

Streszczenie

Głównym celem pracy było wykazanie wielkości wpływu technologii naprawy podłużnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP na przebieg aktywacji poduszki gazowej i jej interakcję z przemieszczającą się głową fantomu, podczas zderzenia czołowego. Cechą charakterystyczną tej pracy jest próba ujęcia problemu w sposób szerszy od dotąd proponowanych. Uwzględnienie w warunkach testu zderzeniowego spadku sztywności karoserii, działania urządzeń bezpieczeństwa biernego pojazdu i ich interakcja z ruchem fantomu.

W przebiegu badań eksperymentalnych w oparciu o przyjęty model przedniej podłużnicy samochodowej wykonanej ze stali DP 1000, wykazano spadek o 25% jej wytrzymałości na ściskanie po wykonaniu na niej złącza spawanego metodą GMAW.

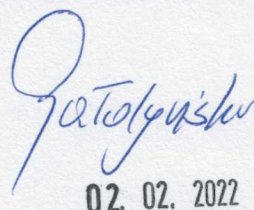
Oszacowano wpływ tego zjawiska na działanie systemu SRS i deformację samego pojazdu w kontekście napraw pokolizyjnych i wtórnego udziału tak naprawionego pojazdów w zderzeniu czołowym. Wykazano, że spadek wytrzymałości podłużnicy pozostaje w ścisłym związku ze zmianą czasu aktywacji poduszki gazowej i jej interakcją z przemieszczającym się ciałem kierowcy podczas zderzenia czołowego.

Wyznaczono zmiany czasu aktywacji poduszki gazowej spowodowane zmianą wytrzymałości podłużnicy przedniej oraz nowy czas kontaktu głowy fantomu z poduszką gazową.

Uzyskane wyniki analizy czasoprzestrzennej, uwzględniające zmiany wytrzymałości podłużnicy, wskazały istotne zaburzenia w synchronizacji poduszki gazowej z przemieszczającą się głową fantomu. Przeprowadzone modelowanie wykazało, że w skrajnym przypadku przemieszczająca się głowa fantomu dotarła do punktu, w którym powinien nastąpić kontakt z poduszką gazową o 4,3 ms za wcześnie.

Obserwacja pośrednia crashtestu z prędkością 23 km/h, gdzie kontakt głowy fantomu z poduszką gazową nastąpił o ok. 2 ms za wcześnie, powodując znaczny wzrost opóźnienia oddziałującego na głowę wskazuje słuszność tezy pracy, o istotnym pogorszeniu jakości bezpieczeństwa biernego pojazdu na skutek napraw blacharskich podłużnicy samochodowej wykonanej ze stali DP.

Przeprowadzone badania i analizy pozwoliły na potwierdzenie tezy pracy, że wykorzystywanie metod spawalniczych GMAW w procesach post-produkcyjnych do napraw blacharskich podłużnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP, może zaburzać pierwotne właściwości wytrzymałościowe tej konstrukcji, powodując istotne pogorszenie poziomu jakości bezpieczeństwa biernego pojazdu.



02. 02. 2022

Abstract

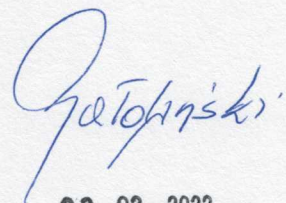
The main aim of the study was to demonstrate the impact of the repair technology of the car's longitudinal member made of DP steel on the gas cushion activation and its interaction with the moving phantom head during a frontal collision. A characteristic feature of this work is an attempt to present the problem in a broader way than that proposed so far. Taking into account the drop in body stiffness in the crash test conditions, the operation of the safety devices of the passive vehicle and their interaction with the movement of the phantom.

In the course of experimental tests, based on the stringer model made of DP 1000 steel, a decrease of 25% in its compressive strength was demonstrated after making a GMAW welded joint on it. The impact of this phenomenon on the operation of the SRS system and the deformation of the vehicle itself was estimated in the context of post-collision repairs and the secondary contribution of the repaired vehicles in a collision. It has been shown that the decrease in the strength of the side member is closely related to the change in the activation time of the gas cushion and its interaction with the moving body of the passenger during a frontal collision.

The changes in the activation time of the gas cushion caused by the change in the strength of the front side member and the new contact time of the phantom's head with the gas cushion were determined. The obtained results of the space-time analysis, taking into account changes in the strength of the stringer, indicated significant disturbances in the synchronization of the gas cushion with the moving head of the phantom. The performed modeling showed that in the extreme case, the moving phantom head reached the point where it should be in contact with the gas cushion by 4.3 ms too early.

The indirect observation of the crash test at a speed of 23 km / h, where the contact of the phantom's head with the gas cushion was about 2 ms too early, causing a significant increase in the delay affecting the head, indicates the correctness of the thesis, about a significant deterioration in the quality of safety of the passive vehicle due to sheet metal repairs car side member made of DP steel.

The conducted research and analyzes confirmed the thesis that the use of GMAW welding methods in post-production processes for sheet metal repairs of a car longitudinal member made of DP steel may disturb the original strength properties of this structure, causing a significant deterioration of the quality level of passive safety of the vehicle.



02. 02. 2022

dr hab. inż. Krzysztof Jamroziak, prof. uczelni
Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej
Politechnika Wrocławska
ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

Wrocław 02.06.2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego

pod tytułem

***„Wpływ technologii naprawy podłużnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP
na przebieg aktywacji poduszki gazowej”***

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi pismo Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie nr L. dz. WIMiM/177/2022 z dnia 05.04.2022 r., do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej i formularz dotyczący danych osobowych. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Maciej Lisowski, prof. ZUT

2. Ocena podjętej tematyki, tezy i założonego celu rozprawy

Rozprawa doktorska odnosi się do oszacowania wpływu technologii naprawy podłużnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP na przebieg aktywacji poduszki gazowej i jej interakcję z przemieszczającą się głową fantomu, podczas zderzenia czołowego. Jak pokazano w pracy dość istotnymi problemami współczesnej motoryzacji są wszelkiego rodzaju naprawy pojazdów osobowych powstałych w wyniku kolizji drogowej. Stan tych napraw jest realizowany w dowolny sposób a jedynym kryterium jest tylko badanie techniczne na stacji diagnostycznej stwierdzającej dopuszczenie pojazdu do ruchu drogowego. Jak zauważa Doktorant na przełomie ostatnich lat można wykazać mankamenty z utrzymaniem pierwotnej sztywności nadwozia po przeprowadzonej naprawie pokolizyjnej. Wynika to z wielu kwestii, a jedną z takich są nowoczesne materiały i technologia spawania, która mimo swych zalet wpływa ujemnie na wytrzymałość połączenia spawanego. Na podstawie raportów Urzędu Statystycznego Oceny Wypadków Samochodowych ok. 80% kolizji spowodowane jest przy niskich prędkościach, których skutki są kwalifikowane do

wymiany częściowej przedniego fragmentu podłóżnicy samochodu. Ingerencja w tego typu ustrój powoduje osłabienie tego elementu, a to pociąga za sobą obniżenie poziomu bezpieczeństwa biernego np. funkcjonowania takiego systemu jak Supplemental Restraint System (SRS). System ten jest odpowiedzialny za aktywację poduszki gazowej podczas zderzenia pojazdu. Pomimo, że pojazd został doprowadzony do stanu przed kolizją to jego systemy funkcjonalne sprawujące nadzór nad bezpieczeństwem biernym kierowcy/pasażera mogą funkcjonować w sposób odbiegający od wyskalowanych pierwotnie. W takim razie można założyć, że jeżeli zmieni się sztywność karoserii pojazdu w jej przedniej części, to zmianie ulegnie podczas zderzenia czołowego przebieg opóźnienia, a wraz z nim i przewidziany czas kontaktu poduszki gazowej z przemieszczającą się głową kierowcy/pasażera.

