

XVI Konferencja Naukowo-Techniczna

TKI2022

TECHNIKI KOMPUTEROWE W INŻYNIERII

18–21 października 2022

Numeryczno-eksperymentalna analiza własności Nowego Bojowego Pływającego Wozu Piechoty

Piotr Rybak, Zdzisław Hryciów, Andrzej Wiśniewski

Zakład Inżynierii Pojazdów i Transportu, Instytut Pojazdów i Transportu
Wydział Inżynierii Mechanicznej, Wojskowa Akademia Techniczna
email: piotr.rybak@wat.edu.pl

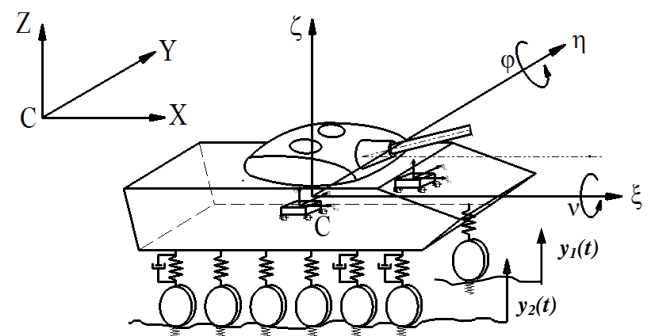
STRESZCZENIE: Szybkobieżne pojazdy gaśnicowe (SPG), pomimo twierdzenia niektórych specjalistów o ich malejącej roli, w dalszym ciągu są i prawdopodobnie będą podstawowym środkiem do realizacji działań militarnych. Analizie poddano szybkobieżny pojazd gaśnicowy o ogólnym układzie konstrukcyjnym odpowiadającym pojazdowi należącemu do grupy wozów bojowych piechoty. W pierwszym etapie wykonano badania modelowe. Głównym celem realizowanych badań modelowych była modyfikacja modelu oraz ocena płynności jazdy SPG w konfiguracji wozu bojowego piechoty, a w tym przeanalizowanie poziomu obciążeń dynamicznych działających na kadłub jako nadwozie samonośne w przyjętych warunkach ruchu. Obciążenia te oddziałują również na wyposażenie wewnętrzne, załogę stałą oraz członków desantu. W kolejnym etapie, w ramach zadania wykonano testowe badania eksperymentalne nowego bojowego pływającego wozu piechoty NBPWP Borsuk. Zagadnienie realizowano podczas jazd badawczych, w zakresie: określenia obciążeń dynamicznych działających na pojazd; oceny komfortu pracy załogi i desantu oraz własności trakcyjnych istotnych z punktu widzenia skuteczności działania. Badania realizowano z różnymi prędkościami dla następujących wariantów: przejazdu przez przeszkodę pojedynczą o określonych wymiarach; przejazdu po drodze utwardzonej; przejazdu po drodze gruntowej; rozpędzanie pojazdu na drodze asfaltowej, hamowanie pojazdu na drodze asfaltowej.

SŁOWA KLUCZOWE: pojazd gaśnicowy, badania modelowe, badania eksperymentalne

1. Wprowadzenie

Szybkobieżne pojazdy gaśnicowe (SPG) to takie, które rozwijają prędkości znacznie powyżej 25 km/h. Do tej kategorii pojazdów zaliczane są gaśnicowe wozy bojowe (głównie czołgi i wozy bojowe piechoty). Pomimo twierdzenia niektórych specjalistów o malejącej roli wozów bojowych, konflikty regionalne potwierdzają, że są one w dalszym ciągu i prawdopodobnie będą podstawowym środkiem do realizacji zadań militarnych. Wymagania współczesnego pola walki wymagają budowy nowych wozów bojowych lub modernizacji już eksploatowanych. Analizie poddano nowy gaśnicowy wóz bojowy o ogólnym układzie konstrukcyjnym odpowiadającym pojazdom należącym do grupy wozów bojowych piechoty. W pierwszym etapie wykonano badania modelowe przy wykorzystaniu oryginalnego programu do badań dynamicznych pojazdów. Głównym celem zrealizowanych badań była modyfikacja modelu (dobór parametrów i charakterystyk) oraz ocena płynności jazdy, a w tym przeanalizowanie poziomu obciążeń dynamicznych działających na kadłub jako nadwozie samonośne w przyjętych warunkach ruchu. Obciążenia te oddziałują również na wyposażenie wewnętrzne i zewnętrzne, załogę stałą oraz członków desantu. Model obiektu badań przedstawiono na rys. 1.

