

Piotr **WOCKA**
Łukasz **BURY**

SYMULATOR JAZDY CZOŁGIEM LEOPARD 2A4 CZĘŚĆ 1. KABINA KIEROWCY

Streszczenie. W artykule omówiono dotychczasowe rozwiązania wykorzystywane w procesie szkolenia załogi czołgu Leopard 2A4. Przedstawiono koncepcję budowy symulatora jazdy (wg projektu OBRUM sp. z o.o.) przeznaczonego do szkolenia kierowcy czołgu Leopard 2A4. Szerzej omówiono wybrane węzły konstrukcyjne kabiny symulatora i zastosowane technologie projektowania, z wymaganym utrzymaniem odwzorowania i zachowaniem wszystkich funkcjonalności obiektu rzeczywistego.

Słowa kluczowe: czołg, szkolenie kierowcy, nauka jazdy, symulator, czołg Leopard 2A4.

1. WSTĘP

Istotnym elementem eksploatacji nowoczesnego sprzętu wojskowego jest wszechstronne i odpowiednie wyszkolenie żołnierzy – użytkowników, pozwalające na realizację działań bojowych w zróżnicowanym terenie, różnych warunkach klimatycznych i pogodowych. Do tych celów wykorzystywane są narzędzia szkolenia, optymalizujące relacje osiąganego rezultatu do poniesionych nakładów. Takimi narzędziami są urządzenia szkolno-treningowe typu symulator; wykorzystują one nowoczesne technologie z dziedzin symulacji ruchu (platformy ruchowe), przetwarzania danych, projekcji obrazu oraz specjalistycznych imitatorów urządzeń rzeczywistych (wyposażenia sprzętu).

W Siłach Zbrojnych RP, podobnie jak w każdej innej armii, poza nowoczesnym sprzętem wojskowym niezwykle istotne jest również wszechstronne i odpowiednie wyszkolenie żołnierzy – użytkowników sprzętu, pozwalające na realizację działań bojowych w zróżnicowanym terenie, różnych warunkach klimatycznych i pogodowych. Jedną z najdroższych form szkolenia jest szkolenie na rzeczywistym sprzęcie bojowym. Kontakt ze sprzętem nie może być całkowicie wyeliminowany z procesu szkolenia i zazwyczaj następuje w ostatnim etapie szkolenia. Działanie to zdecydowanie obniża koszty i praktycznie eliminuje możliwość uszkodzenia sprzętu przez niewyszkolone załogi. O procentowym udziale zajęć na sprzęcie rzeczywistym w całym cyklu szkoleniowym, w tym dla załóg czołgów, decydują dydaktycy – profesjonaliści opracowujący programy szkoleń.

Wprowadzenie w 2002 roku do służby w polskiej armii niemieckich czołgów Leopard 2A4 wpłynęło na konieczność rozbudowy istniejącej bazy szkoleniowej. Zakupione od strony niemieckiej wraz z czołgami urządzenia treningowe – trenażery i symulatory opierają się na rozwiązaniach technologicznych sięgających lat 80. XX wieku – konieczna jest więc modernizacja dla dostosowania funkcjonalności do współczesnych metod szkoleniowych.

Urządzeniem o stosunkowo wąskim zakresie szkolenia jest trenażer szkolenia kierowców czołgu Leopard 2A4 typu „STEND”. Jest to stacjonarne urządzenie pozwalające jedynie na naukę rozmieszczenia, ukończenia przedziału kierowcy czołgu, w tym funkcjonalności elementów obsługowych i wyposażenia. Trenażer nie pozwala na prowadzenie nauki jazdy czołgiem, a jego konstrukcja i zastosowane rozwiązania nie pozwalają na rozszerzenie jego funkcjonalności.

2. URZĄDZENIA SZKOLENIOWE CZOŁGU LEOPARD 2A4

Szkolenie załóg czołgu Leopard 2A4 w niemieckiej armii odbywało się na opracowanych przez firmy niemieckie urządzeniach, tj.:

- trener wieży czołgu Leopard 2A4 typu „AAT”;
- trener szkolenia kierowców czołgu Leopard 2A4 typu stend „CDT”;
- symulator szkolenia ogniowego załogi czołgu Leopard 2A4 typu „ASPT”;
- symulator szkolenia taktycznego plutonu czołgów Leopard 2A4 typu „AGPT”;
- symulatory pojedynku AGDUS.

Wraz z pozyskaniem przez Siły Zbrojne RP czołgów Leopard 2A4 zakupione zostały również wymienione powyżej urządzenia: symulatory i trenery. Podobnie jak w przypadku prowadzonego przez Siły Zbrojne RP programu modernizacji i polonizacji czołgów Leopard, prowadzony jest równolegle program modernizacji, polonizacji i rozwoju urządzeń szkolno-treningowych.

3. URZĄDZENIE SZKOLNO-TRENINGOWE STANOWISKA KIEROWCY

Dotychczasowe szkolenie kierowcy, prowadzone w ramach programu szkoleń załogi czołgu Leopard 2A4, realizowane było przy wykorzystaniu:

- stacjonarnego trenera typu stend „CDT” – zaznajomienie się z budową i wyposażeniem stanowiska kierowcy;
- kontenerowego symulatora „AGPT” – nauka koordynacji pracy kierowcy z załogą czołgu.

Zarówno stanowisko „CDT”, jak i symulator „AGPT” w ograniczonym stopniu zapewniały możliwości szkolenia i nauki kierowców czołgów Leopard 2A4. Trener „CDT” pozwala jedynie na zaznajomienie się kierowcy z konfiguracją i wyposażeniem stanowiska kierowcy. Symulator „AGPT” ma za zadanie szkolenie koordynacji załogi, a funkcjonalność i wyposażenie kierowcy w tym symulatorze są bardzo ograniczone. Żadne z dotychczas istniejących urządzeń nie pozwalało na prowadzenie nauki jazdy czołgiem Leopard.

Podjęta została zatem decyzja o opracowaniu nowego urządzenia – symulatora w ramach programu modernizacji i rozwoju urządzeń szkolno-treningowych.

4. SYMULATOR JAZDY CZOŁGIEM LEOPARD 2A4 (SJCL)

Opracowany w układzie modułowym, stacjonarny symulator stanowiska kierowcy (rys. 1), wg koncepcji OBRUM sp. z o.o., to całkowicie nowe urządzenie szkolno-treningowe zapewniające realizację szerokiego zakresu szkolenia i nauki jazdy czołgiem Leopard 2A4.

Do głównych elementów symulatora należą:

- moduł kabiny z zabudowanym przedziałem kierowcy;
- wyposażenie stanowiska kierowcy;
- moduł systemu wizyjnego umożliwiający wirtualne zobrazowanie terenu;

- platforma ruchu o 6 stopniach swobody umożliwiająca symulowanie ruchów podwozia czołgu podczas jazdy;
- moduł stanowiska instruktora umożliwiającego kontrolę i weryfikację przebiegu szkolenia.



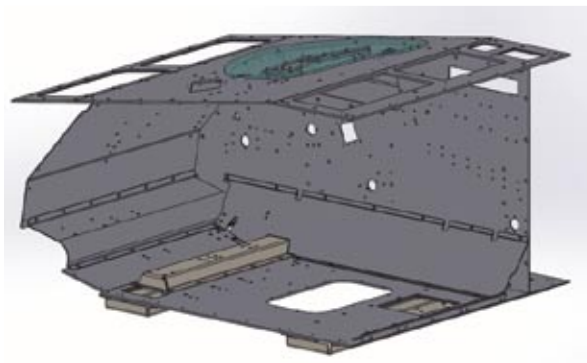
**Rys. 1. Symulator jazdy czołgiem Leopard 2A4 – SJCL
(fot. OBRUM sp. z o.o.)**

Koncepcję i wizualizację budowy symulatora wykonano przy użyciu modelowania 3D, z wykorzystaniem oprogramowania Solid Works 2017. Z uwagi na brak dostępu do dokumentacji technicznej/konstrukcyjnej czołgu Leopard 2A4 elementy wyposażenia stanowiska kierowcy modelowane były z wykorzystaniem elementów metody inżynierii odwrotnej, tj. od obiektu rzeczywistego do modelu 3D. Za obiekt rzeczywisty przyjęto dane z przeprowadzonych przez projektantów/konstruktorów prac inwentaryzacyjnych na obiekcie rzeczywistym, tj. czołgu Leopard 2A4 oraz udostępnionym przez Ośrodek Szkolenia Leopard (OSL) w Świętoszowie stacjonarnym trenażerze kierowcy CDT.

4.1. Kabina ze stanowiskiem kierowcy

Stanowisko kierowcy w symulatorze powinno w jak najdokładniejszy sposób odzwierciedlać ergonomię obiektu rzeczywistego i symulować jego funkcjonalność oraz zapewnić obsługę elementów wyposażenia występującego w rzeczywistym czołgu. Zarówno przestrzeń roboczą, jej kształt, a także wyposażenie symulatora SJCL, opracowano zgodnie z wymaganiami użytkownika i procesów szkoleń, które będą realizowane.

W czołgu Leopard 2A4, stanowisko kierowcy znajduje się z prawej strony przedniej części podwozia. Z lewej strony przestrzeń kierowcy ogranicza magazyn amunicji oraz pulpit z przyrządami kontrolnymi. Z pozostałych stron, tj. prawej, przedniej, górnej i dolnej, przestrzeń tą ograniczają płyty kadłuba podwozia. Przestrzeń wewnętrzną symulatora stanowiska kierowcy wyznaczają główne ściany, których kształt i wzajemne rozmieszczenie odwzorowują przestrzeń kierowcy w podwoziu czołgu. Zaprojektowany szkielet kabiny pokazuje rys. 2.

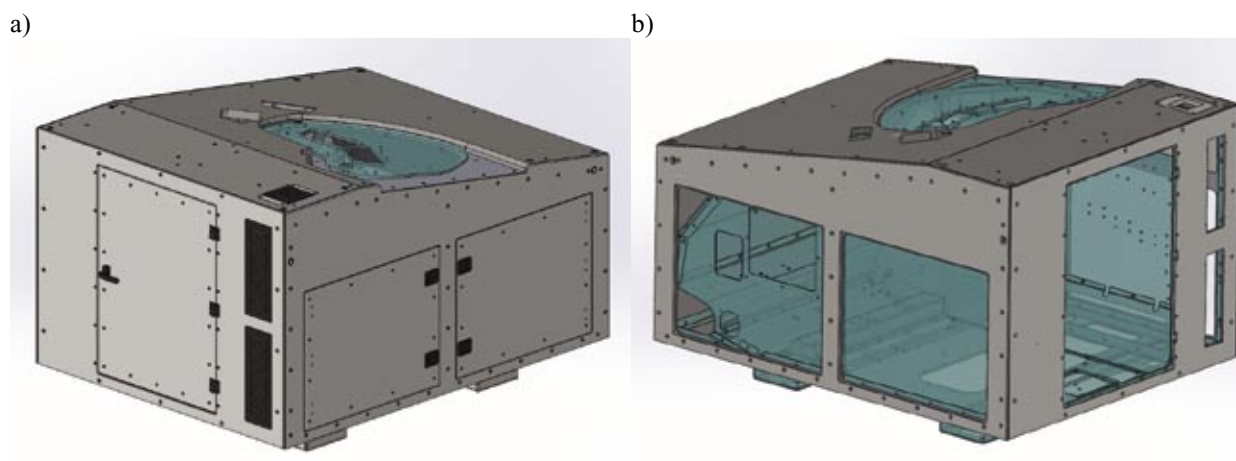


Rys. 2. Model 3D kształtu przestrzeni przedziału kierowcy

W symulatorze SJCL opracowano moduł kabiny zawierający stanowisko kierowcy oraz jego wyposażenie. Moduł kabiny zapewnia również możliwość montażu wyposażenia i osprzętu niezbędnego do działania kompletnego symulatora, lecz nie będącego elementami szkolenia i wyposażenia samego stanowiska kierowcy. Ze względu na konieczność zapewnienia montażu modułu kabiny na platformie ruchu generującej przyspieszenia, opóźnienia, wstrząsy i wibracje, odwzorowujące ruch i pracę czołgu, konstrukcja samej kabiny musi charakteryzować się odpowiednią wytrzymałością i sztywnością, przy zachowaniu odpowiedniej funkcjonalności.

