

## PROMIENIOWANIE WIDZIALNE ŁUKU SPAWALNICZEGO METODY TIG

M. S. WĘGŁOWSKI<sup>1</sup>, M. KĘPIŃSKA<sup>2</sup>, Z. MIKNO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instytut Spawalnictwa, Zakład Badań Spawalności i Konstrukcji Spawanych,  
Gliwice 44-100, ul. Bł. Czesława 16/18,

<sup>2</sup>Politechnika Śląska, Instytut Fizyki, Zakład Fizyki Ciała Stałego,  
Katowice 40-019, ul. Krasińskiego 8,

<sup>3</sup>Instytut Spawalnictwa, Zakład Elektronicznych Urządzeń Spawalniczych i Układów  
Sterowania, Gliwice 44-100, ul. Bł. Czesława 16/18

### STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki rozkładu widmowego w zakresie 340÷500 nm promieniowania łuku spawalniczego metody TIG. Głównym celem badań było określenie wpływu parametrów spawania (natężenie prądu spawania, długość łuku spawalniczego, rodzaj gazu osłonowego) na promieniowanie łuku spawalniczego. Badania przeprowadzono na zautomatyzowanym stanowisku do spawania metodą TIG. Do rejestracji rozkładu widmowego wykorzystano spektrofotometr światłowodowy.

*Key words: arc light emission, sensing, arc welding*

### 1. WPROWADZENIE

Promieniowanie widzialne łuku spawalniczego występuje we wszystkich łukowych metodach spawania, a w większości z nich może być obserwowane bezpośrednio i stanowi zagrożenie dla wzroku spawaczy. Można je także uważać za

---

<sup>1</sup> mgr inż., Marek.Weglowski@is.gliwice.pl

<sup>2</sup> dr, Mirosława.Kepinska@polsl.pl

<sup>3</sup> dr inż., Zygmunt.Mikno@is.gliwice.pl

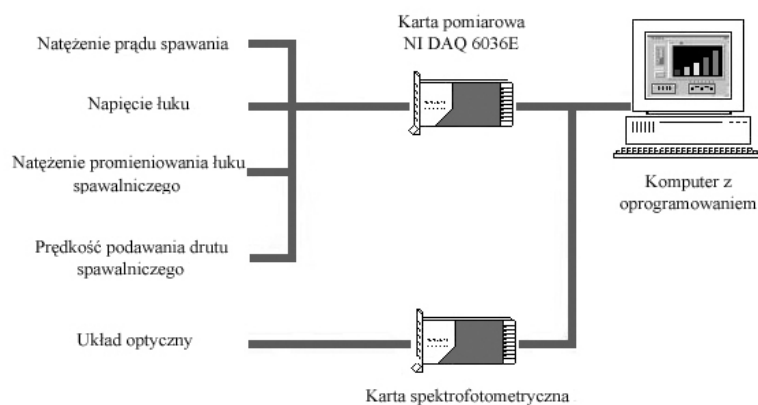
jeden z sygnałów emitowanych przez proces spawania i wykorzystać jako nośnik informacji o procesie spawania.

Pomiary i analiza widma promieniowania świetlnego łuku spawalniczego są wykorzystywane w badaniach procesu spawania do badania rozkładu temperatury w łuku [1], obliczenia średniej temperatury łuku spawalniczego, przewodności słupa łuku, temperatury i emisyjności elektrod wolframowych, temperatury kropeł ciekłego metalu, ilości wodoru w osłonie gazowej, jak również temperatury jeziora ciekłego metalu. Badanie promieniowania widzialnego łuku spawalniczego metody MIG/MAG, służy również do monitorowania sposobu przenoszenia metalu w łuku, zwłaszcza podczas przenoszenia natryskowego. Metody optyczne wykorzystuje się także do śledzenia długości łuku spawalniczego w metodzie MIG/MAG i TIG [2÷7].

