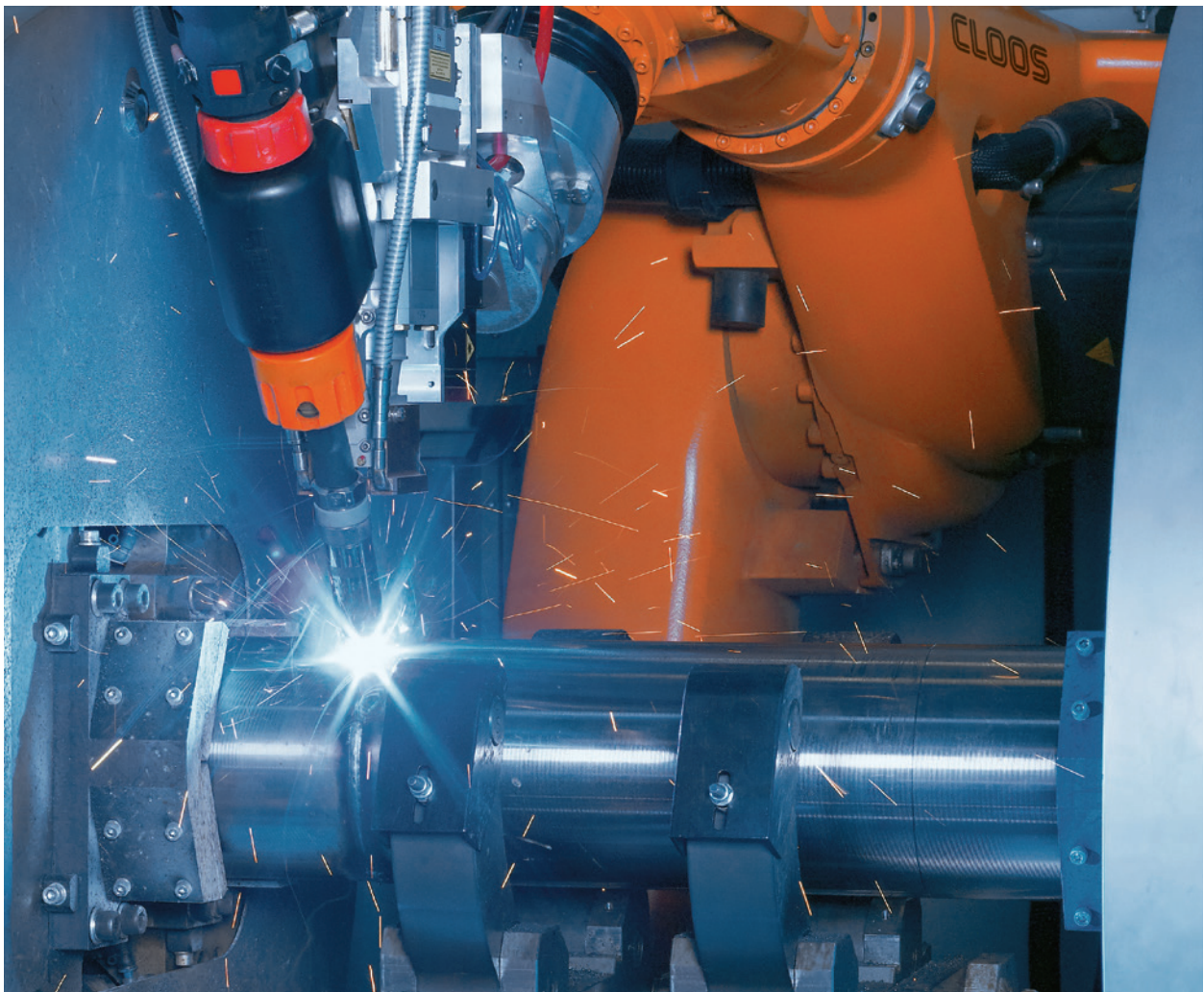


Laserowe spawanie hybrydowe

W spawalnictwie obserwuje się ciągły postęp. Może się wydawać, że spawanie laserowe, stosowane coraz częściej w produkcji wielkoseryjnej, rozwiązuje większość problemów, związanych z szybkością spawania i jakością spoiny, oraz likwiduje problemy zmian w materiale łączonym podczas spawania.

Dla blach cienkich tak rzeczywiście jest. Jednak przy spawaniu blach grubszych (kilkunastomilimetrowych) ta technologia spawania sprawdza się jakby mniej. W takich przypadkach stosuje się więc spawanie hybrydowe – połączenie dwóch metod: spawania laserowego i metody spawania tradycyjnego, z elektrodą topliwą.