Doktorant słusznie zauważa, że należy to zagadnienie szczegółowo przeanalizować i dokonać właściwych badań pozwalających oszacować określone wartości, których charakterystyki posłużą do korelacji czasu aktywacji poduszki gazowej i jej interakcję z przemieszczającym się ciałem pasażera podczas zderzenia czołowego. Autor stawia hipotezę, że wykorzystywanie metod spawalniczych Gas Metal Arc Welding (GMAW) w procesach post-produkcyjnych, napraw blacharskich podłóżnicy samochodowej, wykonanej ze stali Dual Phase (DP) zaburza pierwotne właściwości wytrzymałościowe jej konstrukcji powodując pogorszenie poziomu, jakości bezpieczeństwa biernego pojazdu.

Mając na uwadze dowiedzenia słuszności przyjętej tezy Doktorant przyjmuje czteroetapowy proces badawczy. Dowodzenie opiera na przyjętych metodach w postaci rozumowania, wnioskowania i sprawdzania oraz dokonuje rozumowania statystycznego. Zaprezentowana innowacyjność badań wpływa pozytywnie na końcowy rezultat pracy.

W tym kontekście dobór tematu pracy uważam za prawidłowy i aktualny, wpisujący się we współczesne trendy związane z badaniami nad poprawą bezpieczeństwa biernego pojazdu osobowego po zmianie sztywności jego elementów energochłonnych, jakim jest podłóżnica przednia. Opiniowana praca doktorska jest opracowaniem naukowym, mieszczącym się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Cel pracy został sformułowany poprawnie i ma charakter twórczy, a postawiona teza uatrakcyjniła charakter opracowania. Dysertacja cechuje się dużymi walorami użytkowo-praktycznymi i pokazuje wagę problemu wykonywanych napraw pokolizyjnych na charakterystyki działania pasywnych systemów bezpieczeństwa.

3. Zakres rozprawy

Rozprawa doktorska mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego została zawarta na 161 stronach, wliczając w to spis bibliografii, w którym zamieszczono 109 pozycji, w tym

strony internetowe (19 pozycji) oraz spisy rysunków i tabel, a także załącznik i streszczenie w j. polskim i angielskim. Redakcja jest w języku polskim i ujęta została w dwudziestu rozdziałach. Dwa pierwsze rozdziały odnoszą się do wprowadzenia w tematykę rozprawy doktorskiej i zdefiniowania problemu, który jest przedmiotem rozprawy.

W rozdziale trzecim Autor dokonuje oceny stanu wiedzy na podstawie przeglądu literatury. Zaznacza, że wysoki postęp techniczny i technologiczny w budowie karoserii pojazdów samochodowych oraz powiązany z tym system bezpieczeństwa pasażerów stanowi przesłankę do ograniczenia przeglądu literatury z ostatniej dekady. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych Doktorant oparł o takie zagadnienia, jak budowę współczesnej podłżnicy samochodowej, system ochrony pasażera, modele matematyczne opisujące zagadnienia stateczności sprężystej i plastycznej ustrojów nośnych. Uwypuklił także zagadnienia związane z procedurą technologii naprawy karoserii dla wymiany częściowej podłżnicy przedniej. W podsumowaniu tego rozdziału dokonał określonej syntezy akcentując parametry wytrzymałościowe naprawianych fragmentów podłżnicy nadwozia pojazdu samochodowego celem uzyskania zbliżonych wartości energochłonności do parametrów z przed naprawy. Związek ten ma ściśle powiązanie sztywności elementów energochłonnych karoserii pojazdu z czasem aktywacji poduszki gazowej, a to stanowi "Clou" tej dysertacji. Doktorant zauważył, że ten związek nie jest przedmiotem analiz po dokonanych naprawach.

Rozdział czwarty odnosi się do celu, zakresu i tezy pracy. Doktorant w swych rozważaniach naukowych za cel w pracy przyjął ocenę wpływu technologii naprawy podłżnicy samochodowej wykonanej ze stali dwufazowej DP na przebieg aktywacji poduszki gazowej i jej interakcję z przemieszczającą się głową fantomu podczas zderzenia czołowego. Tak „ambitnie” postawiony cel wymagał od Autora dysertacji przyjęcia określonej metodyki postępowania, której realizację przedstawił w czterech zasadniczych punktach. Zaczynając od zasadniczych badań materiałowych próbek, niezbędnych danych do kolejnego kroku, jakim były analizy z wykorzystaniem metody elementów skończonych typu MES. Następnie modele te poddawał walidacji w badaniach eksperymentalnych na opracowanych modelach fizycznych. Ostatecznym i zasadniczym etapem było dokonanie oceny ilościowej czasoprzestrzennej aktywacji poduszki gazowej i poruszającej się głowy fantomu podczas zderzenia czołowego z elementami karoserii po określonych naprawach do wartości referencyjnych (wartości z przed naprawy). Wnioski z przeglądu literatury i przyjęta metodyka stanowiły podstawę do postawienia tezy pracy, a mianowicie:

„Wykorzystywanie metod spawalniczych GMAW w procesach post-produkcyjnych, napraw blacharskich podłżnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP, zaburza

pierwotne właściwości wytrzymałościowe jej konstrukcji, powodując pogorszenie poziomu jakości bezpieczeństwa biernego pojazdu”.

Kolejne rozdziały pracy zostały podporządkowane w taki sposób, aby w przyjętej tezie wykazać związki i wpływy prowadzonych napraw blacharskich podłużnicy samochodowej na przebieg aktywacji poduszki gazowej kierowcy na przykładzie literatury przedmiotu i przeprowadzonych eksperymentów przez Doktoranta.

Rozdział piąty dotyczy wstępu do empirycznej części pracy. Doktorant w tym rozdziale akcentuje wagę analiz numerycznych MES i wszystkich narzędzi oraz czynności badawczych, jakie należy przeprowadzić, aby uzyskane modele MES były wiarygodne.

W rozdziale szóstym Autor skoncentrował uwagę na badaniach materiałowych. Prace te przeprowadził na próbkach z zaawansowanych stali wysokowytrzymałych AHSS (Advanced High Strength Steel) typu DP. Zakres tych badań obejmował analizę składu chemicznego na podstawie danych innych badaczy, badania wytrzymałościowe w testach quasi-statycznego rozciągania próbek oraz pomiary twardości. Testy zostały wykonane na próbkach referencyjnych i próbkach z połączeniami spawanymi. W podsumowaniu rozdziału Doktorant dokonał omówienia wyników i ich konfrontacji z wynikami innych badaczy.

Rozdział siódmy związany jest z modelowaniem MES wybranych struktur podłużnicy przedniej pojazdu osobowego. Doktorant wykorzystując oprogramowanie Midas NFX wykonał szereg modeli numerycznych dla określonych ustrojów podłużnicy przedniej nadwozia karoserii celem określenia parametru energochłonnego tego ustroju. W ten sposób poszukiwał optymalnych rozwiązań odwzorowanego detalu złącza spawanego, jak ma to miejsce podczas napraw pokolizyjnych. Symulacje były realizowane dla dwóch przypadków: prostego stanu naprężeń oraz złożonego stanu naprężeń. W ten sposób prowadził analizę wartości poszczególnych parametrów energochłonnych dla tych przypadków, a w konsekwencji poszukiwania odpowiedzi: na ile złącza spawane obniżają wartości współczynników energochłonności elementu cienkościennego.

