

Technologie hybrydowe w spawalnictwie (cz.I)



URZĄDZENIE HŁAW FIRMY GENERAL ELECTRIC Z LASEREM O MOCY 20 kW



TOMASZ SZULC

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

POD KONIEC XX WIEKU WIĘKSZOŚĆ STOSOWANYCH TECHNOLOGII MECHANICZNYCH OSIĄGNĘŁA STAN PEŁNEJ DOJRZAŁOŚCI I ICH DALSZE, CHOĆBY NIEWIELKIE, UDOSKONALANIE WYMAGA ZWYKLE OGROMNYCH NAKŁADÓW

Wszystkie technologie spawalnicze mają swoje zalety i wady, z których większość to cechy immanentne, czyli nie dające się wyeliminować. Brak możliwości szybkiego i radykalnego doskonalenia procesów technologicznych oznacza spowolnienie postępu lub wręcz stagnację. Jednym z najbardziej obiecujących sposobów rozwoju są technologie

hybrydowe, łączące rozwiązania kilku znanych technologii.

W przypadku spawalnictwa zainteresowanie technologiami hybrydowymi wydaje się mniej uzasadnione, gdyż cała ta dziedzina wiedzy technicznej jest generalnie bardzo młoda (klasyczne technologie spawania i cięcia termicznego są stosowane od nieco ponad 100 lat)

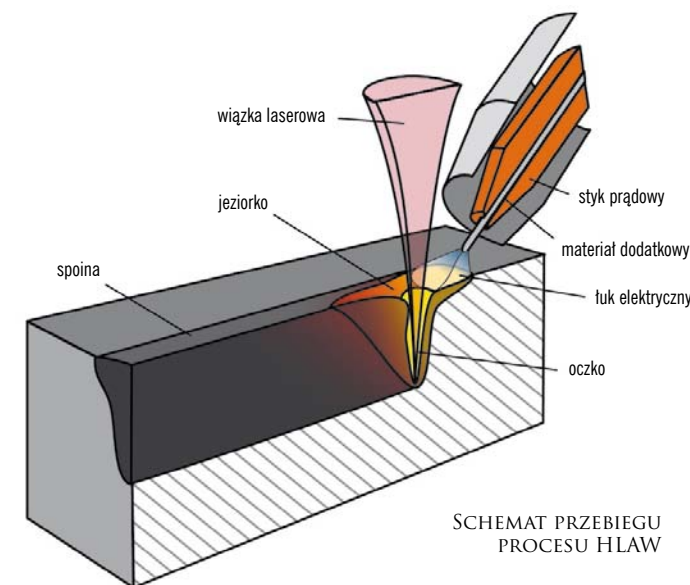
i ciągle szybko się rozwija. Technologie hybrydowe są jednak i tutaj szansą na uzyskanie znacznie lepszych wyników relatywnie niewielkim kosztem, bez długotrwałego i ryzykownego testowania zupełnie nowych koncepcji.

Początki technologii hybrydowych w spawalnictwie wydawały się dotyczyć bardzo niszowych aplikacji. Na dodatek rozwój klasycznych technologii spawalniczych był wówczas tak szybki, że pozornie drobne udoskonalenia nie zwracały na siebie uwagi fachowców.

Zgrzewanie + lutowanie

Tymczasem pierwsze zastosowanie spawalniczej technologii hybrydowej miało wszelkie cechy rewolucji. Było to bowiem połączenie zgrzewania punktowego i lutowania miękkiego. Pierwsza z tych metod jest powszechnie stosowana do łączenia elementów cienkościennych, głównie blach, w celu wytworzenia struktur o dużej sztywności i często dużych rozmiarach. Typowe zastosowanie to łączenie elementów karoserii samochodowej. Zgrzewanie punktowe wiąże się zwykle z niewielkim obciążeniem cieplnym konstrukcji (w porównaniu z klasycznym spawaniem), ograniczonym zużyciem energii i nie wymaga stosowania dodatkowego spoiwa. Główną jego wadą jest niemożność uzyskania połączeń szczelnych, np. przy produkcji zbiorników paliwa, gdzie trzeba stosować znacznie mniej korzystne zgrzewanie liniowe.

W proponowanym rozwiązaniu hybrydowym ciepło towarzyszące powstaniu zgrzeiny punktowej i stopniowo rozpraszające się w materiale posłużyło do stopienia niewielkiej ilości lutu miękkiego, wprowadzonego przed rozpoczęciem zgrzewania między łączone elementy. Rozptylający się lut wypełniał szczelinę między stykającymi się powierzchniami i zapewniał połączeniu szczelność,



SCHEMAT PRZEBIEGU PROCESU HŁAW

podczas gdy zgrzeiny nadawały mu odpowiednią wytrzymałość mechaniczną.

W praktyce okazało się jednak, że to rozwiązanie jest trudne do zastosowania z kilku powodów. Po pierwsze, oprócz lutu należało prowadzić między elementy topnik. Po drugie, zgrzeiny punktowe są rozmieszczone zwykle zbyt rzadko, by ciepło zgrzewania topiło lut na całym odcinku między zgrzeinami. Dlatego zwiększono gęstość zgrzein powyżej koniecznej, zastosowano bardziej miękkie parametry zgrzewania (mniejsze natężenie prądu, dłuższy czas). Ostatecznie zmniejszyło to ekonomiczne korzyści, związane z zastosowaniem tej technologii i według dostępnych informacji stosowano ją przez jakiś czas jedynie w przemyśle lotniczym do łączenia cienkich blach w strukturach kompozytowych.

