



SYMULATOR 12,7 MM WKM NSW DO SYSTEMU ŚNIEŻNIK *SIMULATOR OF 12.7 MACHINEGUN WKM NSW TO ŚNIEŻNIK SYSTEM*

Jerzy KOWALEWSKI, Wojciech CHROBOT
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia
Military Institute of Armament Technology

DOI 10.5604/01.3001.0010.0278

Streszczenie: W artykule opisano nowy symulator 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW, wykonany na bazie broni bojowej, który służy do oddawania strzałów symulowanych na stanowiskach treningowych współpracujących z systemem szkolno - treningowym broni strzeleckiej „ŚNIEŻNIK”. W pracy przedstawiono podstawowe dane taktyczno-techniczne karabinu wkm NSW oraz założenia dotyczące mechaniki i elektroniki, które były podstawą przystosowania bojowej broni do oddawania strzałów symulowanych i opracowania symulatora. Pokazano wybrane elementy konstrukcji symulatora oraz opisano problemy, zaistniałe podczas prac projektowych oraz sposób ich rozwiązania.

Słowa kluczowe: wielkokalibrowy karabin maszynowy, symulator, system szkolno-treningowy.

1. Wprowadzenie

W opracowanym, dla potrzeb wojska, systemie szkolno-treningowym „ŚNIEŻNIK” do broni strzeleckiej brakowało, w zestawie symulatorów broni, symulatora 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW montowanego na podstawie słupkowej. Z uwagi na duże zainteresowanie użytkowników systemu „ŚNIEŻNIK” tym właśnie rodzajem symulatora broni, celowe było jego opracowanie i przebadanie. Nowy rodzaj symulatora będzie uzupełnieniem oferty dla potencjalnych użytkowników systemu „ŚNIEŻNIK”. System szkolno-treningowy do broni strzeleckiej „ŚNIEŻNIK” opracowany wspólnie przez Wojskowy Instytut

Abstract: The paper describes a new simulator of 12.7 mm wkm NSW large calibre machinegun prepared on the base of service gun to fire simulated shots on the training stands working together with the “ŚNIEŻNIK” training-practicing system for small arms. The main tactical and technical data of the machinegun wkm NSW and mechanical and electrical assumptions which were the basis for adapting the service gun to fire simulated shots and working out the simulator are presented in the paper. Some selected components of simulator design and questions encountered and solutions found at process of designing are shown.

Keywords: large caliber machinegun, simulator, practicing-training system.

1. Introduction

Large calibre 12.7 mm wkm NSW machinegun on pedestal mounting has been still missing in the family of gun simulators for „ŚNIEŻNIK” small arms practicing-training system developed for the army. A great interest of „ŚNIEŻNIK” system users in this specific type of gun simulator has substantiated its development and testing. New type of the simulator completes the offer for potential users of „ŚNIEŻNIK” system. Small arms training-practicing system „ŚNIEŻNIK” was developed jointly by the Military Institute of Armament Technology and Autocomp

Techniczny Uzbrojenia oraz szczecińską firmę Autocomp Management Sp. z o.o., opisany jest między innymi w pracach [1, 2, 3, 4]. Obecnie, w różnych jednostkach wojskowych zainstalowanych jest kilkanaście systemów treningowych „ŚNIEŻNIK”, które są wciąż ulepszane dzięki informacjom od użytkowników o nowych potrzebach szkoleniowych w wojsku. Dotyczą one również uzupełnienia systemu o nowe rodzaje symulatorów broni. Jedną z takich propozycji jest nowy symulator 12,7 mm wkm NSW.

2. Koncepcja symulatora 12.7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW na podstawie słupkowej

W początkowej fazie opracowywania symulatora 12,7 mm wkm NSW powstał projekt jego wykonania, w którym określono założenia konstrukcyjne dotyczące elementów mechaniki oraz podzespołów elektroniki, w oparciu o które bojowa broń powinna być przystosowana do prowadzenia treningowych strzelań symulacyjnych. Założenia wynikają bezpośrednio z instrukcji eksploatacyjnych broni, gdzie opisano czynności obsługowe wykonywane przez strzelca podczas przygotowania karabinu do strzelania. W założeniach wzięto również pod uwagę działanie mechanizmów karabinu podczas prowadzenia ognia.

2.1. Wstępne założenia konstrukcyjne symulatora 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW na podstawie słupkowej

Założenia konstrukcyjne dla nowego symulatora broni podzielono na założenia dotyczące działania mechaniki (2.1.1) oraz elektroniki broni (2.1.2).

2.1.1. Założenia dotyczące mechaniki symulatora broni

Dostosowanie bojowej broni do oddawania strzałów w systemie „ŚNIEŻNIK” wymaga przyjęcia następujących założeń:

- 1) symulator powinien być wykonany na bazie broni bojowej pozbawionej cech użytkowych,
- 2) ilość zmian w konstrukcji broni powinna

Management Sp. z o. o. from Szczecin and is described in publications [1, 2, 3, 4]. More than a dozen of „ŚNIEŻNIK” training systems are now installed in home military units and they have been constantly improved basing on information from the users about new demands on army training. It also concerns the completing of the system by new types of gun simulators. The new 12.7 mm wkm NSW simulator is one of such proposals.

