Schweißtechnische Lehr- und
Versuchsanstalt Halle GmbH
(*Instytut edukacyjny i badawczy techniki spawalniczej*)

Raport z badań

Badania w zakresie zużycia gazu ochronnego dla źródła prądu spawania w osłonie gazów ochronnych Sigma 400 IGC

Zlecenie: **Badanie zużycia gazu ochronnego w procesie spawania w osłonie gazów ochronnych**

Zleceniodawca: Migatronic Schweißmaschinen GmbH
Sandusweg 12
D-35435 Wettenberg

Osoba kontaktowa: Pan L. Petri

Telefon: 0641 / 89284-11 *Telefax:-*
E-Mail: Lothar.petri@migatronic.de

Numer zlecenia:

Zleceniobiorca: **Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Halle GmbH**
Köthener Str. 33a
D-06118 Halle/Saale

Opracował: Pan J. Herrmann, Pan U. Mückenheim

Telefon: 0345/5246-216 *Telefax:* 0345/5246-403
E-Mail: herrmann@slv-halle.de

Numer zlecenia SLV: 275/660/09/026 *Nazwa pliku:* Raport z badań
Data przygotowania raportu: 24 listopada 2009

Mgr inż. (FH) Herrmann
Kierownik działu
spawania łukowego

HARISPAL TECHNIKI SPAWANIA

1 Sytuacja wyjściowa

Spawanie MIG/MAG to metoda spawania łukowego wykorzystująca topliwą elektrodę z drutu, która jest teoretycznie nieskończona, w osłonie gazów ochronnych. Proces może być wykonywany częściowo mechanicznie za pomocą palnika prowadzonego ręcznie lub w sposób całkowicie zmechanizowany. Spawanie MIG/MAG jest rozpowszechnione szeroko w przemyśle obróbki metali i stosowane jest często między innymi do wykonywania konstrukcji stalowych, konstrukcji zbiorników, w przemyśle stoczniowym i samochodowym. W ten sposób spawane są przede wszystkim gatunki stali niestopowych i stopowych. Metoda wykorzystywana jest do wykonywania złącz doczołowych, teowych, zakładkowych lub narożnych w różnych pozycjach połączeń i dla różnych grubości blach. Zastosowanie tej metody do spawania stali gatunku CrNi i aluminium jest również szeroko rozpowszechnione w przemyśle.

Zastosowanie gazów ochronnych jest konieczne. Gazy te zapewniają połączenie materiałów w strefie łuku, tworząc odpowiednie środowisko spawania i chronią przetop przed utlenianiem i niepożądanym dostępem gazów z powietrza otoczenia. Gazy ochronne mają wpływ na łączenie się materiałów, tworzenie się odprysków, wygląd spoiny, kształt wtopu oraz jakość połączenia w sensie mechanicznym i technologicznym.

