

Tadeusz GLINKA

Stanisław Albert GAWRON

NOWA GENERACJA URZĄDZEŃ POKŁADOWYCH, ZWIĘKSZAJĄCYCH PRZEŻYWALNOŚĆ WOJSKOWYCH POJAZDÓW LĄDOWYCH

Streszczenie. Przeżywalność pojazdów lądowych na polu walki może zostać zwiększona zarówno poprzez wzmocnienie pancerza z wykorzystaniem nowych materiałów i technologii, a także w sposób pośredni poprzez utrudnienie wykrywalności pojazdu (zmniejszenie promieniowania elektromagnetycznego, zmniejszenie emisji ciepła i hałasu), poprawę jego dynamiki, zwiększenie niezawodności oraz ergonomii i komfortu obsługi przez załogę, co jest celem projektu. W artykule przedstawiono wyniki projektu rozwojowego, którego celem było uzyskanie zwiększonej przeżywalności pojazdów lądowych na polu walki. Projekt realizowany był w Konsorcjum: Branżowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych "KOMEL" oraz Zakłady Mechaniczne BUMAR ŁABĘDY S.A., WASKO S.A. i Politechnika Śląska.

Słowa kluczowe: urządzenia pokładowe pojazdów opancerzonych, przeżywalność pojazdów lądowych, ochrona i przetrwanie na polu walki, czołg, EMC (kompatybilność elektromagnetyczna), silnik bezszczotkowy, silnik elektryczny, emisja hałasu, emisja ciepła.

1. WSTĘP

W większości urządzenia pokładowe zainstalowane na pojazdach wojskowych typu czołg mają poziom techniczny z przełomu lat 60. i 70. ubiegłego wieku. Na przykład napędy elektryczne są rozwiązane przy pomocy silników komutatorowych prądu stałego, prądnicą zasilająca w energię elektryczną urządzenia pokładowe jest napędzana z wału głównego silnika spalinowego, co powoduje, że także w czasie postoju czołgu, silnik główny musi pracować, aby urządzenia pokładowe mogły być zasilane w energię elektryczną. Sterowanie pracą urządzeń pokładowych odbywa się w sposób mechaniczny, co jest bardzo awaryjne (np. wszelkiego rodzaju elektromechaniczne łączniki). Wymienione wyżej rozwiązania urządzeń pokładowych czołgu powodują, że czołg na stanowisku bojowym, mimo zamaskowania, jest widoczny przez urządzenia termowizyjne, aparaturę radiowo lokacyjną i aparaturę do mierzenia fal akustycznych. Przeżywalność pojazdów lądowych na polu walki może być zwiększona zarówno poprzez wzmocnienie pancerza z wykorzystaniem nowych materiałów i technologii, a także w sposób pośredni poprzez utrudnienie wykrywalności pojazdu np. zmniejszenia emisji ciepła i hałasu, poprawę jego dynamiki, zwiększenie niezawodności oraz ergonomii i komfortu obsługi przez załogę [1].

W artykule przedstawiono wyniki projektu rozwojowego nr O R00 0042 05, którego celem było uzyskanie zwiększonej przeżywalności pojazdów lądowych na polu walki.