Kabina oparta jest na samonośnej konstrukcji skorupowej wykorzystującej proste arkusze, elementy gięte oraz standaryzowane profile konstrukcyjne wykonane ze stali konstrukcyjnej i aluminium. W celu zapewnienia dokładności dopasowania i montażu do łączenia poszczególnych elementów zastosowano połączenia śrubowe. Elementy spawane, zgrzewane, klejone, nitowane w konstrukcji kabiny SJCL nie występują. Pozwoliło to na zapewnienie całkowicie modułowej budowy, umożliwiającej łatwą wymianę elementów, modernizację, naprawy oraz możliwości zmian konfiguracji symulatora. Dodatkowo poprzez brak stosowania elementów spawanych nie występują wstępne naprężenia i odkształcenia elementów konstrukcyjnych, a wykonanie elementów jest łatwiejsze i tańsze.

Modele 3D kabiny kierowcy pokazano na rys. 3. Kabina składa się z modułu zewnętrznego (rys. 3a) zapewniającego estetyczny wygląd symulatora oraz umieszczonego w niej modułu wewnętrznego określającego przestrzeń stanowiska kierowcy (rys. 3b). Konstrukcje obydwu modułów wykorzystują wspólne elementy konstrukcyjne co pozwoliło na ograniczenie masy kabiny. Boczne luki rewizyjne zapewniają dostęp do osprzętu kabiny symulatora, znajdującego się w przestrzeni między modułem wewnętrznym i zewnętrznym. Poza włazami – odchylanym włazem górnym i opuszczanym włazem w dnie, które ustawione są identycznie jak w czołgu Leopard 2A4, w tylnej ścianie kabiny symulatora SJCL znajdują się główne drzwi wejściowe oraz luki rewizyjne na ścianach.



Rys. 3. Modele 3D kabiny symulatora SJCL
a) moduł zewnętrzny, b) moduł wewnętrzny

Kabina symulatora jazdy czołgu Leopard 2A4 może być wykorzystywana zarówno jako element kompletnego symulatora SJCL, jak i pojedynczy moduł szkoleniowy, pozwalający zapoznać się z budową i wyposażeniem stanowiska kierowcy.

4.2. Wyposażenie stanowiska kierowcy

Kompletacja imitatorów wyposażenia stanowiska kierowcy symulatora SJCL opracowana została analogicznie jak w czołgu Leopard 2A4. Zarówno rozmieszczenie, jak i funkcjonalności poszczególnych elementów wyposażenia odpowiadają elementom rzeczywistym w celu zapewnienia jak najdokładniejszego przebiegu procesu szkolenia kierowcy.

Rysunek 4 pokazuje odwzorowanie przedziału kierowcy czołgu Leopard 2A4 w trenerze stacjonarnym.



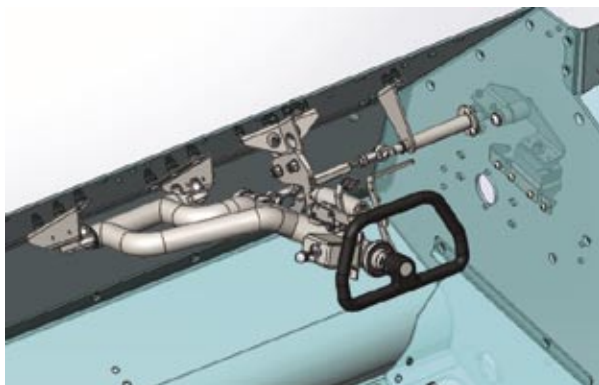
Rys. 4. Trener szkolenia kierowców czołgu Leopard 2A4 typu stend „CDT” [8]

W wyposażeniu stanowiska kierowcy można wyszczególnić opisane poniżej najważniejsze elementy elektromechaniczne zaprojektowane w symulatorze SJCL.

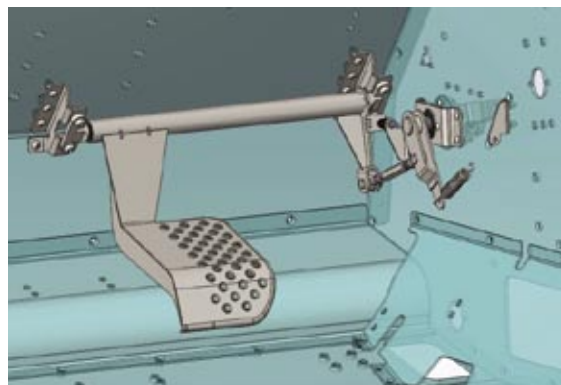
4.2.1. Układ kierowania

Czołg Leopard 2A4 kierowany jest za pomocą wolantu sterującego mechanizmem skrętu skrzyni przekładniowej zespołu Power-pack. Kierowanie czołgiem może być realizowane poprzez obserwację otoczenia przez kierowcę bezpośrednio poprzez otwarty właz lub przy zamkniętym włazie poprzez obserwację otoczenia przez peryskopy. W zależności od sposobu obserwacji zmienia się również położenie kierowcy, co wymusza konieczność dostosowania ustawienia zespołu kierowania. Zespół kierowania montowany jest do przedniej płyty kadłuba podwozia czołgu i umożliwia obrót osi wolantu w zakresie od -90° do $+90^\circ$, ustawienie wysunięcia osi wolantu w 3 blokowanych pozycjach oraz ustawienie kąta pochylenia całego zespołu kierowania w zakresie 18° .

