

Wydział Mechaniczny

Politechnika Krakowska

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Motrycza pt” **Analiza stateczności i kierowalności kołowego transportera opancerzonego w wybranych stanach awaryjnych na podstawie wyników badań eksperymentalnych**”

Recenzje opracowano na zlecenia Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej z dnia 24.06 2015.

1. Zawartość pracy

W pracy liczącej 121 stron Autor zajmuje się analizą wyników badań eksperymentalnych kierowalności i stateczności ruchu pojazdów specjalnych w wybranych stanach awaryjnych. Podstawowym celem pracy było uzyskanie informacji na temat wpływu uszkodzeń opony wybranej osi pojazdu zarówno przed rozpoczęciem eksperymentu jak i w trakcie jego trwania na kierowalność i stateczność ruchu pojazdu określanych poprzez przyjęte przez Autora wskaźniki oceny. Praca składa się z 9 rozdziałów. W rozdziale 1 Autor wskazuje na konieczność rozwoju konstrukcji pojazdów specjalnych(opancerzonych) ukierunkowanego na ograniczenie zagrożeń bezpieczeństwa żołnierzy wynikających z ruchu pojazdów w stanach awaryjnych. Rozdział 2 zawiera podstawowe informacje dotyczące problematyki konstrukcji transporterów opancerzonych ze szczególnym uwzględnieniem stosowanych opon oraz rozwiązań technicznych pozwalających na ruch pojazdów w przypadku uszkodzenia opony. Rozdział 3 w całości jest poświęcony problematyce kierowalności i stateczności ruchu pojazdu zarówno, w zakresie prostych badań teoretycznych, jak i badań doświadczalnych. Autor, w tym rozdziale, analizuje powszechnie stosowane testy badawcze wskazując przy tym na różnicę wymagań dla pojazdów wojskowych specjalnych i wynikającymi z konstrukcji pojazdów ograniczeniami, a czasami rozszerzeniami zakresu prób. Skromny analizowany, w tym rozdziale, przez Autora przegląd opracowań literaturowych nie dotyczy wojskowych pojazdów specjalnych. W rozdziale 4 Autor formułuje wielopunktowo cel naukowy pracy oraz jej zakres. W zakresie pracy oprócz

standardowych prób stateczności i kierowności pojazdu przewidziano również próby określenia bezpośredniego oddziaływania eksplozji ładunku pod kołem pojazdu na jego ruch. Ponadto, w tym rozdziale zostaje przedstawiona geneza pracy, która wynika przede wszystkim z informacji dotyczących uszkodzeń pojazdów specjalnych w warunkach frontowych oraz braku dostępności względnie braku opracowań literaturowych dotyczących analiz zachowań pojazdów wojskowych w stanach awaryjnych. Tematyka rozdziału 5 dotyczy określenia planu i metodyki badań, których program i zakres ma pozwolić na wyznaczenie mierzalnych wskaźników do oceny stateczności i kierowności pojazdu w stanach awaryjnych. Zaplanowano wykonanie prób; jazdy po okręgu metodą przytrzymanej kierownicy, podwójnej zmiany pasa ruchu oraz pojedynczej zmiany pasa ruchu. W zakres rozdziału wchodzi również opis toru, obiektu badań oraz zastosowanej aparatury pomiarowej. Rozdział 6 zawiera podstawowe, powszechnie znane informacje na temat oceny błędów badań eksperymentalnych. Uzupełnienie stanowi charakterystyka dokładności stosowanej aparatury pomiarowej, która zdaniem opiniującego, jest wystarczająca do realizacji zaplanowanych badań. Najbardziej interesujący i zawierający najwięcej informacji jest rozdział 7 zatytułowany *"Badania stanowiskowe i wyniki badań eksperymentalnych"*. Zgodnie z tytułem zawiera on wyniki badań stanowiskowych obejmujących swoim zakresem wyznaczanie położenia środka mas oraz wyznaczanie kinematycznych charakterystyk kół kierowanych. Następne podrozdziały obejmują swoim zakresem badania poligonowe dla różnych wariantów stanów awaryjnych ograniczonych do zmiany ciśnienia w ogumieniu kół kierowanych. Badania poligonowe zgodnie z przyjętym planem badań obejmowały wykonanie trzech powtórzeń każdej z prób. Autor w rozdziale 7 prezentuje niektóre wyniki badań dla różnych wariantów uszkodzeń. Rozdział ten zawiera również opis i wyniki badań zachowania się transportera przy eksplozyjnym uszkodzeniu ogumienia. Pracę kończy podsumowanie i wnioski końcowe oraz bibliografia zawierająca 120 pozycji.