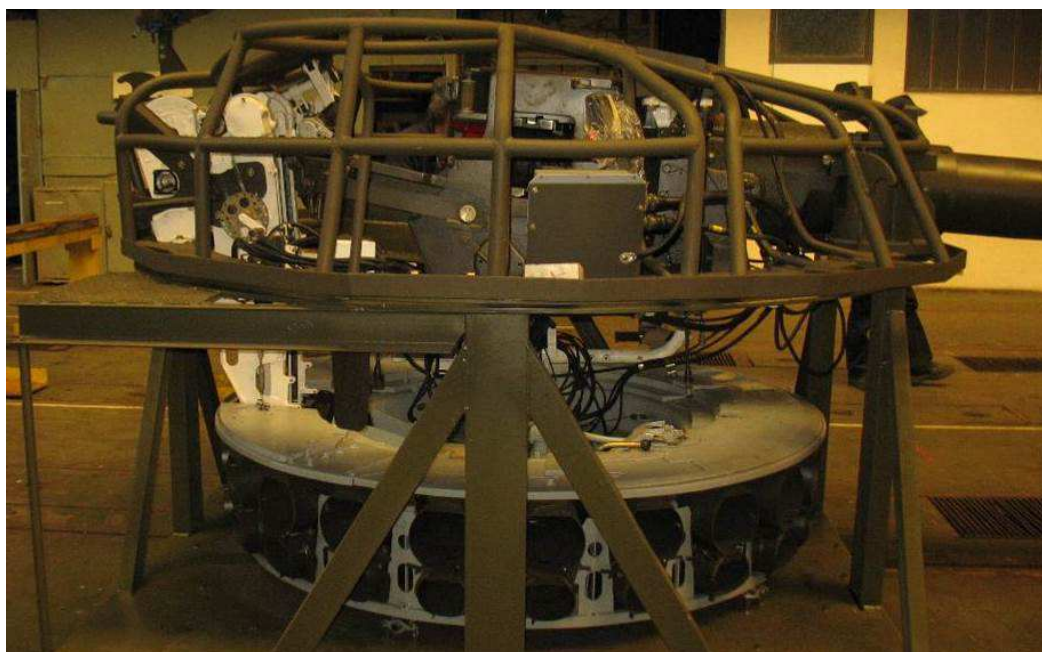
Cele projektu zrealizowano poprzez [2]:

- modernizację automatu załadowania,
- opracowanie dodatkowego pokładowego zespołu prądotwórczego,

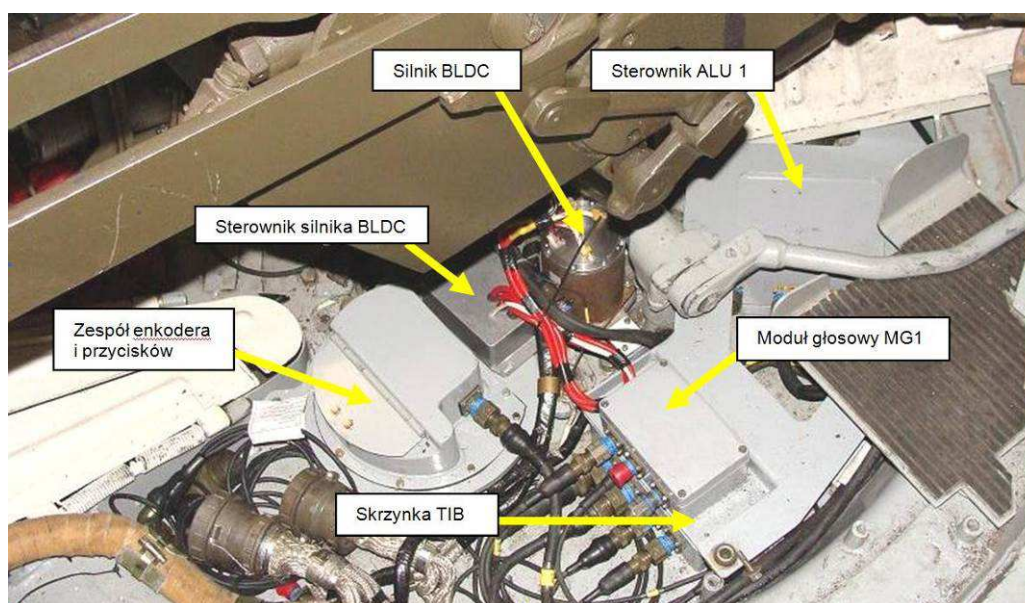
- opracowanie nowego pulpitu (tablicy) kierowcy (opracowanie systemu zarządzania i kierowania czołgiem opartego na współczesnej technice pomiarowej i informatycznej, którego centralą jest pulpit kierowcy),
- opracowanie systemu chwilowego odłączania wentylatora głównego w sytuacjach zagrożenia w celu zwiększenia przyspieszenia czołgu.

Realizacja tych zadań bazuje na najnowszych technologiach obejmujących maszyny elektryczne, urządzenia i aparaty elektroniczne i wykorzystuje nowoczesne narzędzia metrologii i informatyki, takie jak czujniki i przetworniki pomiarowe oraz oprogramowanie.

