

Piotr RYBAK, Waław BORKOWSKI, Zdzisław HRYCIÓW, Józef WYSOCKI, Krzysztof PAPLIŃSKI,
Bogusław MICHAŁOWSKI, Andrzej WIŚNIEWSKI

BADANIA EKSPERYMENTALNE WOJSKOWYCH POJAZDÓW MECHANICZNYCH

Streszczenie

W ramach pracy prezentowane są wyniki badań eksperymentalnych dotyczących różnych prac naukowo-badawczych wspartych wiedzą ekspercką, analizą dostępnych materiałów i studiami literaturowymi, które nie uwzględniają oddziaływania na pojazd wojskowy szeroko rozumianej problematyki wybuchu niekontaktowego. Przedstawiono wybrane wyniki badań obciążeń dynamicznych dla czołgów, bojowych wozów piechoty, kołowych transporterów opancerzonych i innych pojazdów wojskowych. Badania eksperymentalne realizowano zgodnie z obowiązującymi przepisami w MON z uwzględnieniem norm obronnych i oryginalnych procedur badawczych opracowanych przez zespół.

WSTĘP

W Instytucie Pojazdów Mechanicznych i Transportu (IPMiT) Wydziału Mechanicznego Wojskowej Akademii Technicznej pracuje zespół, który od wielu lat zajmuje dynamiką pojazdów mechanicznych. Jednym z obszarów zainteresowania są badania eksperymentalne wojskowych pojazdów mechanicznych (kołowych i gąsienicowych) [1-5, 7-8, 10-17]. Szczególną grupę tych pojazdów stanowią wozy bojowe (czołgi, bojowe wozy piechoty oraz kołowe transportery opancerzone). Są one przeznaczone do realizacji zadań podczas konfliktów zbrojnych i w warunkach pokojowych. W trakcie użytkowania wozów bojowych generowane są obciążenia dynamiczne o znacznej amplitudzie, intensywności i częstotliwości. Nasilają się one głównie podczas zmian prędkości ruchu, realizacji skrętu oraz intensywnych drgań kadłuba, wywołanych nierównościami i przeszkodami terenowymi. Innymi, istotnymi źródłami obciążeń dynamicznych są: strzelanie z armaty w ruchu, uderzenie pocisku rykoszetującego lub wnikającego w kadłub nie powodując jego przebicia, wybuch miny i różnorodnych ładunków przeciwpancernych (burtowych, dennych, IED itp.). Oszacowanie obciążeń dynamicznych, w ramach badań eksperymentalnych, pozwala na racjonalne kształtowanie konstrukcji wozu bojowego w celu zapewnienia dobrych i bezpiecznych warunków pracy dla załogi oraz odpowiedniej trwałości i niezawodności systemów i układów wyposażenia podczas realizacji zadań. Specyfika tych zadań, ich różnorodność i złożoność, wymaga od pojazdu wysokiej trwałości technicznej i bojowej, a w efekcie wymaganej przeżywalności na polu walki.

Przydatność wozów bojowych ocenia się na podstawie następujących, głównych cech bojowych: mocy ogniowej, opancerzenia i ochrony oraz ruchliwości. W zakresie mocy ogniowej oceniany jest zespół czynników określających ilość, jakość i efektywność uzbrojenia głównego (armaty o danym kalibrze), współpracujących z nią systemów i układów. W zakresie opancerzenia i ochrony oceniana jest osłona czynna i bierna kadłuba i załogi przed środkami i czynnikami porażającymi broni przeciwnika. Natomiast w ramach ruchliwości wozu bojowego oceniana jest jego zdolność do przemieszczania się w różnym terenie i w dowolnych warunkach meteorologicznych. W ogólnym przypadku dokonuje się oceny zrywności i manewrowości pojazdu, stateczności oraz dynamikę jazdy. O ruchliwości pojazdu decydują takie czynniki jak: masa bojowa; silnik i układ napędowy; jakość zawieszenia i rodzaj układu jezdnego;

średni nacisk jednostkowy, wymiary geometryczne i inne. Cecha ta odgrywa znaczącą rolę dla skuteczności i bezpieczeństwa działania pojazdu. Jest ważnym elementem tzw. obrony czynnej, ma wpływ na prawdopodobieństwa przeżycia na współczesnym polu walki. W ramach pracy prezentowane są oryginalne wyniki badań eksperymentalnych uzyskane podczas realizacji różnych prac naukowo-badawczych.