Aleksander Łukomski



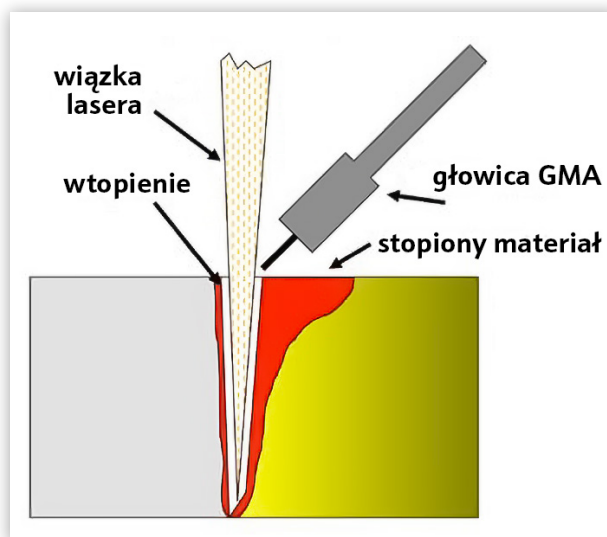
Te dwie metody – spawanie laserowe i metodę z elektrodą topliwą – stosuje się w spawaniu hybrydowym prawie zawsze. Wiązka skoncentrowanej energii szybko topi ściany materiału i może wnikać na duże głębokości spawanych materiałów, a elektroda topliwa po stopieniu powoduje spływanie materiału z tej elektrody do jeziora spawalniczego. W skrócie proces spawania hybrydowego wygląda następująco. Laser zapewnia dużą gęstość mocy, potrzebną do głębokich spoin, co umożliwia wysokie prędkości spawania, co z kolei zmniejsza dopływ ciepła i ogranicza zniekształcenia. W międzyczasie palnik MIG wypełnia lukę między częściami i zamyka połączenie drutem spawalniczym.

Czas wykonywania spoiny jest krótki. Metoda ta jest niewiele wolniejsza od samego spawania laserowego, a znacznie szybsza od metod MIG (metal w osłonie gazu obojętnego) i MAG (metal w osłonie gazu aktywnego), a także TIG (wolfram w osłonie gazu obojętnego), jak też od spawania plazmowego.

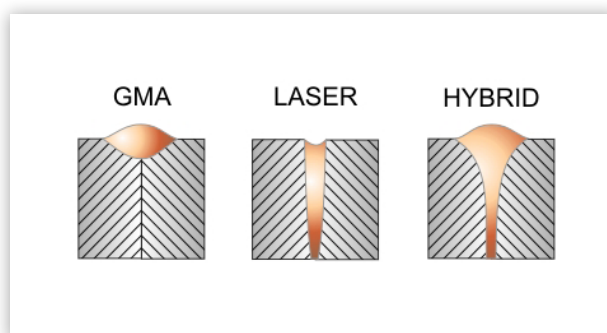
Zastosowanie lasera pozwala skrócić czas spawania elektrodami topliwymi nawet o 80% w stosunku do spawania MIG/MAG. Dzięki tej metodzie można łączyć ze sobą elementy bardzo grube, gdzie proces spawania przebiega nawet na znacznej głębokości. Połączenia wykonane metodą spawania hybrydowego są wysokiej jakości, estetyczne i trwałe.

Występuje tu jednak wysoki koszt urządzeń. Droga jest kabina do spawania laserowego i monitoring spawania, ale też inne urządzenia, ponieważ z reguły takie stanowisko spawalnicze jest najczęściej fragmentem linii produkcyjnej. Koszty samego wykonania spoin są już porównywalne z innymi technikami. Metody tej nie można stosować w terenie ani przy naprawach.