Projekt zrealizowano w Konsorcjum: Branżowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych "KOMEL" (Lider Projektu) [3], Zakłady Mechaniczne BUMAR ŁABĘDY S.A. [4], WASKO S.A. [5] oraz Politechnika Śląska z Gliwic[6].



Rys.1. Widok stanowiska badawczego automatu Załadowania Armaty



Rys.2. Nowe zespoły AZ zamontowane w czołgu PT-91

2. AUTOMAT ZAŁADOWANIA ARMATY

W celu opracowania zupełnie nowych rozwiązań elektrycznych układów sterowania i napędowych Automatu Załadowania Armaty (AZ) przeprowadzono szczegółową analizę struktury i warunków pracy urządzenia. W przyjętych założeniach, oprócz utrudnienia wykrywalności pojazdu (zmniejszenie emitowanego promieniowania elektromagnetycznego i cieplnego) ważne jest osiągnięcie skrócenia średniego czasu trwania cyklu załadowania armaty. W tym celu zostały przeprowadzone następujące prace:

- identyfikacja warunków pracy silników w poszczególnych napędach w automacie załadowania armaty, po czym sformułowanie głównych wymagań dla silników napędowych. Następnie przeanalizowano możliwość zastosowania silników z magnesami trwałymi oraz opracowano wariant zamiany silników MU-431 na silnik z magnesami trwałymi;
- rozważono kilka wariantów sterowania silnikami;
- zidentyfikowano szczegółowe wymiary gabarytowo-montażowe wszystkich urządzeń pracujących w automacie załadowania armaty;
- opracowano koncepcję konstrukcji nowego pulpitu dowódcy i działonowego;
- przeanalizowano sposób pozycjonowania automatu załadowania;
- określono sekwencję działań poszczególnych elementów sterujących i wykonawczych automatu załadowania, co jest równoważne z ustaleniem algorytmu sterowania tym automatem;
- określono funkcje dodatkowe, których realizację powinien umożliwić elektroniczny układ sterowania: załadowanie w trybie awaryjnym, załadowanie bez odrzucenia denka, załadowanie pocisków HE, załadowanie ręczne – monitorowane, odrzucanie łuski, załadowanie/rozładowanie ręczne transportera obrotowego;
- ustalono listę styków układów przekaźnikowych, które należy zastąpić układami mikroprocesorowymi i logicznymi o wysokiej skali integracji i zwiększonej odporności na czynniki zewnętrzne z zachowaniem wysokiej niezawodności;
- ustalono listę elektromagnesów i silników.

W dalszej części projektu nowo opracowane zespoły zostały poddane specjalistycznym badaniom - najpierw w warunkach laboratoryjnych, a następnie na ww. stanowisku badawczym oraz bezpośrednio w czołgu.

Nowe rozwiązania bazują na najnowocześniejszych układach mikroprocesorowych i logicznych o wysokiej skali integracji, zwiększonej odporności na czynniki zewnętrzne z zachowaniem ich wysokiej niezawodności. Na rysunku 1 przedstawiono modelowy układ automatu załadowania (AZ) - stanowisko badawcze. Natomiast na rysunku 2 pokazano miejsce zabudowy nowo projektowanych urządzeń AZ.

Zamontowanie nowych sterowników automatu załadowania poprawia parametry pracy AZ stosowanego w czołgach PT-91 i T-72M1. Udoskonalenie AZ wpływa na wzrost niezawodności zespołów sterowania elementami elektromechanicznymi wchodzącymi w skład automatu załadowania armaty czołgowej. Nowy system sterowania AZ zapewnia poprawę parametrów pracy automatu załadowania, a w szczególności: zwiększa niezawodność i pewność działania, sygnalizuje stan systemu załadowania, zakończenie cyklu, raportuje stany awaryjne, posiada pamięć stanu załadowania transportera obrotowego oraz zabezpieczenie przed podwójnym załadowaniem armaty.