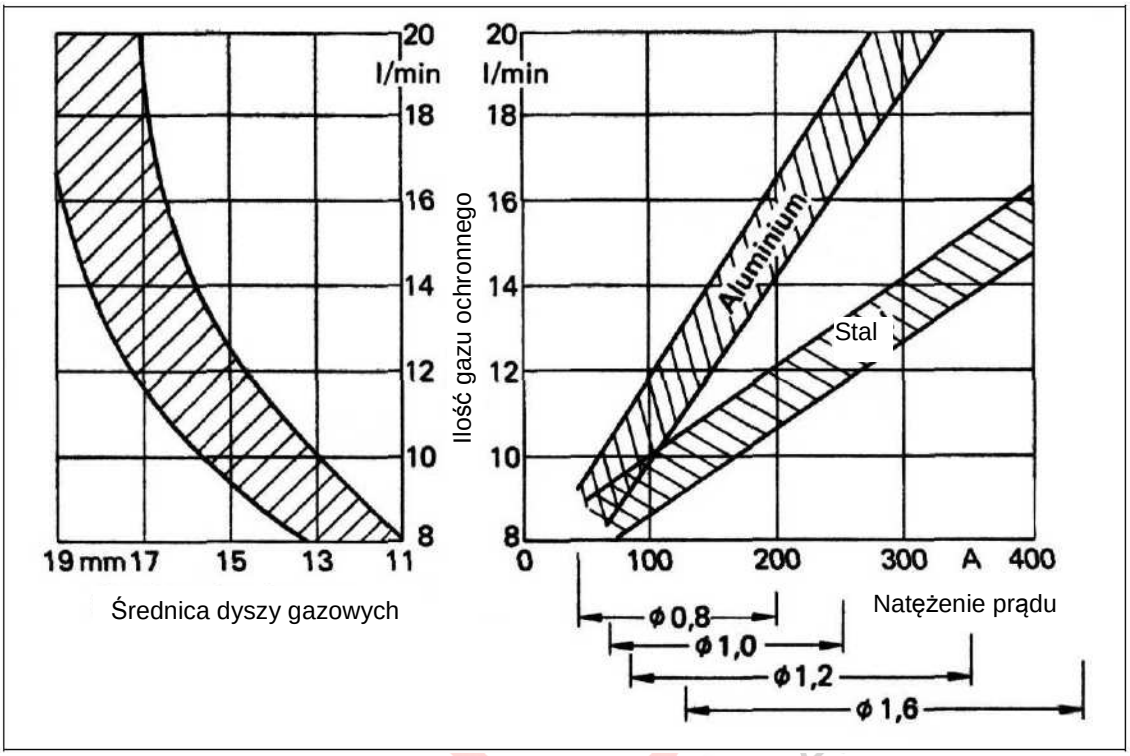
Wypływ gazu osłonowego przed i po spawaniem może być regulowany na źródle prądu, przy czym z przyczyn ekonomicznych okresy powinny być możliwie najkrótsze. W przypadku materiałów o wysokiej wrażliwości na działanie gazów jak tytan lub cyrkon, częściowo konieczne jest zapewnienie bardzo długich okresów wypływu gazu osłonkowego po spawaniu.

Zasilanie gazem ochronnym następuje albo z butli ciśnieniowych o wewnętrznym ciśnieniu 200 lub 300 bar lub z rurociągu obiegowego z centralnego układu zasilania. W obydwu przypadkach pojawia się konieczność redukcji ciśnienia i pomiaru ilości przepływu gazu.
Pomiar ilości przepływu może być wykonywany za pomocą dyszy pomiarowej lub rotametru. W przypadku dyszy pomiarowej mierzone jest ciśnienie, które tworzy się w dyszy podczas przepływu gazu. Wartość odczytywana jest na manometrze, którego skala [w l/min] jest odpowiednio skalibrowana. W przypadku pomiaru rotametrem gaz powoduje wypchnięcie kulki znajdującej się w stożkowej rurce szklanej posiadającej odpowiednią skalę.
Pozycja kulki odpowiada danej ilości przepływu. W celach praktycznych zaleca się dodatkowo sprawdzenie ilości gazu ochronnego przepływającego przez rurę pomiarową, która powinna być założona na dyszę gazu ochronnego [1].

Konieczne ilości gazów ochronnych zależne są od rodzaju materiałów, natężenia prądu, pozycji spawania i składu samego gazu ochronnego. Ilustracja 1 pokazuje orientacyjny diagram pomocniczy do określenia ilości gazu ochronnego, który ukazuje zarówno zależność ilości gazu ochronnego od średnicy dyszy, materiału i średnicy elektrody.

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351



Ilustracja 1: Ilość gazu ochronnego w zależności od średnicy dyszy gazowej i natężenia prądu [1]

Dyrektywa DVS 0912 wychodzi z założenia, że rysy/pory w spoinie powstają zarówno w przypadku, jeśli ilość gazu ochronnego jest za mała (niedostateczna ochrona gazowa) jak i również za wysoka (turbulencje w strumieniu gazu ochronnego) [2]. Reguła przybliżona ustawiania koniecznej ilości przepływu gazu ochronnego określa ilość gazu jako przybliżoną wartość iloczynu 10 - 12 x średnica elektrody (w l/min.).
W zależności od materiału i metody technologicznej stosowane są gazy ochronne o różnym składzie. Klasyfikacja i normowanie gazów procesowych dla spawania opisane są w normie DIN EN ISO 14175 [3].

