

Wstęp

Zgrzewanie rezystancyjne jest technologią łączenia cienkościennych elementów metalowych stosowaną w przemyśle samochodowym, AGD, elektrotechnicznym, budownictwie. Stosowanie tej technologii wynika z trzech podstawowych zalet: 1) jest procesem stosunkowo szybkim (typowy czas wykonania połączenia (przepływu prądu) wynosi około 200 ms), 2) nie wymaga materiałów dodatkowych, 3) koszt energii elektrycznej potrzebnej do wykonania jednego połączenia jest niski (około 0,1 grosza).

Pomimo tego, że technologia zgrzewania znana jest od prawie 140 lat, stoją przed nią nadal nowe możliwości i zarazem nowe wyzwania. Dostępność nowych podzespołów energoelektronicznych i elektronicznych, elementów mechaniki oraz oprogramowania przyczyniają się do zwiększenia możliwości poprawy i konkurencyjności każdej technologii, w tym technologii zgrzewania rezystancyjnego.

Jednym z istotnych parametrów technologii jest siła docisku elektrod zgrzewarki. Konwencjonalne, pneumatyczne systemy docisku, charakteryzują się wieloma niedogodnościami, z kolei nowy serwomechaniczny system docisku wraz nowatorskim algorytmem sterowania łączy w sobie wiele zalet.

Zalety

Zalety proponowanego rozwiązania przedstawić można w postaci korzyści wynikających z zastosowania metody (technologii zgrzewania) i urządzenia (zgrzewarki) i podzielić je można na:

korzyści praktyczne:

- estetyczny wygląd finalnego wyrobu (mniejsze wgnioty w materiale zgrzewanym po elektrodach),
- zdecydowanie większa powtarzalność siły docisku,
- zredukowanie natężenia hałasu,
- eliminacja dynamicznych uderzeń (uderzeń) elektrod zgrzewarki o materiał zgrzewany,
- mniejsza masa i gabaryty silnika serwo w stosunku do konwencjonalnych siłowników pneumatycznych,
- większa mobilność i szybkość działania zgrzewadeł (zgrzewarek ruchomych).

korzyści technologiczne:

- poszerzenie okna parametrów zgrzewania,
- zdecydowanie lepsza jakość zgrzewania,
- odmienny i korzystniejszy przebieg siły docisku,
- możliwość szybkich zmian siły docisku,
- możliwość modyfikacji (ulepszenia) technologii (przez to poprawy jakości).

korzyści ekonomiczne:

- brak konieczności stosowania instalacji sprężonego powietrza,
- zwiększenie trwałości elektrod,
- oszczędność czasu wynikająca ze skrócenia cyklu technologicznego,
- łatwiejsza instalacja na zgrzewarkach zrobotyzowanych,
- powiększenie asortymentu produktów oferowanych przez firmy produkujące zgrzewarki,
- wzmocnienie konkurencyjności polskich produktów (zgrzewarek).

Innowacyjność sposobu zgrzewania polega na zastosowaniu hybrydowego algorytmu sterowania siłą lub/i przemieszczeniem, który łączy w sobie zalety dwóch sposobów sterowania, tj. według opcji sterowania siłą docisku i przemieszczeniem elektrod [1], [2], [3]. Takie rozwiązanie pozwala na dowolne kształtowanie głównego parametru technologicznego procesu zgrzewania, jakim jest siła docisku. Opcja sterowania przemieszczeniem elektrod stanowi całkowitą nowość w tym zakresie.

Aplikacje praktyczne

Nowy sposób zgrzewania z zastosowaniem systemu serwo-mechanicznego i nowatorskiego algorytmu sterowania został poprzedzony obliczeniami numerycznymi (MES) a następnie został zweryfikowany eksperymentalnie. Badania zostały przeprowadzone dla dwóch odmian zgrzewania garbowego tj. zgrzewania blach z wytłoczonym garbem [1] oraz zgrzewania prętów na krzyż [3].

Modelowe stanowisko zgrzewarki przedstawiono na rysunku 1. Porównanie wyników obliczeń MES i badań metalograficznych przedstawiono na rysunkach 2 i 3.

