

Prof. dr hab. inż. Andrzej Tomporowski
Wydział Inżynierii Mechanicznej
Politechnika Bydgoska im. J. J. Śniadeckich

OPINIA

o rozprawie doktorskiej mgra inż. Sławomira Małysa, pt.

„Opracowanie i wdrożenie do produkcji nowoczesnych systemów drzwiowych przeznaczonych do implementacji w pojazdach szynowych”

Promotor rozprawy: prof. dr hab. inż. Tadeusz Łagoda

Promotor pomocniczy: dr inż. Paweł Krysiński

Dziedzina: Nauki inżynierijno-techniczne

Dyscyplina: Inżynieria Mechaniczna

Na podstawie starannie przeprowadzonej analizy pracy doktorskiej mgra inż. Sławomira Małysa, pt.

„Opracowanie i wdrożenie do produkcji nowoczesnych systemów drzwiowych przeznaczonych do implementacji w pojazdach szynowych”

stwierdzam, że jej zawartość merytoryczna spełnia obowiązujące przepisy i wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Wnioskuje do Rektora Politechniki Opolskiej, dra hab. inż. Marcina Lorenca o dopuszczenie mgra inż. Sławomira Małysa do dalszego etapu postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora.

UZASADNIENIE

Podstawę opracowania opinii stanowiły następujące dokumenty:

- pismo Rektora Politechniki Opolskiej dra hab. inż. Marcina Lorenca, z dnia 12 grudnia 2025 r.,
- rozprawa doktorska autorstwa mgra inż. Sławomira Małysa, pt. *„Opracowanie i wdrożenie do produkcji nowoczesnych systemów drzwiowych przeznaczonych do implementacji w pojazdach szynowych”*,
- obowiązująca Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

1. Charakterystyka podjętej problematyki badawczej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska obejmuje zagadnienie projektowania, badań materiałowych, analiz wytrzymałościowych oraz wdrażania nowoczesnych systemów drzwiowych przeznaczonych do pojazdów szynowych. Podjęta problematyka ma istotne znaczenie naukowe, techniczne i społeczne. Systemy drzwiowe w pojazdach kolejowych

należą do elementów konstrukcyjno-użytkowych szczególnie obciążonych eksploatacyjnie, a jednocześnie bezpośrednio wpływających na bezpieczeństwo pasażerów, komfort podróży oraz niezawodność, sprawność i funkcjonalność całego pojazdu.

Współczesne pojazdy szynowe muszą spełniać coraz to bardziej rygorystyczne wymagania w zakresie bezpieczeństwa mechanicznego, odporności ogniowej, efektywności energetycznej oraz dostępności dla osób z tzw. ograniczoną mobilnością. Drzwi przestają być elementem wyłącznie mechanicznym, a stają się złożonymi systemami konstrukcyjno-materiałowymi, mechatronicznymi, integrującymi rozwiązania z zakresu budowy i eksploatacji maszyn, materiałoznawstwa, ochrony przeciwpożarowej oraz inżynierii cieplnej. Autor trafnie identyfikuje tę złożoność i czyni ją jednym z głównych punktów odniesienia w swojej pracy.

Należy podkreślić, że rozprawa została zrealizowana w formule doktoratu wdrożeniowego, co znacząco podnosi jej wartość aplikacyjną. Doktorant w swych działaniach nie ograniczył się do rozważań teoretycznych a prezentuje rozwiązania rzeczywiście stosowane w produkcji przemysłowej, poddane pełnemu cyklowi badań i walidacji.

2. Cel pracy i jego realizacja

Cel rozprawy w mojej opinii został sformułowany w sposób jednoznaczny, logiczny i adekwatny do podjętej problematyki. Autor podjął się opracowania i kompleksowej oceny nowoczesnych systemów drzwiowych, ze szczególnym uwzględnieniem:

- właściwości mechanicznych i zmęczeniowych stopów aluminium,
- odporności udarowej i mechanizmów pęknięcia,
- odporności ogniowej elementów drzwiowych,
- izolacyjności cieplnej drzwi kabiny maszynisty,
- możliwości praktycznego wdrożenia opracowanych rozwiązań w warunkach przemysłowych.