2 Określenie celu

Firma Migatronic Schweißmaschinen GmbH wyposaża swoje źródła prądu spawania MAG opcjonalnie w inteligentne sterowniki gazu (IGC). Skuteczny komplet oszczędzający gaz ochronny w połączeniu z dynamicznym sterownikiem gazowym nadzoruje/ kontroluje zużycie gazu i dokonuje optymalizacji przepływu gazu dla wybranego synergicznego programu spawalniczego [4]. Na podstawie badań porównawczych z zastosowaniem konwencjonalnych metod technicznych wykonywany jest pomiar i analiza zużycia gazu ochronnego podczas procesu zapłonu w odniesieniu do różnych parametrów procesowych podczas spawania.

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351

3 Warunki wykonania testów

W celu technicznej rejestracji przepływu gazu ochronnego lub ilości przepływu gazu ochronnego stosowany jest system pomiarowy WeldQAS zawierający czujnik przepływu HKS-GM 20 L3/10B o impulsie 100 Hz w połączeniu z oprogramowaniem analitycznym Weldanalyst PC 5.0.1 [5]. Czujnik przepływu zamontowany jest bezpośrednio do reduktora ciśnienia butli z gazem ochronnym a na manometrze ustawiona jest ilość przepływu 18 l/min. Połączenie pomiędzy czujnikiem a źródłem prądu spawania wykonywane jest za pomocą węża gumowego dla urządzeń spawalniczych (2 MPa- 6,3-Cordan 2806) [6].

W przeprowadzonych testach zastosowano gaz ochronny stosowany najczęściej w praktyce, czyli ISO 14175-M21-ArC-18 (Ar/CO_2 - 82/18).

W pierwszym etapie wykonano symulację spawania z zastosowaniem źródła prądu spawania wyposażonym w dynamiczny sterownik gazowy IGC Sigma 400 (źródło prądu 1) i z zastosowaniem konwencjonalnego źródła prądu spawania Sigma 400 (źródło prądu 2).
Do tych dwóch źródeł prądu spawania podłączono identyczne węże gazu ochronnego o identycznej długości prowadzące z butli gazowej Atal (18% CO_2 w Ar). Długość węża obydwu palników spawalniczych wynosiła 3 m, a czas przepływu gazu ochronnego ustawiono na obydwu źródłach prądu spawania na 7 s. Uruchomienie procesu wykonane zostało ręcznie przez przycisk na palniku, który był wyposażony w przerzutnik systemu rejestracyjnego dla przepływu gazowego. Średnica wewnętrzna dyszy gazowej wynosiła 14 mm. Podczas testów zastosowano wykresy znamionowe zaprogramowane w źródle prądu do spawania gatunków stali stopowej i niestopowej z dodatkiem spawalniczym o średnicy d = 1,2 mm. Pomiary wykonane zostały przez porównanie okresów czasowych 2 lub 7 sekund i wyników dla spoin punktowych, krótkich i przerywanych.