Badania pojazdów wojskowych realizuje się zgodnie z „Instrukcją o realizacji badań naukowych i prac studyjnych w resorcie obrony narodowej, z uwzględnieniem obowiązujących norm obronnych. Niekiedy dla udokumentowania specyficznych cech pojazdu lub jego zespołów stosowane są oryginalne procedury i metodyki badań [7, 8, 10-17]. Podstawą przyjętych metodyk jest zakres przewidywanych badań eksperymentalnych.

1. BADANIA OBCIĄŻEŃ DYNAMICZNYCH

Do prezentacji wyników badań eksperymentalnych wybrano niektóre pojazdy wojskowe spośród nowoprojektowanych, modernizowanych lub aktualnie użytkowanych, o różnym przeznaczeniu, konstrukcji nadwozia i podwozia, masie itd.

Na szczególne wyróżnienie zasługują badania czołgu lekkiego „Anders” przedstawionego na rysunku 1, demonstratora technologii, potwierdzające poprawność przyjętych założeń projektowych, obliczeń wytrzymałościowych i trakcyjnych.



Rys. 1. Czołg lekki na podwoziu wielozadaniowej platformy bojowej „Anders”

Pojazd w postaci demonstratora technologii powstał w okresie 2 lat, podczas realizacji projektu (finansowanego przez MNiSW), realizowanego przez konsorcjum w składzie Ośrodek Badawczo-

Rozwojowy OBRUM Gliwice, zespół IPMiT Wydziału Mechanicznego WAT oraz Wojskowe Zakłady Mechaniczne WZM Siemianowice.

Badania zrealizowano na poligonie doświadczalnym Zakładów Mechanicznych BUMAR Łabędy. W ich ramach oszacowano poziom obciążeń impulsowych wybranych węzłów konstrukcyjnych czołgu [13] wywołanych strzelaniem z armaty kal. 120 mm. Wyniki badań rejestrowano jako przebiegi czasowe przyspieszeń w trzech kierunkach (wzdłużnym, poprzecznym i pionowym) dla armaty, wieży i kadłuba czołgu. Na rysunku 2 przedstawiono demonstrator na stanowisku bojowym w trakcie wystrzału, w czasie $t = 0$ ms (rys. 2a) i po czasie $t = 251,9$ ms (rys. 2b). Dla tego przypadku, na rysunku 3, przedstawiono przebiegi przyspieszeń.

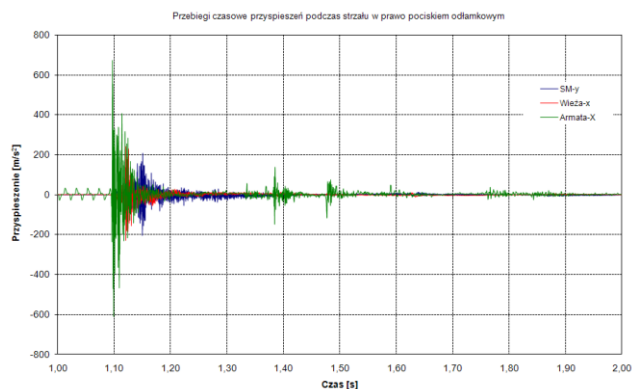
a)



b)



Rys. 2. Demonstrator czołgu lekkiego na platformie wielozadaniowej „Anders” podczas strzelania z prawej burty: a) na stanowisku bojowym, b) podczas wystrzału



Rys. 3. Przebiegi przyspieszeń przy strzale na prawo pociskiem odłamkowym

Pojazdem badanym, z grupy innych, jest Polaris Ranger 6x6 z zamontowaną wyrzutnią przeciwlotniczych pocisków kierowanych. Badania przeprowadzono podczas jeżd po drodze utwardzonej (na rysunku 4) oraz podczas jeżd poligonowych (na rysunku 5). Zasadniczym celem badań była ocena wytrzymałości struktury nośnej wyrzutni podczas oddziaływania obciążeń dynamicznych spotyka-