Na potrzeby symulatora SJCL opracowany został imitator układu kierowania (rys. 5) funkcjonalnie odpowiadający układowi rzeczywistemu w czołgu Leopard 2A4. Na potrzeby symulacji jazdy zespół kierowania został wyposażony w enkoder odczytujący obrót osi wolantu, mechanizm zapewniający samoczynny powrót obrotu osi wolantu do pozycji środkowej oraz w mechanizm blokujący samoczynny powrót osi obrotu wolantu do pozycji środkowej. Zespół wolantu jest również wyposażony w manetkę sterującą symulację zmiany świateł i kierunkowskazów.



Rys. 5. Imitator układu sterowania



Rys. 6. Imitator układu hamowania

4.2.2. Pedał hamowania

Hamowanie czołgiem Leopard 2A4 realizowane jest poprzez nożny pedał, który za pomocą dźwigni pośrednich i cięgna elastycznego steruje hamulcami znajdującymi się w zespole power-pack. Pedał hamowania mocowany jest za pomocą wsporników do przedniej płyty kadłuba podwozia czołgu. Dla symulatora SJCL opracowany został układ imitatorów (rys. 6) z pedałem hamowania i dźwigniami pośrednimi – analogicznie jak w czołgu Leopard 2A4. Na potrzeby symulacji jazdy układ hamowania został wyposażony w enkoder odczytujący poziom nacisku stopy kierowcy na pedał hamowania i włącznik świateł STOP.

4.2.3. Pedał przyspieszenia

Sterowanie obrotami silnika w czołgu Leopard 2A4 jest realizowane za pomocą nożnego pedału przyspieszenia, który za pośrednictwem elastycznego cięgna połączony jest z układem sterowania silnika napędowego. Ze względu na konieczność dostosowania pozycji kierowcy do jazdy z otwartym lub zamkniętym włazem, podobnie jak w przypadku układu kierowania, również układ dwuczęściowego pedału przyspieszenia umożliwia dopasowanie

odpowiedniego ustawienia, dogodnego dla kierowcy. Symulator SJCL został wyposażony w imitator dwuczęściowego pedału przyspieszenia (rys. 7) połączonego z enkoderem odczytującym jego położenie. Funkcjonalnie układ pedału przyspieszenia symulatora SJCL odpowiada układowi rzeczywistemu czołgu Leopard 2A4.

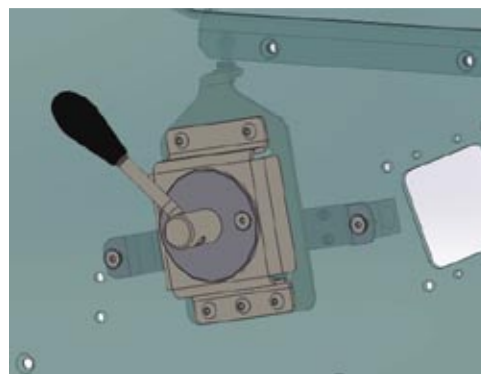
4.2.4. Dźwignia hamulca postojowego

Hamulec postojowy uruchamiany i zwalniany jest za pomocą dźwigni umieszczonej na prawej ścianie stanowiska kierowcy, która za pośrednictwem cięgna elastycznego połączona jest z układem sterującym skrzyni przekładniowej zespołu power-pack.

W symulatorze SJCL opracowano imitator dźwigni sterującej (rys. 8) wraz z mechanizmem ustalającym jej położenie. Imitator symuluje zablokowany lub odblokowany hamulec postojowy. Uzyskano funkcjonalność analogiczną jak w czołgu.



Rys. 7. Imitator pedału przyspieszenia



Rys. 8. Imitator dźwigni hamulca postojowego

4.2.5. Wybierak biegów

Czołg Leopard 2A4 wyposażony jest w automatyczną skrzynię przekładniową RENK. Sterowanie pracą skrzyni przekładniowej jest realizowane przez kierowcę za pomocą wybieraka biegów umieszczonego na prawej ścianie jego stanowiska. Wybierak biegów steruje pracą skrzyni przekładniowej poprzez sygnały elektryczne.

Górna dźwignia wybieraka steruje zmianą biegów skrzyni przekładniowej w następujący sposób:

- A – tryb automatyczny dla biegów od 1 do 4;
- 3 – tryb automatyczny dla biegów od 1 do 3;
- 2 – tryb automatyczny dla biegów od 1 do 2;
- 1 – jazda tylko na biegu 1.

Tyłna dźwignia wybieraka steruje trybem jazdy w następujący sposób:

- V – jazda do przodu;
- N – położenie neutralne;
- R – jazda do tyłu;
- W – skręt w miejscu.

Przełączenie tylnej dźwigni pomiędzy trybami jazdy V, N i R jest możliwe jedynie po zwolnieniu blokady sterowanej dodatkowym przyciskiem „E” znajdującym się obok tylnej

dźwigni. Dla symulatora SJCL opracowana została replika – imitator wybieraka biegów z funkcjonalnością jak w obiekcie rzeczywistym.

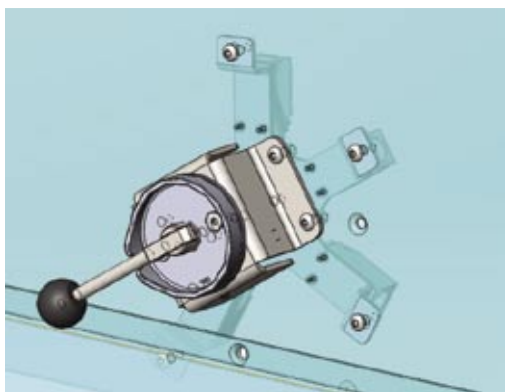
4.2.6. Dźwignia awaryjnego przełączania biegów

W sytuacji awarii wybieraka biegów skrzyni przekładniowej istnieje możliwość mechanicznego sterowania trybem jazdy czołgu Leopard 2A4. Na prawej ścianie stanowiska kierowcy umieszczona jest dźwignia awaryjnego przełączania biegów (rys. 9) połączona za pomocą elastycznego cięgna sterującego ze skrzynią przekładniową.

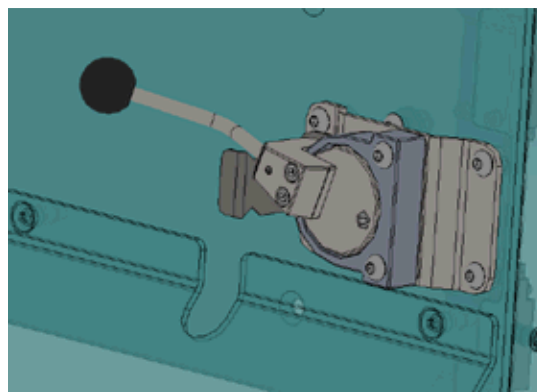
Dla normalnych warunków i prawidłowej pracy wybieraka biegów dźwignia awaryjnego przełączania biegów jest zablokowana i zaplombowana w pozycji środkowej. Po zerwaniu plomby dźwignię można ustalić w trzech możliwych położeniach:

- tryb jazdy do tyłu;
- tryb jazdy do przodu;
- tryb holowania.

W symulatorze SJCL opracowano dźwignię awaryjnego przełączania biegów (rys. 9) z zachowaniem funkcjonalności jak w czołgu Leopard 2A4. Pozycje dla poszczególnych trybów jazdy ustalane są mechanicznie. Na potrzeby symulacji bieżąca pozycja dźwigni jest odczytywana za pomocą wyłączników krańcowych.



Rys. 9. Dźwignia awaryjnego przełączania biegów



Rys. 10. Imitator dźwigni hydraulicznego układu uszczelniającego

4.2.7. Dźwignia i manometr hydraulicznego układu uszczelniającego

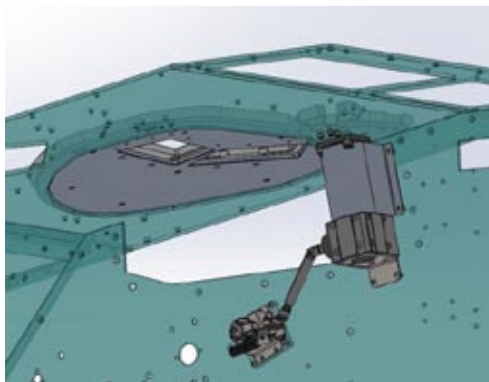
Czołg Leopard 2A4 został wyposażony w układ zapewniający szczelność kadłuba podczas pokonywania głębokich przeszkód wodnych. Elementy tego układu sterowane są za pomocą centralnego układu hydraulicznego (CUH). Uruchomienie tego układu jest realizowane za pomocą dźwigni znajdującej się na prawej ścianie czołgu, za stanowiskiem kierowcy. Dla zapewnienia kontroli pracy układu CUH i bezpieczeństwa załogi podczas pokonywania głębokiej przeszkody wodnej na stanowisku kierowcy, w prawym górnym narożniku, umieszczony jest manometr układu CUH wskazujący ciśnienie hydrauliczne w układzie.

W symulatorze SJCL imitator dźwigni uruchamiania CUH (rys. 10) umieszczono analogicznie jak w czołgu Leopard 2A4 na prawej ścianie stanowiska kierowcy, jednak w mniejszej odległości. Funkcjonalność dźwigni została zachowana. Imitator manometru układu CUH opracowany został przy wykorzystaniu wskaźnika diodowego. Funkcjonalność i położenie opracowano analogicznie jak w rzeczywistym obiekcie.

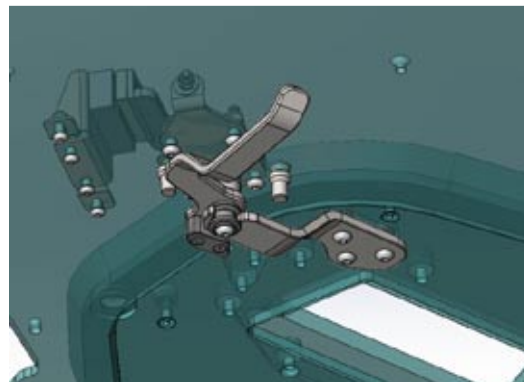
4.2.8. Górny właz odchylany z blokadą w pozycji zamkniętej, blokadą w pozycji otwartej i rolką podporową

Czołgi Leopard 2A4 wyposażone są we właz kierowcy odchylany na bok. Otwieranie i zamykanie włazu przez kierowcę realizowane jest ręcznie za pomocą obrotowej dźwigni, zespołu przekładni stożkowych i wałów przegubowych. Pozycja zamknięta lub otwarta włazu jest ustalana za pomocą blokad. Ze względu na ruch wieży w zakresie 360° zwolnienie blokady zamkniętego włazu jest możliwe tylko przy jednoczesnym zablokowaniu obrotu wieży w dwóch określonych pozycjach. Dodatkowo dla zapewnienia bezpieczeństwa kierowcy rękojeść obrotowa wyposażona jest w samoczynną blokadę uniemożliwiającą swobodny ruch włazu w przypadku niezablokowania w pozycji skrajnej otwartej lub zamkniętej. Ze względu na dużą masę włazu i wyposażenia znajdującego się na włazie zainstalowana jest rolka podporowa utrzymująca właz w odpowiednim położeniu. Dla zapewnienia szczelności, właz w pozycji zamkniętej jest dociskany do górnej powierzchni płyty kadłuba. Podczas otwierania włazu mechanizm w pierwszej kolejności zapewnia podniesienie włazu wzdłuż osi obrotu, następnie – jego odchylanie poprzez obrót. Podczas zamykania włazu najpierw następuje jego obrót i w końcowym etapie pracy układu następuje opuszczenie i doszczelnienie włazu.

Dla symulatora SJCL opracowany został układ odchylanego włazu (rys. 11) o funkcjonalności analogicznej jak w czołgu z wykorzystaniem przekładni stożkowych i wałów przegubowych. Całkowite przełożenie układu mechanizmu otwierania włazu wynosi 1:5, jak w czołgu Leopard 2A4. Ze względu na mniejszą masę komponentów, włazu i jego wyposażenia możliwe było zastosowanie lżejszych, handlowych elementów przeniesienia napędu. Brak wymogu zapewnienia szczelności powoduje, że nie jest realizowany ruch włazu wzdłuż osi obrotu.



Rys. 11. Właz kierowcy z mechanizmem obrotu

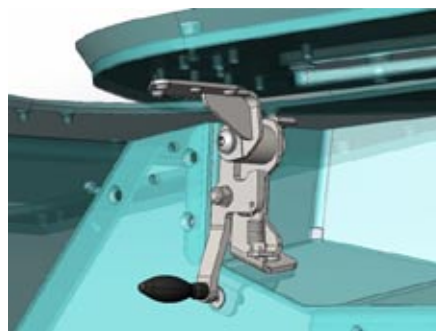


Rys. 12. Imitator blokady włazu kierowcy w pozycji zamkniętej

Blokada pozycji otwartej (rys. 14), samoczynna blokada obrotu i rolka podporowa zostały opracowane analogicznie jak obiekty rzeczywiste. Blokada pozycji zamkniętej (rys. 13) wyposażona jest w zamek elektromagnetyczny symulujący brak możliwości zablokowania obrotu wieży.



Rys. 13. Blokady władu kierowcy w pozycji zamkniętej



Rys. 14. Blokady władu w pozycji otwartej

4.2.9. Siedzisko i składany zagłówek

Konstrukcja siedziska w czołgu Leopard 2A4 zapewnia możliwość ustawienia jego pozycji w zależności od sposobu obserwacji otoczenia przez kierowcę, która może odbywać się przez peryskopy lub bezpośrednio przez otwarty właz. Dodatkowo siedzisko ma możliwość płynnej regulacji położenia siedziska i oparcia, a także szybkiego demontażu samego oparcia w celu łatwiejszego przemieszczania załogi między stanowiskami. Stanowisko kierowcy jest też wyposażone w składany zagłówek mocowany do górnej płyty kadłuba w przedziale kierowcy. Dla symulatora SJCL zastosowano kompletne, oryginalne siedzisko z czołgu Leopard 2A4. Zastosowana konstrukcja składanego zagłówka w symulatorze SJCL odpowiada funkcjonalnie konstrukcji z czołgu Leopard 2A4.

4.2.10. Podnóżek z włącznikiem wycieraczki i spryskiwaczy peryskopu

Poza układem pedałów przyspieszania i hamowania stanowisko kierowcy w czołgu Leopard 2A4 wyposażone jest w dodatkowy podnóżek dla lewej stopy kierowcy. W górnej części podnóżka zainstalowany jest zintegrowany, nożny włącznik sterujący pracą wycieraczek i spryskiwaczy peryskopów kierowcy.

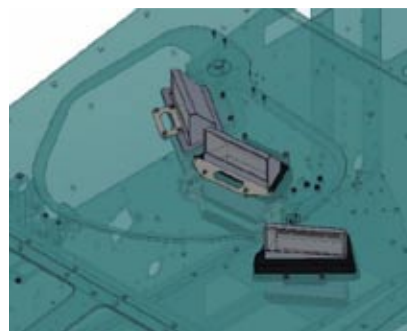
Dla symulatora SJCL opracowana konstrukcja podnóżka odpowiada funkcjonalnie obiektowi w czołgu Leopard 2A4. Przełącznik wycieraczki i spryskiwaczy jest repliką oryginalnego przełącznika przy zachowaniu funkcjonalności.

4.2.11. Właz awaryjny w dnie

W dnie kadłuba czołgu, bezpośrednio w przedziale kierowcy, pod siedziskiem znajduje się właz awaryjny. W przypadku zagrożenia życia kierowcy lub gdy pozostałe drogi ucieczki są zablokowane następuje otwarcie władu i opuszczenie go pod dno kadłuba czołgu. Mechanizm blokujący właz awaryjny w dnie czołgu Leopard 2A4 składa z dźwigni połączonej z ryglami zamykającymi za pomocą sworzni oraz zapadki dociskanej za pomocą sprężyny do dźwigni, uniemożliwiają samoczynne odryglowanie władu awaryjnego podczas jazdy czołgiem. W celu zapewnienia odpowiedniego doszczelnienia właz wyposażony jest w śrubę dwustronną (rzymską) regulującą docisk rygli. W symulatorze SJCL opracowana konstrukcja władu awaryjnego odpowiada funkcjonalnie obiektowi w czołgu Leopard 2A4. Na potrzeby szkolenia przyszłych kierowców symulacja otwarcia władu została ograniczona wyłącznie do zwolnienia blokady dźwigni, odryglowania władu za pomocą dźwigni i opuszczeniu płyty władu na niewielką wysokość (pod dnem kabiny znajdują się uchwyty podtrzymujące zwolniony właz). Otwarcie władu sygnalizowane jest na stanowisku instruktora odpowiednim sygnałem z wyłącznika krańcowego znajdującego się pod dolną płytą przy władzie.



Rys. 15. Właz awaryjny w dnie symulatora



Rys. 16. Peryskopy przedziału kierowcy symulatora SJCL

4.2.12. Peryskopy i noktowizor kierowcy z osprzętem

Przedział kierowcy w czołgu Leopard 2A4 wyposażony jest w trzy peryskopy (rys. 16), przez które prowadzona jest obserwacja podczas jazdy przy zamkniętym włązie kierowcy. Dwa peryskopy mocowane są do włązu kierowcy; przy otwartym włązie chowają się do wnęki wewnątrz kadłuba z prawej strony. Peryskop po lewej stronie stanowiska kierowcy mocowany jest do górnej płyty pancerza kadłuba czołgu. Każdy peryskop w razie konieczności może zostać zdemontowany i zamieniony (lub wymieniony) ze względu na mocowanie w uchwytych szybkiego montażu obsługiwanych w razie konieczności przez kierowcę.

Czołg Leopard 2A4 wyposażony jest w kamerę obserwacji w podczerwieni (noktowizor). Noktowizor w razie konieczności montowany jest w miejscu środkowego peryskopu. Ze względu na budowę noktowizora (mniejszy gabaryt zewnętrzny w porównaniu z peryskopem) do montażu wymagany jest specjalny adapter. Montaż do włązu kierowcy adaptera z zapiętym noktowizorem odbywa się za pomocą uchwytu szybkiego montażu.

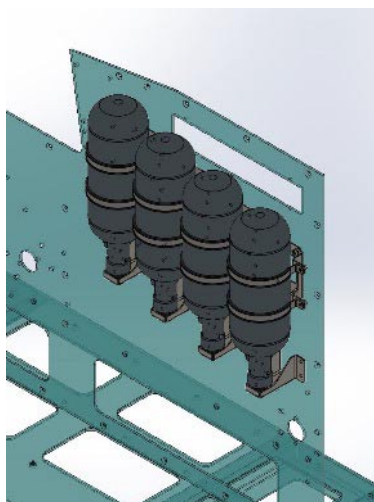
Dla symulatora SJCL opracowana konstrukcja peryskopów i noktowizora odpowiada w pewnym zakresie (wymagania stawiane przez zamawiającego) funkcjonalnie peryskopom i noktowizorowi znajdującemu się na wyposażeniu czołgu Leopard. Obserwację otoczenia znajdującego się przed kierowcą umożliwia każdy peryskop oraz noktowizor. Symulator SJCL umożliwia demontaż środkowego peryskopu w celu montażu noktowizora. Środkowy peryskop został wyposażony w uchwyt szybkiego montażu. Peryskop, znajdujący się po prawej stronie we włązie oraz po lewej stronie na płycie górnej, jest zamontowany na stałe. W symulatorze SJCL odzwierciedlone zostało również miejsce przechowywania noktowizora (skrzynka pod tablicą kierowcy) oraz adaptera noktowizora (koszyk na peryskop przed skrzynką noktowizora). Dodatkowo peryskopy zostały wyposażone w gumowe osłony chroniące kierowcę podczas jazdy przed uderzeniami o peryskopy, natomiast noktowizor posiada gumowy okular.

4.2.13. Butle układu przeciwpożarowego

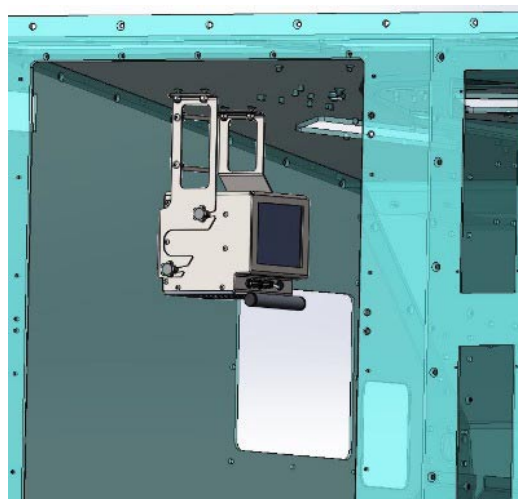
Czołg Leopard 2A4 wyposażony jest w system przeciwpożarowy. Cztery butle (rys. 17) z ładunkami gaśniczymi zawieszane są na prawej burcie wozu w przedziale kierowcy. W przypadku wystąpienia pożaru w zależności od przedziału, w którym został wykryty, system przeciwpożarowy zostaje aktywowany. Po opróżnieniu ładunku w butli na dole zostaje wybity trzpień sygnalizujący brak czynnika gaśniczego. Przed rozpoczęciem jazdy czołgiem do czynności obsługowych kierowcy należy sprawdzenie systemu pożarowego pod względem napełnienia butli środkiem gaśniczym. Sprawdzenie polega na dotknięciu palcem denka butli i sprawdzenie stanu wysunięcia trzpienia sygnalizującego.

Trzpień posiada dwa stany. W razie stwierdzenia braku ładunku gaśniczego w butli następuje jej wymiana.

Na potrzeby symulatora SJCL opracowana konstrukcja systemu przeciwpożarowego odpowiada funkcjonalnie obiektowi w czołgu Leopard 2A4. Wewnątrz każdej butli znajduje się bezpiecznik z trzpieniem wybijanym, sterowanym ze stanowiska instruktora. W ten sposób symulowana jest aktywacja układu ppoż. i opróżnienie butli z ładunku gaśniczego. W symulatorze zrezygnowano z czynności obsługowych polegających na wymianie butli, ponieważ nie było to wymagane.



Rys. 17. Butle systemu przeciwpożarowego



Rys. 18 Monitor kamery wstecznej

4.2.14. Monitor kamery wstecznej

Czołg Leopard 2A4 nie jest wyposażony w monitor kamery wstecznej oraz kamerę wsteczną. Kamera wsteczna i monitor montowane są w nowszych wersjach czołgu Leopard. Kamera umożliwia kierowcy łatwiejsze manewrowanie pojazdem podczas jazdy na wstecznym biegu, gdyż obraz wyświetlany jest bezpośrednio na monitorze znajdującym się tuż przy siedzisku kierowcy. Ze względu na modernizację czołgów Leopard znajdujących się na wyposażeniu Wojska Polskiego zostały one doposażone o kamerę wsteczną wraz z monitorem.

W symulatorze SJCL opracowana konstrukcja monitora kamery (rys. 18) wstecznej odpowiada wymaganiom stawianym przez zmatawiającego. Obraz wyświetlany na monitorze pokazuje otoczenie/przestrzeń znajdującą się za czołgiem. Obraz generowany jest przez oprogramowanie graficzne, stanowiące integralną część symulatora, odpowiedzialne za obraz wyświetlany podczas szkolenia kierowcy.