W mojej opinii przyjęty cel pracy jest ambitny, a jego realizacja wymagała zastosowania zróżnicowanych metod badawczych oraz interdyscyplinarnego podejścia. Autor w sposób konsekwentny zrealizował przyjęte założenia, a poszczególne etapy badań tworzą pewną spójną i logiczną całość. Należy podkreślić, że cele szczegółowe są podporządkowane celowi głównemu i znajdują odzwierciedlenie w strukturze rozprawy.

3. Struktura rozprawy

Rozprawa składa się z dziesięciu rozdziałów (bibliografia nie jest w rozumieniu redakcyjnym rozdziałem). Struktura rozprawy nie budzi wątpliwości. Jest poprawna i przejrzysta. Rozbudowana, w moim odbiorze nawet w pewnym sensie nadmiarowo oczywista, jest częścią wprowadzającą. Tu Doktorant omawia/prezentuje zagadnienia bezpieczeństwa w transporcie kolejowym, lotniczym i morskim, przywołując liczne przykłady, w pewnym sensie już historycznych awarii konstrukcyjnych spowodowanych zmęczeniem materiału, kruchością lub niewłaściwym doбором materiałów.

Ta część pracy, mimo swojej znacznej ogólności, pełni jednak ważną funkcję wprowadzającą, nawet uświadamiającą czytelnika pokazując konsekwencje zaniedbań w zakresie analizy zmęczeniowej i bezpieczeństwa materiałowego. W moim przekonaniu Autor wykazał się szeroką wiedzą ogólnotechniczną oraz umiejętnością łączenia zagadnień materiałowych z problematyką bezpieczeństwa transportu.

Część badawcza rozprawy została logicznie uporządkowana, od charakterystyki materiałów inżynierskich, konstrukcyjnych, przez badania laboratoryjne, aż po badania kompletnych systemów drzwiowych. Narracja jest spójna, a przejścia pomiędzy rozdziałami są naturalne logicznie i uzasadnione.

4. Przegląd literatury i odniesienie do stanu wiedzy

Autor przedstawił obszernie wystarczający i dobrze dobrany przegląd literatury, obejmujący zarówno klasyczne pozycje z zakresu mechaniki zmęczenia, jak i współczesne publikacje dotyczące transportu szynowego, norm technicznych oraz nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych. Należy tu podkreślić, iż literatura została wykorzystana nie tylko opisowo, lecz również analitycznie jako pewien wartościowy metodycznie punkt odniesienia do badań własnych.

Na uwagę zasługuje też umiejętne powiązanie zagadnień naukowych z wymaganiami normatywnymi (PN-EN, TSI, UIC), co jest szczególnie istotne w pracach o charakterze aplikacyjnym. Moim zdaniem Autor wykazał się dobrą znajomością aktualnych regulacji i potrafi je właściwie umiejscowić i interpretować w kontekście projektowania systemów drzwiowych.

5. Metodyka badań i poprawność warsztatu naukowego

Zastosowana metoda badawcza została dobrana w sposób prawidłowy i adekwatny do sformułowanych celów. Doktorant wykorzystał szerokie spektrum metod badawczych, obejmujących:

- statyczne próby rozciągania,
- badania zmęczeniowe przy zginaniu i skręcaniu,
- próby udarowe,
- analizę mikrostruktury,
- faktografię przełomów,
- badania wytrzymałości ciśnieniowej drzwi,
- badania odporności ogniowej zgodne z PN-EN 45545,
- obliczenia numeryczne i badania laboratoryjne współczynnika przenikania ciepła.