1. A Concept of Column Mount 12.7 mm Large-calibre NSW Machinegun Simulator

In the initial phase of development of 12.7 mm wkm NSW simulator a proposed model of its design was prepared with designing specifications regarding mechanical and electric components to create a background for adaptation of the service gun for firing simulated shots at training. The assumptions originate directly from gun's handling instruction where the manual operations performed by a shooter at preparation of the gun for firing were described. The operation of gun mechanisms at firing was also considered in the assumptions.

2.1. Initial Design Specifications for Pedestal Mount 12.7 mm wkm NSW Large-calibre Machinegun Simulator

Designing specifications for the new gun simulator were divided on specifications for operation of mechanical parts (2.1.1) and gun's electronics (2.1.2).

2.1.1. Mechanical Specifications for Gun Simulator

Adaptation of a service gun for firing shots in „ŚNIEŻNIK” system requires the acceptance of following assumptions:

- 1) The simulator has to be fabricated basing on the service gun which is dispossessed of utility properties.
- 2) The number of changes in the gun de-

- być minimalna,
- 3) należy przewidzieć zastosowanie specjalnego układu pneumatycznego do wywołania ruchu suwadła symulatora broni,
- 4) zalecana jest modułowość elementów konstrukcji,
- 5) uszkodzone elementy, w przypadku ewentualnej awarii, powinny być łatwo wymienne,
- 6) należy przewidzieć monitorowanie obecności naboju na donośniku,
- 7) powinien być umieszczony na broni czujnik przeładowania suwadła,
- 8) powinien być umieszczony na broni czujnik pozycji spustu,
- 9) powinien być umieszczony na broni czujnik otwarcia pokrywy komory zamkowej,
- 10) moduł laserowy powinien być umieszczony wewnątrz lufy,
- 11) zachowanie cech fizycznych broni, takich jak masa, wygląd zewnętrzny oraz gabaryty,
- 12) połączenie broni do systemu powinno być przeprowadzone za pomocą przewodu.

W opracowywanym symulatorze broni muszą być uwzględnione istotne parametry taktyczno-techniczne broni bojowej, która posłużyła jako podstawa konstrukcji.

Dane taktyczno-techniczne bojowego 12.7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW montowanego na podstawie słupkowej, uwzględnione podczas tworzenia symulatora, są następujące:

- szybkostrzelność 700-800 strzałów na minutę,
- szybkostrzelność praktyczna 80-100 strzałów na minutę,
- chłodzenie lufy powietrzem,
- odległość ognia celowanego 1500 m.

2.1.2. Założenia dotyczące elektroniki symulatora broni

Założenia adaptacyjne dotyczące elektroniki symulatora broni w przypadku 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW montowanego na podstawie słup-

sign has to be minimal.

- 3) The application of a specialised pneumatic system enforcing the move of gun simulator slide has to be predicted.
- 4) A modular architecture of the design is recommended.
- 5) Damaged components have to be easily replaceable in case of any malfunctions.
- 6) The monitoring has to be predicted for the presence of a cartridge on the feeder.
- 7) A sensor of slide reloading has to be integrated in the weapon.
- 8) A sensor of trigger position has to be integrated in the weapon.
- 9) A sensor of opening the bolt chamber cover has to be integrated in the weapon.
- 10) Laser module has to be integrated inside the barrel.
- 11) Physical properties of the gun such as the mass, external looks and dimensions have to be preserved.
- 12) The weapon has to be connected with the system through a cable.

Essential tactical-technical characteristics of the service gun being a base of the design must be reflected in the developed simulator.

Tactical-technical specifications of pedestal mount 12.7 mm wkm NSW large-calibre service machinegun which were taken into account at developing the simulator are presented below:

- Rate of fire 700-800 shots per minute,
- Practical rate of fire 80-100 shots per minute,
- Air cooled barrel,
- Range of controlled shooting 1500 m.

