

Poznań, 12 września 2023 r

Dr hab. inż. Anita Uściłowska  
Instytut Technologii Materiałów  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Politechnika Poznańska

Recenzja rozprawy doktorskiej pt.

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

**Autor rozprawy: mgr inż. Katarzyna Hyc-Dadak**

**Promotor: dr hab. inż. Jacek Pawlicki, prof. PŚ**

## 1. Uwagi wstępne

Recenzję rozprawy wykonano na zlecenie Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej, pismo RDIME.512.18.2023, Przewodnicząca prof. dr hab. inż. Ewa Majchrzak, z dnia 17 lipca 2023 r.

## 2. Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska liczy 6 rozdziałów, zawiera streszczenie w języku polskim oraz angielskim, spis treści oraz bibliografię, łącznie 110 stron.

W rozdziale pierwszym „Wprowadzenie” zasygnalizowano istotę zagadnień badania cech wytrzymałościowych materiałów oraz materiałów łączonych tj. spawanych.

Drugi rozdział zawiera analizę literatury dotyczącej badań wytrzymałościowych. Opisano metodykę prowadzenia badań nieniszczących oraz niszczących materiałów konstrukcyjnych. Wydzielono także badania w warunkach obciążeń dynamicznych. Rozdział ten zawiera szereg odniesień do badań opisanych w literaturze. Uwagę skupiono nie tylko na metodyce prowadzenia tych badań, ale także wynikach tych badań w odniesieniu do wybranych materiałów konstrukcyjnych (materiałów jednorodnych oraz spawanych).

W rozdziale trzecim określono cel i zakres pracy. Celem zostało potwierdzenie tezy sformułowanej następująco: „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 odkształcenie”. Doktorantka określiła też zakres prac, w który wchodzi: etap planowania i przygotowania badań doświadczalnych; wykonanie próbek, przeprowadzenie badań metodami standardowymi (statyczna próba rozciągania, zginanie udarowe) oraz prób dynamicznych (młot rotacyjny, dynamiczne zginanie, rozciąganie), podsumowanie i wnioski.

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 25.09.2023  
RDIME/22/151/2023  
nr .....

Rozdział czwarty zawiera prezentację warunków przeprowadzenia badań własnych. Przedstawiono plan badań oraz metodykę. W ramach prezentacji metodyki określono stanowisko badań, procedurę opracowywania danych, badane materiały z ich charakterystykami oraz parametry prób.

W kolejnym rozdziale przedstawione zostały wyniki przeprowadzonych doświadczeń. Badania te obejmowały próby zginania dwóch rodzajów próbek oraz próby rozciągania trzech typów próbek. Wszystkie wyniki otrzymywane bezpośrednio z badań zostały poddane analizie i opracowane. Wyniki tych opracowań zawarte w rozprawie.

W ostatnim rozdziale Doktorantka podsumowała prace przedstawione w rozprawie doktorskiej. Podała wnioski z kluczowym, że badania eksperymentalne oraz analiza wyników tych badań pozwoliła udowodnić sformułowaną w rozprawie tezę.

### 3. Ocena rozprawy

Dokonując oceny rozprawy należy podkreślić, że jej ogólna forma i zakres podyktowane zostały realizacją celów i udowodnieniem tezy rozprawy.

Za główne osiągnięcia mgr inż. Katarzyny Hyc-Dadak uważam:

- usystematyzowanie wiedzy w zakresie badań wytrzymałościowych złączy spawanych;
- przeprowadzenie szeregu badań laboratoryjnych w zakresie przeprowadzania prób wytrzymałościowych (rozciągania i zginania) statycznych oraz dynamicznych (z różną prędkością odkształceń);
- przeprowadzenie analizy wyników otrzymanych w przeprowadzonych próbach wytrzymałościowych.

Podsumowując, należy stwierdzić, że konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania metodyki i wyników badań jest właściwa dla tego rodzaju prac. Teza założona przez Doktorantkę została potwierdzona, a cele rozprawy w pełni osiągnięte.

### 4. Uwagi redakcyjne

- nieprecyzyjny zapis matematyczny; oznaczenia określające pewne wielkości pisane są pismem prostym lub pochyłym (zapis powinien być ujednolicony); brak rozróżnienia zapisu wielkości, które są skalarami lub wektorami, np. jednostki wielkości tj. metr, kilogram powinny być pisane pismem prostym; oznaczenia skalarów – pismem pochyłym, a wektory, macierze – pogrubionym; uwaga dotyczy wszystkich zapisów symboli wielkości fizycznych i matematycznych;
- brak opisu oznaczeń wykorzystywanych w teksie, równaniach lub rysunkach, np. str. 9 Rys 2.7 – brak opisu oznaczeń P, M; str. 27 Rys 2.21 - czym jest wielkość  $\acute{s}$ ? Str. 28 Rys. 2.22 – co oznacza  $R^2$ ?
- nieprecyzyjne lub nieprawidłowe stwierdzenia, np. str. 11 „spoiny pachwinowe pracują na ścianie”;
- w teksie jest wiele błędów typograficznych;
- str. 33 ostatni akapit, napisano: „w strukturze materiału [...] wyraźnie widoczne są pasma poślizgu [...] (rys. 2.32b)”, należy stwierdzić, że na wspomnianym rysunku nie widać wyraźnie; jest to rysunek zaczerpnięty z literatury i na wydruku traci na jakości;
- str. 40 Jakiego materiału dotyczyły badania? Decol czy Docol?