W rozdziale ósmym Doktorant przechodzi do badań eksperymentalnych na modelach fizycznych ze stali DP800. W rozdziale tym opisuje założenia przyjęte w przygotowaniu modeli do badań. Rozszerza liczbę próbek o dodatkowy gatunek stali (DP1000), chcąc w ten sposób dokonać oceny plastycznego fałdowania i kontrolę nad miejscem, w którym rozpocznie się deformacja oraz progresywny charakter procesu zgniotu. Określa warunki testu i sposób jego przeprowadzenia.

W rozdziale dziewiątym Autor pracy opisuje pierwszy etap badań eksperymentalnych. Zakres tych prac koncentruje na próbkach jednorodnych

tj. próbkach wykonanych z jednolitego materiału i z określonymi parametrami geometrycznymi oraz odpowiednią technologią łączenia elementu cienkościennego. Na podstawie przyjętych warunków początkowych dokonuje testów quasi-statycznego zgniatania struktur cienkościennych, w których rejestrowane są odpowiednie parametry. W dalszej części tych prac po zarejestrowanych charakterystykach siły ściskania w funkcji przemieszczenia przechodzi do przeprowadza analizy otrzymanych wyników i określa odpowiednie parametry energochłonności badanych próbek. Obok określenia parametrów fizycznych dokonuje także analiz statystycznych, na podstawie których otrzymuje określone współczynniki standaryzacji wartości cech U. Całość zagadnienia podsumowuje wnioskami końcowymi, które wykazują słuszność przyjętych założeń. Dodatkowo uzyskane wyniki są punktem odniesienia do rezultatów w kolejnych etapach badań eksperymentalnych.

W rozdziale dziesiątym Doktorant wykonuje identyczne badania, jak w powyższym punkcie. Różnica prowadzenia tych badań polega na tym, że tutaj są badane próbki ze złączem spawanym i na materiale z blachy DP1000. Autor chcąc uzyskać obiektywne wyniki zakres tych badań prowadzi na próbkach ze złączem spawanym i bez tego złącza (próbki referencyjne). Otrzymane wyniki określonych parametrów energochłonności zestawia tabelarycznie i określa dla nich współczynniki standaryzacji wartości cech U. W ten sposób otrzymany materiał badawczy porównuje z wynikami dla próbek referencyjnych. Na podstawie tych wyników Doktorant stosując odpowiednią metodę statystyczną jest w stanie ocenić wpływ procesu wykonania złącza spawanego próbki na poziom otrzymanych wartości cechy. Metodę tą opiera na hipotezie zerowej i alternatywnej. Dokonując za ich pomocą weryfikacji analizowanych parametrów energochłonności badanych modeli fizycznych. W rezultacie Autor otrzymuje odpowiedź spójności tych wyników na podstawie cechy U dla kolejnych odchyłeń standardowych. Prowadzona polemika uzyskanych wyników w świetle wyników innych badaczy prowadzi Autora do konkretnych wniosków na podstawie, których stwierdza, że mechanizm niszczenia ustroju podczas ściskania jest inicjowany wyboczeniem lokalnym w ściance ustroju, co uwypukla na przykładzie przeprowadzonego testu eksperymentalnego. Dowodzi to także w badaniach numerycznych, w których zjawisko propagacji fali powoduje pojawienie się półfal, odpowiedzialnych za zmianę postaciową ustroju cienkościennego. Podaje także zależności wpływające na kształt zmiany postaciowej analizowanej próbki. Przytaczając wyniki innych badaczy dowodzi, że przyjęte jego założenia współczynników określających stosunki grubości ścianki do szerokości ścianki analizowanego profilu będą przybierały określoną formę geometryczną. Wobec badanych próbek ze złączem spawanym, dla którego powstające fałdy podczas ściskania tego elementu mogą przybierać formy nieosiowosymetrycznego wyboczenia

lokalnego (niekorzystne z punktu energochłonności konstrukcji i jej przemieszczenia) Doktorant postanawia zweryfikować to na przykładzie próbek, w których lico spoiny spawu zostaje zbazowane do grubości profilu próbki przy odpowiednim rodzaju obróbki skrawaniem.

Rozdział jedenasty poświęcony jest badaniom i uzyskanym wynikom dla próbek ze złączem spawanym, którego spoina odpowiada grubości ścianki modelu referencyjnego. Doktorant zakres tych prac realizował na 8 próbkach wykonanych ze stali DP1000. Przyjął identyczne warunki realizacji badań jak w poprzednim eksperymencie. Także dokonał identycznej analizy parametrów energochłonności i analizy statystycznej współczynników standaryzacji wartości cechy U oraz tymi samymi narzędziami badawczymi dokonał oceny złącza spawanego zeszlifowanego. Ocenę tą zawarł w postaci tabelarycznej dla określonych wartości energochłonności badanych modeli ze złączem spawanym i przeszlifowanym licem spoiny. Analizy tych wartości odniósł do symulacji MES akcentując, że uzyskał dobrą zgodność wyników. Na podstawie wyników eksperymentalnych dla próbek referencyjnych (jednorodnych) i próbek ze złączem spawanym przeszlifowanym licem spoiny Doktorant następnie przystąpił do wyboru reprezentatywnego ustroju. Po analizach przy odpowiedniej technice oceny wartości cechy U zaprezentował modele próbek, dla których wyniki korespondują z matematycznym opisem powstawania wielkości fałdy w procesie ściskania badanego modelu fizycznego, a zależne są one od geometrii oraz takich parametrów jak technologia wykonania profilu cienkościennego.

W rozdziale dwunastym Doktorant dokonuje oceny możliwości wykorzystania modeli badawczych podłużnic do oceny absorpcji energii uderzenia w zamian prowadzenia takich badań na obiekcie fizycznym, jakim jest pojazd w teście zderzeniowym. W tym celu dokonuje obszernej analizy morfologicznej badanych ustrojów z ustrojami obiektu rzeczywistego opartego na budowie współczesnego samochodu osobowego z nadwoziem samonośnym. Zaznacza, że w początkowej fazie zderzenia czołowego, głównym elementem uczestniczącym w procesie absorpcji energii uderzenia jest podłużnica przednia. Więc koncentruje uwagę na zachowaniu się zmiany sztywności podłużnicy, czyli w odniesieniu do wcześniejszych badań Autora do powiązania energochłonności modelu wykonanego ze złączem spawanym z oszlifowanym licem spoiny, ponieważ przedmiotem dysertacji jest ocenić wpływ technologii napraw podłużnicy przedniej i jej energochłonności oraz skrócenia w funkcji czasu, co jest ściśle powiązane z reakcją aktywacji poduszki gazowej. Z uzyskanych wyników w warunkach quasi-statycznego ściskania próbek modeli podłużnicy przedniej samochodu przy różnych prędkościach odkształcenia próbuje znaleźć korelację z wynikami uzyskanymi z „crash testów”. Doktorant przytacza przy tym wiele różnic, które istotnie wpływają na sygnał opóźnienia podczas deformowanych

elementów konstrukcji nadwozia, a który stanowi podstawę dla modułu sterującego poduszką gazową.