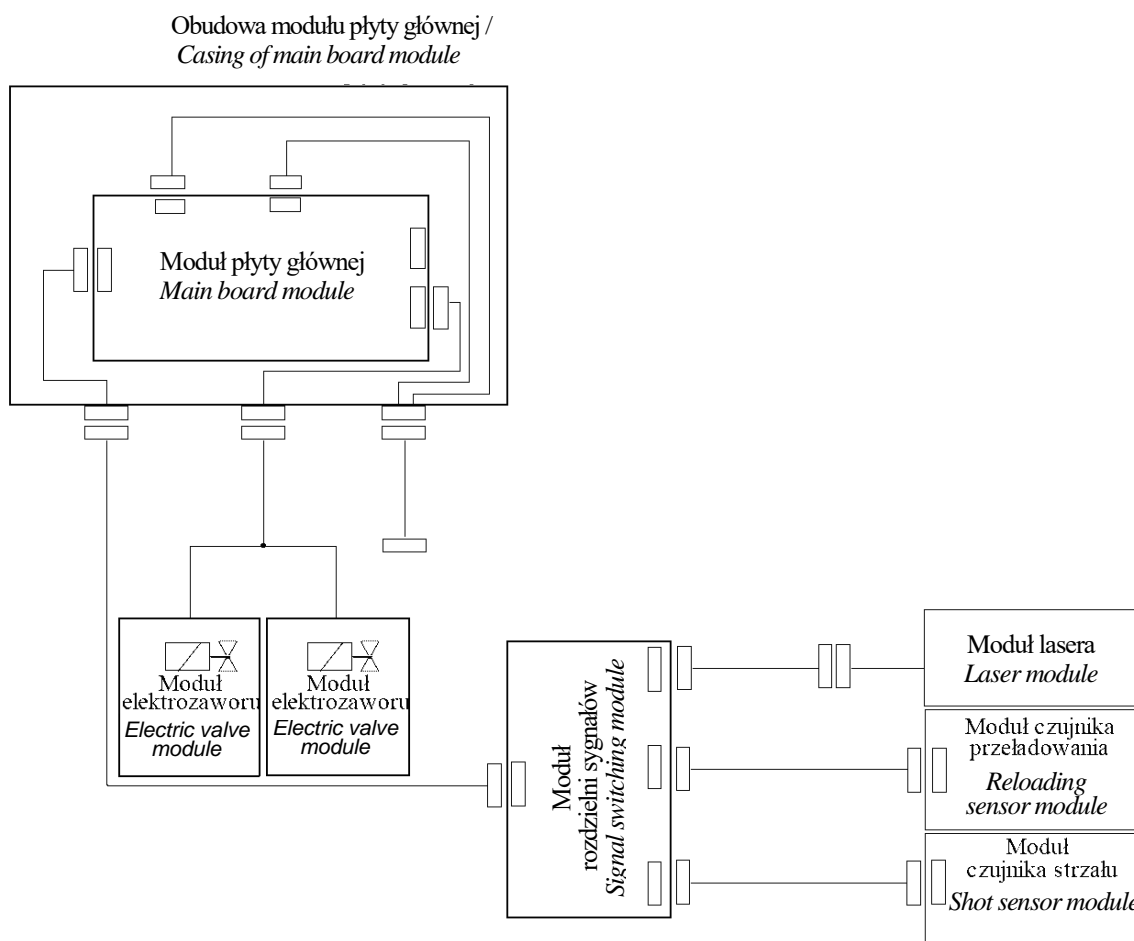
2.1.2. Electronic Specifications for Gun Simulator

Adaptive specifications for electronics of pedestal mount 12.7 mm wkm NSW large-calibre machinegun simulator are following:

kowej są następujące:

- 1) z broni będą pozyskiwane informacje, takie jak pozycja spustu (naciśnięty lub nie), stan przeładowania broni (monitorowanie pozycji suwadła), pozycja pokrywy komory zamka oraz obecność naboju na prowadnicach kadłuba donośnika,
- 2) liczba oddanych strzałów będzie kontrolowana przez system komputerowy,
- 3) z uwagi na specyfikę broni (symulator stacjonarny), w celu podniesienia niezawodności, nie wymaga się bezprzewodowej komunikacji broni z systemem komputerowym i autonomicznego zasilania,
- 4) wszystkie elementy elektroniczne będą umieszczone na korpusie symulatora broni w sposób zapewniający ich ochronę przed uszkodzeniem przez czynniki mechaniczne i klimatyczne.

- 1) The weapon has to provide such information as trigger position (pulled or not), status of gun reloading (monitoring the position of the slide), position of bolt chamber cover and the presence of a round in runners of the feeder body.
- 2) The number of fired shots will be controlled by computer system.
- 3) The autonomic power supply and wireless communication between the weapon and the computer system are not required because of the weapon's specific character (stationary simulator).
- 4) All electronic components will be integrated into the gun simulator frame in a way preventing them against any mechanical and climatic damages.



Rys. 1. Schemat ideowy połączeń elektrycznych w opracowywanym symulatorze 12,7 mm wkm NSW

Fig. 1. Electrical circuit diagram for prepared 12.7 mm wkm NSW simulator

Zespół elektroniki będzie składał się ze współdziałających podzespołów (rys.1), które powinny być dobrane tak, aby zajmowały w broni jak najmniej miejsca oraz powinny być umieszczone w łatwo wymienialnych modułach. W przypadku awarii jednego z modułów elektronicznych, będzie on łatwo dostępny w celu jego sprawdzenia i ewentualnej wymiany.

Przedstawione założenia adaptacyjne i konstrukcyjne będzie można w pełni zrealizować dzięki zastosowaniu najnowszych technologii w konstruowaniu układów elektronicznych.

