

Damian HADRYŚ, Michał MIROS, Tomasz WĘGRZYN

## POŁĄCZENIA SPAWALNICZE ELEMENTÓW NADWOZIA WYKONYWANE PODCZAS NAPRAW POWYPADKOWYCH POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

**Streszczenie.** W artykule przeanalizowano możliwości łączenia elementów nadwozia metodami spawalniczymi podczas napraw powypadkowych. Przedstawiono podstawowe sposoby łączenia elementów nadwozia pojazdu, to znaczy zgrzewanie punktowe oraz spawanie w osłonie gazów ochronnych. Ponadto zaprezentowano wyniki badań wytrzymałości połączeń zgrzewanych i spawanych.

## WELDED JOINTS OF CARBODY ELEMENTS IN POST-ACCIDENT VEHICLE REPAIR

**Summary.** The article analyzes the possibilities of post-accidental repairs of a vehicle body by means of welding method. Basic connection of vehicle body components during post-accidental repairs by means of spot welding and shielding gas coverage methods were discussed. The studies were also made on the results of mechanical properties of welded joints.

### 1. WPROWADZENIE

Podczas napraw powypadkowych nadwozi pojazdów należy najczęściej rozłączyć połączenia zgrzewane punktowo wykonane podczas produkcji pojazdu. W trakcie naprawy połączenia te są odtwarzane, jednak nie zawsze z wykorzystaniem zgrzewania punktowego. Jest to spowodowane tym, że istnieją pewne trudności w wykonywaniu połączeń punktowych zgrzewanych. Większość warsztatów nie dysponuje odpowiednimi zgrzewarkami punktowymi przeznaczonymi do napraw powypadkowych pojazdów. Ponadto w warunkach warsztatowych nie zawsze jest wystarczający dostęp z dwóch stron do miejsca wykonywania połączenia. W związku z tym podczas napraw nadwozi zamiennie do zgrzewania wykorzystywane jest spawanie metodami MIG/MAG [1, 2, 3, 4].

Producenci pojazdów zwykle określają technologię napraw nadwozia metodami spawalniczymi łącznie z parametrami spawania. Są nimi między innymi: rodzaj spoiny (ciągła lub punktowa), minimalne natężenie prądu spawania, średnica otworu w przypadku spoiny otworowej. Przykładowo, producenci samochodów zalecają, aby przy naprawach blacharskich stanowisko spawania miało natężenie spawania minimum 200 A, co powinno umożliwić spawanie blach o grubości 0,7 - 4 mm, drutem elektrodowym o średnicy 0,6 - 0,8 mm [5]. Jednak zdarzają się przypadki, gdy przy tak wysokiej wartości natężenia prądu elektrycznego i przy wypływie gazu ochronnego na poziomie 15 dm<sup>3</sup>/min nie ma możliwości wykonania poprawnej jakościowo spoiny otworowej, szczególnie w przypadku blach o niewielkich grubościach.

W literaturze tematycznej określa się podział połączeń spawanych punktowo wykonywanych metodami MIG/MAG odpowiadających połączeniom uzyskiwanym przez zgrzewanie punktowe. Spoiny te dzielimy w następujący sposób [6]:

- otworowo-punktowa – w jednej z blach (zewnętrznej) wykonany jest otwór okrągły lub podłużny, a spoina powstaje na skutek wypełnienia otworu spoiwem. Otwór może mieć krawędzie proste lub ukośne w celu lepszego przetopienia;
- punktowa – spoina ta powstaje poprzez całkowite przetopienie blachy zewnętrznej (bez otworu) i częściowe przetopienie blachy wewnętrznej (znajdującej się za nią).

## 2. MATERIAŁY STOSOWANE W BADANIACH

W badaniach wykorzystano próbki stalowe pobrane z paneli dachowych pojazdów pochodzących z różnych lat produkcji (tabl. 1). Próbki zostały pobrane w taki sposób, aby kierunek siły niszczącej połączenie odpowiadał kierunkowi walcowania blachy dla każdej z próbek.

