

Prof. zw. dr hab. inż. Zbigniew Pawelski
Politechnika Łódzka
Katedra Pojazdów i Podstaw Budowy Maszyn

SEKRETARIAT DZIEKANA W.M.
Wpłynęło dnia 07.05.2015
L.dz.

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Tomasza Motrycza
pt. „Analiza stateczności i kierowalności transportera opancerzonego w wybranych stanach awaryjnych na podstawie wyników badań eksperymentalnych”

Opinię opracowano w odpowiedzi na prośbę Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej, prof. dr hab. inż. Jana Stąsieka, wyrażoną w piśmie z dnia 24.06.2015 r. Podstawą opracowania opinii jest praca doktorska przesłana wraz ze zleceniem.

Na wstępie do niniejszej recenzji pragnę potwierdzić, że recenzowana praca doktorska jest odrębnym opracowaniem w porównaniu do monografii pt. „Badania eksperymentalne i symulacyjne dynamiki pojazdu wieloosiowego w warunkach uszkodzenia ogumienia”, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012. Monografia ta powstała w ramach projektu rozwojowego nr O R00008312 „Badania zachowania się transportera wojskowego po eksplozyjnym uszkodzeniu ogumienia w celu oceny jego możliwości ruchomych oraz w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa załogi”. Był to projekt zespołowy pracowników naukowych takich uczelni jak: Politechnika Krakowska, Gdańska, Warszawska, WAT, WITPiS oraz zakładu WZM Siemianowice Śląskie. Wśród wykonawców byli również promotor i doktorant niniejszej pracy doktorskiej. Jako recenzent wydawniczy wymienionej monografii poddałem szczegółowej analizie obydwie publikacje i nie znalazłem powtórzeń, pomimo opisu tych samych badań eksperymentalnych. Zawarte w obydwu pracach informacje wzajemnie uzupełniają się.

Doktorant bardzo wyraźnie określił swój udział w pracach zespołu, przy omawianiu kolejnych rozdziałów i wyników z badań. W mojej ocenie udział ten jest wystarczający do przedstawienia jako odrębna praca doktorska.

Tematykę pracy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Motrycza uważam za ważną ze względów użytkowych i naukowych, bowiem analiza i badania dynamiki wzdłużnej i poprzecznej pojazdu w warunkach obciążeń awaryjnych po eksplozyjnym uszkodzeniu ogumienia, wybiegają znacząco poza typowy zakres badań samochodów. Przygotowany plan i zakres badań, zgromadzona do tych zadań aparatura, która pozwoliła na uzyskanie dużej powtarzalności wyników, to wymierne efekty naukowe, użytkowe i dydaktyczne opiniowanej pracy, które zostały już wdrożone m.in. w procesie szkolenia kierowców transporterów opancerzonych w Wojskowych Zakładach w Siemianowicach Śląskich.

Cel i teza pracy zostały sformułowane przez Autora w rozdziale czwartym. W najkrótszej formie można je przedstawić następująco:

Celem pracy było:

- Zbadanie za pośrednictwem badań drogowych i stanowiskowych współpracy koła z podłożem w stanach awaryjnych tj. w wyniku uszkodzenia opony przez: przebicie, przestrzelenie, rozerwanie, jazda na wkładce Run Flat.
- Wykazanie, że uszkodzenie opony nie spowoduje zagrożenia dla załogi przy poruszaniu się z odpowiednią prędkością.
- Zdefiniowanie „bezpiecznych” wartości określających kierowność i stateczność pojazdu poruszającego się z uszkodzoną oponą.

Teza pracy, choć nie została wyraźnie wymieniona, w zasadzie ogranicza się do stwierdzenia o możliwości opracowania metody badawczej dynamiki wzdłużnej pojazdu, pozwalającej zdefiniować i wyznaczyć podstawowe wielkości fizyczne z zakresu stateczności i kierowności, określające bezpieczeństwo załogi w uszkodzonym transporterze.

Zakres pracy doktorskiej obejmuje:

- Wymagania stawiane zawieszeniom pojazdów, w szczególności transportera kołowego oraz krótki przegląd konstrukcji.
- Podstawy teoretyczne układu kierowniczego jako podstawa analizy ruchu krzywoliniowego.
- Testy badań drogowych dla oceny stateczności i kierowności samochodów w ujęciu norm ISO oraz zalecane przez Wojskową Agencję Standaryzacji Paktu Północno-Atlantyckiego. Udział Doktoranta w pracach badawczych dotyczących kierowności i stateczności pojazdów wojskowych oraz kierowanie projektem pt. „Analiza metod (ISO, GOST) oceny parametrów stateczności i kierowności wozów opancerzonych – propozycja aktualizacji procedury AVTP 03-160 W do Komitetu NATO”, stanowiły podstawę wyboru tematu i realizacji pracy.
- Badania stanowiskowe: rozkładu masy na poszczególne koła, wyznaczanie środka ciężkości pojazdu oraz wyznaczanie kinematyki układu kierowniczego kół pojazdu, przeprowadzone w laboratorium Wojskowego Instytutu Techniki Pancernej i Samochodowej.
- Badania poligonowe na lotnisku w Białej Podlaskiej, gdzie zrealizowano wszystkie przewidziane testy dla transportera sprawnego oraz z uszkodzonym układem jezdnym. W ramach badań wykonano:
 - Test ustalonej jazdy po okręgu metodą „ustalonej kierownicy”, w obydwu kierunkach jazdy: w lewo i w prawo. Pojazd sprawny wykazał niesymetryczną charakterystykę kierowności: w lewo – podsterowną, w prawo – neutralną. Pomimo tego kierowca nie odczuł tych zmian, gdyż wartości momentu obrotowego na kole kierownicy zawierały się w przedziale 1 – 5 Nm.
 - Test pojedynczej zmiany pasa ruchu, gdzie okazało się, że przy tej samej wartości kąta obrotu kierownicy $\delta_H=150^\circ$ prędkość odchylenia pojazdu z uszkodzoną oponą jest o ok. 30% niższa niż dla pojazdu sprawnego.
 - Test podwójnej zmiany pasa ruchu z prędkością 40 km/h wykazał, że wartości prędkości odchylenia czy kąta obrotu kierownicą zależą tylko od umiejętności kierującego.
 - Wyniki uzyskane podczas badań wykazały przydatność tych testów odnośnie kierowności i stateczności transporterów. Testy te mogą posłużyć również w badaniach mających na celu określić odczucia kierowcy w takich fazach jazdy.
- Badania transportera przy wybuchu ładunku IED zrealizowano na nieczynnym lotnisku wojskowym w Redzikowie. W ruchu prostoliniowym zjawisko eksplozji w niewielkim stopniu wpływało na kąt przechyłu poprzecznego i dalsze