3. Mechaniczne przystosowanie broni bojowej dla potrzeb prowadzenia treningowych strzelań symulacyjnych

Symulator 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW, montowany na podstawie słupkowej (fot.1), wykonano na bazie broni bojowej w oparciu o określone założenia adaptacyjne opisane wyżej. Jednym z tych założeń było pozabawienie broni cech bojowych, tzn. trwałe uniemożliwienie oddania z niej strzału amunicją bojową. Kolejnym założeniem było zachowanie cech fizycznych broni, takich jak masa, wygląd zewnętrzny oraz gabaryty. Najważniejsze jednak było przystosowanie broni w taki sposób, aby zachować czynności przygotowawcze symulatora broni do strzelania. Dla potrzeb rzeczywistej symulacji zapewniono efekty mechaniczne, takie jak przeładowanie zamka oraz odrzut mechanizmów z założoną częstotliwością charakterystyczną dla broni bojowej.

W większości rodzajów broni strzeleckiej, aby oddać strzał należy wykonać jednokrotne przeładowanie suwadła lub zamka, ale np. w granatniku automatycznym MK-19 trzeba wykonać sekwencję podwójnego przeładowania zamka. W przypadku symulatora 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW na podstawie słupkowej, należy po załadowaniu taśmy z atrapami naboju na dosyłacz amunicji, dokonać jednokrotnego przeładowania aby rozpocząć strzelanie.

Pozabawienie cech bojowych karabinu uzyskano poprzez wykonanie kilku mecha-

The electronic unit consists of subunits working together (Fig.1). Electronic subunits have to take up a minimal space in the weapon and have to be placed in easily replaceable modules. In case of any failures the module will be easily accessible for examination and possible replacement.

Presented assumptions concerning the adaptation and structure can be fully met by applying the newest technologies on designing electronic units.

3. Mechanical Adaptation of Service Gun for Firing Simulated Training Shots

The pedestal mount 12.7 mm wkm NSW large-calibre machinegun simulator (Photo 1) has been made on the base of the service gun and the adaptive specifications presented above. One of these specifications has concerned the removal of gun combat features securing a permanent lack of possibility for firing a shot with live ammunition. The preservation of gun physical features such as its mass, the looks and size was a next requirement. But the preservation of manual operations preparing the simulator of the gun for delivering a shot was the most important of them. For the needs of realistic simulation the mechanical effects of the bolt reloading and the recoil were provided with the rates typical for the service guns.

For the most types of small arms a single reloading of the slide or bolt is required for delivering a shot but e.g. in the case of automatic grenade launcher MK-19 the sequence of double bolt reloading is needed. In the case of pedestal mount 12.7 mm wkm NSW large-calibre machinegun simulator after filling the ammunition feeder belt with dummy cartridges a single reloading has to be made to start firing.

The removal of gun combat features was achieved by making a few mechanical modernisations for selected compo-

nicznych przeróbek wybranych elementów broni bojowej. Pierwszą przeróbką było usunięcie z karabinu takich elementów, jak bojowe suwadło i zamek. Następnie, korytko prowadnicy zamka w obszarze ryglowania w komorze zamkowej zalano spoiną na całym łuku. Na suwadle, w miejscu zamocowania zamka, zanitowano element pełniący jednocześnie rolę zderzaka i zabezpieczenia przed ponownym montażem bojowego zamka. Kolejną przeróbką było usunięcie tłoka z suwadła. W miejsce tłoka zamontowano, poprzez zanitowanie kołkiem, drugi zderzak. Dopiero tak przygotowane suwadło może być użyte do pracy w symulatorze karabinu. Następną przeróbką to wspawanie kołka blokady lufy, tak aby uniemożliwić ponowne zamontowanie lufy bojowej. Możliwy jest tylko montaż lufy specjalnie przystosowanej. W celu uniemożliwienia załadowania naboju, komorę nabożową zaślepiono wspawanym amortyzatorem uderzeń suwadła. Wspawano także dwa poprzeczne kołki na określonych odcinkach długości lufy aby uniemożliwić przemieszczanie się w niej pocisku. W komorze nabożowej lufy na wysokości części walcowej wykonano dwa poprzeczne otwory przelotowe o przekroju co najmniej dwa razy większym niż przekrój wewnętrzny lufy.

Pozostałe czynności przystosowujące broń bojową do strzałów symulacyjnych były następujące: zastosowano siłownik pneumatyczny do uzyskania efektu mechanicznego odrzutu suwadła oraz wykonano otwory i kanały do rozprowadzenia wiązek kablowych i mocowania płytek elektronicznych z czujnikami optycznymi i elektroniką symulatora.

