzenia Techniczne dla Ochrony Środowiska w Szczecinie, za nieodpłatne udostępnienie argonu.

Rys. 12. cd