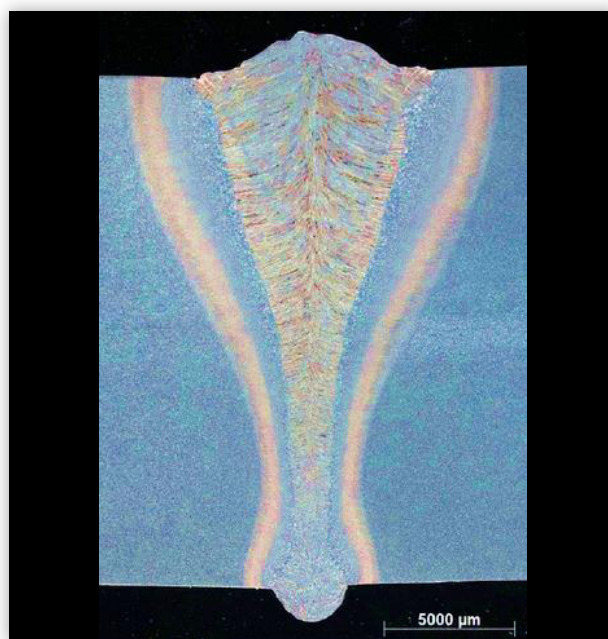
Technologia spawania hybrydowego ma zastosowanie w przypadkach, w których ważna jest jakość spoiny i krótki czas jej wykonania.



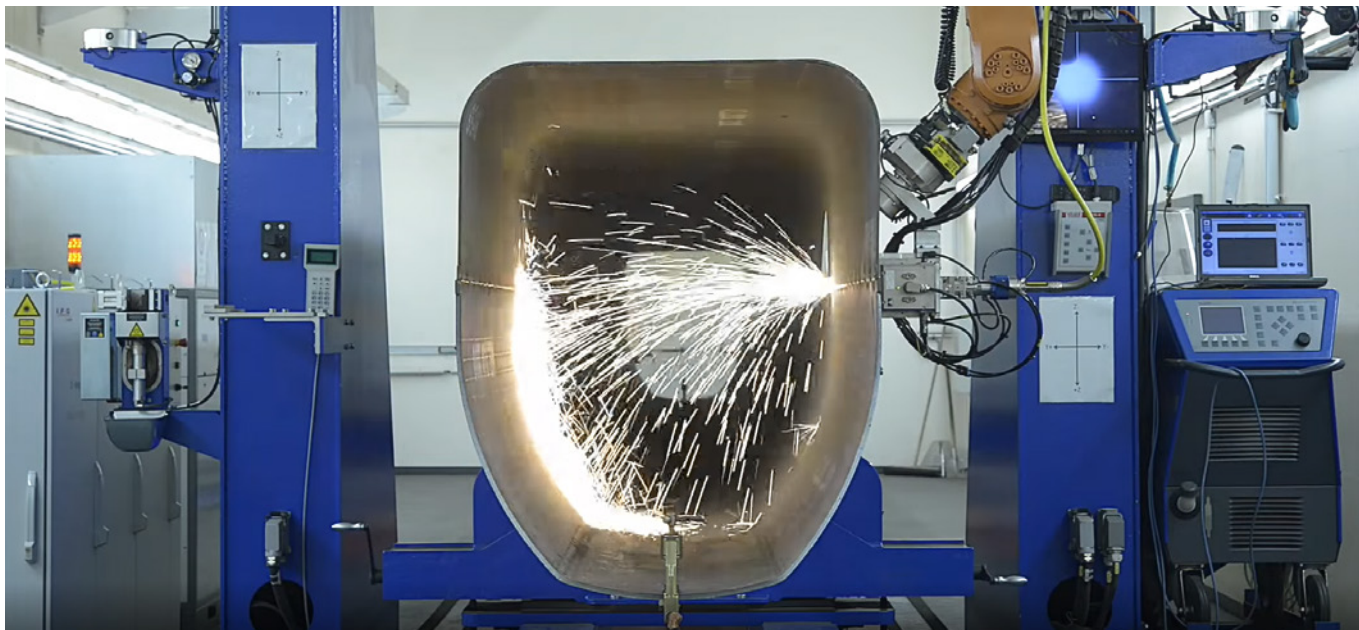
Przykładowy kształt spoiny przy spawaniu hybrydowym Laser + GMA jednym przejściem blach o grubości 18 mm



Porównanie kształtu spoin wykonanych spawaniem GMA, laserowym i hybrydowym



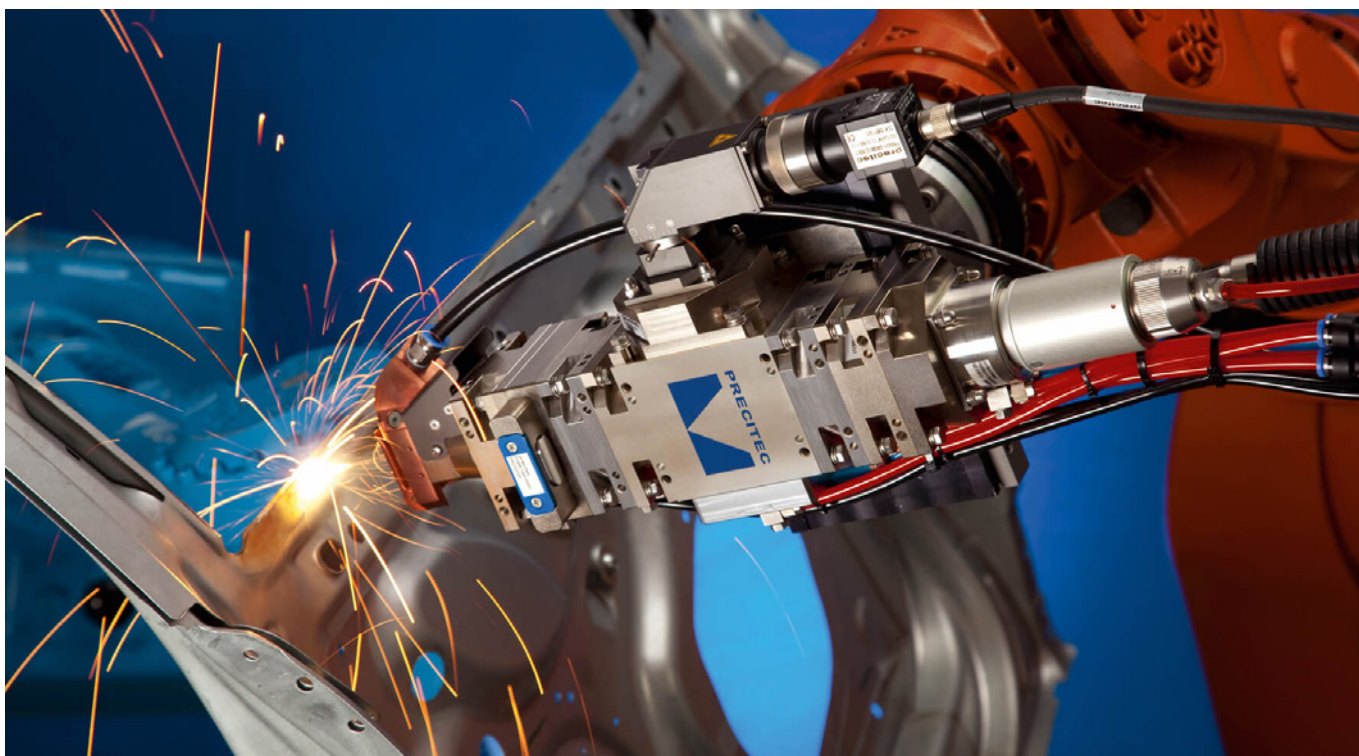
Przekrój spoiny wykonany w jednym przejściu metodą hybrydową; blacha o grubości 18 mm



Stanowisko laserowego spawania hybrydowego (źródło: Cloos)

Spawanie tego typu wykorzystywane jest przy tworzeniu spoin w blachach o grubości do kilkunastu milimetrów, doczołowo. Znajduje zastosowanie np. w przemyśle stoczniowym, a także przy spawaniu konstrukcji, w przemyśle ciężkim, głównie do spawania stali stopowych i wysokostopowych. Można też tym sposobem łączyć elementy wykonane z aluminium i stopów aluminium, tytanu, Ni-Cr, stali nierdzewnych i innych metali

technicznych. Możliwość łączenia różnych materiałów wraz z krótkim czasem przebiegu spawania sprawia, że technika ta stale znajduje nowe dziedziny zastosowania. Do najbardziej obiecujących obszarów, gdzie spawanie hybrydowe może konkurować ze stosowanymi obecnie technologiami, należą konstrukcje spawane dotąd metodą SAW, czyli łukiem krytym. Innym przykładem zastosowania, spotykanym w energetyce, może



Spawanie hybrydowe cienkich blach karoseryjnych (źródło: Precitec)

być spawanie szczelne trudno spawalnej stali T/P24 (specjalna żarowytrzymała stal kotłowa, niskostopowa), którą trudno pospawać klasycznymi metodami. Urządzeniem hybrydowym – laser i GMA (*Gas Metal Arc*, tj. spawanie łukowe w osłonie gazowej elektrodą topliwą) – można spawać ten rodzaj stali bez podgrzania i w szerokim zakresie prędkości, bez ryzyka powstania pęknięć.