Zastosowany siłownik pneumatyczny umieszczono w osi komory gazowej (fot.1), tak aby tłoczysko siłownika odpychało suwadło działając na zamontowany, w miejsce zdemontowanego tłoka, zderzak. Siłownik jest sterowany jednym lub dwoma elektrozworami umieszczonymi w obszarze kołyski karabinu, których częstotliwość pracy zapewnia uzyskanie około 700 swobodnych liniowych przemieszczeń suwadła w ciągu minuty. Siłownik jest zasilany z kompresora powietrzem o ciśnieniu około 4,5 do 7 ba-

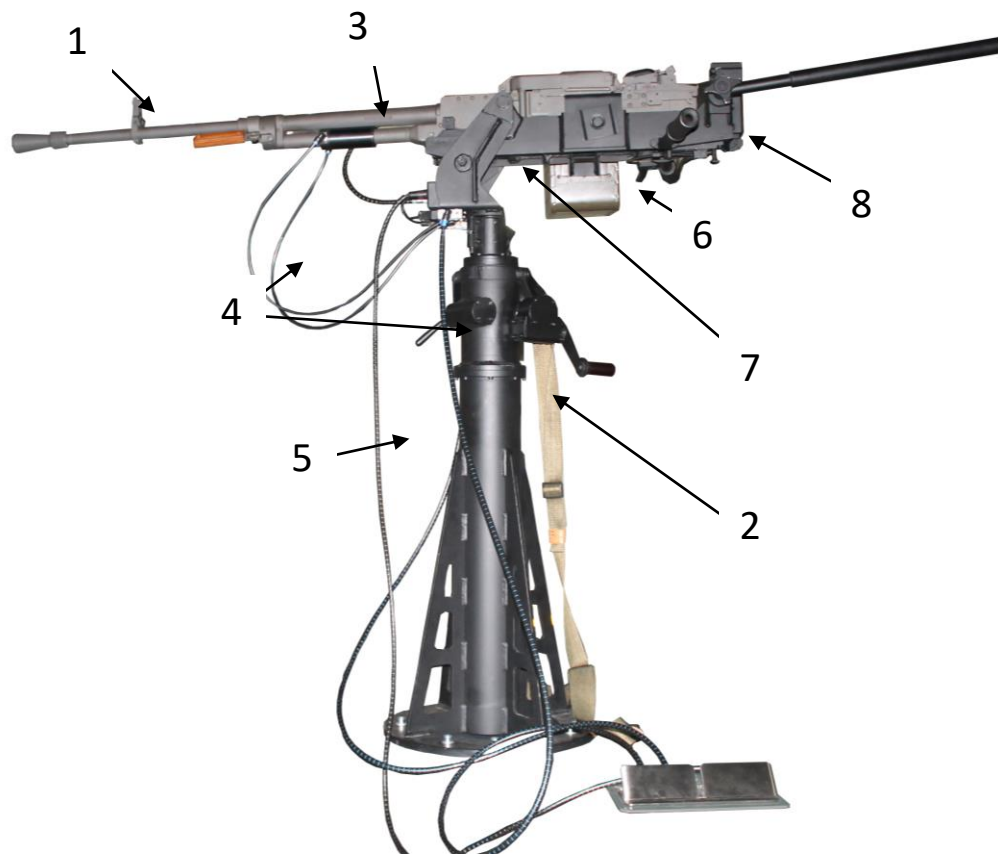
nents of service gun. The first alteration has concerned the removal of the real slide and bolt from the gun. Next the bolt runner trough was filled in with the stuff along the whole arc within the locking space of the bolt chamber. A part which at the same time is a buffer and prevents any reinstallation of the combat bolt has been riveted to the slide in the spot where the bolt is fixed. A next alteration has concerned the removal of the piston from the slide. The piston was replaced by the second buffer that was riveted by a pin. Only the slide that was reprocessed in such way may be used in the simulator of the gun. The welding of a barrel blocking pin preventing the reintegration of the combat barrel is a next alteration. Only a specially prepared barrel may be fixed. Any loading of a round is prevented by welding a plug having the form of slide impact buffer into the cartridge chamber. Moreover two crosswise pins were welded within the barrel bore at specific distances to prevent any move of the projectile. Two crosswise through holes with the cross section at least two times greater than the section of the bore were made in the cylindrical part of the cartridge chamber.

The remaining alterations adapting the service gun to simulated shooting included the use of pneumatic servomotor to provide mechanical effect of the slide recoil and the performance of holes and channels for the cabling system and to fix electronic boards with optical sensors and simulator electronics.

The applied pneumatic servomotor was placed within the axis of the gas chamber (Photo 1) in such a way that the rod of the servomotor pushes the slide by acting into the buffer replacing the removed piston. The servomotor is controlled by one or two electro-valves fixed at the gun cradle providing the rate of operation of ca. 700 linear free movements of the slide per minute. The servomotor is powered from the compressor by air pressed to ca. 4.5 to 7 bars. Apart

rów. Oprócz powyższych zmian, w karabinie wykonano otwory pod zaczepy do okablowania symulatora. Do przewodów prowadzonych po korpusie komory zamkowej wykonano prowadnice rurkowe mocowane do korpusu. Wykonano również otwory do zamocowania specjalnych czujników elektronicznych, obsad tych czujników oraz płytek drukowanych PCB z elementami elektronicznymi. Gotowy symulator montowany na podstawie słupkowej wraz z okablowaniem i przyłączami do systemu informatycznego przedstawia fotografia 1.

of the above mentioned changes some holes were made in the gun to fix the simulator cabling. For the wires led along the body of the bolt chamber the pipe channels were fixed to the frame. Moreover the holes were made for fixing special electronic sensors, the adapters for these sensors and printed circuits of PCB with electronic components. Photograph 1 shows the complete simulator integrated on the column mounting with the cabling and connectors for computer system.