4.2.15. Osłony i uchwyty wewnętrzne

Stanowisko kierowcy czołgu Leopard 2A4 wyposażone jest w trzy uchwyty znajdujące się na górnej i przedniej płycie kadłuba. Uchwyty pozwalają na zajęcie miejsca na stanowisku, a także są pomocne do ustalenia pozycji siedziska dla jazdy z otwartym włazem i bezpośrednią obserwacją otoczenia oraz dla jazdy z zamkniętym włazem i obserwacją otoczenia przez peryskopy. Siedzisko kierowcy w czołgu Leopard 2A4 umieszczone jest bezpośrednio nad wałkami skrętnymi drugiej osi, których osłonę zawiera również stanowisko kierowcy.

Konstrukcja symulatora SJCL zawiera trzy, rozmieszczone analogicznie jak w czołgu Leopard 2A4, uchwyty montowane na przedniej i górnej ścianie kabiny. Zastosowano również dodatkowy uchwyt ułatwiający zajęcie miejsca w kabinie symulatora, a także jego opuszczanie.

W celu odwzorowania wyglądu i funkcjonalności stanowiska kierowcy projekt symulatora SJCL obejmuje również imitację osłony wałków skrętnych zawieszona umieszczoną pod siedziskiem kierowcy.

Ponadto stanowisko kierowcy symulatora SJCL obejmuje również:

- 4.2.16. Tablicę rozdzielczą kierowcy;**
- 4.2.17. Wskaźnik położenia wieży;**
- 4.2.18. Oświetlenie stanowiska kierowcy;**
- 4.2.19. Pulpit obsługi układu przeciwpożarowego;**
- 4.2.20. Intercom układu łączności wewnętrznej;**
- 4.2.21. Układ wentylacji.**

5. PODSUMOWANIE

Opracowany, wykonany i wdrożony do użytkowania symulator SJCL (rys. 1) jest nowoczesnym urządzeniem pozwalającym na prowadzenie procesu szkoleń obejmujących również naukę jazdy czołgiem Leopard. Główną i najważniejszą cechą tego symulatora jest integracja i współpraca stanowiska kierowcy (wraz z wyposażeniem) z systemami projekcji i zobrazowania terenu, platformą ruchu oraz stanowiskiem instruktora. Szkolony kierowca może zarówno uczyć się obsługi wyposażenia, jak i poznać zdolności trakcyjne czołgu. Również ma możliwość jazdy w warunkach występujących na poligonach, w tym w zróżnicowanym terenie i rozmieszczeniu infrastruktury. SJCL umożliwia opanowanie techniki prowadzenia czołgu i sposobu pokonywania przeszkód terenowych. Symulator jako całość jest złożonym urządzeniem, a jego projektowanie wymagało udziału specjalistów z wielu dyscyplin naukowych – mechaniki, automatyki, elektroniki, informatyki oraz grafiki komputerowej. W artykule skupiono się głównie na zagadnieniach projektowania 3D mechatronicznych elementów symulatora przeznaczonego do nauki jazdy kierowców czołgu Leopard 2A4. Zagadnienia projektowania i opracowania pozostałych podzespołów i systemów symulatora SJCL zostaną przedstawione w kolejnych artykułach.

Symulatory i symulacyjne techniki szkolenia przeznaczone dla różnych obszarów nauki użytkowania sprzętu nie tylko wojskowego – to wymóg dnia dzisiejszego. Komendant OSL – mjr Krzysztof Kacperek stwierdza: *Szerokie wykorzystywanie symulatorów będących na wyposażeniu Ośrodka Szkolenia w Świątoszowie jest podstawą osiągania wysokich wyników w czasie ćwiczeń i sprawdzianów. Symulatory zapewniają zarówno możliwość nauczania, jak i doskonalenia nabytych wcześniej umiejętności. Dzięki ograniczeniu eksploatacji sprzętu bojowego oraz zmniejszeniu zużycia amunicji obniżają się koszty szkolenia. Najważniejszą jednak zaletą szerokiego stosowania symulatorów jest możliwość śledzenia bieżących postępów szkolonych i usuwanie pojawiających się błędów podczas szkolenia.*

6. LITERATURA

- [1] Jackson R.: 101 słynnych czołgów. Oficyna Wydawnicza Alma-Press. Warszawa 2017.
- [2] Ogorkiewicz R.M.: Technology of Tanks. Jane's Information Group. https://archive.org/details/Janes_Technology_of_Tanks_01 [dostęp: 25.01.2019].
- [3] Merhof W., Hackbarth E.M.: Fahrmechanik der Kettenfahrzeuge. 2015.ISBN: 978-3-943207-13-2. <https://athene-forschung.unibw.de/doc/111331/111331.pdf> [dostęp: 25.01.2019].
- [4] Grabania M. Ł.: Symulacyjne metody szkolenia załóg czołgów. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (3) nr 1/1993 (str.5-20). ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, listopad 2013.
- [5] Dąbrowski M.: Kierunki rozwoju symulacji i treningu wojsk. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (33) nr 2/2013 (str.43-50) ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2013.
- [6] Grabania M. Ł., Synowiec M.: Trenażer nauki jazdy KTO ROSOMAK. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (30) nr 2/2012 (str. 127-132). OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2012.
- [7] Kapruziak M., Parczewski S., Nikisz T.: Nowoczesne symulatory KTO_ROSOMAK. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (37) nr 2/2015 (str. 19-26).OBRUM sp. z o.o. Gliwice, czerwiec 2015.
- [8] Ośrodek Szkolenia LEOPARD (OSL). <http://10bkpanc.wp.mil.pl/pl/179.html> [dostęp: 25.01.2019].

LEOPARD 2A4 TANK DRIVING SIMULATOR PART 1. DRIVER'S CAB

Abstract. The article discusses previous solutions used in the process of training Leopard 2A4 tank crews. A concept of the design of a driving simulator (formulated by OBRUM) for training a Leopard 2A4 tank driver is presented. A more in-depth discussion is provided regarding some selected structural units of the simulator cab and applied design technologies, where the required representation and all functionalities of the real object are maintained.

Keywords: tank, driver training, driving course, simulator, Leopard 2A4 tank.