Tablica 1  
Pojazdy, z których zostały pobrane próbki

Lp.	Pojazd	Rok produkcji
1	Fiat 126p	1983
2	Fiat 126p	1984
3	Ford Escort	1986
4	Fiat 126p	1988
5	Fiat 126p	1989
6	Skoda Favorit	1991
7	AvtoZAZ Tavria	1992
8	Fiat 126p	1993
9	Fiat Cinquecento	1994
10	Fiat Uno	1997

W celu ustalenia różnic pomiędzy połączeniami elementów stalowego nadwozia samonośnego, wykonywanymi technologią zgrzewania punktowego i spawania punktowego metodą MAG, wykonano odpowiednie połączenia. Zdecydowano się na porównanie właściwości zgrzein punktowych i spoin punktowych (bez wiercenia otworów), gdyż wytyczne producentów pojazdów nie gwarantowały uzyskania poprawnych spoin otworowych. Zgrzewanie wykonano na urządzeniu ASPA Wrocław Zpa-6. Parametry zgrzewania przedstawiono w tablicy 2. Połączenia spawane wykonano za pomocą urządzenia ESAB OrigoMig C250 3ph. Parametry spawania przedstawiono w tablicy 3.

Tablica 2  
Parametry procesu zgrzewania

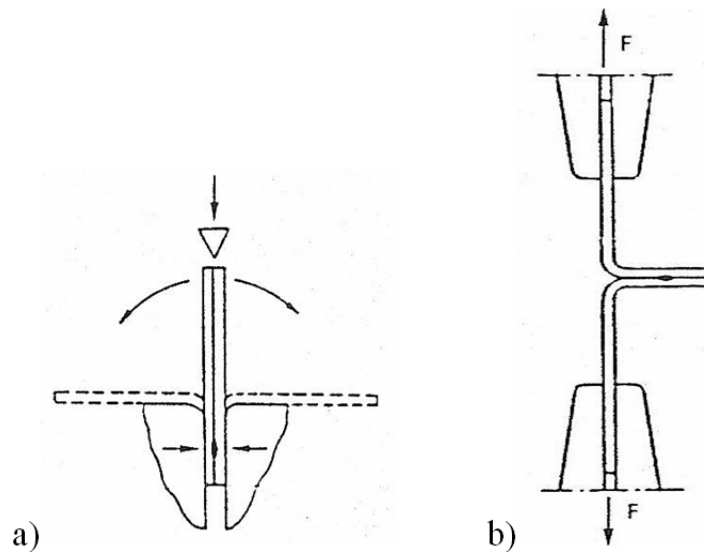
Średnica elektrod, mm	Natężenie prądu, kA	Siła docisku elektrod, kN	Czas zgrzewania, s
4,2	7	3	0,45

Tablica 3

Parametry procesu spawania

Gaz osłonowy	Natężenie przepływu u gazu, dm <sup>3</sup> /min	Średnica spoiwa, mm	Natężenie prądu, A	Napięcie, V	Prędkość podawania drutu, m/min	Czas spawania, s
82% Ar 18% CO <sub>2</sub>	16	0,8	240	28	11	1,5

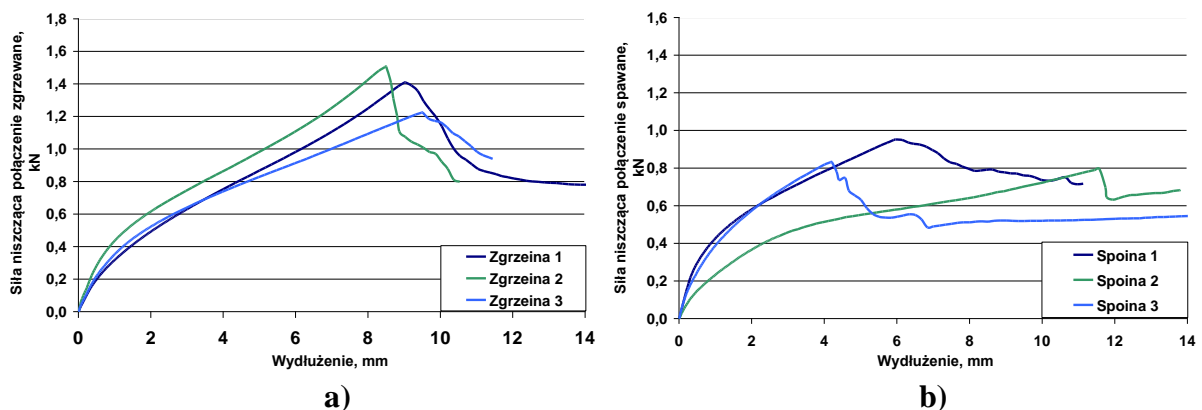
Po spawaniu i zgrzewaniu przeprowadzono mechaniczną próbę odrywania pojedynczych zgrzein i spoin wg zaleceń norm (rys. 1) [7].