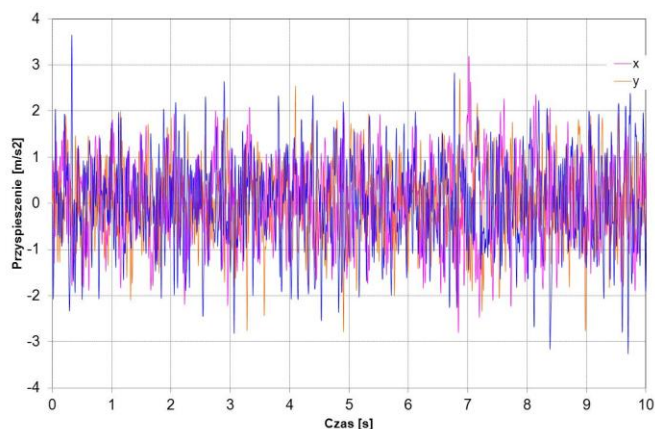
nych podczas typowej eksploatacji pojazdów tej klasy jako nośników sprzętu uzbrojenia. Wyniki badań wykorzystano do oceny i modyfikacji struktury nośnej wyrzutni. Niektóre z nich przedstawiono na rysunkach 6 i 7.



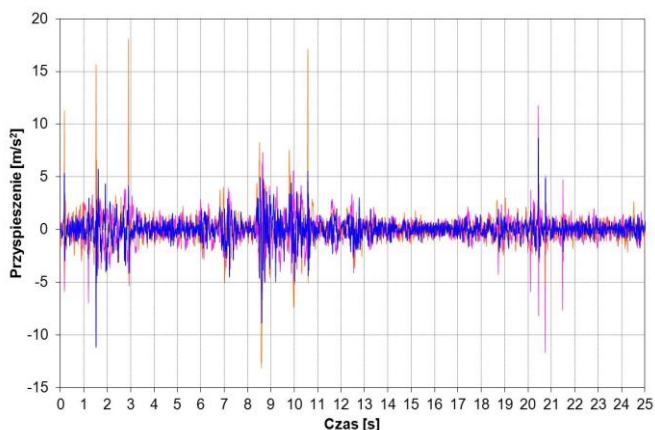
Rys. 4. Pojazd na drodze utwardzonej



Rys. 5. Pojazd na drodze terenowej



Rys. 6. Przebiegi przyspieszeń na kolumnie wyrzutni (droga szutrowa, $v=25$ km/h)



Rys. 7. Przebiegi przyspieszeń na kolumnie wyrzutni (droga terenowa, $v=5$ km/h)

Zaprezentowane na rysunkach przebiegi przyspieszeń potwierdzają, że jazda po drodze terenowej znacznie podwyższa poziom obciążeń dynamicznych działających na pojazd i jego wyposażenie. Wartość obciążenia zależy od prędkości jazdy, wysokości nierówności, ich długości i odległości między nimi oraz jakości zawieszenia pojazdu.

2. BADANIA TRAKCYJNE POJAZDÓW WOJSKOWYCH

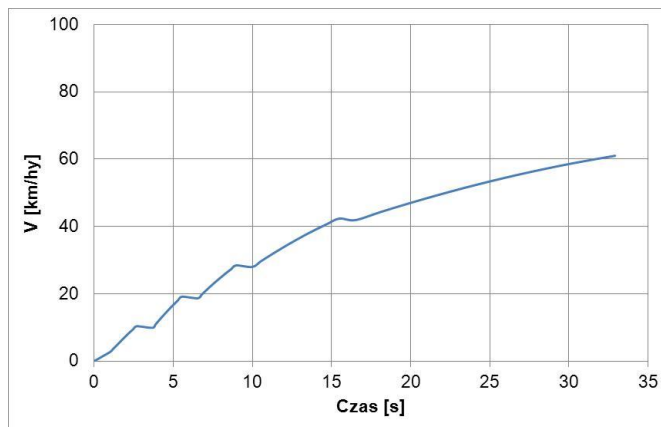
Ocenę ruchliwości pojazdów wojskowych (np. pojazdów przedstawionych na rysunkach 8 i 9) prowadzi się również na podstawie właściwości trakcyjnych. Jako najistotniejsze z nich należy wymienić możliwości realizacji ruchu prostoliniowego, dynamikę rozbiegu, zwrotność, zdolność pokonywania terenu. Przykładowe charakterystyki rozbiegu pojazdu gąsienicowego i kołowego przedstawiono na rysunkach 10 i 11.