Fot. 1. Symulator 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego wkm NSW:

- 1) 12,7 mm wkm NSW, 2) podstawa słupkowa, 3) siłownik, 4) przewody ciśnieniowe, 5) przewody zasilające i sygnałowe, 6) magazynek, 7) jarzmo, 8) kołyska

Photo 1. Simulator of 12.7 mm large calibre wkm NSW machinegun:

- 1) 12.7 mm wkm NSW, 2) kolumn mounting, 3) servomotor, 4) pressure hoses, 5) powering and signal wires, 6) magazine, 7) yoke, 8) cradle

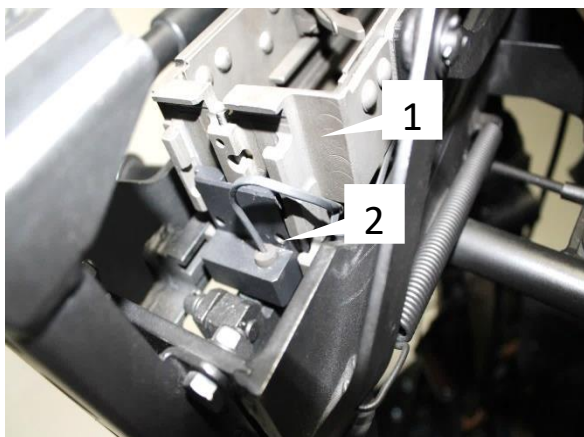
4. Elektroniczne przystosowanie broni bojowej dla potrzeb prowadzenia treningowych strzelań symulacyjnych

Aby symulować rzeczywiste czynności przygotowujące broń do oddania strzału, w karabinie zainstalowano w odpowiednich miejscach cztery czujniki: czujnik naciśnięcia spustu na tylcu komory zamkowej (fot.2); czujnik załadowania naboju wraz z czujnikiem zamknięcia pokrywy komory zamkowej, umieszczony w obudowie na kadłubie donośnika pod pokrywą komory zamkowej (fot. 3) oraz czujnik położenia suwadła umieszczony w obudowie na prawej, bocznej zewnętrznej ścianie komory zamkowej (fot. 4). Sygnały elektryczne z tych czujników przekazywane są drogą kablową do rozdzielni umieszczonej w obudowie na kadłubie donośnika. Stamtąd, także poprzez kabel, doprowadzane są do płyty głównej umieszczonej w standardowej obudowie do elektroniki. Obudowa płyty głównej przymocowana jest do jarzma łoża kołyski karabinu na podstawie słupkowej (fot. 5). Płyta główna komunikuje się poprzez kabel z głównym systemem komputerowym.

4.1. Pozycja czujników istotnych dla kontroli parametrów symulatora

W symulatorze karabinu wkm NSW można wyróżnić następujące moduły:

- moduł płyty głównej oraz moduł elektrozaworów (fot.6),
- emiter laserowy (fot.6),



4. Electronics Concerning Adaptation of Service Gun to Fire Simulated Training Shots

Four following sensors were integrated into the gun in specific places in order to simulate real operations preparing the gun to firing a shot: a sensor of pressing the trigger is placed outside in the casing on the bolt chamber back block (Photo 2), a sensor of loading a cartridge together with the sensor of closing the bolt chamber cover are placed in the frame within the body of the feeder under the cover of bolt chamber (Photo 3), and a sensor of slide position is placed in casing on the right side of bolt chamber external wall (Photo 4). Electric signals from these sensors are sent through the wires to a distributing switching unit built into a casing attached to feeder frame. They are transferred from this place further to the main board which is put into a standard electronic casing. The casing of the main board is fixed to the yoke of the cradle base of pedestal mount gun (Photo 5). There is a wire communication between the main board and the main computer system.

4.1. Positions of Sensors Significant for Checking Simulator Characteristics

Following modules may be distinguished in wkm NSW gun simulator:

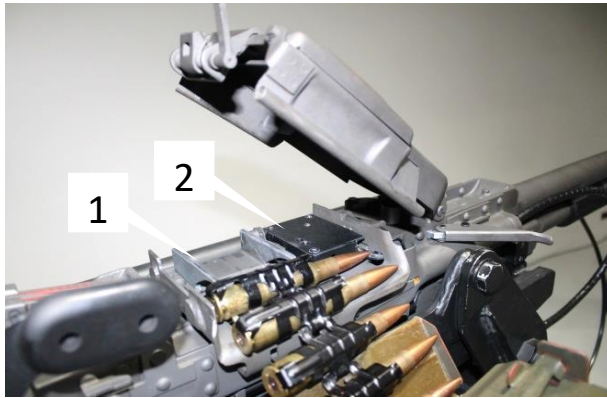
- The main board module and the module of electro-valves (Photo 6),
- Laser emitter (Photo 6),