2. Ocena tematu i postawionych zadań badawczych

Tematyka pracy jest bardzo ważna i aktualna nie tylko w aspekcie naukowym ale przede wszystkim użytecznym i mieści się w dyscyplinie naukowej *budowa i eksploatacja maszyn*. Od współczesnych wojskowych pojazdów specjalnych wymaga się zapewnienia bezpiecznego przewozu osób niezależnie od wszelkiego rodzaju warunków, nie tylko drogowych, występujących w miejscu użytkowania i związanych z nimi ewentualnych stanów awaryjnych pojazdu. Ze względu na przeznaczenie pojazdu do celów wojskowych wyniki badań zachowanie się pojazdu w stanach awaryjnych nie są zazwyczaj publikowane. Nie

publikowane są również procedury badań i testy jakim poddawane są tego typu pojazdy. Należy również zdawać sobie sprawę, że tego typu pojazdy są wykorzystywane nie tylko jako środek transportu, ale również jako pojazdy wsparcia, dowodzenia itp. co skutkuje zmianą masy pojazdu, położenia środka masy, a zatem zmianą charakterystyki sterowności pojazdu. Przyjęte przez Autora stany awaryjne pojazdu jako wynikające z uszkodzenia ogumienia kół kierowanych pojazdu występują oczywiście nie tylko w pojazdach wojskowych, ale są bardzo poważnym problemem w pojazdach ciężarowych i autobusach ze względu na skutki takich stanów awaryjnych. Uszkodzenia ogumienia, szczególnie gwałtowne, i ich wpływ na zachowanie się pojazdu na drodze są tematem wielu współczesnych publikacji naukowych oraz realizowanych prac badawczych. Należy również zwrócić uwagę, że tego rodzaju stany awaryjne w przypadku pojazdu wojskowego mogą pojawiać znacznie częściej i nie wynikać ze stanu drogi lub ogumienia. Zatem podjęcie tematu pracy w aspekcie oceny wpływu tego rodzaju stanów awaryjnych na stateczność i kierowność pojazdu nie budzi żadnych wątpliwości. Postawione zadania badawcze zawierają w sobie próbę wykorzystania standardowych testów stateczności i kierowności do badań wpływu stanów awaryjnych na zachowanie się pojazdu. Zadania, których podjął się mgr inż. Grzegorz Motrycz z punktu widzenia użyteczności pracy wydają się być ze wszech miar celowe. Uzyskane rezultaty wskazujące na możliwość dalszego przemieszczania się pojazdu mimo uszkodzenia opon kół kierowanych są cenne dla bezpieczeństwa osób podróżujących. Złożoność konstrukcji rozważanych pojazdów powoduje, że wyniki badań doświadczalnych odgrywają decydującą rolę w analizie zachowań pojazdu. Poważnym problemem w tego typu stanach awaryjnych jest element zaskoczenia i często niewłaściwa reakcja kierowcy. W przypadku pojazdów wojskowych sytuacja jest jeszcze bardziej złożona, ponieważ uszkodzenie opony może powstać w wyniku eksplozji ładunku wybuchowego pod kołem pojazdu. Oprócz uszkodzenia opony dochodzi również oddziaływanie siły eksplozji ładunku wybuchowego na cały pojazd. Analiza tego rodzaju stanu awaryjnego znalazła się pośród postawionych zadań badawczych w recenzowanej pracy. Wyniki realizowanych przez mgr inż. Grzegorza Motrycz eksperymentów mogą być wykorzystane w procesie szkolenia kierowców wojskowych pojazdów specjalnych. Można zatem stwierdzić, że zarówno w aspekcie naukowym jak i utylitarnym temat pracy i postawione zadania badawcze wydają się być bardzo interesujące, a podjęcie tematyki wpływu wybranych stanów awaryjnych na kierowność i stateczność ruchu specjalnego pojazdu wojskowego za w pełni uzasadnione. Reasumując, uzyskane przy realizacji pracy wyniki badań doświadczalnych stanowią znaczny materiał poznawczy, którego wykorzystanie może być ukierunkowane nie tylko na cele utylitarnych, ale również

do realizowanych analiz teoretycznych.

3. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

1. Praca doktorska mgr inż. Grzegorza Motrycza rozpoczyna się ogólnymi stwierdzeniami dotyczącymi wojskowych pojazdów specjalnych, konstrukcji zawiesznień oraz stosowanego w tych pojazdach ogumienia. W tych ogólnych opisach pojawiają się jednak sformułowania czy też nazwy odbiegające od powszechnie stosowanych w opisach pojazdów. Przykładowo na str.16 pojawia określenie *walek skrętny*, gdy powszechnie stosowane jest określenie *drążek skrętny*, a następnie, *im dłuższy walek tym większe są dopuszczalne kąty skręcenia*. To zdanie wymaga wyjaśnienia. Na następnej stronie, wg. pracy str.14, pojawia się stwierdzenie, że konwencjonalne resory są twardsze od resorów póleliptycznych. Również, prosiłbym o wyjaśnienie. Wg opiniującego zawieszenie badanego pojazdu nie jest wielowahaczowe (str.20).
2. Dalsze rozdziały poświęcone są problematyce kierowności i stateczności ruchu pojazdów. Mgr inż. Grzegorz Motrycz nie wychodzi poza powszechnie znane podstawowe pojęcia ograniczając rozważania do uproszczonego modelu rowerowego. Na str.34 (rys.15) w opisie charakterystyk sterowności brak informacji dotyczącej krzywej 4.
3. Następny podrozdział dotyczy badań stateczności i kierowności pojazdu kołowego z niewielkim komentarzem dotyczącym specyfiki konstrukcji pojazdów wojskowych. Biorąc pod uwagę temat pracy dotyczący badań pojazdu w wybranych stanach awaryjnych brak jest przeglądu i analiz prac związanych z badaniami pojazdów w zbliżonych stanach awaryjnych.
4. Cel i zakres pracy został przedstawiony w rozdziale 4. Rozdział ten stanowi również genezę pracy. Niestety geneza pracy wywodzi się tylko z danych uzyskanych ze źródeł wojskowych, a problem jest znacznie szerszy tak, że plan i zakres badań mogłyby wykorzystywać również przyczyny oraz badane stany awaryjne w pojazdach cywilnych. Biorąc pod uwagę bardzo obszerną literaturę poświęconą problematyce stanów awaryjnych wynikających z uszkodzeń ogumienia wiele wniosków wynikających z badań doświadczalnych Autora mogłoby znaleźć uzasadnienie teoretyczne.
5. Marginalnie w rozdziale 4 potraktowano badania wpływu bezpośredniego oddziaływania eksplozji ładunku wybuchowego i jej wpływu na zachowanie się pojazdu. Tego typu eksplozja niesie ze sobą pewien element zaskoczenia, zdaniem opiniującego, bardzo istotny w badaniach wpływu tego rodzaju stanów awaryjnych na przebieg

realizowanej próby. Nie podjęto próby porównania wyników badań pojazdu z zaplanowanymi stanami awaryjnymi, a wynikami badań dla stanów wynikających z uszkodzeń opon w efekcie eksplozji.

6. Podczas badań poligonowych liczba wykonanych powtórzeń miała wynosić 3. Opiniujący nie znalazł w pracy zapowiadanej analizy błędu. Na żadnym z przedstawionych wykresów, ani w tabelach nie ma podanej wartości np. odchylenia standardowego.

7. Wyniki badań przedstawione w rozdziale 7 są bardzo skromnie skomentowane. Właściwie można stwierdzić, że Autor ogranicza się do opisu zaistniałych przebiegów nie próbując zastanowić nad przyczyną występujących różnic. Tabela 13 na str.83 nie ma żadnego komentarza ze strony Autora. W dalszej części rozdziału 7 Autor dokonuje wyboru prezentowanych wyników badań a właściwie prezentowanych wariantów wg siebie tylko znanego kryterium, i tak dla pojedynczej zmiany pasa ruchu porównywany mamy wariant I i III, a dla podwójnej zmiany pasa ruchu wariant I i II. Stwierdzenie na str. 92, że” *Uzyskane wartości prędkości odchylenia czy kąta obrotu kierownicy zależą tylko od umiejętności kierującego i jego doświadczenia*” sugerowałoby brak jakiegokolwiek wpływu stanów awaryjnych na zachowanie się pojazdu lub też niewłaściwy wybór próby do oceny zachowania się pojazdu. Podobne stwierdzenie możemy spotkać na str.88 przy omawianiu wyników z próby pojedyncza zmiana pasa ruchu. Proszę o wyjaśnienie przyjętych stwierdzeń.