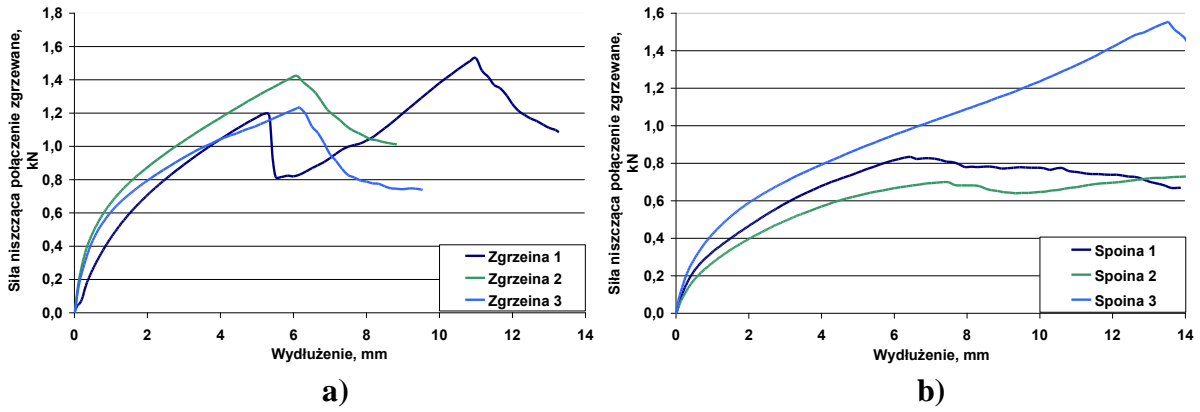
Rys. 1. Sposób przygotowania próbki (a) oraz wykonania mechanicznej próby odrywania (b) [7]  
Fig. 1. Way of sample preparing (a) and investigations (b) [7]

### 3. PRZEBIEG I WYNIKI BADAŃ

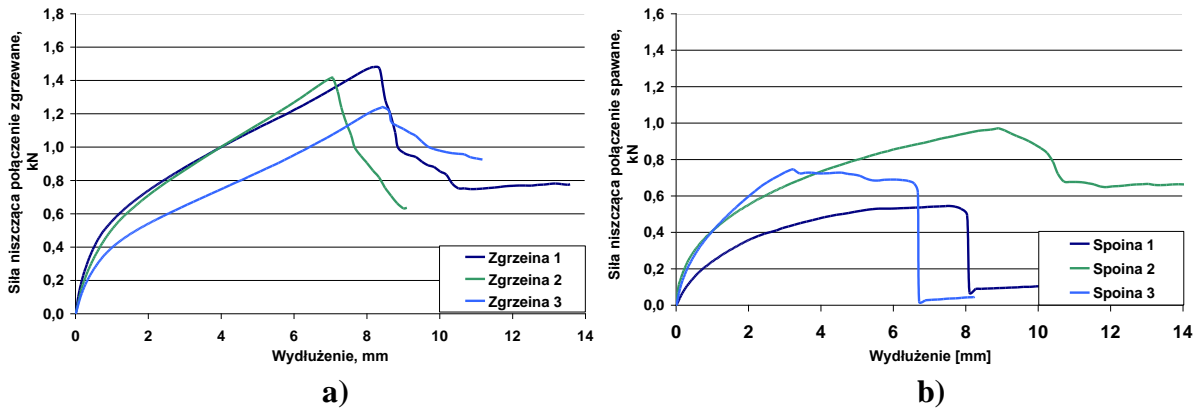
Dla każdego pojazdu i każdego rodzaju połączenia wykonano trzy próby. Na poniższych rysunkach przedstawiono wyniki uzyskane podczas badań.



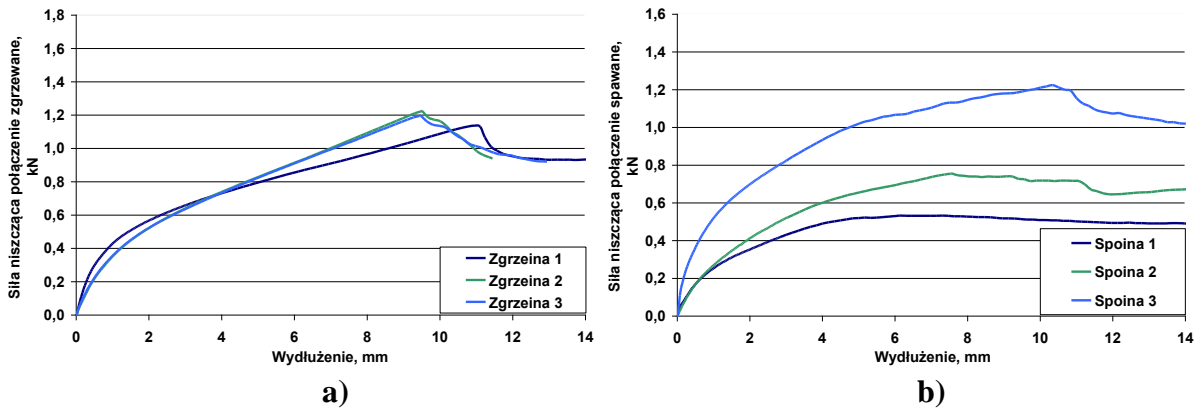
Rys. 2. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Fiat 126p, rok 1983  
Fig. 2. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Fiat 126p, year 1983