Szczególnie istotnym atutem pracy jest wykorzystanie próbek pobranych bezpośrednio z profili stosowanych w produkcji przemysłowej. W mojej ocenie, takie podejście znacząco zwiększa wiarygodność wyników oraz ich przydatność aplikacyjną/przemysłową/wdrożeniową. Opis procedur badawczych jest szczegółowy co pozwala na ich skuteczne odtworzenie.

6. Analiza i interpretacja wyników badań

Wyniki badań zostały przedstawione w sposób czytelny i uporządkowany, z wykorzystaniem tabel, wykresów oraz dokumentacji fraktograficznej. Autor przeprowadził pogłębioną analizę wpływu stanu obróbki cieplnej stopów aluminium 6060 i 6063 na ich właściwości mechaniczne, zmęczeniowe i udarowe.

Bardzo wartościowym elementem rozprawy jest dociekanie faktograficzne przełomów, które umożliwia identyfikację mechanizmów inicjacji i propagacji pęknięć. Doktorant wykazał się umiejętnością interpretacji wyników mikroskopowych i łączenia ich z wynikami badań mechanicznych.

Istotnym wkładem aplikacyjnym są również badania odporności ogniowej oraz izolacyjności cieplnej drzwi kabiny maszynisty. Autor nie ograniczył się do stwierdzenia spełnienia wymagań normowych, lecz przeanalizował uzyskane wyniki w kontekście realnych warunków eksploatacyjnych.

7. Wartość aplikacyjna pracy

Rozprawa ma wyraźnie zaznaczony charakter wdrożeniowy. Doktorant przedstawił rozwiązania konstrukcyjne, które zostały rzeczywiście zastosowane w produkcji przemysłowej. Treść pracy stanowi bardzo dobry przykład transferu wiedzy naukowej do praktyki inżynierskiej.

W mojej opinii, wyniki zaprezentowanych badań mogą być bezpośrednio wykorzystane w procesach projektowania i modernizacji systemów drzwiowych w pojazdach szynowych, co stanowi istotną wartość dodaną rozprawy.

8. Mocne strony rozprawy

Do najważniejszych, mocnych stron rozprawy zaliczam:

- wysoką aktualność i istotność tematu, ściśle powiązanego z realnymi problemami współczesnego transportu szynowego,
- interdyscyplinarność podejścia, łączącą zagadnienia materiałoznawstwa, mechaniki zmęczenia, ochrony przeciwpożarowej oraz inżynierii cieplnej,
- poprawnie dobraną i szeroką metodę badań, obejmującą zarówno badania materiałowe, jak i testy kompletnych elementów konstrukcyjnych,
- wysoką wartość aplikacyjną wyników, potwierdzoną ich rzeczywistym wykorzystaniem w procesach projektowych i produkcyjnych,
- wykorzystanie materiałów przemysłowych, a nie próbek laboratoryjnych, co znacząco zwiększa wiarygodność uzyskanych rezultatów,
- rzetelną analizę fraktograficzną przelomów, pozwalającą na identyfikację mechanizmów pękania,
- bardzo dobrą znajomość norm i regulacji technicznych, istotnych dla projektowania systemów drzwiowych w pojazdach szynowych.

9. Uwagi krytyczne

Mimo wysokiej wartości naukowej i aplikacyjnej rozprawy, która została szczegółowo omówiona w poprzednich częściach recenzji, należy wskazać również pewne ograniczenia, niedostatki oraz elementy, które w mojej opinii mogłyby zostać rozwinięte lub dopracowane. Intencją jest wskazanie, moim zdaniem, potencjalnych kierunków dalszych badań oraz pewnych obszarów wymagających pogłębionej refleksji, a nawet zachęcenie Doktoranta do naukowej dyskusji we wskazanym zakresie, np. podczas publicznej dyskusji nad otrzymanymi wynikami przedmiotowego doktoratu.