3. DODATKOWY ZESPÓŁ PRĄDOTWÓRCZY (APU)

Zespół prądotwórczy jest przeznaczony do zaopatrywania czołgu w energię elektryczną w przypadkach, gdy nie pracuje główny silnik spalinowy pojazdu, a pojemność energetyczna akumulatorów może być niewystarczająca.

Podstawowymi elementami zespołu prądotwórczego są:

- wysokoprężny spalinowy silnik napędzający alternator,
- generator energii elektrycznej (alternator),
- układ kontroli i sterowania.

Ważną kwestią jest sterowanie APU, które może odbywać się za pomocą demontowalnego pulpitu oraz z zewnątrz, np. przez dodatkowe złącze na zewnątrz.

Na rysunku 3 przedstawiono fotografię modelu dodatkowego zespołu prądotwórczego o mocy 8 kW i napięciu 28.5 VDC podczas badań testowych. APU posiada następujące cechy:

- umożliwia utrzymanie pełnej sprawności bojowej wyposażenia czołgu (umożliwia czuwanie napędów stabilizacji, systemu kierowania ogniem i pracę środków łączności),
- zapewnia niski poziom emisji cieplnej, hałasu i drgań,
- zmniejsza zużycie silnika głównego oraz zespołów z nim współpracujących,
- zmniejsza zużycie paliwa,
- daje możliwość uruchomienia silnika głównego przy niskim poziomie naładowania akumulatorów,
- znacząco polepsza ładowanie akumulatorów (zwiększenie ich żywotności),
- filtruje napięcie generowane przez APU (filtr EMC),
- zapewnia elektroniczne i bezpieczne sterowanie,
- posiada zabezpieczenie na czas brożenia lub przeprawy podwodnej,
- ma możliwość pracy ciągłej w warunkach przechyłu czołgu do 30° w dowolnej płaszczyźnie.



Rys.3. Dodatkowy zespół prądotwórczy APU podczas badań funkcjonalnych

4. NOWY PULPIT (tablica) KIEROWCY

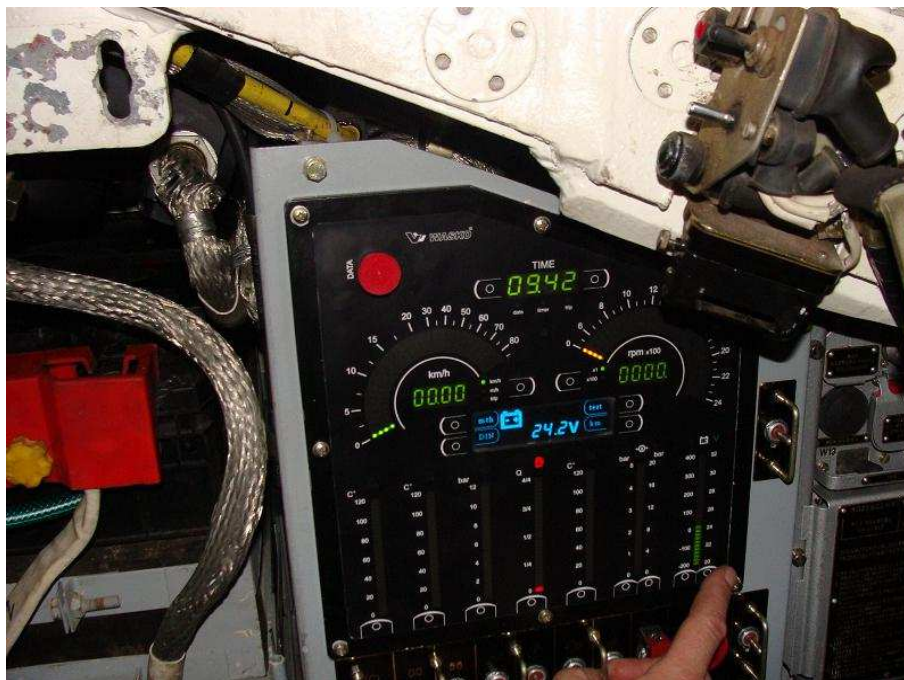
Opracowanie nowej tablicy kierowcy umożliwia monitorowanie, rejestrowanie i sygnalizowanie stanów krytycznych parametrów zespołu układu napędowego. Bieżąca informacja o parametrach pracy silnika głównego i urządzeń pokładowych czołgu odczytywana bezpośrednio z tablicy zwiększa niezawodność i wzrost bezpieczeństwa, ułatwia diagnostykę, a także umożliwia elastyczne konfigurowanie funkcji przez nią realizowanych.