Fot. 2. Umiejscowienie czujnika spustu:

1) tylec komory zamkowej, 2) czujnik spustu w obudowie

Photo 2. Position of trigger sensor:

1) Back block of bolt chamber, 2) Trigger sensor in the casing



Fot. 3. Umieszczenie czujników załadowania naboju i zamknięcia komory zamkowej:

1) kadłub donośnika nabojów, 2) czujniki załadowania naboju i zamknięcia pokrywy komory zamkowej w obudowie

Photo 3. Positions of sensors of loading the cartridge and closing the bolt chamber:

1) Frame of cartridge feeder, 2) Cased sensors of loading the cartridge and locking the bolt chamber cover down

- moduł czujników komory zamkowej, wraz z rozdzielnią sygnałów (fot.3) oraz moduł czujnika obecności magazynka,
- moduł czujnika spustu (fot.2) oraz moduł czujnika przeładowania (fot.4).

- Module of bolt chamber sensors with signal distributing hub (Photo 3) and magazine presence sensor module,
- Trigger sensor module (Photo 2) and reloading sensor module (Photo 4).

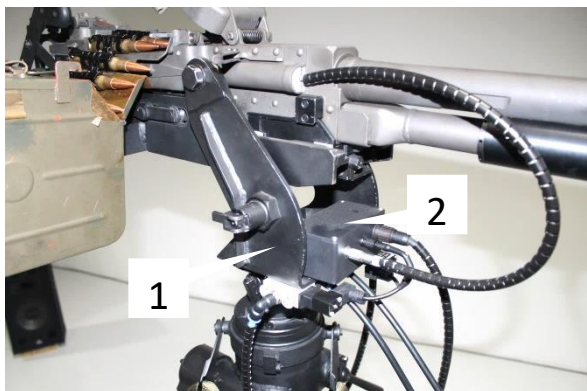


Fot. 4. Umieszczenie czujnika położenia suwadła:

1) korpus komory zamkowej, 2) czujnik położenia suwadła w obudowie

Photo 4. Position of slide location sensor:

1) Body of bolt chamber, 2) Slide location sensor in the casing



Fot. 5. Umieszczenie obudowy płyty głównej elektroniki broni:

1) jarzmo, 2) obudowa płyty głównej elektroniki broni

Photo 5. Position of casing for the gun main electronic board: 1) Yoke, 2) Casing of gun main electronic board

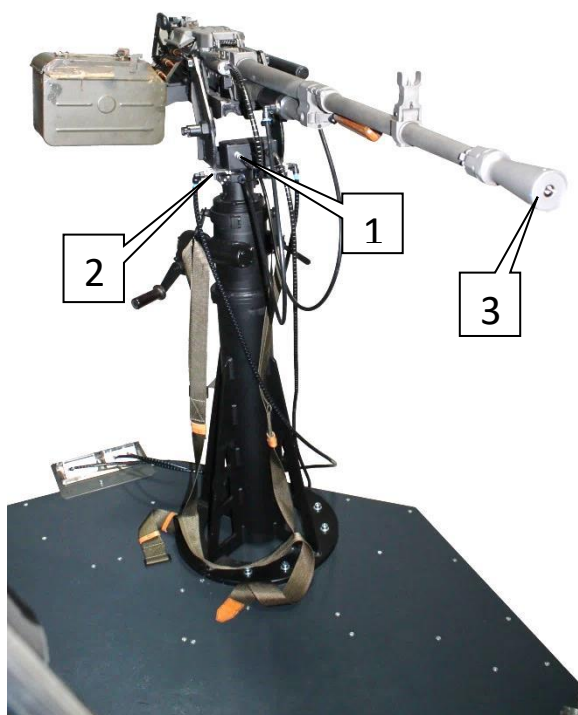
Moduł płyty głównej jest w metalowej obudowie na jarzmie, w którym ułożyskowana jest kołyska karabinu. Na ściankach tej obudowy są zamontowane gniazda elektryczne: 1) gniazdo do komunikacji z komputerem operatora, 2) gniazdo do komunikacji z czujnikami w symulatorze, 3) gniazdo do podłączenia modułu elektrozaworów oraz 4) gniazdo do komunikacji

The module of main board is put within the metallic casing and placed on the yoke housing the bearing of the gun cradle. To the walls of the casing following electric sockets are fixed: 1) operator computer communication socket, 2) simulator sensors communication socket, 3) electrovalves module socket and 4) magazine

z modułem czujnika obecności magazynka.

Moduł płyty głównej jest „sercem” całej elektroniki, w którą wyposażony jest symulator. Do płyty głównej dochodzą wszystkie sygnały z czujników, które po zinterpretowaniu i przetworzeniu zostają uwzględnione przez program sterujący pracą symulatora. Płyta główna zapewnia również komunikację ze stroną informacyjną systemu „ŚNIEŻNIK”.