Trzynasty rozdział pracy zostaje poświęcony wyznaczeniu wartości współczynników, które zostaną wykorzystane do weryfikacji czasów aktywacji poduszki gazowej. Autor dysertacji przybliży zasadę działania systemu SRS (Supplementary Restraint System). Na bazie innych prac dokonuje obszernej analizy danych niezbędnych do konwersji sygnału dla określenia czasu aktywacji poduszki gazowej. Jednym z tych danych jest określenie obszaru krytycznego dla modułu sterującego aktywacją poduszki gazowej, w ścisłej korelacji z parametrem obciążenia, przy którym następuje zmiana sztywności podłużnicy przedniej. Następnie prezentuje metodykę wyznaczenia współczynnika parametru obciążenia dla obszaru krytycznego. Zakres tych prac koncentruje na analizie MES, własnych badań eksperymentalnych oraz danych z jednego z renomowanych europejskich ośrodków badawczych.

W rozdział czternastym Doktorant przedstawia zasadę wyznaczenia czasu stanu referencyjnego poduszki gazowej według kryterium „13-30”. Obszerna analiza tego kryterium jest prezentowana między innymi w postaci wykresów fazowych drogi w funkcji czasu dla parametrów określonych tym kryterium. Doktorant na bazie swych wyników oraz wyników z „crash testów” przy założonych prędkościach kolizji szacuje czasy aktywacji poduszki gazowej. W ten sposób stara się uwypuklić problematykę wyznaczenia czasu stanu referencyjnego poduszki gazowej dla przykładowych prędkości kolizji w układzie z fantomem zapiętym pasami bezpieczeństwa jak i bez.

Rozdział piętnasty Doktorant poświęcił na walidację wyników poprzez układy pomiarowe montowane na fantomach podczas testów zderzeniowych, adoptowanych do pracy z wynikami opracowanych przez odpowiednie ośrodki badawcze. W ten sposób Autor dysertacji starał się oszacować czas kontaktu głowy manekina z poduszką gazową. Uzyskane wyniki posłużyły mu na możliwość dokonania oceny czasu stanu referencyjnego poduszki gazowej przy różnych prędkościach kolizji według przyjętego kryterium „13-30”.

W kolejnym szesnastym rozdziale Doktorant zajął się symulacjami zachodzącymi podczas „crash testu” diachronii wdrażania protokołu ochrony pasażera. Na podstawie zaproponowanych modeli matematycznych, wykorzystując parametry oparte na pomiarze energii odkształceń i odpowiednich korelacji linii trendu z wygenerowanymi wielomianami dokonał oszacowania wartości czasu stanu referencyjnego poduszki gazowej dla konkretnej prędkości poprzez interpolację z wykorzystaniem tych równań. Uzyskane wyniki posłużyły do dalszych analiz diachronii wdrażania protokołu ochrony pasażera. W ten sposób Doktorant przeszedł płynnie do szacowania nowych czasów,

w których poduszka gazowa osiągnie stan referencyjny dla parametru obciążenia PO 0.7, który został przyjęty na podstawie analiz statystycznych. Doktorant także podkreśla, że parametr PO 0.7, dla którego wygenerowano nowe czasy stanu referencyjnego poduszki gazowej wymaga synchronizacji z uwzględnieniem zmiany sztywności pojazdu tj. elementu który wymagał naprawy w wyniku jego uszkodzenia podczas kolizji.

Rozdział siedemnasty Doktorant poświęca na analizy szacowania skorygowanego czasu kontaktu fantomu z poduszką gazową, na skutek zmiany sztywności podłużnicy przedniej nadwozia pojazdu. Mając do dyspozycji wyniki odpowiednich ośrodków badawczych Autor dysertacji wykorzystując zagadnienia dynamicznych równań ruchu stara się oszacować podczas zderzenia czołowego pojazdu progresywne skrócenie tego czoła. Według literatury przedmiotu, na którą się powołuje podczas prowadzonych niniejszych analiz i przyjętych założeń ustala parametry geometryczne podłużnicy testowego pojazdu, w wyniku których szacuje jej długość, na której dojdzie do spadku absorpcji energii odkształceń spowodowanej wpływem procesu spawania na badany materiał. Następnie na podstawie przyjętego „crash testu” wyznacza przebieg opóźnienia pojazdu, głowy fantomu i ciśnienia w poduszce gazowej. Uzyskany materiał jest dalej poddawany analizom w kontekście kryterium „13-30” oraz szeregu zmiennym wpływającym na cały proces kontaktu poduszki gazowej z głową fantomu. W rozdziale tym Doktorant dokonał szacowania niezbędnych parametrów ilościowych, dla określonych scenariuszy manekina w pojeździe celem ustalenia optymalnych warunków bezpieczeństwa biernego pasażera.

W rozdziale osiemnastym Doktorant dokonuje syntezy wyników oszacowanych czasów stanu referencyjnego poduszki gazowej obciążonej odpowiednim parametrem i skorygowanego czasu kontaktu z głową fantomu na podstawie przyjętego parametru. Wyniki te posłużą do rozwikłania problemu naukowego zaprezentowanego przez Autora dysertacji w następującej formie: czy zmiana sztywności pojazdu w *obszarze aplikacji* wpłynęła na prawidłową synchronizację analizowanych członów? Zaprezentowana odpowiedź jest pewnym zaskoczeniem, a mianowicie w wyniku przeprowadzonych różnego rodzaju analiz i testów eksperymentalnych w ujęciu kryterium „13-30” dla określonego stanu manekina w pojeździe synchronizacja ta przybrała pozytywny rezultat a w przypadku drugim kiedy manekin w pojeździe był zapięty pasami bezpieczeństwa odnotowano negatywny wynik.

Rozdział dziewiętnasty i dwudziesty odnosi się do zaprezentowanych wniosków wynikających z pracy i podsumowania. W podsumowaniu Doktorant koncentruje uwagę na osiągniętym celu pracy. Dokonuje polemiki wyników, z których wynika zła synchronizacja czasów stanu referencyjnego poduszki gazowej i czasów kontaktu

głowy fantomu z poduszką gazową w funkcji prędkości kolizji. Prawdopodobność swych wyników w kontekście złej synchronizacji odnosi do prac innych badaczy potwierdzając tym samym ich słuszność i wskazuje potrzebę kontynuacji prac nad optymalizacją tej synchronizacji. Doktorant także akcentuje potwierdzenie przyjętej tezy w pracy i zaznacza, że temat pracy został wyczerpany we właściwym stopniu.

4. Ocena merytoryczna wyników pracy

Przedstawiona do oceny praca jest napisana poprawnym i zrozumiałym językiem dla czytelnika. Zaprezentowany poziom rozprawy obejmuje bardzo „bogaty” zakres badań eksperymentalnych. W części teoretycznej opracowania Doktorant merytorycznie i rzeczowo dokonał przeglądu stanu wiedzy. W ten sposób na podstawie szczegółowej analizy takich zagadnień jak: budowa współczesnej podłóżnicy samochodowej, bierny system bezpieczeństwa SRS, opis matematyczny energochłonności cienkościennych profili stosowanych do budowy podłóżnic oraz procedury technologii naprawy wyselekcjonowanego elementu części konstrukcji nadwozia pojazdu, jakim jest podłóżnica przednia zauważył, że wykonywane prace napraw blacharskich powypadkowych związanych z „rekonstrukcją” przedniej podłóżnicy nie są weryfikowane w zakresie czasu aktywacji poduszki gazowej. System SRS po takiej naprawie może być obciążony błędem sygnału podawanego do elementu wykonawczego. Doktorant zaproponował odpowiednie podejście do weryfikacji tych zagadnień. Przyjmując określone metody i techniki oraz narzędzia badawcze przedstawił metodykę weryfikacji stanu czasoprzestrzennego czasu aktywacji poduszki gazowej w wyniku zmian sztywności naprawianego elementu podłóżnicy.

