

# Cięcie plazmowe – nowe rozwiązania techniczne

Anna Nowak

**Wiele firm decydujących się na zakup maszyny wykorzystującej technologię plazmową do kształtowego cięcia metali stoi przed dylematem, jaką maszynę kupić, na co zwrócić uwagę przy ocenie ofert oraz jakie kryterium wyboru przyjąć. Spróbujmy zatem przybliżyć zagadnienia związane z technologią cięcia plazmowego oraz omówmy rozwiązania techniczne stosowane w nowoczesnych przecinarkach plazmowych.**

Zanim rozpocznie się cięcie plazmowe, pomiędzy agregatem plazmowym a układem sterowania maszyny następuje wymiana informacji, którą można podzielić na cztery zasadnicze etapy (Ilustracja 1.):

**1) sygnał startu** – oznacza załączenie procesu cięcia. Po otrzymaniu sygnału sterownik urządzenia do cięcia plazmowego łączy otwarty obwód napięcia pomiędzy elektrodą a agregatem. Oznacza to, że na elektrodzie znajdzie się potencjał prostownika agregatu (zwykle około 260 do 380 VDC). Równorzędnie zostaje otwarty elektrozawór gazu pilotującego. Pomiędzy elektrodą a dyszą przepływa gaz pilotujący (zwykle powietrze lub azot);

**2) załączenie układu zajarzania** – po ustabilizowaniu przepływu gazu pilotującego zostaje załączony układ zajarzania. Dzięki dużemu zagęszczeniu mocy (ok. 6–10 kV, ok. 2 MHz, 10–30 A), gaz przepływający pomiędzy elektrodą i dyszą ulega szybkiej jonizacji – staje się przewodnikiem prądu;

**3) wytworzenie łuku pilotującego** – w wyniku przepływu prądu przez zjo-

nizowany gaz powstaje łuk plazmowy pilotujący. Ciśnienie gazu pilotującego „wypycha” łuk na zewnątrz palnika;

**4) wytworzenie łuku głównego** (wyłączenie łuku pilotującego) – jeżeli nastąpi zetknięcie łuku pilotującego z blachą, układ sterowania urządzenia do cięcia plazmowego łączy główny obwód prądowy. Na bazie łuku pilotującego zostanie wytworzony główny łuk plazmowy, którego natężenie prądu jest równe wartości nastawionej przez operatora na pulpicie sterowniczym. Po wytworzeniu łuku głównego łuk pilotujący zostaje wyłączony i rozpoczyna się właściwy proces cięcia plazmowego.

Metal stopiony jest temperaturą łuku, a następnie wydmuchiwany przez gaz przepływający pod wysokim ciśnieniem. Wymuszenie przepływu gazu i łuku elektrycznego odbywa się poprzez mały otwór w dyszy palnika plazmowego, zapewniającego dostarczenie wysoko skoncentrowanej ilości ciepła na małą powierzchnię.

W celu wykorzystania technologii plazmowej do precyzyjnego kształtowego cięcia metali należy zamontować pal-

## Podstawowe pojęcia dotyczące technologii cięcia łukiem plazmowym

**agregat plazmowy** – zasilacz wytwarzający prąd stały wykorzystywany w procesie cięcia, wyposażony w skokową lub płynną regulację jego natężenia oraz przyłącze CNC, umożliwiające współpracę z układem sterowania.

Z punktu widzenia użytkownika, bardzo ważnym parametrem jest produkcyjna grubość cięcia w pełnym materiale oraz 100 procentowy cykl pracy przy prądzie, który umożliwi cięcie blach o wymaganej grubości;

**układ zajarzania (HF)** – układ elektryczny lub elektroniczny, który dzięki dużemu zagęszczeniu mocy wytwarza startowy łuk pilotujący, przepływający pomiędzy elektrodą i dyszą. Układ zajarzania znajduje się wewnątrz agregatu lub w przypadku średnio i wielkogabarytowych wypalarek plazmowych jest modułem zewnętrznym;

**konsola gazowa** – zespół elektrozaworów i reduktorów sterujących ciśnieniem i przepływem gazu plazmowego oraz osłonowego (najczęściej stosowana przy agregatach wyższej klasy);

**maszynowy palnik plazmowy** – bezpośredni element wykonawczy cięcia plazmowego. To właśnie w nim montuje się dyszę, katodę oraz inne elementy formujące kształt łuku plazmowego. W znacznym stopniu od jego jakości uzależniona jest jakość cięcia. Może być chłodzony powietrzem lub cieczą.