A. Zakres i objętość części wprowadzającej

Część wprowadzająca rozprawy została opracowana bardzo szeroko i obejmuje liczne przykłady historycznych katastrof transportowych z obszaru kolejnictwa, lotnictwa oraz transportu morskiego. Choć przywołane przypadki w sposób przekonujący ilustrują znaczenie zjawisk zmęczeniowych, kruchości materiałów oraz niewłaściwego doboru rozwiązań konstrukcyjnych, to ich liczba i szczegółowość powodują, że rozdział wprowadzający staje się objętościowo dość dominujący w stosunku do zasadniczej części badawczej.

Z perspektywy pracy doktorskiej o profilu inżynierskim, przemysłowym można postawić tezę, że część ta mogłaby zostać skrócona lub bardziej ukierunkowana bez utraty waloru merytorycznego. Ograniczenie liczby przykładów historycznych na rzecz głębszego powiązania wprowadzenia bezpośrednio z problematyką systemów drzwiowych w pojazdach szynowych, w mojej opinii, poprawiłby proporcje pomiędzy częścią kontekstową a częścią badawczą.

B. Stopień sformalizowania hipotez badawczych

W rozprawie w sposób jasny i poprawny sformułowano cel główny oraz cele szczegółowe pracy. Pewnym niedostatkiem jest natomiast brak jednoznacznie wyodrębnionych i formalnie zapisanych hipotez badawczych. Choć z treści pracy można je w sposób pośredni wywnioskować, ich jawne sformułowanie, np. w postaci hipotez dotyczących wpływu stanu obróbki cieplnej na trwałość zmęczeniową lub odporność ogniową mogłoby zwiększyć przejrzystość metodologiczną rozprawy.

Moim zdaniem wyraźne rozdzielenie celów badawczych i hipotez pozwoliłoby również na bardziej systematyczne odniesienie wyników badań do założeń początkowych w części wnioskowej.

C. Ograniczony zakres porównań z danymi literaturowymi

Wyniki badań własnych Autora rozprawy zostały szczegółowo zaprezentowane i rzetelnie przeanalizowane. W niektórych fragmentach pracy, zwłaszcza dotyczących badań zmęczeniowych stopów aluminium 6060 i 6063, można jednak odczuć pewien niedosyt bezpośrednich porównań ilościowych z wynikami innych badaczy.

Doktorant przywołuje literaturę przedmiotu w części teoretycznej, jednak w analizie wyników własnych porównania te mają często charakter jakościowy. Rozszerzenie tej części o zestawienia liczbowe (np. porównanie nachylenia krzywych zmęczeniowych, zakresów trwałości czy poziomów naprężeń granicznych) mogłoby dodatkowo wzmocnić naukowy charakter pracy oraz ułatwić jej pozycjonowanie na tle światowych badań.

D. Reprezentatywność próbek i zakres badań zmęczeniowych

Badania zmęczeniowe przeprowadzono na próbkach pobranych bezpośrednio z profili stosowanych w produkcji przemysłowej, co należy uznać za istotny atut pracy. Z punktu widzenia rygoru metodologicznego daje się zauważyć, że liczba wariantów badawczych (np. różne poziomy amplitud naprężeń, różne kombinacje obciążeń złożonych) jest ograniczona.

Rozszerzenie zakresu badań o większą liczbę poziomów obciążeń lub o analizę wpływu koncentratorów naprężeń mogłoby umożliwić sformułowanie bardziej uogólnionych modeli trwałościowych. Należy jednak podkreślić, że takie rozszerzenie znacząco zwiększyłoby objętość i czas realizacji pracy, co jednak w ramach doktoratu wdrożeniowego i czasowego reżimu szkoły doktorskiej nie zawsze jest możliwe.

E. Modelowanie numeryczne – zakres i integracja z badaniami eksperymentalnymi

W rozprawie pojawiają się elementy obliczeń numerycznych, m.in. w analizie izolacyjności cieplnej drzwi kabiny maszynisty. Modelowanie to pełni jednak głównie funkcję wspomagającą, a nie centralną.