W części badań i analiz otrzymanych wyników eksperymentalnych Doktorant konsekwentnie realizował czynności związane z przyjętym w pracy schematem. Po wyselekcjonowaniu i wyskalowaniu próbek modeli fizycznych fragmentu podłóżnicy samochodowej dla różnych konfiguracji geometrycznych i wprowadzonych napraw (złącze spawane) dokonał optymalizacji tych modeli, które następnie weryfikował metodami numerycznymi z wykorzystaniem MES, co pozwoliło na szczegółową analizę występujących zjawisk fizycznych w zakresie osiowego ściskania elementu cienkościennego. Pozwoliło mu to uzyskać odpowiedź, że technologia naprawy elementu cienkościennego wykonanego z określonego gatunku stali wpływa na sztywność układu. W dalszej już części czynności badawczych Doktorant skoncentrował uwagę na ich podporządkowaniu w realizacji założonego celu pracy.

Zaprezentowana strategia jest logicznym zbiorem tworzącym całość pracy. Treść pracy jest przyporządkowana przyjętej tezie i wynikowemu jej uzasadnieniu.

Do głównych zalet i osiągnięć opiniowanej rozprawy należy zaliczyć:

- Istotny dobór tematu i kierunek badań, którego potrzeba została wygenerowana w wyniku oceny stanu wiedzy;
- Przyjęcie stosownej metodyki realizacji celu pracy i słuszności przyjętej tezy;
- Zaplanowanie i przeprowadzenie podstawowych badań materiałowych na próbkach w różnej konfiguracji mających na celu wyznaczyć wielkości fizyczne wybranych własności mechanicznych niezbędnych do symulacji numerycznych;
- Opracowanie grupy modeli numerycznych niezbędnych do prowadzenia analiz w zakresie ich osiowego ściskania dla prostych i złożonych stanów naprężenia;
- Zaplanowanie i przeprowadzenie wstępnych badań eksperymentalnych, w celu wyskalowania stanowiska na opracowanych modelach fizycznych cienkościennych struktur elementu podłużnicy przedniej pojazdu osobowego;
- Cykl badań z wynikami otrzymanymi z osiowego ściskania próbek w konfiguracji jednorodnej i ze złączem spawanym;
- Zastosowanie odpowiedniego aparatu statystycznego do wyselekcjonowania optymalnego rozwiązania badanego ustroju cienkościennego, cechującego się właściwymi parametrami energochłonnymi, które zostały zdefiniowane w pracy;
- Walidacja uzyskanych wyników z analiz numerycznych z wynikami uzyskanymi eksperymentalnie w szczególności, w interpretacji lokalnego wyboczenia ścianek profilu cienkościennego i powstawania fałd, w strefie uplastyczniania się materiału oraz ich osiowosymetryczne narastanie;
- Umiejętne podejście i analiza danych pomiarowych z „crash testu” adoptowanych z bazy danych określonego ośrodka badawczego na potrzeby pracy, czyli analiza oraz funkcjonowanie systemu SRS i powiązanie jego na potrzeby pracy;
- Wyznaczenie i zweryfikowanie dla różnych scenariuszy w układzie pojazd-manekin współczynników parametru obciążenia dla obszaru krytycznego;
- Wyznaczenie dla różnych scenariuszy w układzie pojazd-manekin czasów referencyjnych poduszki gazowej według kryterium „13-30”;
- Zweryfikowanie oszacowanych współczynników parametru obciążenia dla obszaru krytycznego oraz czasów referencyjnych poduszki gazowej według kryterium „13-30” z raportami danych określonego ośrodka badawczego, realizującego certyfikację bezpieczeństwa biernego pojazdów;
- Określenie istotnych parametrów wynikających z dynamicznych równań ruchu w ujęciu zmiany sztywności konstrukcji pojazdu i jego absorpcji energii odniesionej do kontaktu głowy manekina z poduszką gazową;

- Ilościowe ujęcie czasów stanu referencyjnego poduszki gazowej określonego parametru obciążenia i skorygowanego czasu jej kontaktu z głową manekina odpowiednim parametrem dla różnych prędkości kolizji;
- Interdyscyplinarne podejście do rozpatrywanego problemu;
- Umiejętne posługiwanie się przez Doktoranta nowoczesnymi narzędziami do prowadzenia symulacji numerycznych zjawisk dynamicznych i metodami statystycznymi wykorzystywanymi przy ustalaniu cech;
- Bogaty dobór rysunków i zestawień uzyskanych wyników w postaci odpowiednich wykresów i tabel;
- Właściwe zestawienie wniosków i ich interpretacja zarówno z badań doświadczalnych, raportów testu zderzeniowego adoptowanych z baz danych na potrzeby pracy i modeli numerycznych.

Opisane w rozprawie doktorskiej oryginalne badania naukowe, wskazują na właściwą znajomość przez Autora problematyki związanej z zagadnieniami wytrzymałości konstrukcji cienkościennych i ich obciążenia dynamicznego. W tym zakresie powiązanie zagadnień z otoczeniem biernego systemu ochrony stosowanej we współczesnych pojazdach samochodowych, których funkcjonowanie jest w coraz większym stopniu autonomiczne, a niezawodność związana jest z wysoką sprawnością całej konstrukcji pojazdu nawet po jej naprawie to wyzwanie, które nie było „straszne” dla Doktoranta.

Przedstawiony w pracy problem badawczy jest interesujący poznawczo i ważny ze względu na jego możliwości adaptacyjne do serwisowania systemu SRS po naprawach powypadkowych. Jak zauważył Doktorant naprawy powypadkowe podłuznicy samochodowej są wykonywane przez warsztaty blacharskie (w tym ASO) na różnym poziomie technologicznym. Dokonywana ingerencja w podłuznice w trakcie jej naprawy cechuje się odmienną charakterystyką wytrzymałościową, a to przekłada się na pogorszenie poziomu jakości bezpieczeństwa biernego pojazdu. Stwierdzenie to zostało dowiedzione na podstawie przyjętej tezy. Na korzyść Autora przemawia umiejętne omówienie i cytowanie bibliografii oraz polemika w zakresie otrzymanych wyników badań z innymi badaczami. Jej dobór przekonuje Recenzenta o dużej dojrzałości naukowej Autora, jego samodzielności i swobodzie poruszania się w prezentowanych, w rozprawie zagadnieniach. Nowatorskie elementy pracy świadczą o bardzo dobrym przygotowaniu zawodowym i naukowym Doktoranta, znajomości problematyki rynku motoryzacyjnego, w szczególności optymalizacji szeroko rozumianego bezpieczeństwa kierowcy i pasażerów.