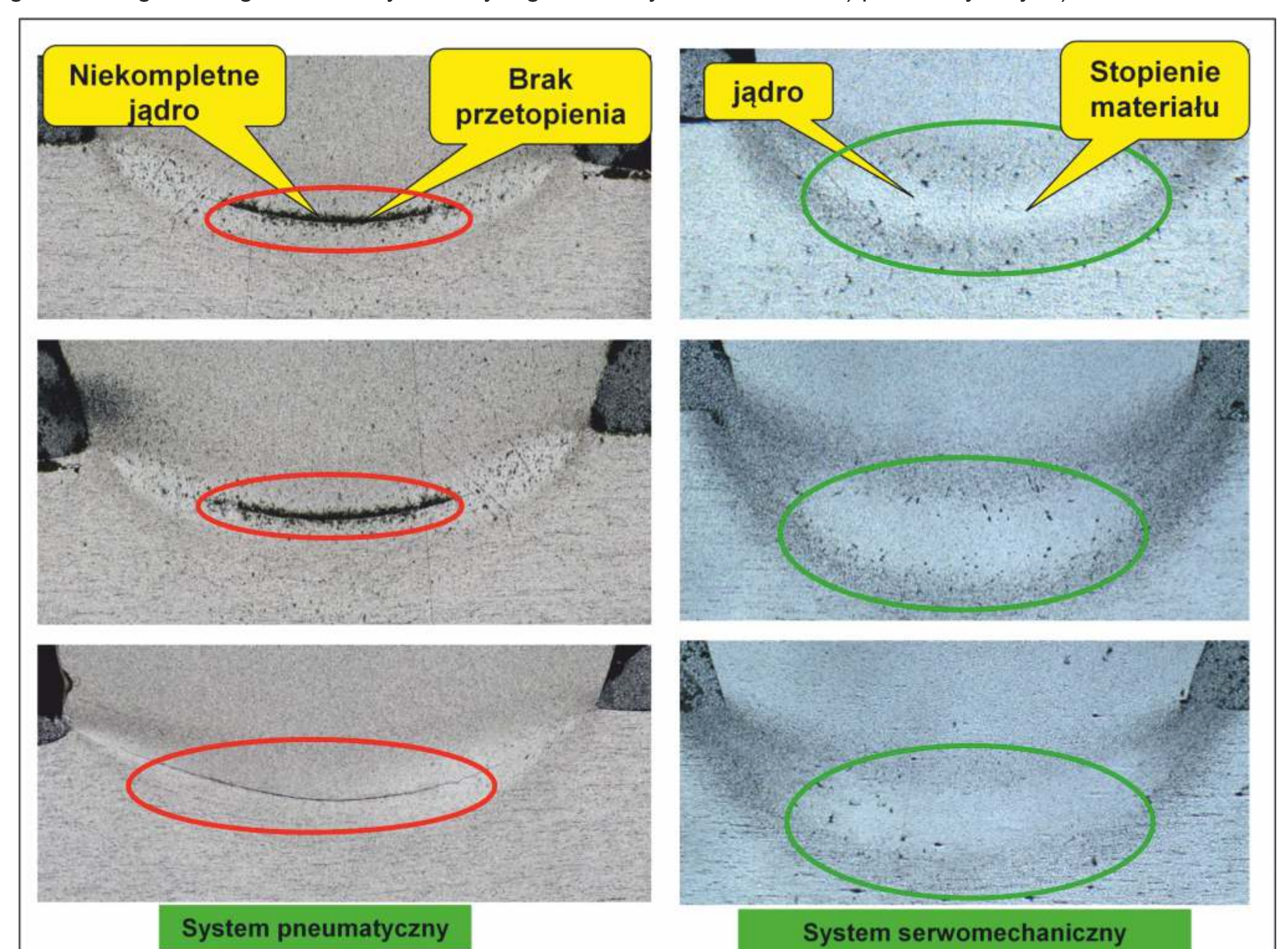


Rys. 1. Modelowe stanowisko badawcze do zgrzewania rezystancyjnego z serwomechanicznym systemem docisku elektrod (korpus zgrzewarki (1), silnik serwo (2), szafa sterownicza (3))

