

ZGRZEWANIE REZYSTANCYJNE Z ELEKTROMECHANICZNYM DOCISKIEM ELEKTROD

Zygmunt Mikno¹, Szymon Kowieski¹, Adam Pilarczyk¹, Michał Niemiec²
¹ Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa, ² bez afiliacji

W projekcie TANGO (267374/NCBR/2015) opracowano i wykonano:

- dwie zgrzewarki z systemem elektromechanicznego docisku (SED):
 - 1) AC 50 Hz, I max 20 kA, F=15 kN (rys. 1),
 - 2) DC 50 Hz, I max 7 kA, F=2 kN (rys 2).
- układ sterowania dociskiem,
- układ sterowania prądem.

Zalety systemu elektromechanicznego docisku (SED):

- modulacja siły docisku w czasie przepływu prądu (CPP)
- bardzo duża szybkość zmian siły ~1ms (w porównaniu do Systemu Pneumatycznego Docisku SPD)
- możliwe są dwa tryby pracy systemu docisku, tj. sterowanie siłą lub przemieszczeniem elektrod
- 5 algorytmów sterowania dociskiem elektrod (1 - siły, 2 – siły z cofnięciami, 3 - sprzężnie zwrotne od siły docisku, 4 - przemieszczenia, 5 - hybryda)



Rys. 1. Zgrzewarka AC 50 Hz z SED o maks. sile docisku 15kN [1]



Rys. 2a. Inwertorowa zgrzewarka DC 10kHz z SED o maks. sile docisku 2kN. Widok serwo mechanizmu oraz elektrod [1]