5. Uwagi krytyczne i dyskusyjne oraz redakcyjne

Po zapoznaniu się z treścią dysertacji przedłożonej do recenzji, należy zwrócić uwagę na pewne kwestie dyskusyjne, do których Autor powinien się ustosunkować:

- Autor w rozdziale trzecim (s. 25) przyjął wstępną hipotezę: „wykres charakterystyki opóźnienia w tym obszarze może uchodzić za prostoliniowy”; Jest to trywialne, gdyż sztywność zazwyczaj odnosimy do modelu Hooke’a. Proszę o wyjaśnienie, chyba, że Doktorant uwzględniał zjawiska histerezy badanych materiałów;
- Na stronie 55, linia 3. Autor pisze, że „Z tak wybranych dwóch modeli, uzyskano 8 próbek”, co to były za modele?, czy jest to tylko błąd drukarski?
- Rysunek 42 na osi poziomej jest błędny opis. Powinno być odkształcenie [-].
- Porównując wykres (Rys. 42) i tabelę 8, dla próbki nr 3 chyba jest niewłaściwa wartość R_m ;
- Na wykresie (Rys. 44) podana jest wartość R_m 560 MPa dla drutu spawalniczego G3Si1, AWS ER70S-6 a powyżej (linia 6) wartość R_m 570 MPa, która wartość jest właściwa?
- Rys. 46 powinno być moment gnący, a nie siła gnąca, zgodnie z nomenklaturą mechaniki ogólnej;
- Autor na s. 77 powyżej pkt. 9.3 odnosi się do wyników eksperymentalnych z zadanymi prędkościami ściskania. Są to tylko badania w zakresie quasi-statycznym. Według Autora ma to znaczenie, ponieważ problem, który jest analizowany w pracy dotyczy dynamicznego oddziaływania. Więc jaki wpływ ma prędkość odkształcenia na analizowane zjawisko podczas zderzenia pojazdu? Czy w tym przypadku obserwacja z uwzględnieniem wartości cechy U nie prowadzi do błędnych wniosków? Czy może należało przeanalizować wpływ prędkości odkształcenia przy mniejszych zakresach skali wykresu i starać się szczegółowiej to przeanalizować, jeśli Autor nie dysponował odpowiednim stanowiskiem do dynamicznych analiz?
- Na stronie 96 Doktorant przytacza takie zdanie: „(...) badania quasi-statyczne mogą zostać wykorzystane, poprzez analogię do badań dynamicznych z uwzględnieniem współczynników utwardzenia materiału (...)”. Co miał na myśli Doktorant. Proszę o rozwinięcie tego cytatu;
- W rozdziale 12. Doktorant odnosząc się do wyników modelu badawczego (s. 97, linia 6 nad rozdziałem 13) proponuje aproksymację ich do modelu rzeczywistego. Proszę o głębsze uzasadnienie, gdyż zabrakło mi opisu w pracy;
- Doktorant w rozdziale 17. (s.129) używa zwrotów związanych z metodami matematycznymi i metodami MES. Podkreśla, że jedne są „karkołomne” drugie „trudne”. Postanawia skoncentrować się na alternatywnej metodzie opartej

o prognozę na podstawie aproksymacji liniowej. Pytanie dotyczy: czym jest aproksymacja liniowa?

Pod względem redakcyjnym praca zredagowana jest z właściwą systematyką rozwiązywanych zagadnień. Język pracy jest nienaganny, prosty w swych sformułowaniach, czasami do tego stopnia, że niektóre określenia stanowią tzw. kolokwializmy, które w tym przypadku raczej wpływają na pozytywny przekaz zawartych informacji. Drobne uwagi i błędy redakcyjne zostały zaznaczone w tekście pracy i przekazane Autorowi, natomiast uwagi dyskusyjne zostały przytoczone poniżej:

- Zabrakło ważniejszych oznaczeń i skrótów, gdyż w pracy jest ich bardzo dużo, a to ułatwi czytelnikowi na niezakłóconą analizę zebranego materiału;
- Według mojej opinii niektóre rozdziały powinny być połączone, a to dawałoby prostszą strukturę pracy, np.: wprowadzenie z definiowaniem zagadnienia lub rozdział 5. z rozdziałem 6., czy rozdział 19. z 20.;
- Większość rysunków jest mało czytelnych, a legendy w rysunkach z symulacji MES są nieczytelne;
- W rozdziale czwartym wskazane byłoby poprzedzić tezę wcześniejszym komentarzem;
- Ułamki powinny być zapisane w postaci ułamków zwykłych.

6. Ocena końcowa

Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne, w ocenie merytorycznej mają jedynie charakter dyskusyjny, a uwagi redakcyjne wyłącznie charakter korektorski. Uwagi te w żadnym stopniu nie pomniejszają osiągnięć Doktoranta, co do uzyskanych wartościowych wyników naukowych i poznawczych. Mają zwrócić uwagę na dalszą pracę i wnikliwą analizę oraz zgłębianie stawianych przez Autora problemów badawczych w stopniu wymagań współczesnej światowej nauki.

Oceniając ogólnie przedstawioną rozprawę doktorską, należy podkreślić aktualność jej tematyki, zwłaszcza, że dotyczy ona obszaru sprawności systemów wspomagających szeroko rozumianego bezpieczeństwa pojazdu. Nie przywiązywanie uwagi do profesjonalnych napraw wybranych elementów karoserii samochodu prowadzić może do daleko idących skutków wynikających z obrażeń kierowcy/pasażera w wyniku nieprzewidywalnego zdarzenia drogowego, co Doktorant dowodząc poprzez liczne badania eksperymentalne uzasadnił przyjętą tezę. Praca jest wkładem w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, gdyż łączy w sobie zagadnienia z mechaniki i budowy maszyn, konstrukcji i eksploatacji maszyn oraz metod numerycznego modelowania.

Opiniowana praca Pana mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego zawiera oryginalne

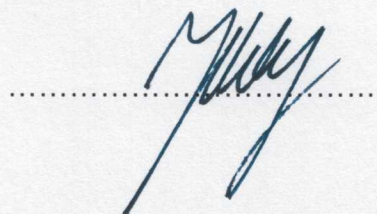
elementy rozwiązań sformułowanego problemu naukowego. Jej kompozycja polega na dowodzeniu słuszności postawionej tezy. Szczególnie pragnę podkreślić, jakość i dobór zarówno standaryzowanych narzędzi badawczych, jak i adoptowanych na potrzeby pracy metod statystycznych niezbędnych przy szacowaniu określonych parametrów energochłonności i cechy U związanej z tymi parametrami. Doktorant w swej dysertacji pokazał możliwości umiejętnego wykorzystania wyników pomiarowych z „crash testu” na potrzeby prowadzonych analiz przy określaniu współczynników PO dla obszaru krytycznego przy różnych scenariuszach położenia poduszka gazowa-głowa manekina. Zademonstrował rozwiązanie, którego wyniki są możliwe do zarejestrowania jedynie w wyspecjalizowanych laboratoriach badawczych, często nieosiągalne dla większości badaczy ze zrozumiałych względów. Ponadto prowadzenie badań, ich oryginalność, otrzymane rezultaty stanowią diagnozę najważniejszych aspektów innowacyjnego podejścia do zrealizowania celu i potwierdzenia przyjętej tezy oraz wytyczenia nowych standardów w zakresie technologii naprawy podłóżnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP na przebieg aktywacji poduszki gazowej.

Mając na uwadze walory niniejszej pracy wnioskuję do Rady Dyscypliny – Inżynieria Mechaniczna, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o wyróżnienie rozprawy doktorskiej p. mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego. Dodatkowym argumentem przemawiającym za wyróżnieniem tej rozprawy jest aktywność naukowa Doktoranta. Zaznaczam, że Doktorant jest autorem/współautorem 11 prac naukowych w tym 2. są indeksowane w bazie Scopus. Legitymuje się 5. cytowaniami i h-index 1. Wszystkie prace są z obszaru prezentowanej dysertacji naukowej. Dodatkowo jest współautorem jednego patentu i jednego zgłoszenia patentowego.

7. Konkluzja

Recenzowana dysertacja spełnia wymogi odnośnie do przewodu doktorskiego, określone w **Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm).**

Biorąc powyższe pod uwagę, wnioskuję o dopuszczenie mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.



dr hab. inż. Dariusz Fydrych, prof. uczelni
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa
Instytut Technologii Maszyn i Materiałów
Zakład Technologii Materiałów Konstrukcyjnych i Spajania
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk
dariusz.fydrych@pg.edu.pl

Gdańsk, 26 maja 2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego pt.:

„Wpływ technologii naprawy podłużnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP na przebieg aktywacji poduszki gazowej”

wykonanej pod opieką promotora Pana dr. hab. inż. Macieja Lisowskiego, prof. uczelni
opracowana na zlecenie Senatu
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 5 maja 2022 r.