W kolejnym etapie, w ramach zadania wykonano testowe badania eksperymentalne nowego bojowego pływającego wozu piechoty NBPWP Borsuk – rys. 2.



Rys. 1. Model obiektu badań



Rys. 2. Nowy bojowy pływający wóz piechoty

Zagadnienie zrealizowano podczas jazd badawczych, w zakresie określenia obciążeń dynamicznych działających na pojazd; oceny komfortu pracy załogi i desantu oraz własności trakcyjnych istotnych z punktu widzenia

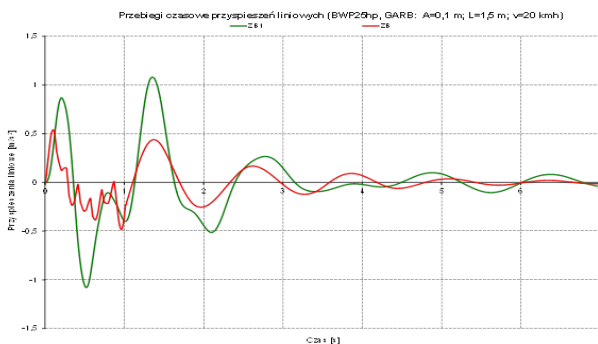
skuteczności jego działania. Badania zrealizowano z różnymi prędkościami dla następujących wariantów: przejazdu przez przeszkodę pojedynczą o określonych wymiarach; przejazdu po drodze utwardzonej; przejazdu po drodze gruntowej; rozpędzanie pojazdu na drodze asfaltowej, hamowanie pojazdu na drodze asfaltowej.

2. Badania modelowe

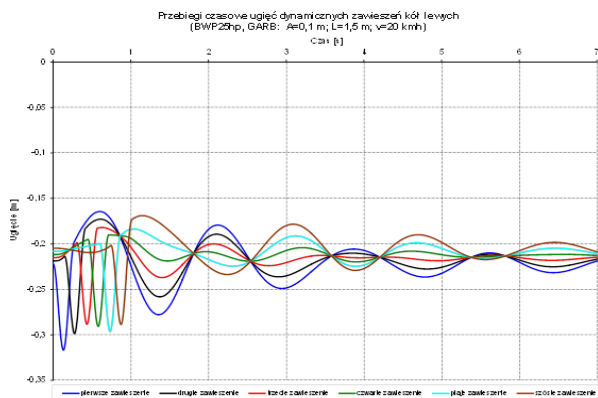
Do opracowania modelu matematycznego przyjęto następujące układy współrzędnych: globalny układ współrzędnych OXYZ, w którym formułowane są równania ruchu; lokalny układ współrzędnych Sxyz związany z modelem kadłuba, w którym opisuje się geometrię zawieszenia oraz definiuje masowe momenty bezwładności nadwozia; lokalny układ współrzędnych $C_1x_1y_1z_1$ związany z fotелеm kierowcy, którym definiuje się współrzędne elementów sprężysto-tłumiących zawieszenia fotela i jego masowe momenty bezwładności. Model nieliniowy formułowany jest przy wykorzystaniu zasady d'Alemberta otrzymując układ równań równowagi dynamicznej o postaci (1)

$$M\dot{q} = Q(q, \dot{q}, t) \quad (1)$$

gdzie: M -macierz bezwładności, q -wektor uogólnionych współrzędnych, Q -wektor reprezentujący uogólnione siły sprężystości, tłumienia oraz wymuszenie zewnętrzne (siłowe lub kinematyczne). Na rysunku 3 przedstawiono (przykładowe) przebiegi przyspieszeń pionowych środka masy pojazdu i kierowcy, natomiast na rys. 4 ugięcia dynamiczne zawieszek kół nośnych.