- str. 55 Rys. 4.9 zawiera wykresy dwóch różnych wielkości fizycznych (o różnych jednostkach); jaki jest powód, aby na jednym wykresie próbować umieścić zależność prędkości i siły?
- str. 59 Rys. 4.15 rysunek b przedstawia „widok próbki”; czy to próbka, na której wykonywano badania? Z jakiego materiału jest wykonana?
- w całej rozprawie zapisano wszystkie zależności w postaci funkcji  $f$ ; taki zapis wprowadza czytelnika w błąd; zależności te są różne dla różnych danych, argumentów oraz procesów i zjawisk, które opisywane są w rozprawie; można było wykorzystać klasyczny zapis matematyczny np.  $v(t)$ ,  $F(t)$ ,  $\sigma(\epsilon)$  itd.;
- str. 69 opis przyjętego układu współrzędnych na Rys. 5.4 – 5.6; dowołania są do osi X i osi Y; właśnie opis ten zawiera informacje, że oś pozioma i oś pionowa to odpowiednio odległość i twardość; odwołanie do osi X, Y jest kolokwializmem, a dodatkowo niepoprawnym w tej sytuacji;
- w tekście przedstawiono szereg równań-formuł matematycznych, ale nie ma do nich odwołań przy opisie wykonywanych obliczeń;
- str. 47 cel pracy został sformułowany w kontekście przeprowadzenia „eksperymentów”; zaprezentowane w rozprawie są wyniki doświadczeń, badań laboratoryjnych, nie eksperymentów.

## 5. Pytania merytoryczne:

- w całej rozprawie posługiwano się pojęciami: odkształcenie, odkształcenie względne, bezwzględne, naprężenie umowne; jakie są definicje tych pojęć? Dlaczego posługiwano się wieloma wersjami przedstawienia odkształcenia?
- w sekcji 4.2.2 zależność siły rozciągającej od czasu przekształcono na zależność od wydłużenia względnego; jaka była procedura tego przekształcenia?
- w rozdziale 5.1 przedstawiono wyniki prób zginania; Wykresy przedstawione na Rys. 5.2 i 5.3 przedstawiają zależność pracy odkształcenia oraz udarności od prędkości liniowej bijaka; na jakiej podstawie wyznaczono pracę odkształcenia oraz udarność?
- w rozdziale 5.2 przedstawiono wyniki prób rozciągania; Wykresy przedstawione na Rys. 5.21 przedstawiają zależność pracy odkształcenia od prędkości liniowej bijaka; na jakiej podstawie wyznaczono pracę odkształcenia?
- na wielu wykresach (np. Rys 5.2, 5.3, 5.20, 5.21, 5.22) umieszczono oprócz punktów odcinki prostych; jakie jest ich znaczenie? W jakim celu zostały umieszczone?
- badania doświadczalne w zakresie prób zginania przeprowadzono dla materiału rodzimego oraz złącza spawanego; czy fakt, że złącze spawane zawiera trzy rodzaje materiałów (materiał rodzimy, strefę wpływu ciepła - materiał rodzimy poddany wysokiej temperaturze, stopiwo) miał wpływ na miejsce zagięcia próbki?
- str. 71 jest: „trudno określić zależność [...] prędkość  $\rightarrow$  twardość”; jakie próby podjęto, aby tę zależność określić, na czym polegały trudności w tych próbach?
- str. 84, Rys. 5.17, str. 86 Rys. 5.18, str. 87 Rys. 5.19. Na Rys 5.17. Wykresy „urywają się” dla naprężeń większych od zera, natomiast na Rys 5.18, 5.19 wykresy są w zakresie siły rozciągającej i naprężenia od wartości początkowej – zerowej do końcowej – również zerowej; dlaczego jest taka rozbieżność w przedstawieniu wyników pomiarów?
- str. 85 15 wiersz od góry: „Niejednorodność strukturalna na długości pomiarowej próbki zwiększa skłonność materiału do lokalizacji odkształcenia i tworzenia przewężenia”. Jak rozumiana jest w tym zdaniu „lokalizacja odkształcenia”?
- str. 86 Rys. 5.18 oraz str. 87 Rys. 5.19. Wykresy dotyczące materiału rodzimego odkształcanego w prędkością bijaka 10 m/s mają inny charakter niż pozostałe wykresy

(pozostałe prędkości odkształcenia oraz dotyczące złącza spawanego i materiału stopiwa); czy znane są powody innego przebiegu wykresów tej zależności?  
- str. 88 Rys. 5.20, w jaki sposób wyznaczono wytrzymałość na rozciąganie?

#### **6. Wniosek końcowy**

Uważam, że praca doktorska „Ocena właściwości mechanicznych i strukturalnych złączy spawanych pojazdów w warunkach dynamicznych obciążeń granicznych, autorstwa mgr inż. Katarzyny Hyc-Dadak (Promotor: dr hab. inż. Jacek Pawlicki, prof. PŚ) spełnia wymagania stawiane w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (dz. U. z 2020 r. poz. 85) w zakresie dyscypliny Inżynieria Mechaniczna. Dlatego wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Anita Lisitowska