1. Wprowadzenie

Polska jest jednym z krajów, w których ilość wypadków i kolizji drogowych, w porównaniu z pozostałymi krajami europejskimi, jest znaczna (22 802 wypadków oraz 420 627 kolizji drogowych w 2021 roku). Oprócz ofiar śmiertelnych i rannych zdarzenia te są przyczyną znacznych strat materialnych, w tym uszkodzeń pojazdów samochodowych. Wśród różnych metod napraw uszkodzonych elementów pojazdów samochodowych szczególną rolę pełnią procesy spawania łukowego, zwłaszcza spawanie elektrodami otulonymi, TIG oraz MAG, które znajdują zastosowanie w spawaniu naprawczym uszkodzonych elementów podwozia i nadwozia o większej grubości, przede wszystkim: ram, podłużnic, rzadziej karoserii. Odziaływanie cyklu cieplnego spawania powoduje zmiany struktury i właściwości naprawianych części. Jednym z niepożądanych skutków spawania może być obniżenie plastyczności materiału, co stanowi podstawowe ograniczenie spawalności większości gatunków stali stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym. Szczególnie podatne na to zjawisko są stale o wysokiej i bardzo wysokiej wytrzymałości.

Opierając się na tym tle tematycznym uważam, że Pan mgr inż. Dominik Gałdyński właściwie dobrał przedmiot rozprawy, którym jest ocena wpływu skutków spawania naprawczego podłużnicy samochodowej na jeden z parametrów bezpieczeństwa biernego pojazdu, jakim jest czas aktywacji poduszki gazowej. Podkreślam, że Doktorant podjął się tematyki niezwykle istotnej, gdyż dotyczy ona bezpieczeństwa uczestników ruchu, a to dotyczy niemal wszystkich ludzi. Cel, zakres tematyczny i metodyka badawcza wskazane w rozprawie doktorskiej są dopasowane do dyscypliny inżynieria mechaniczna.

2. Charakterystyka i ocena formalna rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska ma objętość 161 stron i posiada zmodyfikowaną strukturę IMRaD, która jest w moim odczuciu prawidłowa. Można mieć zastrzeżenia jedynie do zamienionej kolejności dwóch rozdziałów: Wnioski i Podsumowanie. Główna część pracy składa się z dwudziestu numerowanych rozdziałów przedstawionych na 141 stronach oraz spisów: literatury, rysunków, tabel i załączników. Doktorant podzielił pracę na 3 rozdziały wprowadzające, rozdział 4 zawierający cel, zakres i tezę pracy, 14 rozdziałów opisujących badania własne oraz dwa rozdziały podsumowujące (Wnioski i Podsumowanie).

W pierwszych trzech rozdziałach Pan mgr inż. Dominik Gałdyński określił genezę i motywację do podjęcia tematyki napraw pojazdów procesami spawania i opisał stan wiedzy w świetle aktualnej literatury. W tym zakresie praca zasługuje, moim zdaniem, na wysoką ocenę, ponieważ oryginalność tematu wymagała od Doktoranta syntetycznego przeanalizowania licznych źródeł. Pomimo dużego praktycznego znaczenia poruszonych w pracy zagadnień wiele problemów związanych ze zależnościami między wpływem cykli cieplnych spawania a bezpieczeństwem biernym pojazdu jest nierozwiązanych.

Na stronach 52-54 Autor przedstawił cel, zakres i tezę naukową pracy. Cel pracy jest sformułowany bardzo ogólnie i stanowi rozwinięcie tytułu rozprawy. Zakres prac badawczych i analitycznych został przedstawiony przez Doktoranta w czytelnej formie schematu blokowego (rysunek 39). Teza pracy brzmi: „Wykorzystywanie metod spawalniczych GMAW w procesach post-produkcyjnych, napraw blacharskich podłужnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP, zaburza pierwotne właściwości wytrzymałościowe jej konstrukcji, powodując pogorszenie poziomu jakości bezpieczeństwa biernego pojazdu” i jest, moim zdaniem, sformułowana prawidłowo.

Kolejne rozdziały (numerowane od 5 do 18) zawierają opis prac badawczych i analitycznych przeprowadzonych w celu zweryfikowania tezy rozprawy. Ogólnie rzecz ujmując, zakres zaprezentowanych prac obejmował badania materiałowe próbek, symulację MES (opracowanie i analizę modelu numerycznego), badania eksperymentalne (głównie próbę ściskania próbek ze stali DP1000 oraz dwóch wariantów złączy spawanych z tego gatunku stali: w stanie surowym i z usuniętym nadlewem) oraz czasoprzestrzenną analizę zachowania się poduszki gazowej podczas zderzenia czołowego. Podział tych prac na 4 uzupełniające się etapy uważam za właściwy i naturalny. Umożliwiło to osiągnięcie celu i pozytywną weryfikację tezy pracy.

Jako ostatnie z formalnie koniecznych elementów pracy Doktorant umieścił Wnioski i Podsumowanie. Stanowią one dobre zakończenie pracy opisując uzyskane wyniki i porównując je z informacjami pozyskanymi z kwerendy literaturowej.

Spis literatury obejmuje 109 źródeł literaturowych (różnorodne i uzasadnione merytorycznie pozycje z całego świata: artykuły z czasopism naukowych, materiałów konferencyjnych, książki, a także normy i inne przepisy branżowe, niektóre trudne do pozyskania). Wszystkie źródła zostały zacytowane w treści pracy. Nieco zaskakujący jest fakt, że Autor nie przytoczył artykułów o podobnej tematyce, których jest autorem bądź współautorem.

Doktorant sporządził również spisy rysunków i tabel i zamieścił załącznik opisujący typową procedurę naprawy podłужnicy przedniej zaczerpnięty z raportu technicznego. Ostatnim elementem rozprawy jest streszczenie w języku polskim i angielskim.

Pod względem strukturalnym i formalnym praca jest skomponowana prawidłowo, jednak nasuwają mi się następujące uwagi dotyczące usterek technicznych i językowych:

- w tytule rozprawy nie powinien być wstawiony przecinek,
- strony ze spisem treści zasadniczo nie powinny być numerowane,
- w spisie treści brakuje zapisu, że w pracy zamieszczono streszczenie w języku angielskim,
- w przyszłości proszę unikać podziału opracowania naukowego w ten sposób, że w danym rozdziale znajduje się tylko jeden podrozdział (uwaga dotyczy rozdziałów 4 i 8),
- jeśli nie jest to uzasadnione określonymi względami, w pracach naukowych nie stosuje się czasowników w pierwszej osobie, np.: „otrzymujemy”,
- jeśli nie jest to narzucane wytycznymi wydawniczymi, przywołania źródeł literaturowych zapisuje się w jednym nawiasie, np.: [39,40].
- jeśli skrót stopnia naukowego, np.: mgr, dr, występuje w innym przypadku niż mianownik, należy postawić za nim kropkę.