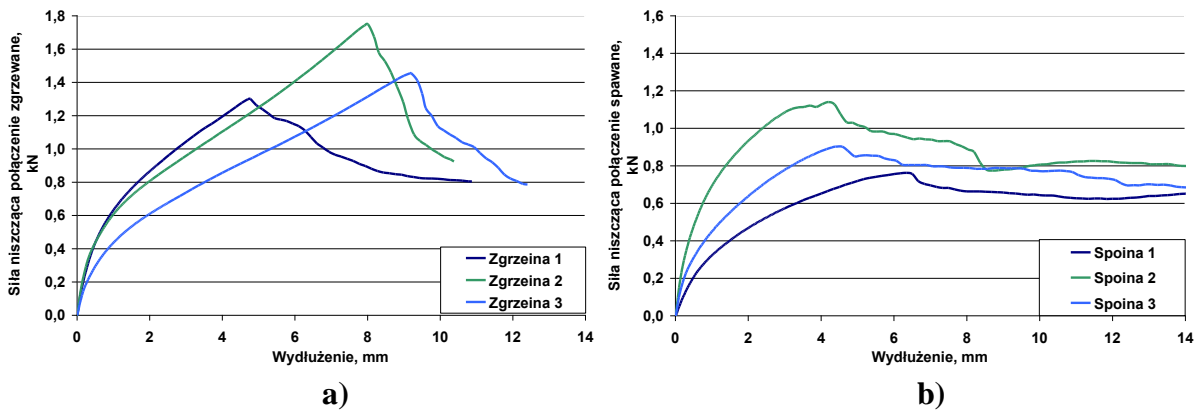
Rys. 3. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Fiat 126p rok 1984  
 Fig. 3. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Fiat 126p, year 1984



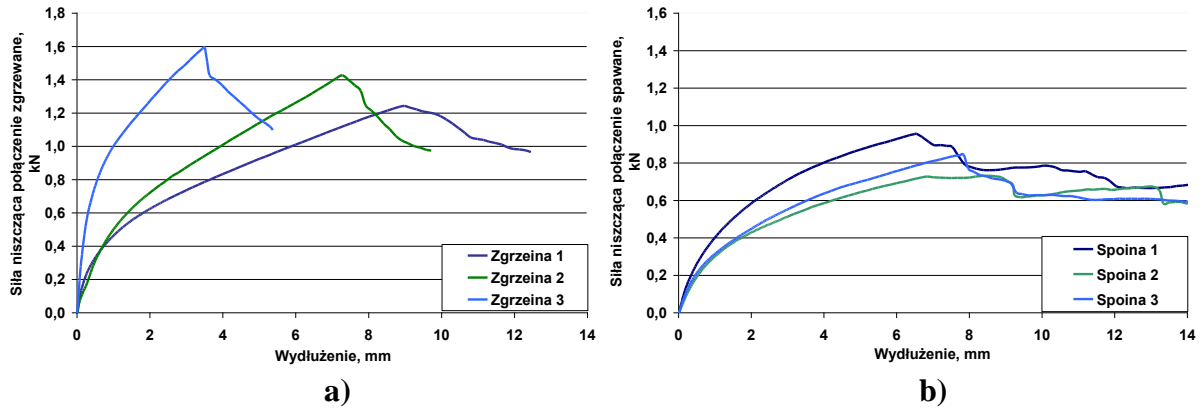
Rys. 4. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Ford Eskort rok 1986  
 Fig. 4. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Ford Escort, year 1986