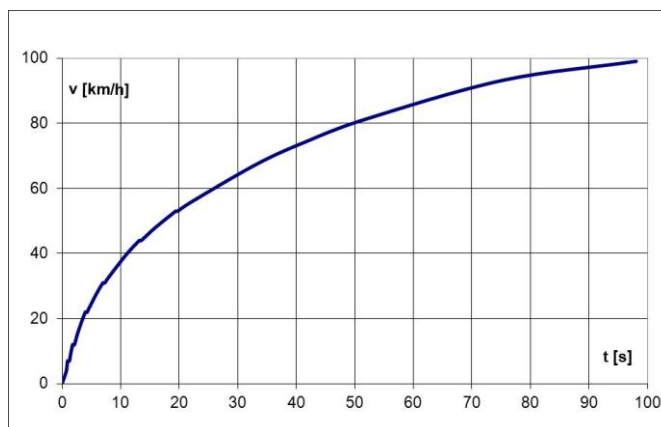
Rys. 8. Pojazd gąsienicowy podczas badań poligonowych



Rys. 9. Pojazd wieloosiowy przed jazdą po drodze poligonowej



Rys. 10. Charakterystyka rozbiegu pojazdu gąsienicowego z układem napędowym typu mechanicznego



Rys. 11. Charakterystyka rozbiegu pojazdu wieloosiowego z układem napędowym typu hydromechanicznego

Charakterystyka rozbiegu jednoznacznie informuje o zdolności osiągania przez pojazd wymaganych prędkości jazdy w zadanym czasie i terenie. Pozwala to ocenić między innymi jakość silnika trakcyjnego, układu napędowego, zawieszenia i jezdni itp. W odniesieniu do bojowych pojazdów wojskowych jednym ze znaczących elementów obrony czynnej jest, odczytywany z charakterystyki, czas osiągnięcia prędkości od 0 do 32 km/h. Pozwala to na wykonanie gwałtownej zmiany miejsca przez pojazd od momentu wykrycia przez przeciwnika do chwili oddania strzału.

WNIOSKI

Analizując wybrane, z wielu, wyniki badań eksperymentalnych pojazdów wojskowych (tak kołowych jak i gąsienicowych), zespołów wyposażenia wewnętrznego lub ich części, można stwierdzić, że:

- Pozwalają one na wskazanie źródeł obciążeń dynamicznych, umożliwiają podjęcie działań zmierzających do obniżenia ich wartości i dokonania zmiany struktury częstotliwościowej poprzez skorygowanie podstawowych parametrów drganiowych takich, jak masa, sztywność i tłumienie. Tak zidentyfikowane informacje stanowią cenne zalecenia, dla projektantów i konstruktorów, umożliwiające ustalenie kierunków modyfikacji konstrukcji.
- Badania pojazdów wojskowych muszą być realizowane zgodnie z obowiązującymi przepisami obowiązującymi w resorcie Obrony Narodowej, z uwzględnieniem aktualnych norm obronnych i wymagań użytkownika.
- Podstawę opracowywanych metodyk badań stanowi zakres i cel przewidywanych do realizacji badań eksperymentalnych.

- Badania eksperymentalne są dość kosztowne i długotrwałe, ale w znakomity sposób weryfikują przyjęte rozwiązania konstrukcyjne, technologie wykonania i montażu oraz integrację.