W przemyśle stoczniowym i w energetyce metody te są stosowane dość powszechnie. Dość dobre wyniki tą techniką spawania uzyskuje się także przy spawaniu tworzyw sztucznych, np. w przemyśle samochodowym, gdzie stosowane są do wykonywania reflektorów zespolonych. Łączą one lasery o małej mocy i halogenowe źródła ciepła. Spawanie laserowe elementów z tworzywa sztucznego umożliwia wykonywanie konstrukcji o bardzo złożonych kształtach. Dobre wyniki osiąga się też przystosowaniu tej metody przy napawaniu.

Podjęmowane są próby innych jeszcze połączeń hybrydowych, np. laser + GTAW/TIG (*Gas Tungsten Arc Welding*, tj. spawanie łukowe w osłonie gazu obojętnego, przy zastosowaniu nietopliwej elektrody wolframowej; osłona łuku gazem dostarczanym z zewnątrz) czy też nawet laser + PAW (*Plasma Arc Welding*, tj. spawanie łukowe nietopliwą elektrodą wolframową w osłonie gazów obojętnych). To ostatnie połączenie jednak mało się sprawdza, gdyż laser i plazma wykazują wiele podobieństw i stosowane są osobno, jako składniki spawania hybrydowego.

Podjęmowane są próby połączenia hybrydowego metody plazmowej z klasyczną. Spawanie plazmowe stawia mniejsze wymagania w przygotowaniu



materiału i samym prowadzeniu procesu od spawania plazmowego, i w wielu przypadkach może być konkurencyjne dla spawania hybrydowego laser + metody klasyczne.

Częstym działaniem jest stosowanie hybrydowego spawania z wykorzystaniem robotów i to zarówno w pojedynczych stanowiskach, jak i w gniazdach czy liniach zrobotyzowanych. Parametry technologiczne uzyskiwane w tej metodzie spawania idealnie nadają się do pracy w liniach zrobotyzowanych, gdzie występuje krótki takt



Zdjęcie spoiny wykonanej metodą hybrydową (źródło: Cloos)



Zintegrowana głowica do laserowego spawania hybrydowego (źródło: Cloos)

pracy. Dostawcami tego typu aparatury spawalniczej są często producenci robotów spawalniczych oraz firmy zajmujące się spawaniem laserowym.

Do korzyści ze spawania hybrydowego można zaliczyć między innymi:

- Poprawę jakości spawów, polegającą na eliminacji niekontrolowanych i nadmiernych odkształceń w konstrukcjach spawanych.
- Krótszy czas spawania, spowodowany dużą szybkością procesu spawalniczego
- Eliminacja naprężeń spawalniczych, które występują w tradycyjnych metodach spawania i ujawniają się podczas użytkowania konstrukcji spawanej.
- Połączenie dwóch niezależnych procesów spawania w jeden hybrydowy daje bardziej stabilny proces spawania.

Ze względu na swoje zalety prawdopodobne jest zastępowanie spawania laserowego spawaniem hybrydowym, które lepiej wpisuje się w zapotrzebowanie przemysłu. Może znaleźć zastosowanie

w produkcji taboru szynowego, przemyśle motoryzacyjnym, wszelkich, odpowiedzialnych konstrukcjach stalowych i wielu innych branżach i dziedzinach techniki. W Polsce są firmy inżynierskie pracujące nad zastosowaniem spawania hybrydowego, chociaż ze względu na pewne trudności w opanowaniu tego procesu, na wyniki tych prac trzeba będzie trochę poczekać. Trwają np. prace konstrukcyjne dotyczące linii produkcyjnej cystern, których proces technologiczny sam w sobie jest trudny, nawet bez spawania hybrydowego. Cysterny, zwłaszcza do transportu materiałów niebezpiecznych, muszą być wykona-

ne wg specjalnych wymagań. Są one wykonane z grubszych blach, np. 14 mm lub nawet 24 mm dla cystern przeznaczonych do przewożenia gazu, wykonywanych ze specjalnych stali. Spawanie dokonywane jest wzdłuż carg, po zwinięciu pierścienia z blachy oraz obwodowo, przyłączeniu carg między sobą lub z dennicą. Wymaga to stosowania skomplikowanego oprzyrządowania, zapewniającego odpowiednie położenie spawanych krawędzi na całym obwodzie, bez wprowadzania naprężeń mechanicznych, oraz zapewniającego pozycję podolną spawania.

Ze względu na duże zalety tej metody spawania i jej obiecujące perspektywy w zastosowaniach przemysłowych, będziemy wracać do tego tematu w przyszłości.

Aleksander Łukomski