



**Politechnika  
Śląska**

**DYSCYPLINA NAUKOWA  
INŻYNIERIA MECHANICZNA**

## **ROZPRAWA DOKTORSKA**

mgr inż. Katarzyna Hyc-Dadak

**Ocena właściwości mechanicznych i strukturalnych złączy  
spawanych pojazdów w warunkach dynamicznych obciążeń  
granicznych**

Evaluation of mechanical and structural properties of welded joints in vehicles  
under dynamic limit loads

Promotor  
Dr hab. inż. Jacek Pawlicki, prof. PŚ

Gliwice 2023

## Streszczenie pracy

**mgr inż. Katarzyna Hyc-Dadak**

„Ocena właściwości mechanicznych i strukturalnych złączy spawanych pojazdów w warunkach dynamicznych obciążeń granicznych”

Promotor: dr hab. inż. Jacek Pawlicki

W pracy przedstawiono wyniki badań wytrzymałościowych złączy spawanych poddanych oddziaływaniu dużych prędkości odkształcenia. Badania przeprowadzono na młocie rotacyjnym wyposażonym w system rejestracji szybkich przebiegów w warunkach obciążeń zginających i rozciągających.

Badania eksperymentalne poprzedzono analizą literaturową zagadnień badań złączy spawanych. W analizie literaturowej wykazano, że własności mechaniczne połączeń spawanych są wyznaczone w standardowych próbach wytrzymałościowych, których przebieg jest ogólnie znany i ściśle określony warunkami norm. Próby przeprowadzane są w warunkach statycznej próby rozciągania i udarowego zginania na młocie wahadłowym. Charakterystyki wytrzymałościowe otrzymywane z tych prób były do niedawna wystarczające. Zastosowanie nowych, wysokowytrzymałych stali w przemyśle środków transportu przyczyniło się do rozwoju metod badań wytrzymałościowych przy dużych prędkościach odkształcenia. Analiza przeglądu literatury wykazała, że obecnie prowadzi się badania realizowane z użyciem dynamicznych prób również w odniesieniu do złączy spawanych, najczęściej wykonanych ze stali wysokowytrzymałych przeznaczonych m.in. na wykroje tailored blanks.

Na podstawie analizy literaturowej i własnych doświadczeń sformułowano tezę pracy: „Własności mechaniczne i strukturalne złączy spawanych oraz zdolność do przenoszenia obciążeń dynamicznych są istotnie zależne od prędkości liniowej wymuszenia zewnętrznego obciążenia, wywołującego lokalnie duże prędkości odkształcenia”.

Opracowano zakres badań, który obejmował testy zginania i rozciągania oraz ocenę mikrofraktograficzną materiałów.

W badaniach własnych opracowano plan oraz metodykę badań. Dokonano doboru materiału – stali konstrukcyjnej gatunku S355J2+N o gwarantowanej spawalności. Wykonano próbki z materiału złącza spawanego, materiału rodzimego i stopiwa oraz przeprowadzono próby wytrzymałościowe na młocie wahadłowym dla prędkości liniowych elementu wymuszającego 10, 20 i 30 m/s, które w próbach rozciągania odpowiadały średnim prędkościom odkształcenia odpowiednio: 500, 1000 i 1500 s<sup>-1</sup>. Wyniki porównano z otrzymanymi z próby statycznego rozciągania i udarowego zginania.

Analiza wyników prób zginania wykazała wzrost udarności badanych materiałów z prędkością liniową odkształcenia. W próbach rozciągania dynamicznego wykazano intensywny wzrost wytrzymałości na rozciąganie materiałów w całym zakresie prędkości odkształcenia w porównaniu z wynikami otrzymanymi w statycznej próbie rozciągania. Badania mikrofraktograficzne próbek, wykazały różnice w rodzaju powstającego przełomu w zależności od sposobu obciążenia – zginania lub rozciągania. W próbach dynamicznego zginania zidentyfikowano strefy kruchego pęknięcia, których udział wzrasta z prędkością odkształcenia, zjawiska tego nie zaobserwowano w próbkach rozciąganych dynamicznie. W ocenie zjawisk umocnienia i mechanizmów odkształcenia w próbach zginania i rozciągania z dużymi prędkościami odkształcenia istotne jest uwzględnienie warunków adiabatycznych odkształcenia, bez wymiany ciepła z otoczeniem, co wpływa na wzrost temperatury materiału

i może mieć wpływ na przebieg zjawisk strukturalnych aktywowanych cieplnie, a przede wszystkim wzrost plastyczności.

Pracę zakończono podsumowaniem i wnioskami, wskazując jednocześnie na możliwość zastosowania metody badań na młocie rotacyjnym jako zalecanej w badaniach wytrzymałościowych złączy spawanych, ze względu na rodzaj stosowanych próbek, nieskomplikowany sposób przeprowadzenia próby i możliwość porównania wyników z otrzymanymi w standardowych próbach zginania i rozciągania.