BIBLIOGRAFIA

1. Borkowski W., Rybak P., Michałowski B., Wysocki J., Hryciów Z.: *Właściwości trakcyjne gąsienicowego wozu bojowego przy obniżonej mocy silnika*. Biuletyn WAT nr 1/2010, Warszawa 2010.
2. Borkowski W., Rybak P., Hryciów Z., Wysocki J., Michałowski B.: *Obciążenia dynamiczne gąsienicowego wozu bojowego*. Biuletyn WAT nr 1/2010, Warszawa 2010.
3. Borkowski W., Hryciów Z., Michałowski B., Rybak P., Wisniewski A., Wysocki J.: *Experimental research the dynamic loads of the wheeled armoured personnel carrier*. Journal of Kones vol. 18, no 1, Warsaw 2011.
4. Borkowski W., Hryciów Z., Rybak P., Wysocki J., Wisniewski A.: *Experimental researches of dynamic loads of armoured personnel carrier and its crew during collision with rigid obstacle and all – terrain vehicle*. Journal of Kones vol. 20, no 3, Warsaw 2013.
5. Borkowski W., Hryciów Z., Rybak P., Wysocki J.: *Bezpieczeństwo pojazdów mechanicznych w zdarzeniach drogowych*. Logistyka nr 5/2014.
6. Dziubak T.: *Wpływ zanieczyszczeń płynów eksploatacyjnych na zużycie skrajnie ciernych silnika spalinowego pojazdu mechanicznego*, Logistyka, No. 3/2014. str. 1572-1581 (CD)
7. Hryciów Z., Borkowski W., Wysocki J., Rybak P., Wiśniewski A.: *Badania eksperymentalne bezpieczeństwa załogi transportera opancerzonego podczas zderzenia z przeszkodą*. Archiwum Motoryzacji, vol. 61, no. 3, Warszawa 2013.
8. Hryciów Z., Borkowski W., Wysocki J., Rybak P., Wiśniewski A.: *Badania eksperymentalne bezpieczeństwa załogi transportera opancerzonego podczas zderzenia z przeszkodą*. Archiwum Motoryzacji, vol. 61, no. 3, Warszawa 2013.
9. Korzyński M.: *Metodyka eksperymentu. Planowanie, realizacja i statystyczne opracowanie wyników eksperymentów technologicznych*. WN-T, Warszawa 2006.
10. Pańczuk E., Rybak P., Użycy D., Wysocki J.: *Teoria ruchu i dynamika pojazdów mechanicznych*. WAT, Warszawa 1996.
11. Pańczuk E., Papiński K., Użycy D., Wysocki J.: *Koncepcja badań eksperymentalnych wybranych zespołów czołgu podstawowego*, VI Międzynarodowe Sympozjum IPM WAT, Warszawa-Rynia 1996.
12. Papiński K., Sobczyk Z., Tokarzewski J.: *Badanie obciążeń dynamicznych działających na uzbrojenie czołgu*, II Konferencja n-t Odporność Udarowa Konstrukcji, Rynia 1998.
13. Rybak P., Borkowski W., Wysocki J., Hryciów Z., Michałowski B.: *Badania eksperymentalne lekkiego czołgu na bazie wielozadaniowej platformy bojowej*. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (28) nr 2, Gliwice 2011.
14. Rybak P., Borkowski W., Hryciów Z., Wysocki J., Michałowski B.: *Badanie obciążeń dynamicznych pojazdów mechanicznych w aspekcie bezpieczeństwa oraz komfortu jazdy*. Systems Journal of Transdisciplinary Systems Science no 1, Wrocław 2012.
15. Rybak P., Borkowski W., Hryciów Z., Michałowski B., Wisniewski A., Wysocki J.: *Studies on the supporting structure of the "Crossbow" rocket launcher in the aspect of improvement of its resistance properties*. Journal of Kones vol. 20, no 3, Warsaw 2013.
16. Rybak P., Borkowski W., Hryciów Z., Michałowski B., Wysocki J., Wiśniewski A.: *Analiza wytrzymałości i stateczności kontenera specjalnego dla mobilnego laboratorium*. Transport przemysłowy i maszyny robocze, nr 2/2014, Wrocław 2014.
17. Rybak P.: *Operating loads of impulse nature acting on the special equipment of the combat vehicles*. Maintenance and Reliability 2014.
18. Rybak P., Borkowski W., Hryciów Z., Michałowski B., Wysocki J., Wiśniewski A.: *Badania numeryczne kontenera specjalnego o podwyższonych wymaganiach techniczno-konstrukcyjnych*. Monografia pt. „Mobilne laboratorium do poboru próbek środowiskowych i identyfikacyjnych zagrożeń biologicznych”. Wydawnictwo PK, Kraków 2015.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF MILITARY MOTOR VEHICLES

Abstract

As part of the work presents the results of experimental investigations on various scientific-research works supported by expertise, analysis of available materials and literature studies that do not take into account the impact on the military vehicle the broader issue of non-contact explosion. The paper presents selected results of dynamic load for tanks, infantry fighting vehicles, wheeled armored personnel carriers and other military vehicles. Experimental investigations carried out in accordance with the applicable rules at the Ministry of National Defence, taking into account the defense standards and original research procedures developed by the team.

Autorzy:

RYBAK Piotr - Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Mechanicznych i Transportu, 00-908 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, Tel. +48 22 683 90 48, email: piotr.rybak@wat.edu.pl,

BORKOWSKI Wacław - Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Mechanicznych i Transportu, 00-908 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, Tel. +48 22 683 90 48, email: w.borkowski@wat.edu.pl

HRYCIÓW Zdzisław

WYSOCKI Józef

PAPLIŃSKI Krzysztof

MICHAŁOWSKI Bogusław

WIŚNIEWSKI Andrzej