poruszanie pojazdem było możliwe. W ruchu krzywoliniowym, przy eksplozyjnym uszkodzeniu prawych kół I i II osi kierowanej kierowca reagował reakcją obronną wykonując obrót kierownicy o 250° , wartość przyspieszenia poprzecznego osiągała 4 m/s^2 a kąt przechyłu spowodowany był zmianą promienia dynamicznego koła. Uszkodzenia opony występujące podczas prób tylko w niewielkim stopniu wpływały na technikę kierowania pojazdem.

- Badania stanowiskowe ogumienia z wkładką Run Flat, wykonane w szerokim zakresie zmian ciśnienia, na stanowisku w Katedrze Konstrukcji Maszyn i Pojazdów Politechniki Gdańskiej, pozwoliły określić zmiany oporów toczenia koła oraz rozkłady temperatury na powierzchni zewnętrznej opony. Zmiana oporów toczenia skutkuje wzrostem temperatury rozszczelnionej opony doprowadzając do jej zniszczenia przy dłuższym okresie jazdy, natomiast nie wpływa na wzrost momentu obrotowego na kole kierownicy, ze względu na wzmocnienie w układzie wspomagania.

Zakres pracy, przedstawiony w skrócie powyżej, w mojej ocenie spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim. Należy podkreślić praktyczną przydatność wykonanych prac, które mogą posłużyć jako instrukcje niezbędnych działań, jakie należy wykonać przy takich badaniach.

Realizacja edytorska pracy w wielu miejscach budzi wątpliwości i zastrzeżenia. Przede wszystkim trzy pierwsze rozdziały są zbyt rozbudowane. Zajmują ok. 50 stron i kończą się stwierdzeniami, cytuję:

- Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, iż rozwiązaniem konstrukcyjnym, które jest bliskie spełnienia wszystkich wymagań jest zawieszenie wielowahaczowe. To właśnie ten typ zawieszek dominuje obecnie w konstrukcji Transporterów Opancerzonych nowej generacji. Z tego względu zdecydowano się do badań wykorzystać obiekt z takim zawieszeniem. Str. 20 podsumowanie rozdziału 2.
- Praca niniejsza ukierunkowana jest na badania eksperymentalne kierowalności i stateczności ruchu pojazdów specjalnych. Przykładowe rozważania teoretyczne mają na celu jedynie omówienie ogólnych podstaw teoretycznych ruchu krzywoliniowego w aspekcie ułożenia planu i zakresu badań. Str.35 podsumowanie rozdziału 3.2.
- Do najczęściej wykorzystywanych metod przedstawionych w literaturze naukowej określających kierowalność i stateczność pojazdu możemy zaliczyć: próbę ustalonej jazdy po okręgu metodą przytrzymywanej kierownicy, próba podwójnej zmiany pasa ruchu, próba pojedynczej zmiany pasa ruchu. Dwie pierwsze są zalecane przez Wojskową Agencję Standaryzacji Paktu Północno-Atlantyckiego. Str.51 podsumowanie rozdziału 3
- Wszystkie przytoczone publikacje odnoszą się do pojazdów sprawnych a brak jest analiz z zakresu stateczności i kierowalności pojazdów z uszkodzonymi kołami. To skłoniło Doktoranta do podjęcia się tego tematu jako pracy badawczej. Str.55.
- Wniosek 5 jest zbyt ogólny a wniosek 6 zaprzecza przeprowadzonym badaniom.
- Wniosek 11 nie wynika bezpośrednio z pracy doktorskiej.

Układ treści i opracowanie redakcyjne w pozostałych rozdziałach nie budzą większych zastrzeżeń. Swoje uwagi łącznie z tzw. „literówkami” przekazałem bezpośrednio doktorantowi.

Dorobek utylitarny pracy jest bardzo wartościowy, bowiem przedstawiono metodykę postępowania przy badaniach stateczności i kierowalności transportera w stanach awaryjnych po eksplozji ładunku wybuchowego. Opracowane procedury i określone warunki badań poligonowych i laboratoryjnych współpracy koła z podłożem, świadczą o przemyślanej i uporządkowanej wiedzy w tym zakresie.

Na wyraźne podkreślenie zasługuje fakt, że w rozprawie doktorskiej mgr inż. Grzegorza Motrycza zaobserwować można dobre przygotowanie do prowadzenia badań eksperymentalnych. Stopień rozwiązania zagadnienia w tym ujęciu tematu i celu pracy zrealizowano w pełni.

Reasumując, wyrażam opinię, że dysertacja mgr inż. Grzegorza Motrycza spełnia wymagania, jakie stawia obowiązująca Ustawa o pracach doktorskich (*Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku*) i może być dopuszczona do publicznej obrony.