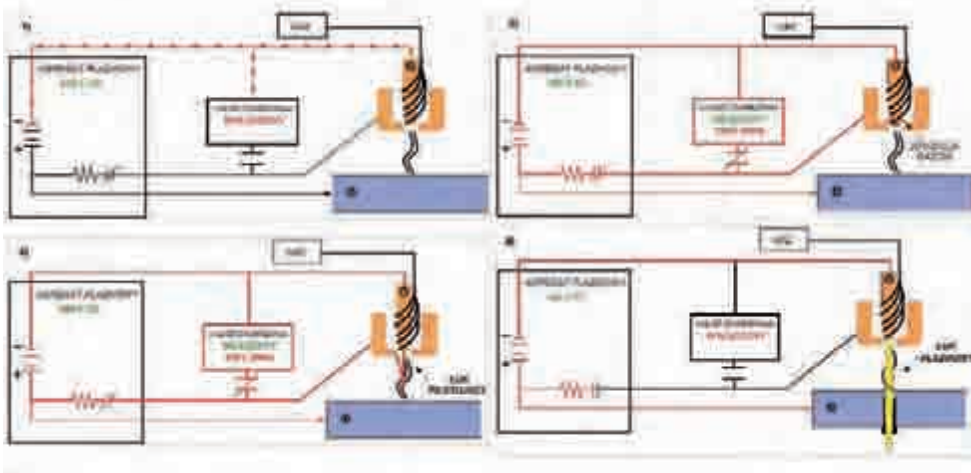
nik plazmowy na maszynie portalowej, sterowanej w 3 osiach X, Y, Z. Dopiero takie połączenie daje możliwość pełnego przemysłowego wykorzystania tej technologii, a urządzenia tego typu nazywane są wypalarkami lub przecinarkami plazmowymi.

## Rozwiązania techniczne

Wypalarki plazmowe są wyposażane w coraz bardziej zaawansowane układy sterowania oraz rozwiązania techniczne, które umożliwiają zwiększenie przydatności cięcia plazmowego sterowanego CNC w produkcji przemysłowej. To właśnie rozwiązania techniczne w znacznym stopniu decydują o precyzji, powtarzalności i szybkości cięcia, a tym samym o wzroście konkurencyjności tej technologii w stosunku do innych metod kształtowego cięcia metali. Najbardziej zaawansowane technicznie urządzenia są wyposażone w następujące systemy:

► Napięciowa regulacja wysokości. W celu uzyskania precyzji i powtarzalności cięcia palnik plazmowy musi znajdować się stale na odpowiedniej wysokości nad blachą. Napięciowy regulator wysokości umożliwia najbardziej

▼ Ilustracja 1: Główne etapy procesu cięcia plazmowego



precyzyjną regulacją odległości palnika plazmowego od blachy. Pozbawiony jest wad, które mają regulatory pojemnościowe, czy też regulatory mechaniczne (tzw. talerze rolkowe). Napięcie łuku plazmowego jest zależne od jego długości, a tym samym od odległości palnika od blachy. Ta właściwość elektryczna łuku plazmowego została wykorzystana do utrzymywania palnika w stałej odległości od blachy. Układ sterowania maszyny reguluje wysokość palnika w taki sposób, aby napięcie łuku było równe wartości zadanej. W praktyce oznacza to, że odległość palnika od blachy w trakcie procesu cięcia będzie zawsze stała. W najlepszych dostępnych obecnie maszynach regulatory napięciowe oferowane są jako standardowe wyposażenie, zintegrowane z układem sterowania i suportem narzędziowym, a dokładność regulacji wynosi +/- 0,1 mm;

► Zabezpieczenia antykolizyjne palnika. W trakcie pracy każdej maszyny nie można wykluczyć sytuacji awaryjnych, np. kolizji palnika plazmowego z materiałem. Kolizja może doprowadzić do uszkodzenia palnika lub suportu narzędziowego, niezależnie od tego, czy została spowodowana przez nieuwagę operatora, zły dobór parametrów cięcia czy dynamiczne uderzenie naprężonej termicznie blachy o palnik tnący. Przykładem układu zabezpieczającego może być Wertykalny Układ Antykolizyjny stosowany przez firmę STIGAL, który w momencie kolizji amortyzuje uderzenie, jednocześnie przekazując informację do układu sterowania, aby ten zatrzymał awaryjnie maszynę;

► Dynamiczna detekcja materiału. W pełni zintegrowany z układem sterowania oraz suportem narzędziowym sys-

tem, szybko określający wstępne położenie palnika plazmowego w stosunku do arkusza blachy. Umożliwia szybkie rozpoczęcie procesu cięcia w dowolnym miejscu arkusza;

► P o d w ó j n y system przebijania. System umożliwia automatyczne sterowanie procesem przebijania blachy, między innymi ustalenie prawidłowej wysokości odpalania oraz sposób „ucieczki” palnika na odpowiednią wysokość przebiccia. Zabezpiecza przed zniszczeniem i wydłuża żywotność części eksploatacyjnych, chroniąc je przed strumieniem odbitego, płynnego metalu;

► Automatyczny dobór parametrów cięcia. W celu precyzyjnego przeprowadzenia procesu cięcia niezbędne jest podanie kilkudziesięciu parametrów wejściowych – m.in. natężenia prądu, wysokości przebijania i cięcia, prędkości roboczej, parametrów regulatora wysokości itd. Nowoczesne urządzenia posiadają wbudowane funkcje, które automatycznie dobierają niezbędne parametry po zadaniu jedynie grubości i rodzaju materiału;



▲ **Ilustracja 2:** Uhonorowana Złotym Medalem Międzynarodowych Targów Poznańskich 2009 wypalarka plazmowa, sterowana CNC DYNAMIC, wykorzystująca nowatorski system ECTS

► Układ napędowy. O dynamice wypalarek plazmowych decyduje w głównej mierze zastosowany układ napędowy. Urządzenia charakteryzujące się najlepszymi parametrami pracy, są wyposażone w cztery serwonapędy AC (obustronny napęd wzdłużny, jeden poprzeczny i jeden odpowiedzialny za ruch góra-dół palnika maszynowego);

► ECTS – Elektroniczny system sterowania stołem odciągowym. Nowy sposób sterowania sekcjami (komorami) stołu odciągowego, zaprezentowany podczas Międzynarodowych Targów Poznańskich w przecinarni DYNAMIC (Ilustracja 2.). ECTS gwarantuje lepszą skuteczność odciągania w stosunku do konwencjonalnych rozwiązań technicznych z czujnikami zbliżeniowymi. System ten pozwala na dostosowanie parametrów



◀ **Ilustracja 3:** Przykład wykorzystania modułu punktowania plazmowego do oznaczenia miejsc wiercenia otworów



▲ **Ilustracja 4:**  
**Maszyna**  
**VXstandard**  
**o obszarze**  
**roboczym**  
**2500x6000 mm,**  
**wyposażona**  
**w wysięgnik portalu**  
**(zwiększający**  
**szerokość roboczą**  
**o 1 mb) i obrotnicę**  
**do rur**

pracy stołu odciągowego do ilości generowanych zanieczyszczeń, zależnych od grubości blachy oraz prędkości cięcia. Operator ma do dyspozycji ustawienia fabryczne lub możliwość samodzielnego zdefiniowania opóźnienia zamykania poszczególnych sekcji, czy też wielkości obszaru wspólnego podczas cięcia na łączeniu dwóch sekcji. Poszczególne sekcje otwierane są tylko podczas cięcia, natomiast w trakcie przejazdów jałowych następuje „doczyszczanie” komór, nad którymi właśnie zakończyło się cięcie. Proces doczyszczania kończy się w momencie ponownego odpalenia łuku plazmowego i dopiero wtedy otwierana jest komora, nad którą rozpoczyna się cięcie. To rozwiązanie sprawiło, że na stole odciągowym praktycznie nie występują obszary, z których pyły przedostają się do hali produkcyjnej.