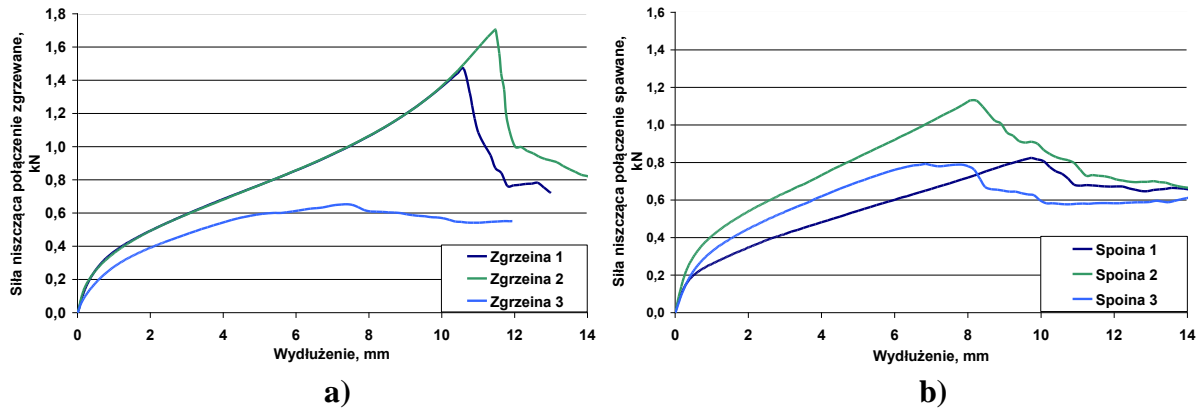
Rys. 5. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Fiat 126p rok 1988  
 Fig. 5. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Fiat 126p, year 1988



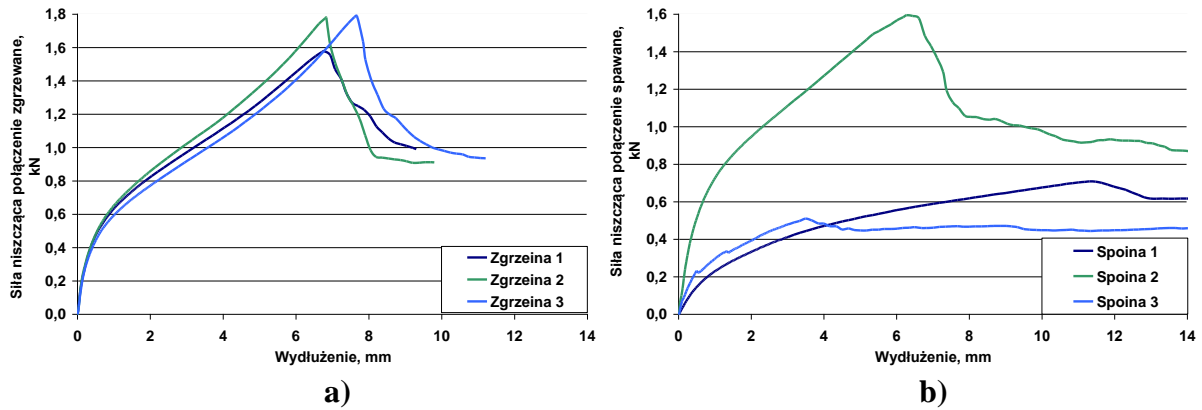
Rys. 6. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Fiat 126p rok 1989  
 Fig. 6. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Fiat 126p, year 1989



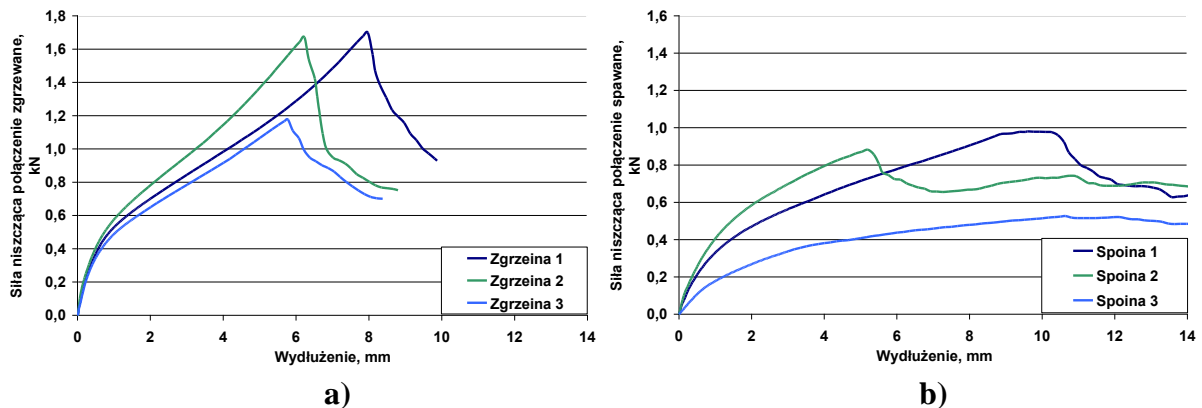
Rys. 7. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Skoda Favorit rok 1991  
 Fig. 7. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Skoda Favorit, year 1991