Z perspektywy rozwoju naukowej pracy można wskazać, że głębsza integracja modeli numerycznych (np. MES w analizach zmęczeniowych lub CFD w kontekście oddziaływań aerodynamicznych na drzwi) mogłaby zwiększyć uniwersalność zaproponowanych rozwiązań. Doktorant mógłby wówczas sformułować narzędzia tzw. predykcyjne, które znalazłyby zastosowanie również poza analizowanymi przypadkami wdrożeniowymi.

F. Analiza ograniczeń i trwałości długookresowej

Twórca rozprawy koncentruje się głównie na spełnieniu aktualnych wymagań normowych oraz walidacji opracowanych rozwiązań w warunkach laboratoryjnych. W mniejszym

stopniu porusza zagadnienia długookresowej degradacji właściwości materiałowych w warunkach rzeczywistej eksploatacji, takich jak:

- wpływ korozji zmęczeniowej,
- oddziaływanie zmiennych warunków klimatycznych,
- starzenie materiałów kompozytowych i izolacyjnych.

W mojej opinii, uzupełnienie pracy o rozważania dotyczące trwałości długookresowej lub strategii monitorowania stanu technicznego (CBM) mogłoby dodatkowo wzmocnić aplikacyjny wymiar rozprawy, choć zdaję sobie sprawę, że również i w tym przypadku proponowane działania wpłynęłyby niekorzystnie na czas realizacji badań i objętość opracowania.

G. Synteza wniosków i potencjał dalszych badań

Wnioski końcowe pracy są w moim przekonaniu, poprawne i dobrze powiązane z przeprowadzonymi badaniami. Pewnym niedostatkim jest jednak brak wyraźnie wyodrębnionej części poświęconej kierunkom dalszych badań oraz potencjalnym ograniczeniom zaproponowanych rozwiązań.

Rozszerzenie tej części o wskazanie możliwych modyfikacji konstrukcyjnych, alternatywnych materiałów lub zastosowań opracowanych systemów drzwiowych w innych segmentach transportu mogłoby nadać pracy jeszcze bardziej przyszłościowy charakter.

Podsumowanie części krytycznej

Przedstawione uwagi krytyczne mają charakter konstruktywny, rozwojowy i dyskusyjny. Nie podważają zasadniczych osiągnięć rozprawy. Wskazane ograniczenia nie podważają wysokiej wartości naukowej i wdrożeniowej rozprawy. Wynikają przede wszystkim z jej szerokiego zakresu oraz aplikacyjnego charakteru. W mojej opinii rozprawa spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim, a wskazane elementy mogą stanowić naturalny punkt wyjścia do dalszej działalności naukowej Doktoranta.

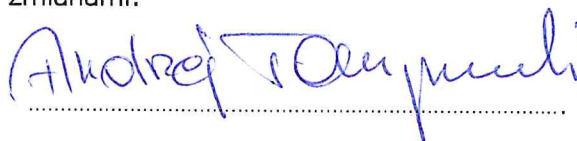
10. Wnioski końcowe

Przedłożona rozprawa doktorska mgr inż. Sławomira Małysa stanowi obszerne, oryginalne i wartościowe opracowanie naukowo-techniczne, o wysokiej wartości wdrożeniowej, spełniające wymagania stawiane pracom doktorskim. Autor wykazał się bardzo dobrą znajomością zagadnień materiałowych, konstrukcyjnych i normatywnych, a także umiejętnością prowadzenia kompleksowych badań eksperymentalnych o wysokiej wartości aplikacyjnej.

Wskazane uwagi krytyczne mają charakter dyskusyjny i nie podważają zasadniczych osiągnięć rozprawy.

Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania formalne i merytoryczne zgodnie z obowiązującą ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 roku z późniejszymi zmianami.

Bydgoszcz, 2025-01-22


.....