Rys. 3. Przyspieszenia pionowe środka masy kadłuba i nadwozia

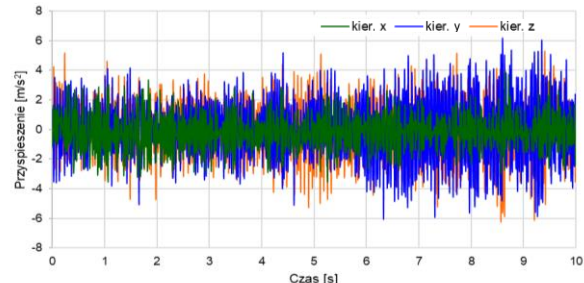


Rys. 4. Ugięcia dynamiczne kół nośnych

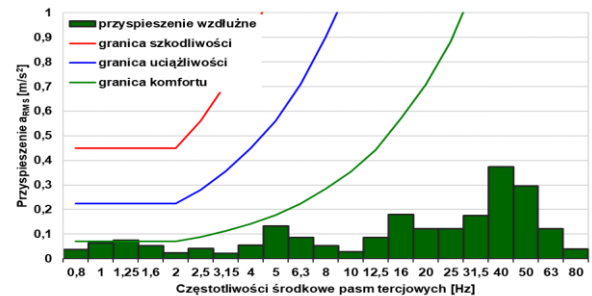
3. Badania eksperymentalne

W ramach badań eksperymentalnych dokonano oceny obciążeń dynamicznych konstrukcji pojazdu oraz oceny komfortu (drżania ogólne) zgodnie z dokumentami normatywnymi [1-3]. Niektóre wyniki przedstawiono na rysunkach i zestawiono w tabelach.

Na rysunku 5 przedstawiono przykładowe przebiegi czasowe przyspieszeń kadłuba pojazdu, a na rys. 6 wartości skuteczne przyspieszeń działających na kierowcę.



Rys. 5. Przyspieszenia liniowe kadłuba pojazdu zarejestrowane podczas jazdy z prędkością 40 km/h



Rys. 6. Wartości skuteczne przyspieszeń wzdłużnych na siedzisku kierowcy z prędkością 40 km/h

4. Podsumowanie

W pracy przedstawiono wybrany zakres prac zrealizowanych w badaniach, zarówno modelowych i eksperymentalnych. Rezultaty badań eksperymentalnych umożliwiły weryfikację analizowanego modelu wozu bojowego, uzyskano dobry stopień zgodności. Wyniki badań eksperymentalnych potwierdzają wysoką jakość konstrukcji pojazdu, jako całości, zarówno pod względem komfortu, dynamiki jazdy jak i bezpieczeństwa eksploatacji.

Praca została wykonana w ramach projektu Nr DOB-BIO5/001/05/2014, finansowanego przez NCBR.

Literatura

- [1] PN-91 S-04100 Drgania – metody badań i oceny drgań mechanicznych na stanowiskach pracy w pojazdach, 1991.
- [2] ISO 2631: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration. 1997.
- [3] Dyrektywa 2002/44/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r.
- [4] Rybak P., Borkowski W., Wysocki J., Hryciów Z., Michałowski B., Badania eksperymentalne lekkiego czołgu na bazie wielozadaniowej platformy bojowej. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe nr 2, 2011.
- [5] Rybak P., Borkowski W., Wysocki J., Hryciów Z., Michałowski B., Badania modelowe czołgu lekkiego na bazie wielozadaniowej platformy bojowej. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe nr 2, 2011.