Tabela 1. Porównanie wyników badań metalograficznych i obliczeń MES - system pneumatyczny dla różnych czasów przepływu prądu (P=220daN)		
Czas	Lewa strona: Struktura metalograficzna złącza zgrzewanego Prawa strona: Rozkład temperatury (obliczenia MES)	Uwagi
1/5		Zgrzeina pierścieniowa Brak pełnego jądra
2/5		Zgrzeina pierścieniowa Brak pełnego jądra
3/5		Pełne jądro
4/5		Pełne jądro
5/5 (100%)		Pełne jądro zgrzeiny

Tabela 2. Porównanie wyników badań metalograficznych i obliczeń MES - system serwomechaniczny dla różnych czasów przepływu prądu		
Czas	Lewa strona: Struktura metalograficzna złącza zgrzewanego Prawa strona: Rozkład temperatury (obliczenia MES)	Uwagi
1/6		Pełne jądro zgrzeiny
2/6		Pełne jądro zgrzeiny
3/6		Pełne jądro zgrzeiny
5/6		Pełne jądro zgrzeiny
6/6 (100%)		Pełne jądro zgrzeiny

Rys. 2. Zestawienie porównawcze wyników obliczeń numerycznych i badań (eksperymentalnych) metalograficznych dla zgrzewania garbowego blach z wytłoczonym garbem. System docisku: a) pneumatyczny, b) serwomechaniczny [4].



Rys. 3. Zestawienie porównawcze badań (eksperymentalnych) metalograficznych zgrzewania dla prętów aluminiowych na krzyż dla systemu docisku: a) pneumatycznego, b) serwomechanicznego.

Wnioski

Zastosowany system serwomechanicznego docisku wraz z nowym sposobem sterowania siłą i przemieszczeniem elektrod zgrzewarki jest odmienny od dotychczas stosowanych. Podjęte działania przyniosły bardzo korzystny i pożądaný efekt i zostały potwierdzone eksperymentalnie.

Zasadnicza zmiana pomiędzy dwoma systemami docisku polega na tym, że dla systemu pneumatycznego (klasycznego) zadawana jest siła docisku (elektrod), a wynikiem jest przemieszczenie elektrod. Natomiast dla systemu serwomechanicznego i nowego algorytmu sterowania (hybrydowego) zadawane jest przemieszczenie (elektrod w czasie przepływu prądu), a wynikiem jest siła docisku elektrod.

Zmiana sposobu sterowania pozwala na korzystniejszy rozkład przestrzenny mocy zgrzewania, co uwidacznia się przetopieniem materiału w centralnym obszarze złącza, co było niemożliwe lub bardzo trudne do uzyskania dla klasycznego, pneumatycznego systemu docisku.

Obecnie rozwiązanie sterowania przemieszczeniem elektrod dla systemu serwomechanicznego, w czasie przepływu prądu, odbywa się na zasadzie wcześniej wyznaczonego profilu przemieszczenia, który stanowi parametr zadany technologii zgrzewania.

- [1] Patent polski Pat.220870 Sposób zgrzewania rezystancyjnego garbowego zwłaszcza blach stalowych z wytłoczonymi garbami.
[2] Zgłoszenie patentowe P.412614 pt.: Sposób sterowania zgrzewarką z serwomechanicznym dociskiem i urządzenie do stosowania tego sposobu.
[3] Zgłoszenie patentowe P.412615 pt.: Sposób zgrzewania rezystancyjnego garbowego w konfiguracji na krzyż zwłaszcza prętów aluminiowych.
[4] Z. Mikno. 2016. Projection Welding with Pneumatic and Servomechanical Electrode Operating Force Systems. Welding Journal (Welding Research) 2016 vol.95. August, pp. 286-299

Kontakt:

Instytut Spawalnictwa
Zakład Technologii Zgrzewania i Inżynierii Środowiska
Dział Informatyki

Badania są finansowane przez NCBiR w ramach projektu TANGO1/267374/NCBR/2015 realizowanego w latach 2015-2017.

ul. Bł. Czesława 16-18
44 - 100 Gliwice
tel.: 32 33 58 360, - 209
fax: 32 231 46 52
www.is.gliwice.pl; is@is.gliwice.pl

58.

KONFERENCJA SPAWALNICZA

TECHNOLOGIE XXI WIEKU



18-20.10.2016; Sosnowiec