W celu osiągnięcia ww. założeń zostały przeprowadzone następujące prace:

- przeprowadzono analizę istniejącego rozwiązania tablicy kierowcy i analizę potrzeb oraz określono wytyczne do opracowania nowej tablicy kierowcy w zakresie oprogramowania i integracji z całością systemu,
- przeanalizowano sposób przekazu informacji akustycznej wraz z opracowaniem systemu kodowania, przekazu i treści komunikatów akustycznych (słownych),
- dobrano czujniki do przedziału napędowego,
- opracowano listę sygnalizowanych świetlnie i słownie stanów układów, listę monitorowanych parametrów i funkcji pomiarowych.

Podczas jazdy prowadzona będzie rejestracja i archiwizacja danych pomiarowych, w tym: data, godzina, start systemu, rekordy po przekroczeniu stanów krytycznych.

Na rysunku 4 przedstawiono fotografię zabudowanej w czołgu nowej tablicy kierowcy. Nowa tablica spełnia swoje wcześniej założone funkcje. Dodatkowy pulpit wynośny pozwala na błyskawiczne poinformowanie kierowcy o zaistnieniu sytuacji awaryjnej, zarówno przy jeździe z otwartą, jak i zamkniętą pokrywą wjazdu. Zainstalowany moduł komunikacji głosowej umożliwia informowanie załogi o awariach przy pomocy komunikatów słownych odtwarzanych poprzez interkom. Zapisane w pamięci parametry pozwalają na ocenę warunków eksploatacji czołgu względem warunków dopuszczonych przez instrukcję.



Rys.4. Nowa tablica kierowcy zamontowana w czołgu PT-91, widok podczas badań

5. SYSTEM CHWILOWEGO ODŁĄCZANIA WENTYLATORA GŁÓWNEGO

W celu zwiększenia mobilności czołgu postanowiono wprowadzić sterowane sprzęgło w układzie napędowym wentylatora głównego, pozwalające na odłączenie (do kilkunastu sekund) przez kierowcę napędu wentylatora i tym samym zwiększenie mocy silnika czołgu (o 10÷15%) w przypadku zaistnienia zagrożenia. Chwilowy wzrost mocy układu napędowego znacząco zwiększa manewrowość czołgu, fakt ten ma istotne znaczenie na polu walki, gdzie w sytuacji zagrożenia koniecznym staje się dynamiczne odejście pojazdu do strefy poza polem rażenia. Ważnym jest, by kierowca miał możliwość sprawdzenia w dowolnej chwili, poprzez wizualną sygnalizację, czy sprzęgło wentylatora jest załączone czy rozłączone.

Na rysunku 5 przedstawiono fotografię prototypowego sprzęgła, wykonaną kamerą Phantom na zasadzie stop klatki. Natomiast rysunek 6 przedstawia fotografię stanowiska pomiarowego sprzęgła (sprzęgło umieszczone bezpośrednio w czołgu).

Przeprowadzone wstępne badania doświadczalne na obiekcie rzeczywistym oraz analiza wytrzymałości komponentów prototypowego sprzęgła, przeprowadzona w konwencji metody elementów skończonych, dały pozytywne efekty. Dodatkowo o poprawności pracy prototypowego sprzęgła, podczas rozruchu, świadczą zarejestrowane filmy wykonane kamerą „high speed”.



Rys.5. Widok stop klatki z rozruchu silnika – widok prototypowego sprzęgła



Rys.6. Widok stanowiska pomiarowego sprzęgła

6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Realizowany projekt jest pracą badawczą, naukowo-techniczną z dziedziny bezpieczeństwa i obronności. Realizacja poszczególnych zadań projektu bazowała na najnowszych technologiach, obejmujących m.in. maszyny elektryczne, urządzenia i aparaty elektroniczne, na wykorzystaniu nowoczesnych narzędzi obliczeniowych, programowych, metrologii i informatyki oraz z wykorzystaniem nowoczesnych czujników i przetworników pomiarowych.