Praca napisana jest językiem przystępnym, jednak pojawiają się w kilku miejscach skróty myślowe, błędy interpunkcyjne oraz literówki, które mogą być skutkiem funkcjonowania autokorekty edytora tekstu.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Przedmiotem rozprawy (zgodnie z jej tytułem) jest weryfikacja wpływu procesu spawania GMAW (a właściwie: MAG) na bezpieczeństwo bierne osobowego pojazdu samochodowego uszkodzonego wskutek zderzenia czołowego reprezentowane przez parametry czasoprzestrzenne zachowania się poduszki gazowej. Analizując zakres i treść pracy stwierdzam, że wpisuje się ona w dyscyplinę naukową: inżynieria mechaniczna. Pracę uważam za oryginalną, interesującą i wartościową pod względem merytorycznym i praktycznym. Doktorant prawidłowo zrealizował cele i zadania badawcze: zaplanował i przeprowadził złożone i komplementarne badania doświadczalne i analizy numeryczne wykorzystując w tym celu nowoczesne metody badawcze służące ocenie budowy strukturalnej i właściwości eksploatacyjnych złączy spawanych ze stali DP800 i DP1000. Autor prawidłowo zinterpretował wyniki wskazanych badań komentując je konsekwentnie podczas ich prezentacji w poszczególnych podrozdziałach i w dwóch ostatnich rozdziałach pracy.

Za najważniejsze z naukowego punktu widzenia osiągnięcie Doktoranta uważam przedstawienie w ujęciu ilościowym rozwiązania wielowymiarowego problemu technicznego: oceny zmiany (pogorszenia) poziomu jakości bezpieczeństwa biernego pojazdu wskutek oddziaływania cyklu cieplnego spawania na wybrany element konstrukcyjny tego pojazdu. Wśród innych zalet pracy należy wymienić zastosowanie graficznych metod prezentacji danych wielowymiarowych (np. wykres gwiazdowy) oraz wykorzystanie do analizy wyników badań metod (w tym testów) statystycznych.

Podczas lektury rozprawy nasunęło mi się kilka krytycznych uwag o charakterze terminologicznym i merytorycznym:

- „niegodności spawania” – powinno być: „niezgodności spawalnicze”,
- „zwykłymi stalami konstrukcyjnymi” – powinno być: „stalami konstrukcyjnymi o zwykłej wytrzymałości”,
- „szybkość chłodzenia” – powinno być: „szybkość stygnięcia”,
- „Badaniem twardości: – powinno być: „Pomiarami twardości”,
- „Pomiary twardości materiału rodzimego i złącza spawanego próbek” – powinno być: „Pomiary twardości złączy spawanych” (materiał rodziny jest częścią złącza spawanego).

- wartość współczynnika determinacji podaje się zazwyczaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Podsumowując, pomimo przedstawionych uwag i wątpliwości, rozprawę pod względem formalnym i merytorycznym oceniam jednoznacznie pozytywnie.

4. Uwagi

Bardzo proszę o odpowiedzi na uwagi i pytania, które podaję poniżej:

1. Proszę o dodatkowe wyjaśnienie, dlaczego w przypadku badań eksperymentalnych złączy spawanych (rozdziały 10.2 i 11.2) wybrano prędkość odkształceń równą 100 mm/min? W poprzednim rozdziale stosowano również inne wartości tego parametru.
2. Tematyka pracy obejmuje najważniejsze aspekty techniczne badanych zagadnień. Jednak brakuje elementów podejścia ekonomicznego. Spełnienie kryterium ekonomicznego jest często jednym z podstawowych warunków podjęcia decyzji o przeprowadzeniu naprawy uszkodzonych części albo wymianie na nowe. Czy Doktorant mógłby uzupełnić dyskusję o analizę kosztów?
3. Jakie są, zdaniem Doktoranta, najważniejsze ograniczenia opracowanej metodyki badawczej? Czy Doktorant przewiduje rozszerzenie swojego rozwiązania przedstawionego w rozprawie o takie ograniczenia, np.: wspomniane w podsumowaniu opóźnienie głowy fantomu?

Wyżej przedstawione uwagi nie umniejszają pozytywnej oceny, na którą pod względem merytorycznym zasługuje przedstawiona do recenzji rozprawa, a dwie ostatnie mają charakter dyskusyjny. Liczę na to, że moje komentarze będą stanowiły zachętę do naukowej dyskusji i okażą się przydatne w dalszej pracy naukowej Autora.

5. Wniosek końcowy

Rozprawa jest oryginalna, interesująca z perspektywy naukowej, a jednocześnie ważna z praktycznego punktu widzenia. Sądzę, że wnosi ona nowe elementy do wiedzy o bezpieczeństwie biernym pojazdów w aspekcie możliwości opracowania obiektywnych kryteriów podejmowania decyzji o przeprowadzaniu napraw elementów pojazdów samochodowych uszkodzonych wskutek kolizji i wypadków.

W mojej ocenie, Autor wykazał się samodzielnością w planowaniu, realizacji badań i analiz numerycznych i statystycznych oraz interpretacji wyników tych zadań badawczych. Dojrzałość badawczą Pana mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego potwierdza dobór odpowiednich, złożonych, a jednocześnie komplementarnych i zaawansowanych metod badawczych, które umożliwiły osiągnięcie celu pracy, analizę wyników badań, sformułowanie wniosków oraz sporządzenie raportu z badań w formie rozprawy naukowej. Na podkreślenie zasługuje duże doświadczenie Doktoranta w zakresie zagadnień poruszonych w rozprawie i jego zaangażowanie w poszukiwanie nowych rozwiązań służących poprawie bezpieczeństwa biernego pojazdów samochodowych.

Opiniowana praca doktorska spełnia w pełni wymagania Ustawy z dnia 20.07.2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. z roku 2018 pozycja 1668) oraz wcześniejsze regulacje prawne (w szczególności Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku: tekst jednolity Dz. U. z 2016 r. poz. 882

ze zmianą: Dz. U. z 2016 r. poz. 1311) i wnioskuję o dopuszczenie Pana mgr. inż. Dominika Gałdyńskiego do publicznej obrony w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Sporządził:

Danuta Fyduch

UCHWAŁA NR 225
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 19 września 2022 r.

w sprawie nadania mgr. inż. Dominikowi Gałdyńskiemu
stopnia doktora

Na podstawie art. 179 ust. 2 i 3 pkt 2b ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669, z późn. zm.) w związku z art. 14 ust. 2 pkt 5 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789, z późn. zm.) uchwała się, co następuje:

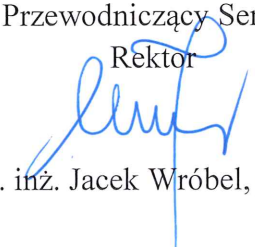
§ 1.

Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie nadaje mgr. inż. Dominikowi Gałdyńskiemu stopień doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu
Rektor


dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT

UCHWAŁA NR 226
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 19 września 2022 r.

w sprawie wyróżnienia rozprawy doktorskiej dr. inż. Dominika Gałdyńskiego

Na podstawie art. 179 ust. 1 i 3 pkt 2b ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669, z późn. zm.) w związku z § 3 pkt 4 i § 21 rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 maja 2019 r. w sprawie kryteriów i trybu przyznawania nagród Prezesa Rady Ministrów oraz wzoru wniosku o ich przyznanie (Dz. U. poz. 976, z późn. zm.) oraz z § 11a uchwały nr 113 Senatu ZUT z dnia 23 września 2019 r. w sprawie określenia sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie (z późn. zm.) uchwala się, co następuje:

§ 1.

Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie wyróżnia rozprawę doktorską dr. inż. Dominika Gałdyńskiego, pt. „Wpływ technologii naprawy podłużnicy samochodowej, wykonanej ze stali DP na przebieg aktywacji poduszki gazowej”.

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu

Rektor

dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT