

Warszawa 15 maja 2023

dr hab. inż. Przemysław Simiński, prof. WITPiS
Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej
Ul. Okuniewska 1, 05-070 Sulejówek
przemyslaw.siminski@witpis.eu
tel.226811131

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Andrzeja Wiśniewskiego
pt.: „**Badanie obciążeń dynamicznych kadłuba kołowego transportera
opancerzonego generowanych oddziaływaniem systemów uzbrojenia**”
opracowana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna” WAT z dnia
19.04.2023.

1. Ocena wyboru problematyki rozprawy

Tematyka obciążeń dynamicznych wozów bojowych jest niezwykle ważnym zagadnieniem. Wynika to choćby z ilości źródeł obciążeń, których jest zdecydowanie więcej niż w pojeździe komercyjnym. Są nimi uzbrojenie czy też systemy specjalne. Także wartości obciążeń mogą przyjmować przebieg odmienny ze względu na charakter wykorzystania wozów bojowych. Przebiegi te będą znaczącym wyzwaniem dla konstrukcji oraz organizmów załogi. Tematyka rozprawy doktorskiej pt. "Badanie obciążeń dynamicznych kadłuba kołowego transportera opancerzonego generowanych oddziaływaniem systemów uzbrojenia", moim zdaniem, jest wartościowa z punktu widzenia nauki, zwłaszcza w dziedzinie inżynierii mechanicznej, konstrukcji pojazdów i mechaniki stosowanej. Badanie obciążeń dynamicznych kadłuba kołowego transportera opancerzonego generowanych oddziaływaniem systemów uzbrojenia jest ważne z wielu powodów. Po pierwsze, umożliwia to lepsze zrozumienie i symulowanie dynamicznych właściwości pojazdów opancerzonych w różnych warunkach terenowych i bojowych. Po drugie, pozwala to na lepsze zaprojektowanie i testowanie pojazdów opancerzonych pod kątem odporności na oddziaływanie uzbrojenia. Wartość naukowa tej pracy jest jeszcze większa, gdy uwzględnimy wcześniejszy brak odpowiednich narzędzi typu MES (Metoda

Elementów Skończonych) do głębszych analiz. W swojej pracy naukowej, zajmując się tematyką obciążeń dynamicznych wozów bojowych, zauważyłem tendencję do wielu założeń upraszczających. Co wynikało po części z braku wspomnianych zaawansowanych narzędzi, które następnie wpływały na metody badawcze oraz braku danych w zakresie objętym tematyką. Rozprawa doktorska mgr inż. Andrzeja Wiśniewskiego wprowadza innowacyjne podejście do badania obciążeń dynamicznych kadłuba kołowego transportera opancerzonego i rozwijania narzędzi do analizy takich obciążeń.

W mojej opinii podjęcie tematyki rozprawy wymagało: pracowitości, dobrej organizacji pracy, umiejętności analitycznych, zastosowania naukowych metod badawczych po to by ostatecznie podjąć się opracowania rzeczzonej w temacie koncepcji.

Rozprawa doktorska mgr inż. Andrzeja Wiśniewskiego swoją tematyką obejmuje bardzo istotne zagadnienia z punktu widzenia konstrukcji pojazdów i bezpieczeństwa załogi. Autor rozprawy przeprowadził kompleksowe badania obciążeń dynamicznych kadłuba kołowego transportera opancerzonego, które są generowane przez oddziaływanie różnych systemów uzbrojenia.

Podejmowaną tematykę rozprawy oceniam jako bardzo interesująca, specjalistyczną i wystarczająco złożoną, co nadaje jej cechy dysertabilności. Zakres pracy powoduje, że mieści się ona w zakresie dyscypliny inżynieria mechaniczna. Założony zakres pracy jest wystarczający do wykazania umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów naukowo-badawczych, co jest podstawowym wymogiem stawianym przed pracami doktorskimi.

2. Ocena struktury, strony metodycznej rozprawy oraz uwagi ogólne

Praca stanowi oryginalny utwór naukowy. Całość opracowania obejmuje 152 stron jednostronnego wydruku w formacie A4. W strukturze rozprawy znajduje się: wykaz skrótów i oznaczeń, 11 głównych rozdziałów oraz wykaz literatury.

Wykorzystana bibliografia liczy 105 pozycji, wśród których znajdują się przede wszystkim artykuły naukowe i monografie. Wykorzystanie źródeł jest prawidłowe. Wskazane pozycje są liczne i aktualne, a przede wszystkim świadczą o właściwym podejściu do studium literaturowego m.in. obejmują bogatą kwerendę piśmiennictwa zagranicznego.

Pracę rozpoczyna wstęp w którym Doktorant wprowadza czytelnika w problematykę podejmowanych zagadnień oddziaływań dynamicznych oraz konstrukcji kołowych transporterów opancerzonych.

Rozdział drugi to ogólna charakterystyka współczesnych kołowych transporterów opancerzonych 8x8 i ich tendencje rozwojowe. Przedstawiono w nim m.in. najnowsze

konstrukcje transporterów, metody numeryczne w badaniach pojazdów specjalnych. Wnioski z prowadzonych analiz: nie opublikowano kompleksowych wyników badań obciążenia konstrukcji kołowego transportera opancerzonego podczas strzelania z zastosowaniem różnych systemów uzbrojenia; nie przedstawiono wyników badań, które mogłyby być podstawą do budowy modelu kołowego transportera opancerzonego i jego walidacji; nie ma modelu numerycznego KTO z płytą podwieżową, łożyskiem i wieżą; nie ma dostępnych danych dotyczących interakcji systemu armata-wieża-kadłub transportera opancerzonego wpływają na zasadność prac i kształtują ich zakres.

Rozdział trzeci to cel i zakres pracy.

Rozdział czwarty ma charakter teoretyczny i wprowadza zagadnienia z balistyki wewnętrznej.

W rozdziale piątym przedstawiono obiekt badań. Jest nim kołowy transporter opancerzony. Jest to ośmiokołowy transporter z uzbrojeniem głównym, którym jest armata kalibru 30 mm zainstalowana w obrotowej wieży. Samonośny kadłub transportera spawany jest ze stalowych blach pancernych. Obiekt badań został poddany procesowi modelowania. Model kadłuba składa się z około 145 tysięcy elementów, głównie powłokowych. Punktem wyjścia do realizacji badań jest model MES transportera przygotowany w oprogramowaniu LS- PrePost. Ze względu na złożoność konstrukcji transportera w procesie modelowania przyjęto pewne założenia. Elementy konstrukcyjne kadłuba, wspornik pośredni oraz ogumienie zamodelowano jako elementy deformowalne. Odwzorowano geometrię oraz właściwości elementów kadłuba i ogumienia. Zespoły i elementy o dużej sztywności potraktowano jako ciała sztywne o danej masie i masowych momentach bezwładności, a pomiędzy zespołami i elementami pojazdu możliwe jest występowanie wzajemnego oddziaływania. Uwzględniono również nieliniowe charakterystyki sprężysto-tłumiące elementów zawieszenia oraz elementów wyposażenia wewnętrznego. W celu pozyskania danych, niezbędnych do walidacji przygotowywanego modelu numerycznego kadłuba, zaplanowano badania eksperymentalne obejmujące odpowiedź struktury nośnej górnej płyty (kadłuba) pojazdu na obciążenie udarowe. Zaplanowano, że źródłem generującym udar będzie spadający z określonej wysokości blok stalowy o znanej masie uderzający w przednią część wieży. W procesie walidacji wykonano również badania stanowiskowe, których celem było określenie masy kadłuba, łożyska oraz wieży.

Rozdział szósty jest poświęcony opisowi metody obliczeniowej.