### Funkcjonalność i wielozadaniowość

W odpowiedzi na coraz większe potrzeby rynku, a także konieczność elastycznego dostosowywania profilu produkcyjnego zakładów do zmieniających się warunków

ekonomicznych, wypalarki plazmowe nowej generacji wyposażane są w wiele rozwiązań czyniących z nich wielozadaniowe maszyny o szerokim spektrum zastosowania. Poniżej prezentujemy tylko część z bogatej oferty wyposażenia dodatkowego przecinarek CNC:

► Moduł punktowania plazmowego.

Układ umożliwiający wykonanie punktów w blasze przy użyciu plazmowego palnika tnącego. Naniesione punkty służą do wytyczenia linii gięcia, miejsc wiercenia małych otworów (Ilustracja 3.) oraz oznaczenia miejsc spawania innych elementów. Możliwość punktowania plazmowego to precyzyjne i szybkie rozwiązanie, zastępujące trasowanie ręczne.

► Znakowanie plazmowe detali. Znakowanie przy użyciu specjalnej plazmy trasującej lub agregatów wyposażonych w automatyczne konsole gazowe. Polega na nadpaleniu górnej powierzchni blachy wzdłuż zaprogramowanej trajektorii, umożliwiając wykonywanie napisów lub znaków graficznych na blasze.

► Znakowanie mechaniczne. Bardzo szybkie znakowanie za pomocą stalowego punktaka, uderzającego o powierzchnię blachy. Zarówno siłę, jak i częstotliwość uderzeń można regulować. Ten rodzaj znakowania umożliwia bardzo szybkie (do kilkunastu znaków na sekundę), precyzyjne oznaczenie blachy. Może ono zawierać znaki graficzne oraz znaki alfanumeryczne – datę, godzinę, nr operatora itp.

materiałowego, umożliwiające obróbkę nietypowych elementów (blachownic, belek podsuwnicowych, profili i kształtowników) oraz współpracę z obrotnicą do rur (Ilustracja 4.). Ważne, aby maszyna posiadała możliwość zamontowania wysięgnika w dowolnym momencie eksploatacji.

► Obrotnica do rur i profili. W połączeniu z odpowiednim oprogramowaniem umożliwia wycinanie dowolnych kształtów w rurach i profilach.

► Laserowy wskaźnik położenia palnika. Precyzyjnie wskazuje położenie palnika plazmowego nad materiałem, ułatwiając sprawdzenie prostoliniowości arkusza blachy (Ilustracja 5.). Ułatwia i przyspiesza pracę operatora przy wyznaczaniu punktu startowego oraz przy cięciu z blach odpadowych.

► Ochrona przed promieniowaniem świetlnym i iskrami. W trakcie cięcia plazmowego operator maszyny oraz osoby znajdujące się w pobliżu są narażone na naświetlenie oczu oraz oparzenie gorącymi odpryskami, powstającymi w trakcie przebijania materiału. Praca w okularach ochronnych jest niewygodna, dlatego ciekawym rozwiązaniem jest sterowana z pozycji układu sterowania osłona palnika plazmowego (zaprezentowana przez firmę STIGAL na tegorocznych Targach Poznańskich), która zabezpiecza operatora i umożliwia pracę przez większość czasu bez okularów ochronnych.

Jak widzimy, dzięki nowoczesnym rozwiązaniom technicznym podstawowa funkcja przecinarek CNC (kształtowe cięcie płaskich arkuszy blachy) rozszerzona została o dodatkowe zastosowania. Dzięki możliwości obróbki profili, trasowania i znakowania oraz spawania i napawania stały się one urządzeniami wielozadaniowymi, mogącymi z powodzeniem zastąpić kilka innych maszyn.

Podczas wyboru tego typu maszyny szczególną uwagę należy zwrócić na zastosowane rozwiązania techniczne, jak również na możliwości późniejszej rozbudowy. Biorąc pod uwagę jakość i wielofunkcyjność oferowanych produktów, możemy śmiało stwierdzić, że nadchodzący okres w branży obróbki kształtowej metali w dużym stopniu należeć będzie do producentów wypalarek plazmowych sterowanych CNC.

**MM**

Artykuł powstał we współpracy z firmą Stigal

■ [www.stigal.pl](http://www.stigal.pl)



► **Ilustracja 5:**  
**Przykład**  
**wykorzystania**  
**laserowego**  
**wskaźnika położenia**  
**do określenia punktu**  
**startowego cięcia**