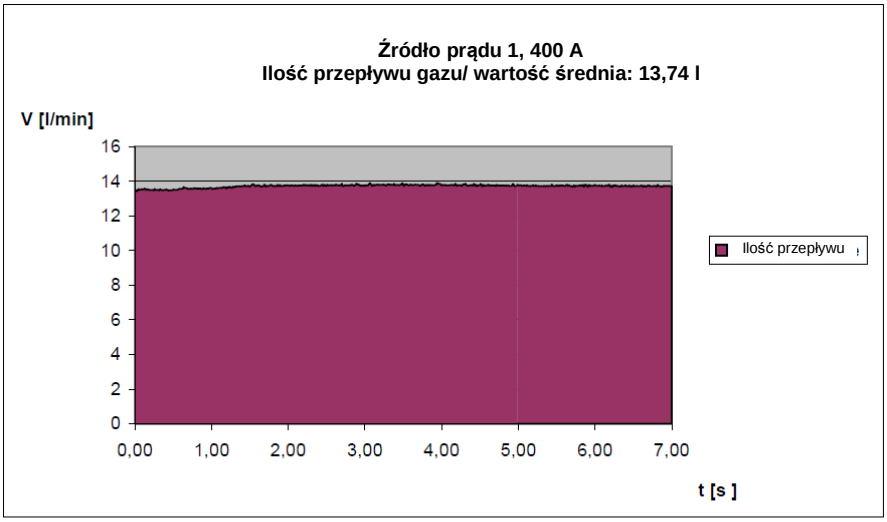
4 Wyniki

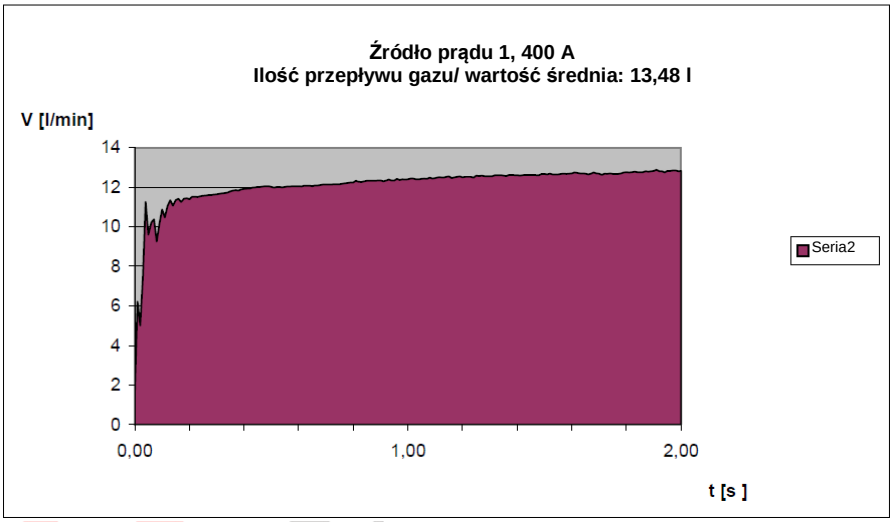
4.1 Pomiary ciśnienia spiętrzania

Następnie porównano zużycie ilości gazów ochronnych w okresach 2 i 7 sekund dla źródeł prądu spawania 1 i 2 w maksymalnym zakresie natężenia prądu. Chociaż spodziewaliśmy się, że oszczędności dla wysokiego natężenia prądu będą względnie niewielkie na skutek większych ilości przepływu gazu, to badania rozpoczęto dla maksymalnego zakresu prądu. Ilustracja 2 przedstawia zużycie gazu ochronnego dla kilku serii testowych źródła prądu 1. Jednoznacznie rozpoznać można zredukowanie ciśnienia spiętrzania. Zaprogramowana wartość przepływu ustawionego natężenia prądu 400 A zmierzona została jako wartość średnia 13,74 l (dla 7 s) i 13,48 l (dla 2 s). Wartości chwilowe są nieco wyższe niż wartości średnie.