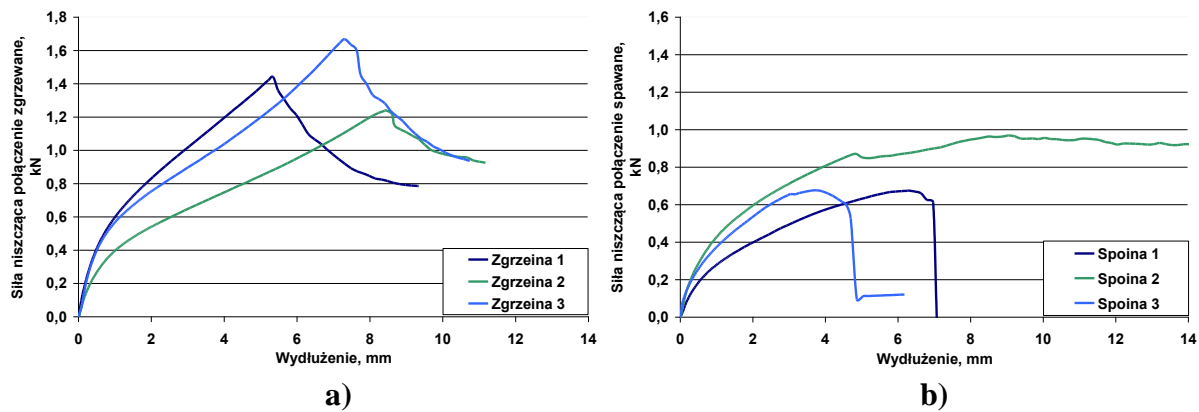
Rys. 8. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu AvtoZAZ Tavria rok 1992  
 Fig. 8. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from AvtoZAZ Tavria, year 1992



Rys. 9. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Fiat 126p rok 1993  
 Fig. 9. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Fiat 126p, year 1993

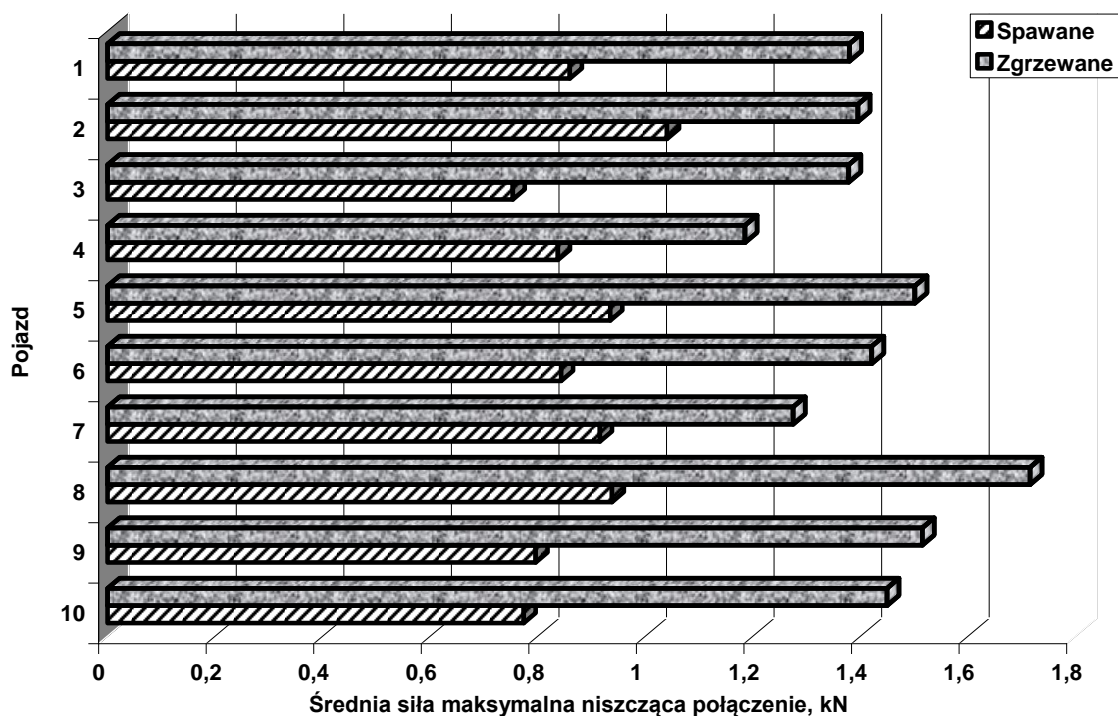


Rys. 10. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Fiat Cinquecento rok 1994  
 Fig. 10. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Fiat Cinquecento, year 1994