Rozdział siódmy zawiera badania częstotliwości i postaci drgań własnych górnej płyty transportera znajdującej się nad przedziałem bojowym i desantowym („płyta podwieżowa”). Stanowią one podstawę do częściowej walidacji modelu numerycznego

struktury nośnej pojazdu. Do identyfikacji istotnych właściwości obiektu w badaniach wykorzystano badania eksperymentalne i analizę modalną. W badaniach modelowych, ze względu na dużą liczbę stopni swobody, wykorzystano iteracyjny algorytm Lanczosa.

Rozdział ósmy przedstawia badanie obciążeń udarowych. Doktorant zrealizował zakres badań eksperymentalnych, których celem było pozyskanie danych potwierdzających prawidłowość funkcjonowania modelu numerycznego pojazdu obciążanego udarem. Szczególną uwagę skupiono na danych obejmujących odkształcenia konstrukcji oraz wartości sił przenoszonych przez wsporniki płyty podwieżowej.

Rozdział dziewiąty poświęcony został walidacji modelu numerycznego kadłuba. Wyróżniono w niej cztery etapy: opracowanie metodyki porównywania wyników badań eksperymentalnych i modelowych, porównanie wyników badań eksperymentalnych i modelowych w zakresie częstotliwości i postaci drgań własnych, porównanie wyników badań eksperymentalnych i modelowych obejmujących odkształcenia konstrukcji płyty podwieżowej transportera powstałych w wyniku obciążenia udarowego, podsumowanie uzyskanych wyników. Bezpośrednio obciążanym elementem konstrukcji był hamulec tarczowy symulatora odrzutu mocowany w przedniej części wieży. W trakcie badań rejestrowano siłę przenoszoną przez wspornik łączący górną płytę transportera z płytą dna kadłuba oraz odkształcenia konstrukcji w wytypowanych na podstawie wstępnych badań modelowych punktach (obszarach). Wyniki cechują się bardzo dużą zgodnością, zarówno w zakresie częstotliwości drgań, jak i osiągniętych wartości sygnałów.

Rozdział dziesiąty rozprawy zawiera badania modelowe obciążeń kadłuba podczas strzelania. Badania modelowe zrealizowano dla następujących, przyjętych systemów uzbrojenia:

- wieża z armatą kaliber 30 mm, ustawiona do przodu, w lewo oraz do tyłu kadłuba, dla kątów elewacji -10° , 0° , 60° - dla każdego wariantu zbadano wpływ strzału pojedynczego oraz seriami trzech i siedmiu strzałów,
- wieża z armatą kaliber 35 mm, ustawiona do przodu dla kąta elewacji 0° ,
- wieża z armatą kaliber 105 mm o standardowej sile odrzutu, ustawiona do przodu, pojedynczy strzał dla kąta elewacji armaty 0° ,
- wieża z armatą kaliber 105 mm o zmniejszonej sile odrzutu, ustawionej do przodu oraz w lewo (pierwszy wariant), model kadłuba uzupełniony o trzeci wspornik płyty podwieżowej (drugi wariant), zblokowanie zawieszenia transportera na czas strzału (trzeci wariant),
- wieża z armatą kaliber 120 mm o zmniejszonej sile odrzutu, ustawiona do przodu, pojedynczy strzał dla kąta elewacji armaty 0° ,

- wieża z moździerzem kaliber 120 mm o zmniejszonej sile odrzutu, ustawiona do przodu, pojedynczy strzał dla kątów elewacji moździerza 40° oraz 80°.

Kończący jedenasty rozdział zawiera wnioski końcowe i podsumowanie.

3. Ocena merytoryczna i uwagi szczegółowe

Oceniana rozprawa ma charakter wybitnie badawczy. Przy czym jest to połączenie badań eksperymentalnych i symulacyjnych. Doktorant przeprowadził szereg skomplikowanych, choćby z uwagi na instrumentarium, mierzone wielkości i obiekt, badań służących pozyskaniu parametrów do modelu. Zbudowano skomplikowany model z pomocą, którego zrealizowano bardzo trafny i szeroki zakres badań symulacyjnych. Przeprowadzono walidację eksperymentalną modelu.