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351



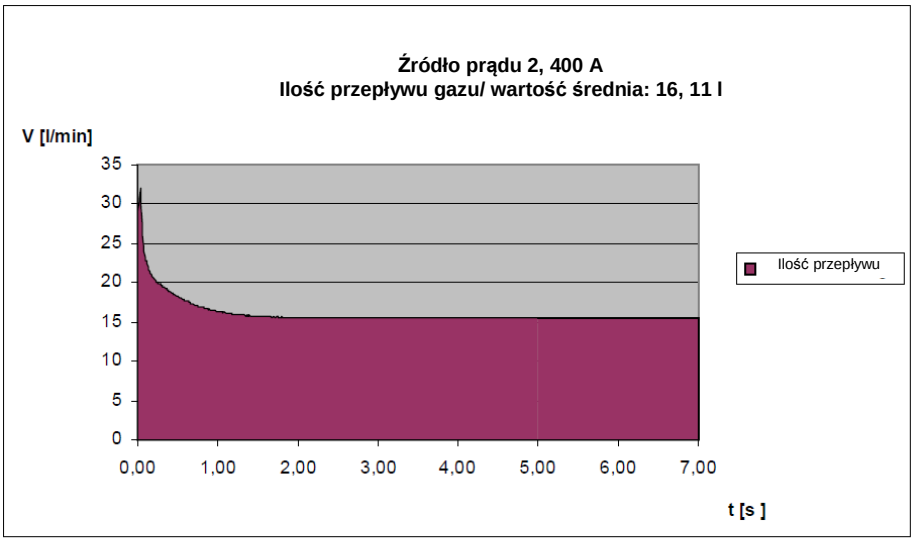


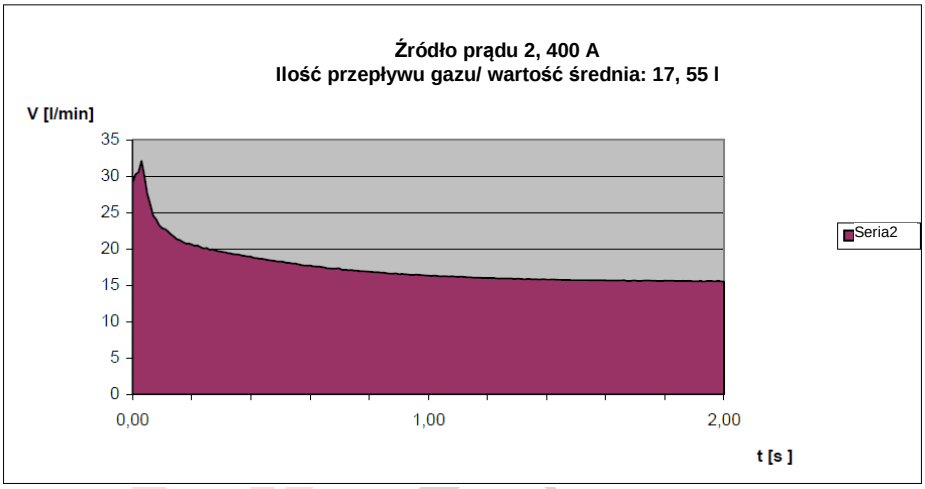
Ilustracja 2: Ilość przepływu gazu dla źródła prądu 1 przy 400 A

Porównanie z wynikami urządzenia konwencjonalnego pokazane jest na ilustracji 3. Jednoznacznie rozpoznać można dużą ilość przepływu, która oznacza redukcję ciśnienia spiętrzania źródła prądu 2. W czasie 7s uzyskujemy wartość średnią 16,11 l, a dla czasu 2 sekund zmierzoną wartość średnią 17,55 l. Wartości chwilowe są nieco mniejsze niż wartości średnie. Wartość maksymalna ciśnienia spiętrzania przekracza znacznie 30 l/min, co oznacza, że dla spawania punktowego i zczepnego należy się liczyć z dużymi stratami gazu ochronnego.

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351





Ilustracja 3: Ilość przepływu gazu dla źródła prądu 2 przy 400 A

Jak widać w tabeli 1 oszczędność gazu ochronnego w odniesieniu do czasu mieści się w przedziale od 1,79 do 4,07 l dla jednego cyklu procesowego. W ten sposób łatwo można oszacować efekty ekonomiczne, które są niezbędne dla określonej ilości spoin punktowych i podłużnych dla odnośnej obrabianej części.

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

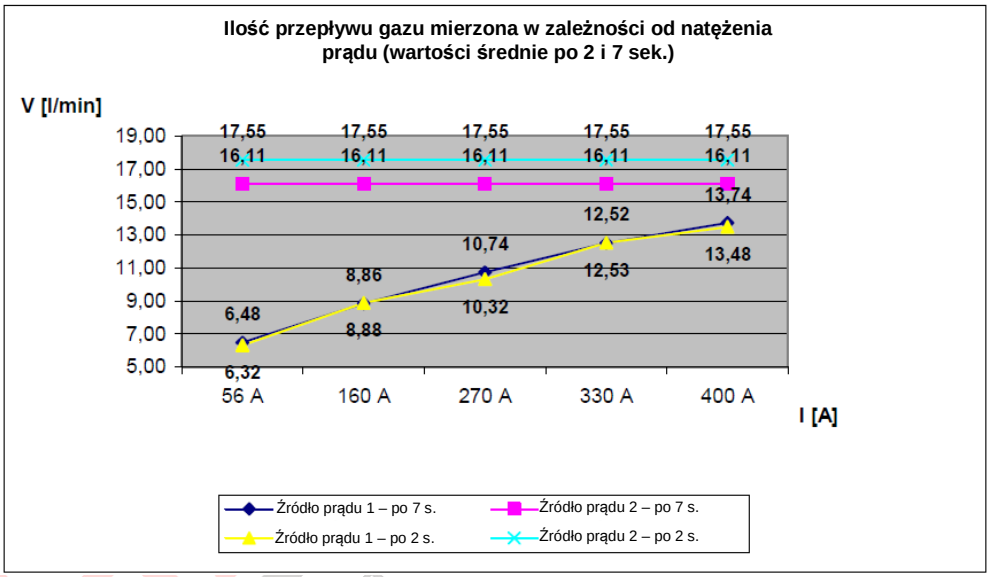
P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351