Rys. 11. Siły niszczące zgrzeiny (a) i spoiny (b) dla próbek pobranych z pojazdu Fiat Uno rok 1997  
 Fig. 11. Forces destroying spot welds (a) and welds (b) for samples from Fiat Uno, year 1997

Połączenia zgrzewane we wszystkich badanych przypadkach zapewniały wyższe własności wytrzymałościowe od połączeń spawanych. Ponadto połączenia zgrzewane cechowały się większą powtarzalnością wyników w stosunku do połączeń spawanych. Na rysunku 12 przedstawiono zestawienie średnich maksymalnych sił niszczących połączenie dla poszczególnych pojazdów, z których zostały pobrane próbki.

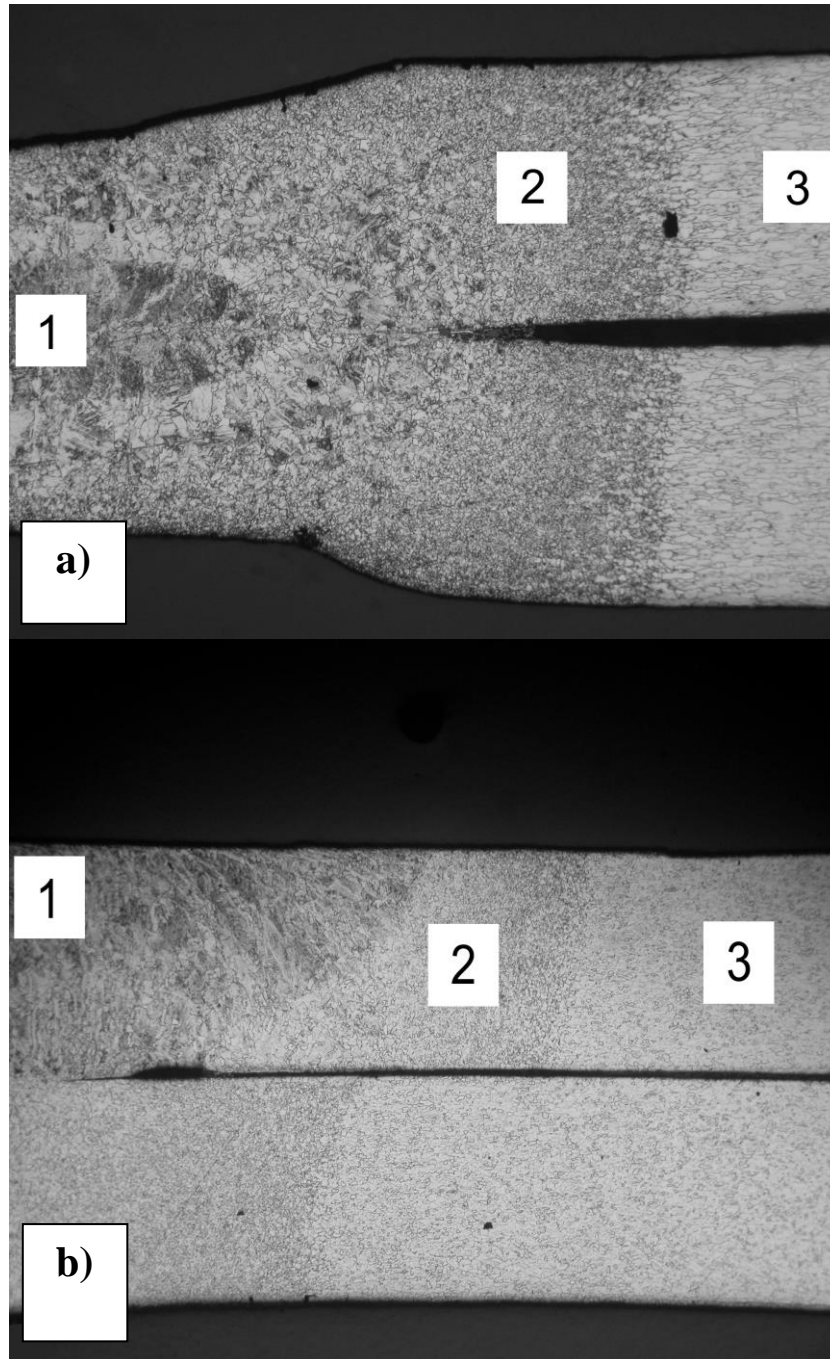


Rys. 12. Zestawienie średnich maksymalnych sił niszczących połączenie dla poszczególnych pojazdów, z których zostały pobrane próbki; 1 – Fiat126p rok prod. 1983, 2 – Fiat 126p rok prod. 1984, 3 – Ford Eskort rok prod. 1986, 4 – Fiat 126p rok prod. 1988, 5 – Fiat 126p rok prod. 1989, 6 – Skoda Favorit rok prod. 1991, 7 – AvtoZAZ Tavria rok prod. 1992, 8 – Fiat 126p rok prod. 1993, 9 – Fiat Cinquecento rok prod. 1994, 10 – Fiat Uno rok prod. 1997

Fig. 12. Average maximal forces destroying spot welds and welds for investigated vehicles; 1 – Fiat126p, year of production 1983, 2 – Fiat 126p year of production 1984, 3 – Ford Eskort year of production 1986, 4 – Fiat 126p year of production 1988, 5 – Fiat 126p year of production 1989, 6 – Skoda Favorit year of production 1991, 7 – AvtoZAZ Tavria year of production 1992, 8 – Fiat 126p year of production 1993, 9 – Fiat Cinquecento year of production 1994, 10 – Fiat Uno year of production 1997

Zestawienie średnich maksymalnych sił niszczących połączenia dla poszczególnych pojazdów pozwala na podobne stwierdzenie, że połączenia zgrzewane zapewniają wyższe własności wytrzymałościowe od połączeń spawanych. W celu dokładniejszego zbadania

zjawisk zachodzących w zgrzewanych i spawanych połączeniach punktowych przeprowadzono analizę metalograficzną badanych złączy. Na rysunku 13a przedstawiono przykładową strukturę metalograficzną połączenia zgrzewanego, natomiast na rysunku 13b połączenia spawanego. Na rysunku 13a numerem 1 oznaczono jądro połączenia, numerem 2 strefę wpływu ciepła, numerem 3 materiał rodzimy. Na rysunku 13b numerem 1 oznaczono spoinę, numerem 2 strefę wpływu ciepła, numerem 3 materiał rodzimy.