Ocenę elementów naukowych rozprawy, jako szczególnego dorobku Doktoranta chciałbym podsumować w następujących punktach:

- opracowanie modelu numerycznego złożonej konstrukcji z uwzględnieniem interakcji wieża-łożysko-płyta podwieżowa i jego pozytywną walidację w zakresie zgodności podstawowych postaci i częstotliwości drgań własnych oraz odpowiedzi dynamicznej konstrukcji obciążanej udarem;
- identyfikację, z wykorzystaniem eksperymentalnej analizy modalnej metodą ruchomego młotka, podstawowych częstotliwości oraz skojarzonych z nimi postaci drgań własnych płyty podwieżowej dużego i złożonego obiektu jakim jest kadłub kołowego transportera opancerzonego;
- porównywanie i ocena zgodności podstawowych postaci drgań własnych modelu i obiektu rzeczywistego o różnej liczbie węzłów pomiarowych;
- przygotowanie i wykonanie badań eksperymentalnych obciążania konstrukcji udarem;
- zaprojektowanie i wykonanie hamulca tarcowego przenoszącego obciążenie udarowe na konstrukcję kadłuba transportera (poprzez wieżę i łożysko),
- oszacowanie wartości obciążeń impulsowych, działających na wieżę, generowanych przez armaty podczas strzelania dla różnych systemów uzbrojenia stosowanych w wozach bojowych,
- wykonanie wielowariantowych badań modelowych kołowego transportera opancerzonego dla różnych systemów uzbrojenia oraz ocena wytrzymałości górnej płyty kadłuba (podwieżowej),

- wstępną ocenę wpływu montażu dodatkowego podparcia płyty podwieżowej na poziom wyężenia górnej płyty struktury nośnej kołowego transportera opancerzonego,
- wstępną ocenę wpływu blokowania zawieszenia na czas strzału na poziom wyężenia górnej płyty struktury nośnej kołowego transportera opancerzonego.

Opracowana metodyka badań ma charakter uylitarny i może być wykorzystywana do analizy dynamicznej innych złożonych obiektów.

Autor posługuje się bogatym słownictwem, starannie konstruuje zdania i używa zaawansowanych struktur gramatycznych. Tekst jest przesycony specjalistycznymi terminami i pojęciami, co wskazuje na głęboką znajomość danego tematu. Styl pisarski jest właściwy, a argumentacja oparta na rozległej wiedzy i dogłębnej analizie.

Cel rozprawy, czyli określenie, w oparciu o opracowaną metodykę, jakiego rodzaju systemy uzbrojenia (w tym o większej masie i kalibrze) można zastosować w kołowym transporterze opancerzonym bez istotnego naruszenia jego struktury nośnej został w pełni osiągnięty. Nastąpiło rozwiązanie problemu naukowego przy pomocy adekwatnych naukowych metod.

Chciałbym poznać zdanie Doktoranta w następujących kwestiach:

1. Jakie są najbardziej wydajne metody obniżania obciążeń dynamicznych wywołane strzelaniem?
2. Jaki jest wpływ opancerzenia dodatkowego na poziom obciążeń dynamicznych?
3. Czy model można zastosować do innych transporterów opancerzonych np.: 4x4, 6x6, 10x10 i z jakim skutkiem?

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowaną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie, ponieważ Autor w właściwie zrealizował w zaplanowanym zakresie określony problem naukowy z wykorzystaniem wiedzy teoretycznej i właściwej metodologii badawczej. Praca mgr inż. Andrzeja Wiśniewskiego jest bardzo dobrze zrealizowaną pracą naukową. Autor dokładnie omówił metodologię swoich badań oraz przedstawił wyniki eksperymentów i symulacji. Wyniki te zostały dokładnie zinterpretowane, co potwierdza ich wartość i możliwość zastosowania w rzeczywistych warunkach.

Uważam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Andrzeja Wiśniewskiego spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2021 poz. 478 z późn. zm.), dopuszczenie jej do publicznej obrony i kontynuowanie czynności w ramach przewodu doktorskiego. Ponadto z uwagi na jej wysoki poziom stawiam wniosek o jej wyróżnienie.