

Spawanie plazmowe stali obrobionej termomechanicznie

Tomasz Pfeifer
Łukasiewicz -
Instytut Spawalnictwa

W WIELU BRANŻACH NOWOCZESNEGO PRZEMYSŁU CIĘŻKIEGO (budowa rurociągów, zbiorników produkcyjnych, maszyn budowlanych) nieustannie dąży się do zwiększenia wydajności produkcji i obniżenia kosztów wytwarzania (zwiększenie konkurencyjności), również w przypadku wykonywania konstrukcji ze stali o wysokiej wytrzymałości. W związku z tym konieczne jest poszukiwanie rozwiązań, umożliwiających przyspieszenie operacji spawalniczych (zwiększenie prędkości spawania lub grubości warstwy, szczególnie przetopowej). Analiza dostępnej literatury naukowo-technicznej wykazała, że jednym ze sposobów mogłoby być zastosowanie spawania plazmowego.

W związku z powyższym, Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa odpowiedział na potrzebę firmy Unigreg Energia, proponując technologię spawania plazmowego do wytwarzania zbiorników do magazynowania wodoru. Firma Unigreg Energia zgłosiła się do Sieci Badawczej Łukasiewicz, której Instytut jest częścią, w ramach systemu Wyzwań, czyli innowacyjnej formuły współpracy instytutów Łukasiewicza z partnerami biznesowymi. W systemie Wyzwań, Przedsiębiorca za pomocą strony internetowej zgłasza problem do rozwiązania, a w Intranecie Łukasiewicza na tej podstawie ogłaszane jest Wyzwanie, które jest efektem kontaktu z Klientem. Następnie wszyscy pracownicy Łukasiewicza mają możliwość zgłaszania pomysłów na ich rozwiązanie. Dzięki Wyzwaniom można zaproponować przedsiębiorcy skuteczne rozwiązanie wdrożeniowe, korzystając z unikatowej aparatury i laboratoriów istniejących w Łukasiewicza – Instytucie Spawalnictwa i w innych Instytutach Sieci.

Propozycję opracowania technologii spawania plazmowego do wytwarzania zbiorników do magazynowania wodoru złożono w oparciu o doświadczenia uzyskane w trakcie realizacji prac badawczych, a szczególnie pracy, której celem było określenie wpływu wysokiej energii łuku przy spawaniu plazmowym techniką z jeziorkiem i techniką z oczkiem na budowę strukturalną i własności mechaniczne stali walcowanej termomechanicznie S700MC i opracowanie technologii spawania umożliwiającej uzyskanie odpowiedniej wytrzymałości na rozciąganie i plastyczności.

Badania technologiczne procesu spawania plazmowego i wysokowydajnymi odmianami metody MAG zostały przeprowadzone na zautomatyzowanym stanowisku MultiSurfacer D2 Weld (produkcji firmy Welding Alloys), wyposażonym w mikroprocesorowy układ sterowania, który umożliwiał zadawanie wymaganej prędkości spawania, a także powtarzalne pozycjonowanie uchwytu spawalniczego mocowanego w zespole suportów stanowiska. Do prób spawania plazmowego zastosowano urządzenie firmy Castolin typu Eutronic GAP 3001.

W ramach badań technologicznych procesu spawania plazmowego blach ze stali wysokowytrzymałych w pierwszej kolejności wykonano szereg złączy doczołowych blach o grubości 3 mm ze stali S700MC (100 × 200 mm). Elementy wycięto



Makrostruktura złącza doczołowego blach ze stali S700MC spawanego plazmowo techniką z jeziorkiem.

laserowo z arkusza blachy, następnie oczyszczono szczotką obrotową, odtłuszczono i mocowano w oprzyrządowaniu, zapewniającym powtarzalne ich usytuowanie względem uchwytu spawalniczego oraz zapobiegającym odkształcaniu się złącza w trakcie spawania. Wykonano próby technologiczne spawania złączy doczołowych przygotowanych na „I” bez odstępu, w pozycji podolnej z zastosowaniem różnych parametrów procesu techniką z jeziorkiem i techniką z oczkiem (z ang. *keyhole*, zwana inaczej techniką głębokiego wtopienia).

Przeprowadzone badania technologiczne spawania metodą plazmową, badania wizualne i penetracyjne, a także badania metalograficzne makroskopowe wykazały, że możliwe jest opracowanie warunków i parametrów spawania zapewniających uzyskanie złączy charakteryzujących się poziomą jakością B. Zastosowanie spawania techniką z jeziorkiem umożliwia wykonanie złączy doczołowych o grubości do 3 mm. Zastosowanie techniki głębokiego wtopienia (z oczkiem) umożliwia spawanie blach o grubości dopiero od 3 mm wzwyż. Stwierdzono, że zakres parametrów pozwalających na uzyskanie prawidłowego złącza jest bardzo wąski. Podstawowe parametry technologiczne, które muszą zostać precyzyjnie dobrane w zależności od grubości blachy, długości złącza i pozycji spawania to: natężenie prądu, prędkość przesuwu i natężenie przepływu gazu plazmowego. Należy zwrócić uwagę, że spawanie techniką z oczkiem ułatwia zastosowanie płytki wybiegowej, umożliwiającej uformowanie się i stabilizację kanału gazodynamicznego. Rozpoczęcie procesu spawania bez płytki dobiegowej bardzo często uniemożliwia uzyskanie prawidłowego złącza ze względu na brak formowania się spoiny.

Badania wytrzymałości na rozciąganie wykazały, że złącza spawane techniką z jeziorkiem nie spełniają wymagań odnośnie minimalnej wytrzymałości na rozciąganie, natomiast złącza wykonane techniką głębokiego wtopienia wymagania te spełniają. Przeprowadzone próby gięcia wykazały odpowiednią plastyczność połączeń spawanych, a badania twardości wykazały spełnienie kryterium ≤ 380 HV10. Badania metalograficzne mikroskopowe wykazały, że struktury wszystkich obszarów są typowe dla złączy spawanych metodami łukowymi. Jedynie struktura spoiny charakteryzuje się większym rozmiarem ziarna niż w przypadku innej metody spawania, co jest przyczyną spadku wytrzymałości na rozciąganie w przypadku złączy spawanych techniką głębokiego wtopienia.

Badania wykazały, że możliwe jest opracowanie technologii spawania plazmowego zbiorników ze stali walcowanej termomechanicznie do magazynowania wodoru, zapewniającej spełnienie wymaganych norm oraz gwarantującej wysoką jakość i bezpieczeństwo określone w normach.