Rys. 13. Struktura metalograficzna połączenia zgrzewanego punktowo (a) i spawanego punktowo (b), powiększenie x50

Fig. 13. Metallographic structures of spot weld (a) and weld (b) connections, magnitude x50

Po próbie rozrywania połączenia zgrzewanego stwierdzono, że zniszczenie połączenia polega na pękaniu w strefie wpływu ciepła, a nie na pękaniu w jądrze połączenia. Po próbie rozrywania połączenia spawanego stwierdzono, że zniszczenie połączenia polega na pękaniu

w strefie wpływu ciepła, a nie na pękaniu w spoinie. Świadczy to o poprawnym doborze parametrów zgrzewania i spawania.

#### 4. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy uzyskanych wyników stwierdzono, że:

- większa siła niezbędna jest do zniszczenia połączeń wykonanych za pomocą zgrzewania niż w przypadku połączeń spawanych punktowo,
- połączenia zgrzewane punktowo cechują się większą powtarzalnością wyników dotyczących siły niszczącej złącze niż połączenia spawane punktowo,
- rozerwanie połączenia następuje w strefie wpływu ciepła.

#### Bibliografia

1. Wielgołaski W.: Nowoczesne technologie napraw nadwozi, Auto Moto Serwis, Oficyna Wydawnicza Sadyba, Warszawa 1995.
2. Węgrzyn T., Hadryś D.: Naprawy stalowych części nadwozia samochodów spawalniczymi metodami MIG/MAG, Przegląd Spawalnictwa, nr 6, 2007.
3. Węgrzyn T., Miros M.: Spawanie stalowych ram samochodów ciężarowych elektrodami rutyłowymi, Przegląd Spawalnictwa, nr 11, 2007.
4. Węgrzyn T., Hadryś D.: Bezpieczeństwo bierne nadwozia pojazdu, ATEST-Ochrona pracy, nr 9, 2007.
5. Materiały szkoleniowe i informacyjne firmy Renault.
6. Poradnik inżyniera. Spawalnictwo. T. 2, WNT, Warszawa 2005.
7. PN-M-96006 - Spawalnictwo. Próby technologiczne złączy blach zgrzewanych punktowo lub garbowo.

Recenzent: Dr hab. inż. Ryszard Walentyński, prof. nzw. w Pol. Śl.

*Praca wykonana w ramach BW-510/RT1/2008*