Przeprowadzono badania, które miały na celu sprawdzenie, czy promieniowanie widzialne łuku zawiera informacje przydatne do monitorowania procesu spawania, podobnie jak sygnały rejestrowane w obwodzie elektrycznym łuku spawalniczego lub sygnały akustyczne emitowane przez łuk. Badania przeprowadzono w zakresie widzialnym promieniowania łuku metody TIG. Zbadano związki pomiędzy natężeniem promieniowania łuku metody TIG i wybranymi parametrami spawania.

## 2. STANOWISKO DO REJESTRACJI WIDMA PROMIENIOWANIA WIDZIALNEGO ŁUKU SPAWALNICZEGO

Próby były przeprowadzone na stanowisku do automatycznego spawania metodą TIG. W skład układu pomiarowego wchodził: przetwornik prądowy, napięciowy i optyczno-elektryczny, przetwornik obrotowo-impulsowy, spektrofotometr, karta pomiarowa i komputer PC (rys. 1).



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego [8].

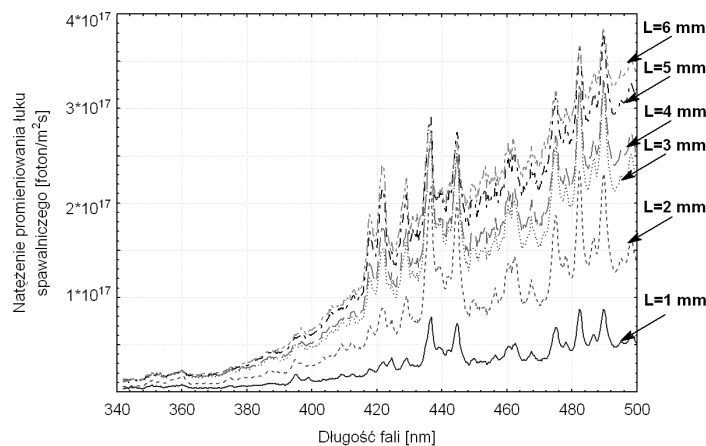
Fig. 1. Meter circuit diagram [8].

Sygnaly elektryczne odpowiadajace natężeniu promieniowania widzialnego łuku i sygnaly z obwodu spawania byly rejestrowane poprzez urzadzenie rejestrujace wykorzystujace karte pomiarowa NI DAQ 6036E na komputerze PC. Sygnaly te nastepnie byly poddane analizie. Do rejestracji rozkladu widma promieniowania łuku spawalniczego byl wykorzystywany spektrofotometr firmy Ocean Optics. Spektrofotometr ten umozliwial badanie widma promieniowania elektromagnetycznego łuku spawalniczego w zakresie 200-1100 nm. W badaniach wykorzystywano zakres pomiarowy od 350 do 850 nm [8].

### 3. WPLYW PARAMETRÓW SPAWANIA NA PROMIENIOWANIE WIDZIALNE ŁUKU SPAWALNICZEGO METODY TIG

#### 3.1. Wplyw zmiany dlugosci łuku spawalniczego metody TIG na promieniowanie widzialnego łuku spawalniczego

Pomiar i kontrola dlugosci łuku jest jednym z glownych zadan układow monitorujacych w zrobotyzowanych i zautomatyzowanych stanowiskach spawalniczych. Dlugosc łuku wplywa na rozklad energii łuku, a w konsekwencji na ilosc ciepla wprowadzonego do złącza i na szerokosc spoiny. W przeprowadzonych badaniach dlugosc łuku byla zmieniana w zakresie od 1 do 6 mm. Na rysunku 2 przedstawiono wplyw dlugosci łuku spawalniczego L na rozklad widma promieniowania łuku spawalniczego (w zakresie 340÷500 nm) przy natężeniu prądu spawania  $I=200$  A.

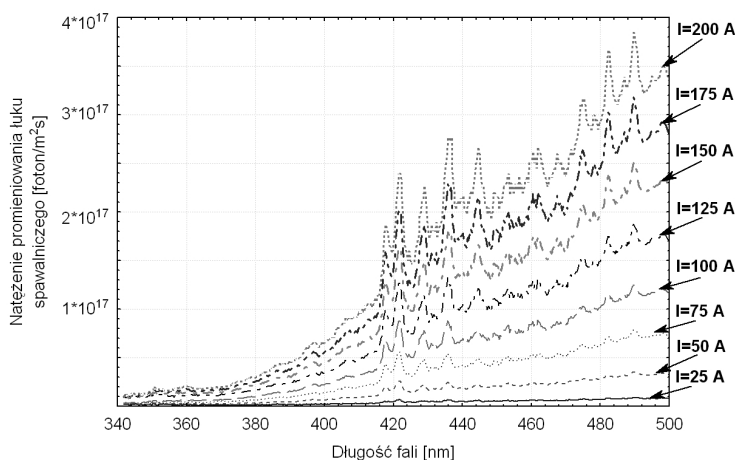


Rys. 2. Rozklad widma promieniowania łuku spawalniczego metody TIG. Natezenie prądu spawania  $I=200$  A, dlugosc łuku spawalniczego  $L=1÷6$  mm, gaz oslonowy - 100% Ar.

Fig. 2. Spectrum of light emission of the welding arc according to the TIG method. Welding current  $I=200$ A, arc length  $L=1÷6$  mm, shielding gas - 100% Ar.

### 3.2. Wpływ zmiany natężenia prądu spawania na promieniowanie widzialne łuku spawalniczego metody TIG

Badania obejmowały pomiar rozkładu widma promieniowania łuku spawalniczego przy prądzie spawania  $I$  w zakresie  $25 \div 200$  A i długości łuku  $L=1 \div 6$  mm. Na rysunku 3 przedstawiono rozkład widma (w zakresie  $340 \div 500$  nm) dla długości łuku  $L=6$  mm i natężenia prądu  $I=25 \div 200$  A. Jako gaz osłonowy zastosowano czysty argon.



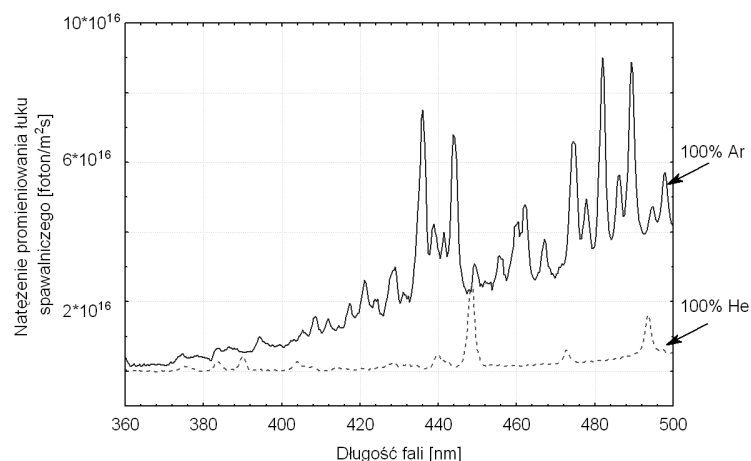
Rys. 3. Rozkład widma promieniowania łuku spawalniczego metody TIG. Długość łuku spawalniczego  $L=6$  mm, natężenie prądu spawania  $I=25 \div 200$  A, gaz osłonowy - 100% Ar.

Fig. 3. Spectrum of light emission of the welding arc according to the TIG method. Arc length  $L=6$  mm, welding current  $I=25 \div 200$  A, shielding gas - 100% Ar.

### 3.3. Wpływ gazu osłonowego w metodzie spawania TIG na promieniowanie widzialnego łuku spawalniczego

Badania prowadzono dla jedenastu pod względem składu chemicznego różnych mieszanek gazowych. Mieszanki przygotowywano w mieszalniku, a próby prowadzono przy stacjonarnym jarzeniu łuku spawalniczego przy natężeniu prądu  $I=50$  A i  $I=100$  A. Długość łuku  $L=3$  mm.

Na rysunku 4 przedstawiono rozkład widma promieniowania łuku spawalniczego w zależności od składu gazu osłonowego dla natężenia prądu 100A w zakresie długości fali  $340 \div 500$  nm.



Rys. 4. Rozkład widma promieniowania łuku spawalniczego metody TIG. Długość łuku spawalniczego  $L=3$  mm, natężenie prądu spawania  $I=100$  A, gaz osłonowy - 100% Ar, 100% He.

Fig. 4. Spectrum of light emission of the welding arc according to the TIG method. Arc length  $L=3$  mm, welding current  $I=100$ A, shielding gas - 100% Ar, 100% He.

#### 4. PODSUMOWANIE.

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie możliwości wykorzystania promieniowania widzialnego łuku spawalniczego do monitorowania jakości procesu spawania. Zbudowane stanowisko pomiarowe pozwoliło na rejestrację rozkładu widma promieniowania łuku spawalniczego w zakresie długości fal od 340 nm do 780 nm.

W zarejestrowanym widmie promieniowania łuku metody TIG można wyróżnić promieniowanie wzbudzonych atomów argonu ArI.

Zmiana długości łuku spawalniczego metody TIG powoduje zmiany natężenia promieniowania widzialnego łuku spawalniczego i zmiany rozkładu widma promieniowania. Zwiększenie długości łuku powoduje wzrost natężenia promieniowania widzialnego łuku spawalniczego metody TIG całego zakresu widmowego 340÷780 nm. Zwiększenie natężenia prądu spawania przy stałej długości łuku spawalniczego powoduje wzrost natężenia promieniowania widzialnego łuku.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wyniki rejestracji widma promieniowania widzialnego łuku spawalniczego metody TIG mogą być przedmiotem badań w celu wykorzystania natężenie promieniowania widzialnego łuku spawalniczego do monitorowania procesu spawania. Istnieje zależność pomiędzy natężenie promieniowania widzialnego łuku spawalniczego metody TIG, a parametrami spawania.

## LITERATURA

- [1] M. Węglowski: *Determination of GTA and GMA welding arc temperature*. Welding International, No. 3, (2005).
- [2] M. Węglowski: *Sensing of arc length in the TIG welding method based on arc light intensity*. Advances in Manufacturing Science and Technology, No. 2, (2005).
- [3] P. J. Li, Y.M. Zhang: *Precision Sensing of Arc Length in GTAW Based on Arc Light Spectrum*, Transaction of the ASME, 2: 62-65 (2001).
- [4] G.S. Mills: *Use of emission spectroscopy for welding arc analysis*. Welding Journal, 3, 93-96 (1977).
- [5] J. H Lee, S.J. Na: *An analysis of volumetric radiation heat flux and experimental comparison with arc light sensing in GTA welding process*. Journal of Materials Technology, 110, 104-110 (2001).
- [6] P.J. LI, Y.M. Zhang: *Robust sensing of arc length*. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 3, 697-704 (2001).
- [7] M. Węglowski, Z. Mikno, M. Zeman: *Badanie zależności natężenia promieniowania widzialnego łuku spawalniczego od parametrów i zakłóceń spawania metodą TIG*. Praca statutowa Ha-50, Instytut Spawalnictwa, Gliwice 2004.
- [8] M. Węglowski, Z. Mikno: *Ocena stabilności procesu spawania oparta na promieniowaniu łuku spawalniczego z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji i statystycznej kontroli jakości*. Praca statutowa Aa-38, Instytut Spawalnictwa, Gliwice 2005.

## ARC LIGHT EMISSION IN TIG WELDING

### SUMMARY

Welding arc light can be seen as a signal carrying essential information about the welding process and exploiting in the monitoring of the welding process. Results of experimental research on the radiation of the welding arc of TIG welding methods are presented. The range of tested wave length was limited to visible radiation of the welding arc. Conditions of arc burning were modified by changing the welding parameters. Changes in welding condition mainly influence the intensity of emission.

*Badania były częściowo wykonane w ramach projektu badawczego 3 T10C 021 28 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2005-2007.*

Recenzował: prof. Edward Guzik.