Najogólniej z pracy można wysnuć następujące wnioski:

- a) Opracowywany System Automatu Załadowania w zakresie sterowania poszczególnymi sekwencjami elementów wykonawczych działa poprawnie i może zostać wykorzystany w przyszłych rozwiązaniach w ramach wdrożenia.
- b) Zaprojektowany i wykonany model czołgowego zespołu prądotwórczego (APU) spełnia stawiane wymagania i może znaleźć zastosowanie w czołgu i pojazdach pochodnych. Wszystkie badania funkcjonalne modelu APU zakończyły się wynikiem pozytywnym. Warto tu zaznaczyć, że w czołgach produkcji polskiej obecnie eksploatowanych w Wojsku Polskim nie ma dodatkowego zespołu prądotwórczego i dlatego też powinien być wdrożony do produkcji i stosowania w czołgach i wozach bojowych różnego typu.
- c) Nowa tablica kierowcy spełnia wszystkie założone funkcje i po wprowadzeniu drobnych poprawek powinna zostać wdrożona do produkcji i stosowana w nowoczesnych czołgach.
- d) System chwilowego odłączania wentylatora głównego ze względu na swoje zalety:
 - ✓ zwiększone przyspieszenie w czasie jazdy,
 - ✓ skrócony okres podgrzewania oraz uproszczona procedura rozruchu silnika czołgu zimą,

oraz ze względu na brak takiego rozwiązania w obecnie produkowanych wozach bojowych, powinien zostać wdrożony do produkcji.

Większość urządzeń opracowanych w ramach projektu funkcjonuje prawidłowo i spełnia założenia oraz wytyczne projektowe. W związku z tym celowym byłoby, po wprowadzeniu zaleceń z badań i po wykonaniu nieznacznych modyfikacji, wdrożyć je do produkcji seryjnej i stosowania w wozach bojowych różnego typu.

7. LITERATURA

- [1] Wniosek o dofinansowanie projektu rozwojowego pt.: „Nowa generacja urządzeń pokładowych, zwiększających przeżywalność wojskowych pojazdów lądowych”. BOBRME KOMEL, Katowice, grudzień 2007.
- [2] Glinka T., Gawron S., Chodkiewicz K., Mantorski Z., Wengrzyk W., Skubis T., Gąsiorek D., Kasperczyk B.: „Sprawozdanie merytoryczne z wykonania projektu badawczego-rozwojowego nr O R00 0042 05, pt.: Nowa generacja urządzeń pokładowych, zwiększających przeżywalność wojskowych pojazdów lądowych”. Niepublikowane opracowanie nr CG4-050056, Katowice, grudzień 2010.
- [3] <http://www.komel.katowice.pl>, październik 2012.
- [4] <http://www.bumar.gliwice.pl>, październik 2012.
- [5] <http://www.wasko.pl>, październik 2012.
- [6] <http://www.polsl.pl>, październik 2012.

A NEW GENERATION OF ON-BOARD DEVICES, INCREASING THE SURVIVABILITY OF MILITARY LAND VEHICLES

Abstract. The survival of land vehicles on the battlefield can be increased either by enhancing the armour plates, using new materials and technologies, improving its dynamics, increasing the reliability and ergonomics, increase the ease of use by the crew, as well as indirectly by lessening the vehicle detection (reduction of electromagnetic radiation, heat emissions and noise) which is the aim of the project. The article presents the results of a development project, in which the aim was to obtain increased survival of land vehicles on the battlefield. The project was implemented in the Consortium: Research and Development Center of Electric Machines "KOMEL" and Mechanical Works „BUMAR ŁABĘDY” S.A., „WASKO” S.A. and the Silesian University of Technology.

Keywords: on-board equipment of armored vehicles, the survival of land vehicles, protection and survival on the battlefield, a tank, EMC (electromagnetic compatibility), brushless motor, electric motor, noise emission, heat emissions.

W artykule wykorzystano wyniki pracy finansowanej ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt rozwojowy nr O R00 0042 05.