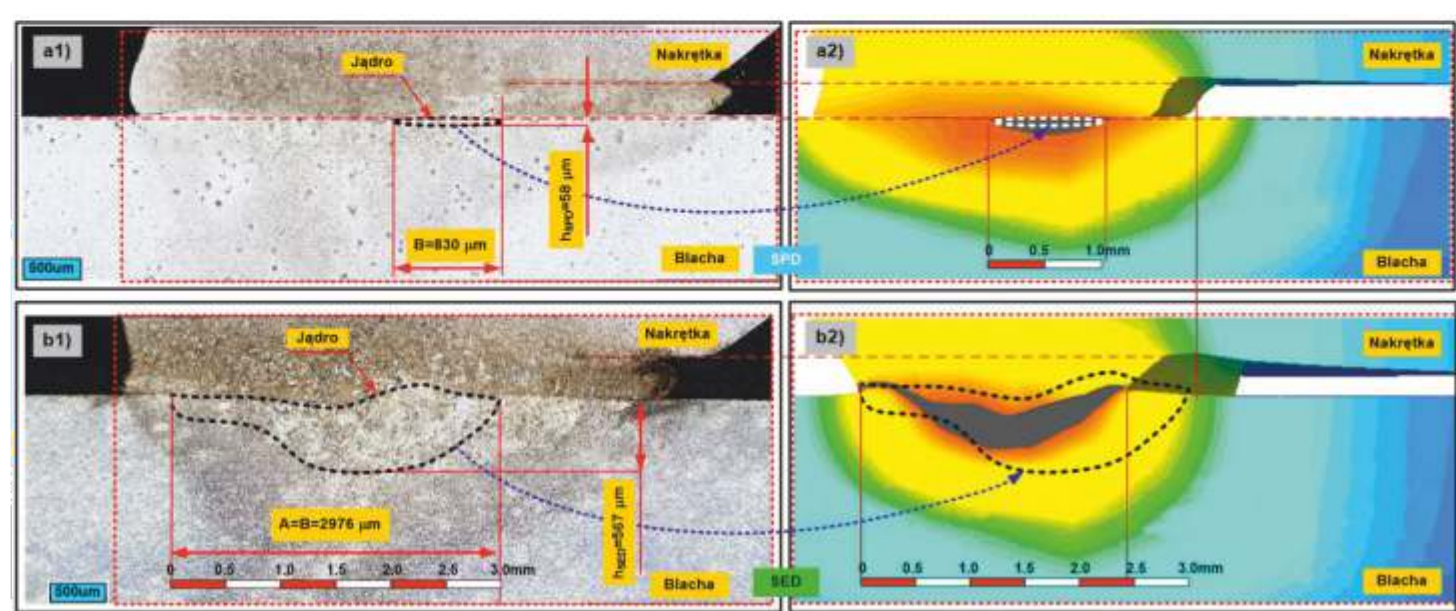


Rys. 2b. Inwertorowa zgrzewarka prądu stałego 10kHz z elektromechanicznym układem dociskowym o maksymalnej sile docisku 2kN. Widok ogólny urządzenia [1]

Przeprowadzono porównawcze badania w zakresie sterowania siłą lub/i przemieszczeniem elektrod dla SED. Sprawdzano numerycznie i eksperymentalnie pozytywny wpływ innowacyjnego sposobu oddziaływania docisku elektrod dla zgrzewania: nakrętek z garbami pełnymi, blach z garbami wytłaczanymi oraz prętów na krzyż.

Zgrzewanie nakrętek z garbami pełnymi z użyciem SPD oraz SED.

W odróżnieniu od SPD, SED umożliwia dokładne sterowanie siłą lub/i przemieszczeniem elektrod z możliwą bardzo szybką jej zmianą (milisekundy). Możliwa jest implementacja innowacyjnych programów zgrzewania np. polegającej na stosunkowo niewielkiej wartości siły docisku na początku czasu przepływu prądu (CPP) i sterowaniu przemieszczeniem lub/i siłą docisku w taki sposób, aby uzyskać znacznie korzystniejszy rozkład przestrzenny mocy zgrzewania. To oznacza intensywniejsze nagrzewanie materiałów zgrzewanych, większa jest tym samym objętość jądra zgrzeiny. Obszar zgrzewania charakteryzuje się korzystniejszym rozkładem temperatury – większa jest średnica jądra, tym samym większa jest wytrzymałość złącza zgrzewanego (rys. 3b1) - eksperyment i b2) -MES. Dla porównania przedstawiono wyniki MES i eksperymentu dla SPD (rys. 3 a1) - eksperyment i (rys. 3 a2) -MES.



Rys. 3. Porównanie wyników eksperymentu oraz obliczeń MES zgrzewania garbów pełnych nakrętek dla SPD (a1 i a2) oraz SED (b1 i b2) [2]

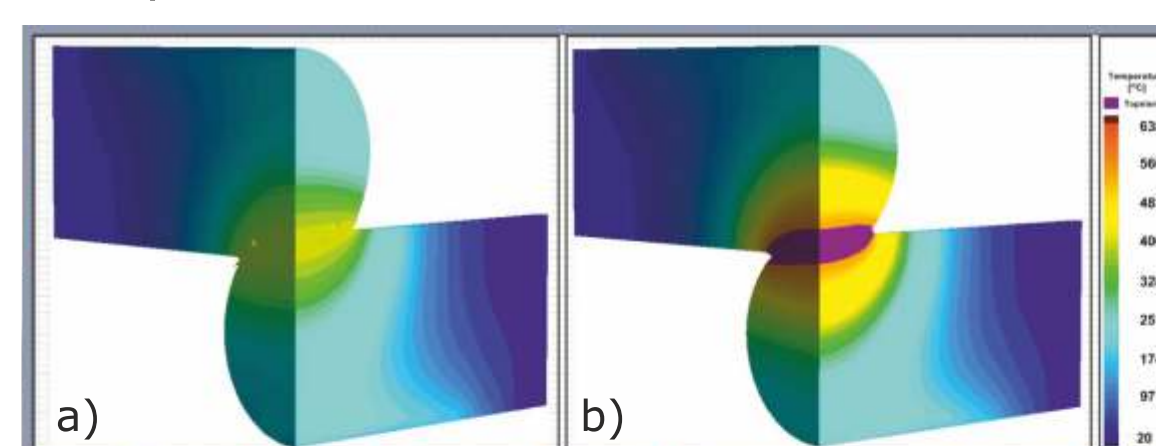
Literatura

- [1] Mikno Z., Pilarczyk A., Pietras A., Węglowski M., 2018, Innowacyjna metoda sterowania serwo mechanicznym systemem docisku w technikach łączenia cienkościennych elementów metalowych, raport z projektu badawczego TANGO1/267374/NCBR/2015.
- [2] Mikno Z., 2018, Projection Welding of Nuts Involving the Use of Electromechanical Electrode Force. Intl. Journal of Advanced Manufacturing Technology, 99:1405–1425, <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2525-5>
- [3] Zygmunt Mikno, 2019, Cross-wire projection welding of aluminium alloys – pneumatic and electromechanical electrode force system, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, DOI: 10.1007/s00170-019-03443-5
- [4] Mikno Z., Stępień M., Grzesik B., 2017, Optimization of resistance welding by using electric servo actuator, Welding in the World, Open Access 21 February 2017, DOI: 10.1007/s40194-017-0437-x.
- [5] Mikno Z., 2016, Projection Welding with Pneumatic and Servomechanical Electrode Operating Force Systems, Welding Journal (Welding Research) 2016 vol 95. August, pp. 286-299.

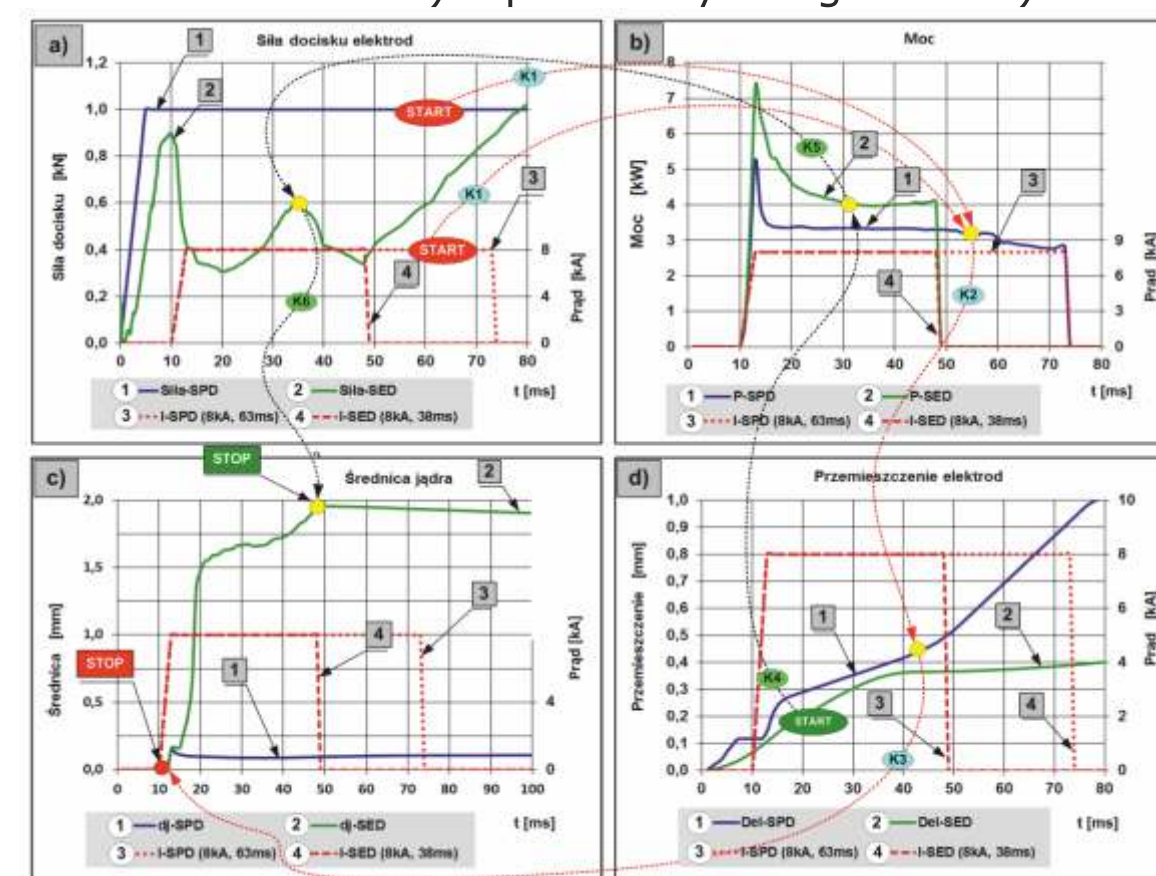
PROJEKT FINANSOWANO Z NCBR NR TANGO1/267374/NCBR/2015 ORAZ Z ŚRODKÓW WŁASNYCH Ł-IS.

Zgrzewanie garbowe prętów na krzyż z użyciem pneumatycznego oraz elektromechanicznego systemu docisku elektrod. Optymalizacja procesu.

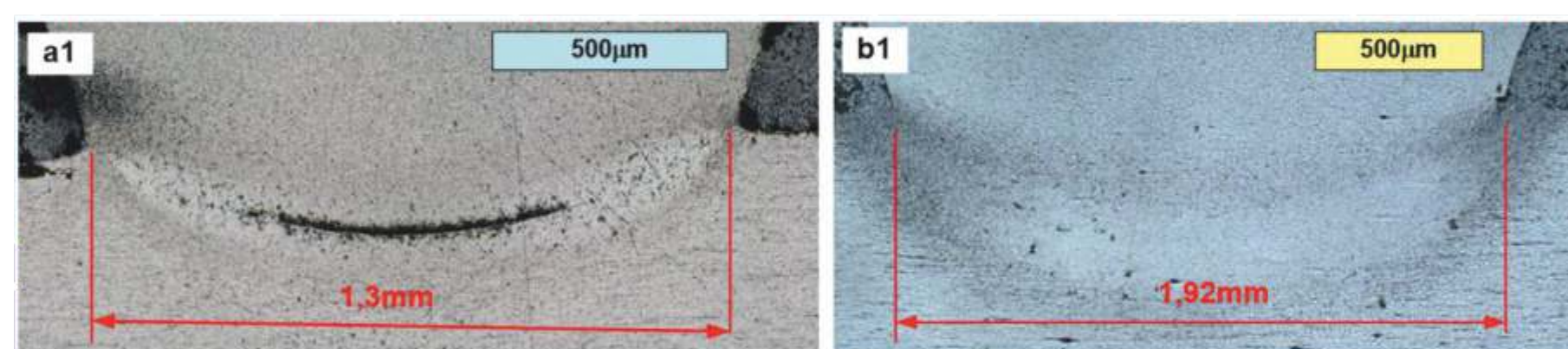
Zgrzewanie rezystancyjne garbowe prętów aluminiowych w konfiguracji na krzyż jest utrudnione ze względu na stosunkowo niewielką rezystancję materiałów zgrzewanych oraz podatność na odkształcenia (w porównaniu do np. stali). Czynniki te powodują znaczne trudności i wręcz uniemożliwiają uzyskanie ciepłego jądra zgrzeiny (rys. 4 a). Dzięki zastosowaniu SED i odpowiednich algorytmów sterowania (mniejsza siła docisku na początku CPP oraz odpowiedniego sterowania siłą lub/i przemieszczeniem elektrod (rys. 5) możliwe jest topienie (a nie tylko uplastycznianie) materiałów zgrzewanych w centralnej części złącza zgrzewanego (rys. 4 b). Eksperymentalne wyniki porównawcze dla SPD i SED w postaci mikrostruktur połączeń zgrzewanych przedstawiono na rys. 6. Optymalizację procesu przedstawiono na rys. 5.