Zgrzewanie + klejenie

Jeszcze trudniejsza do realizacji w praktyce okazała się kolejna technologia hybrydowa: połączenia zgrzewania punktowego z klejeniem. Idea była taka sama, jak opisana powyżej, z tą różnicą, że zamiast lutu, czyli materiału metalicznego, miał być stosowany termoutwardzalny klej.

Spawanie + spawanie

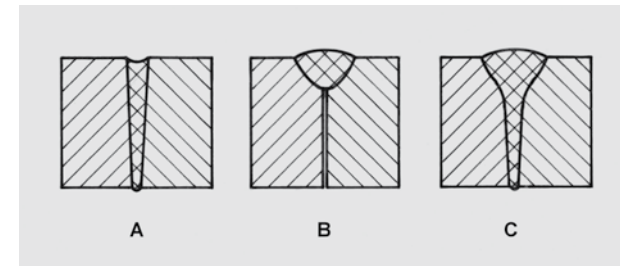
Kolejna próba zastosowania technologii hybrydowej była wynikiem pojawienia się nowej potrzeby: spawania konstrukcji wykonanych z blach platerowanych. Idea platerowania jest bardzo stara: polega ono na połączeniu ze sobą arkuszy

wykonanych z dwóch różnych metali. Cieńszy jest wykonany z droższego materiału o szczególnych właściwościach, a grubszy – z materiału tańszego. Nakłada się jeden arkusz na drugi i łączy je ze sobą. Prowadzi się taki proces zwykle na zimno, a więc można tworzyć połączenia bardzo różnorodnych materiałów.

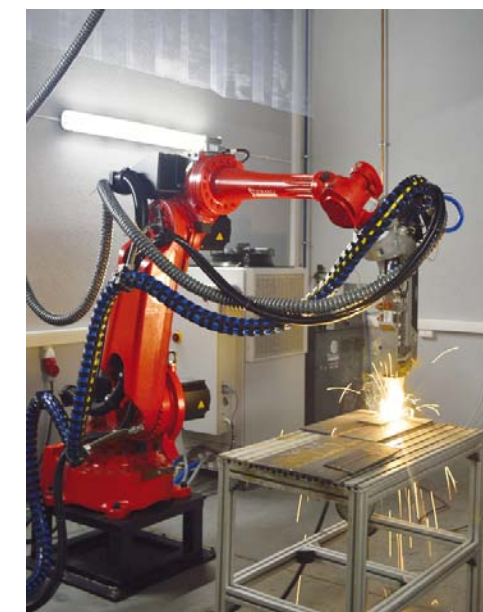
Łączenie elementów wykonanych z takich półproduktów stanowi zwykle ogromny problem. Typowym zastosowaniem są rurociągi i zbiorniki dla przemysłu chemicznego, których wewnętrzne powierzchnie muszą być wykonane z metali o odpowiedniej odporności korozyjno-erozyjnej, zwykle kosztownych i często charakteryzujących się niskimi wskaźnikami wytrzymałościowymi. Plateruje się wobec tego blachy i rury stalowe (od wewnątrz) cienką warstwą stali austenitycznej, stopów aluminium lub tytanu, a wytrzymałość zapewnia stal konstrukcyjna, stanowiąca resztę struktury.

Do spawania tej ostatniej można stosować niemal wszystkie metody spawania, podczas gdy łączenie warstwy plateru wymaga zastosowania bardziej wysublimowanych technologii. Najpierw wykonywano obie te operacje oddzielnie, czyli najpierw spawano plater jedną metodą, zwykle GTA, a potem stal inną metodą, np. GMA lub łukiem krytym. W ten sposób obniżano koszty i skracano czas spawania w porównaniu z użyciem tylko metody GTA.

W trakcie wykonywania prac spawalniczych zwrócono uwagę na możliwość



PORÓWNANIE PRZĘKOJÓW SPOIN WYKONANYCH W JEDNYM PRZĘJŚCIU METODĄ LASEROWĄ (A) – WIDOCZNE WKŁĘSŁE LICO, GMA (B) – WIDOCZNY BRAK PEŁNEGO PRZETOPU ORAZ HŁAW (C)



ZROBOTYZOWANE STANOWISKO DO SPAWANIA HŁAW

dalszego obniżenia kosztów i skrócenia czasu spawania przez połączenie obu procesów, czyli spawanie stali zaraz po spawaniu plateru. W ten sposób spawano stal nagrzaną ciepłem łuku GTA, a wspólne prowadzenie obu głowic (był to zwykle proces zautomatyzowany) nie wymagało dwukrotnego mocowania i pozycjonowania urządzeń. Urządzenie w tej postaci było pełnowartościową konstrukcją hybrydową.

Plazma lub laser + GMA lub SAW

Bardziej powszechne zastosowanie spawalniczych technologii hybrydowych nie wiąże się jednak z realizacją tak ambitnych celów, jak łączenie metalicznych struktur warstwowych, tylko z chęcią poprawienia jakości i zwiększenia atrakcyjności ekonomicznej „zwykłego” spawania, „zwykłych” materiałów, czyli przede wszystkim stali. Od kilkunastu lat najlep- →