8. Niektóre rysunki nie mają określonego przywołania literaturowego na rys.49,50,53.

9. Wyniki badań pojazdu przy wybuchu ładunku zarówno w ruchu prostoliniowym jak i krzywoliniowym są bardzo interesujące. Pewne wątpliwości budzi przebieg przyspieszenia poprzecznego dla jazdy po torze krzywoliniowym przedstawiony na rys.69. Przez długi okres czasu przyspieszenie jest bliskie zeru. Proszę o wyjaśnienie.

10. Rys.77 na str.106 jest mało czytelny, trudno o jednoznaczne wnioski. Wzrost momentu na kole kierowniczym spowodowany ubytkiem ciśnienia szczególnie przy małych wartościach przyspieszeń poprzecznych nie jest jednoznaczny. Należy również zwrócić uwagę na zmianę promienia dynamicznego koła wraz ze spadkiem ciśnienia i tym samym zmianę nacisku w rzeczywistym pojeździe, oraz zmianę wartości promienia zataczania.

11. Sformułowanie wniosków uważam, za niewłaściwe. Jeżeli celem pracy było” poszerzenie wiedzy na temat; „wpływu uszkodzenia opony z wkładka typu Run Flat na stateczność i kierowność pojazdu specjalnego” to podstawowy wniosek powinien dotyczyć tej problematyki. Dopiero wnioski 3 i 10 dotyczą tej problematyki. Autor pracy powinien przedstawić własne stanowisko, a nie odwoływać się do tabeli 13. Wniosek 7 stwierdzający, że przydatnymi metodami pozwalającymi w tym przypadku wyznaczyć podstawowe

charakterystyki i wskaźniki dotyczące kierowalności i stateczności są pojedyncza i podwójna zmiana pasa ruchu kłóci się ze stwierdzeniami Autora na str.88 i 92, że „*Uzyskane wartości prędkości odchylenia czy kąta obrotu kierownicy zależą tylko od umiejętności kierującego i jego doświadczenia*” Proszę o wyjaśnienie

12. Bibliografia pracy liczy 120 pozycji. Około 40 z nich nie ma odwołań w pracy.

4. Wniosek końcowy

Opiniowana praca obejmuje swoim zakresem obszar badań, których wyniki ze względu na wojskowy charakter obiektu bardzo rzadko są publikowane. Dotyka ona również problemu związanego bardzo ściśle z bezpieczeństwem ruchu pojazdów. Uszkodzenia ogumienia szczególnie na osiach kierowanych nie są zbyt częste, ale ze względu na swój nagły charakter zaskakujący kierowcę skutki wypadków są zazwyczaj tragiczne. W przypadku pojazdów wojskowych uszkodzenia opon wynikać mogą nie tylko z warunków ruchu, ale przede wszystkim, z miejsca i sposobu użytkowania. Mgr inż. Grzegorz Motrycz podjął tematykę bardzo trudnych badań doświadczalnych zarówno ze względu na obiekt badań jak i przyjęty zakres badań. Umiejętność realizacji i opracowania tak skomplikowanych i trudnych badań doświadczalnych należy zakwalifikować do znaczących osiągnięć mgra inż. Grzegorza Motrycza. Wyniki przeprowadzonych badań mają bardzo duże znaczenie użytkowe pozwoliły bowiem ocenić na ile symulowane stany awaryjne wpływają na technikę prowadzenia pojazdu i w efekcie przyczyniły się do modyfikacji programu szkolenia kierowców pojazdów specjalnych. Uważam, że rozprawa doktorska mgra inż. Grzegorza Motrycza pt „Analiza stateczności i kierowalności kołowego transportera opancerzonego w wybranych stanach awaryjnych na podstawie wyników badań eksperymentalnych” spełnia wymagania stawiane przez Ustawę o tytule i stopniach naukowych i może być dopuszczona do publicznej obrony.