Rys. 4. Wyniki modelowania zgrzewania prętów aluminiowych z użyciem systemu docisku elektrod: a) – pneumatycznego oraz b) - elektromechanicznego [3]



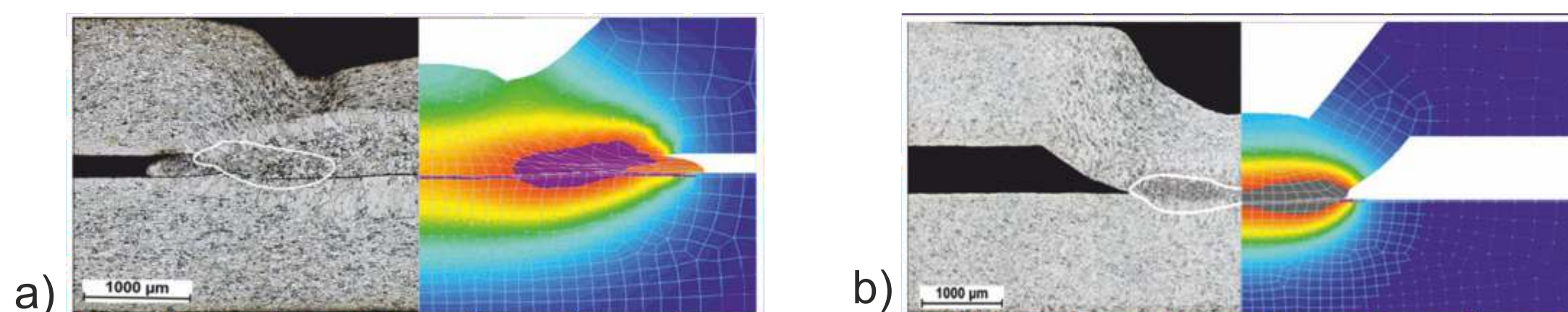
Rys. 5. Proces optymalizacji zgrzewania z użyciem systemu elektromechanicznego docisku SED w odróżnieniu od systemu pneumatycznego docisku SPD [4]



Rys. 6. Mikrostruktury połączeń zgrzewanych z użyciem SPD (a) oraz SED (b)

Zgrzewanie blach z wytłoczonymi garbami z użyciem pneumatycznego oraz elektromechanicznego systemu docisku elektrod.

Wywieranie docisku na garby niepełne (tłoczone) powoduje ich odkształcenie plastyczne oraz elastyczne. W zależności od wartości siły garby ulegają spłaszczeniu już w trakcie docisku wstępnego (przed przepływem prądu zgrzewania, tzw. zgniot garbu na zimno), co uniemożliwia utworzenie pełnego jądra zgrzeiny. W takim przypadku jądro zgrzeiny przybiera niekorzystny kształt pierścieniowy (rys. 7a). Zastosowanie odpowiedniego algorytmu sterowania procesem z użyciem elektromechanicznego układu dociskowego umożliwia utworzenie poprawnego (pełnego) jądra zgrzeiny (rys. 7b).



Rys. 7. Porównanie wyników eksperymentu oraz obliczeń MES zgrzewania garbowego blach z wytłoczonym garbem dla SPD (a) oraz SED (b) [5]

Na innowacyjne rozwiązania w zakresie konstrukcji zgrzewarki z SED oraz innowacyjnych sposobów sterowania dociskiem elektrod Urząd Patentowy RP udzielił 5 patentów: P.234119, P.228089, P.229445; P.226755; Pat.220870; P.425968.



Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa
Bl. Czesława 16-18 | 44-100 Gliwice
tel: +48 32 33 58 200 | fax: +48 32 231 46 52
www.is.gliwice.pl | e-mail: is@is.gliwice.pl



**MIĘDZYNARODOWA
KONFERENCJA
SPAWALNICZA**

Nowoczesne spawalnictwo
– nowoczesna przyszłość



INTERNATIONAL CONGRESS
Konferencji towarzyszy
Kongres Międzynarodowego
Instytutu Spawalnictwa (IIW)