	Źródło prądu 1	Źródło prądu 2	Różnica
Ilość gazu ochronnego (7 s)	13,74 l	16,11 l	1,79 l
Ilość gazu ochronnego (2 s)	13,48 l	17,55 l	4,07 l

Tabela 1: Porównanie ilości przepływu gazu dla 400 A

4.2 Ilość przepływu gazu w zależności od natężenia prądu

Ponieważ analizowane źródło prądu spawania 1, jak już wspominaliśmy, wywołuje również poprawę przepływu gazu dla wybranego synergicznego programu spawalniczego, to wykonane zostały również pomiary zużycia gazu ochronnego w zależności od natężenia prądu spawania. Równocześnie przebadano również inne zakresy natężenia prądu, ponieważ oczekiwano jeszcze większych oszczędności. Ilustracja 4 przedstawia porównanie obydwu źródeł prądu na podstawie wartości średnich ilości przepływu mierzonych po 2 i po 7 sekundach. Zależności przybierają taki charakter, jeśli w praktyce nie wykonuje się dopasowania ilości przepływu gazu do danego zadania.



Ilustracja 4: Zużycie gazu ochronnego dopasowane do natężenia prądu

Poniższa tabela 2 pokazuje jeszcze raz wyraźnie znaczny potencjał oszczędnościowy dla spawania punktowego w dolnym zakresie natężenia prądu. Dla mierzonych ilości przepływu zarejestrowano wartości średnie po 2 sekundach i 7 sekundach. Ilość przepływu rejestrowana dokładnie po 7 sekundach mieści się w zależności od natężenia prądu dla źródła prądu 1 w zakresie od 1 – 2 l/min wyższym niż wartość średnia (patrz ilustracja 2). Dokładna ilość przepływu źródła prądu 2 po 7 sekundach bez uwzględniania ciśnienia spiętrzania jest niższa niż zmierzona wartość średnia (patrz ilustracja 3).

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351

	Źródło prądu 1	Źródło prądu 2	Różnica
Ilość gazu ochronnego (7 s) / 400 A	13,74 l	16,11 l	2,37 l
Ilość gazu ochronnego (2 s) / 400 A	13,48 l	17,55 l	4,07 l
Ilość gazu ochronnego (7 s) / 270 A	10,74 l	16,11 l	5,37 l
Ilość gazu ochronnego (2 s) / 270 A	10,32	17,55 l	7,23 l
Ilość gazu ochronnego (7 s) / 56 A	6,48	16,11 l	9,27 l
Ilość gazu ochronnego (2 s) / 56 A	6,32	17,55 l	11,23 l

Tabela 2: Porównanie ilość przepływu gazu dla różnych wartości natężenia prądu

Ponieważ w przypadku niskiego zużycia gazu ochronnego przy niskim natężeniu prądu oczekiwać można było znacznych oszczędności gazu ochronnego nawet przy braku dopasowania ilości przepływu względem natężenia prądu, to takie próby spawalnicze zostały wciągnięte do programu roboczego.

4.2.1 Próby spawalnicze

Zadane ilości gazu ochronnego w zależności od parametrów mogą być skorygowane za pomocą współczynnika korekcyjnego, jeśli pojawi się konieczność podwyższenia ilości przepływu gazu z powodu wykonywania specjalnego rodzaju połączenia spawanego (np. połączenia narożnego). Aby sprawdzić przydatność zadanych wartości pod względem wykonania prawidłowego połączenia spawanego wykonano spawane połączenia zakładkowe a następnie poddano je badaniom nieniszczącym. W tym celu wybierane są 3 komplety parametrów w różnych zakresach mocy (56 A, 290 A i 370 A) i następnie są wykonywane na próbkach o różnych grubościach blachy w sposób częściowo mechaniczny.

4.2.2 Badania nieniszczące

Wszystkie spawane próbki poddano badaniom nieniszczącym (radioskopii) wg normy DIN EN 1435 [7] i DIN EN 13068-3 [8] i przeanalizowano pod względem porów. Wszystkie próbki spełniają wymagania zgodnie z normą DIN EN ISO 5817 (grupa B) [9].

5 Podsumowanie

W porównaniu do urządzenia konwencjonalnego źródło prądu spawania MIGATRONIC IGC Sigma 400 (źródło prądu 1) charakteryzuje się możliwością ograniczania ciśnienia spiętrzania na początku procesu spawania.
Pomiary przepływu gazu ochronnego pokazują znaczny potencjał oszczędnościowy źródła prądu spawania z dynamicznym sterownikiem gazu ochronnego przede wszystkim w odniesieniu do spoin punktowych i podłużnych w dolnym zakresie natężenia prądu. Również w maksymalnym zakresie natężenia prądu dla źródła prądu możliwe jest zaoszczędzenie pewnych ilości gazu ochronnego w porównaniu do urządzeń konwencjonalnych.
Za pomocą zadanych, ustawionych ilości gazu ochronnego zależnych od parametrów możliwe jest wykonanie prawidłowych połączeń doczołowych w badanym zakresie mocy.
Ponieważ do wykonania testów stosowany jest gaz ochronny najczęściej używany w praktyce, czyli ISO 14175-M21- ArC-18 (Ar/CO_2 - 82/18), to efekty oszczędności przy zastosowaniu gazów droższych w połączeniu z innymi właściwościami składników gazowych mogą być jeszcze znacznie wyższe.

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351

6 Literatura

[1] GSI dokumentacja szkoleniowa; spawanie MIG-/MAG i z elektrodą wypełniającą (SFI 1.08)

[2] Wytyczna DVS 0912 część 2; spawanie w osłonie gazu ochronnego stali – wytyczna wykonawcza, unikanie tworzenia się porów

[3] DIN EN ISO 14175; dodatki spawalnicze – gazy i mieszanki gazowe dla spawania w łuku elektrycznym i procesów spokrewnionych

[4] SIGMA^{2}300/400/500 – Prospekt firmy Migatronic Schweißmaschinen GmbH Deutschland

[5] http://www.hks-prozesstechnik.de

[6] DIN EN 559; węże gumowe dla spawania, cięcia i technologii spokrewnionych

[7] DIN EN 1435; badanie nieniszczące połączeń spawanych (badania rentgenowskie połączeń spawalniczych)

[8] DIN EN 13068-3; badania nieniszczące – badania radioskopowe (część 3: ogólne podstawy badań radioskopowych materiałów metalowych promieniami rentgena i gamma)

[9] DIN EN ISO 5817; Spawanie – połączenia spawane na stali, niklu, tytanie i ich stopach (bez spawania promieniowego) – grupy klasyfikacyjne nieprawidłowości

Data tłumaczenia : 23 marca 2010

HARISPAL TECHNIKI SPAWANIA

Wskazówka zgodnie z DIN EN 45 001:
Wyniki badań opublikowane w powyższym raporcie odnoszą się wyłącznie do przebadanych przedmiotów. Fragmentaryczna publikacja raportu z badań, odnośniki do wyników badań w tekstach o charakterze reklamowym, obróbka treści raportu wymagają w każdym indywidualnym przypadku pisemnej zgody SLV Halle GmbH.

P.U. „HARISPAL" Paulina Szilistowska, ul. Braci Mieroszewskich 122B, 41-219 SOSNOWIEC NIP: 644-306-88-04
Tel/Fax.:32-294-80-39; 32-294-80-40; 32-294-80-60 E-mail: biuro@harispal.pl **www: http://www.harispal.pl**
Bank: ING Bank Śląski S.A. Nr konta: 44 1050 1360 1000 0022 9808 2351