Moduł elektrozaworów jest umiejscowiony pod obudową modułu płyty głównej. Zapewnia on odpowiednie doprowadzenie powietrza do siłownika odpowiedzialnego za symulację odrzutu. W symulatorze wkm NSW, w odróżnieniu od symulatora 40mm granatnika automatycznego MK-19 opisanego przez Kowalewskiego i Chrobot [5], mającego szybkostrzelność dużo mniejszą niż wkm NSW, zastosowano dwa elektrozawory podłączone równolegle. Umożliwiło to osiągnięcie wymaganej szybkostrzelności przy niższym ciśnieniu napędzającym siłownik i porównywalnym efekcie odrzutu.



presence sensor module communication socket.

The main board module is the central part of simulator electronic system. The main board receives all signals from sensors to be reprocessed by the computer code controlling the operation of the simulator. Moreover the main board provides the communication with the information page of „ŚNIEŻNIK” system.

The module of electro-valves is placed under the casing of the main board module. It provides a suitable supplying of air to the servomotor responsible for simulation of the recoil. The wkm NSW simulator uses two parallel electro-valves in opposite to simulator of 40mm MK-19 automatic grenade launcher presented by Kowalewski and Chrobot in [5] which has significantly lower rate of fire. In this way the required rate of fire was achieved at lower pressure powering the servomotor and a comparable effect of recoil.

Fot. 6. Umiejscowienie modułów elektrozaworów i emitera laserowego: 1) obudowa płyty głównej, 2) elektrozawory, 3) emiter laserowy

Photo 6. Positions of modules for electro-valves and laser emitter: 1) Casing of the main board, 2) Electro-valves, 3) Laser emitter

Moduł czujników komory zamkowej wraz z rozdzielnią sygnałów spełnia dwie funkcje: pierwsza to monitorowanie komory zamkowej, druga to rozdzielenie sygnałów przychodzą-

The module of bolt chamber sensors and signal distributing hub perform two functions: the first monitors the bolt chamber and the second distributes the signals

cych z modułu płyty głównej. Monitorowanie komory zamkowej polega na informowaniu płyty głównej o otwarciu lub zamknięciu pokrywy oraz o załadowaniu bądź nie naboju.

Moduł czujnika obecności magazynka ma za zadanie wysłanie do płyty głównej informacji o podłączonym magazynku. Dzięki temu modułowi oraz czujnikowi obecności naboju w komorze naboju jest możliwa kontrola poprawnie przeprowadzonej sekwencji wymiany magazynka.

Moduł czujnika spustu jest odpowiedzialny za monitorowanie stanu spustu. W odróżnieniu od symulatora granatnika MK-19, został on umiejscowiony na zewnątrz korpusu symulatora karabinu wkm NSW. Dzięki takiemu położeniu możliwy jest łatwy dostęp do modułu, jak również uproszczono przeprowadzenie kalibracji samego czujnika.

Moduł czujnika przeładowania monitoruje przeładowanie suwadła symulatora. Wysła on do płyty głównej informację o ruchu suwadła w chwili przeładowania. Podobnie jak moduł czujnika spustu jest on umiejscowiony na zewnątrz korpusu symulatora. Emiter laserowy zamontowany jest w urządzeniu wylotowym karabinu i jest to moduł powszechnie stosowany w symulatorach systemu „ŚNIEŻNIK”.

4.2. Rozwiązanie problemu z detekcją naboju w komorze zamkowej

Dużym wyzwaniem podczas produkcji opracowanego symulatora było dobranie prostej i niezawodnej metody detekcji naboju na prowadnicach kadłuba donośnika. Po sprawdzeniu wielu różnych metod wykrywania obecności naboju zdecydowano się na taką, która zapewnia dużą stabilność i duży zasięg detekcji. Jest to metoda oparta na czujniku optycznym, zmodyfikowana w taki sposób, by detekcja była nieczuła na zewnętrzne światło, które może dotrzeć do czujnika i zakłócić jego pracę.

Sposób działania modułu detekcji naboju polega na zastosowaniu transoptora odbiciowego (rys. 2). Transoptor działa na zasadzie wysyłania wiązki światła podczerwonego z diody nadawczej. Jeżeli w zasięgu wysyłanej wiązki pojawi się obiekt odbijający światło następuje powrót światła do transoptora, a dokładniej do fototran-

incoming from the main board module. The monitoring of the bolt chamber concerns sending the information to the main board about opening or closing the cover and loading or not the cartridge.

The module of magazine presence sensor has to send information to the main board that the magazine is attached. Thanks to this module and the sensor of cartridge presence within the cartridge chamber the checking of proper sequence for magazine exchange is possible.

The module of trigger sensor monitors the state of the trigger. In opposite to the simulator of MK-19 grenade launcher it is located outside the frame of wkm NSW gun simulator. For this reason it is easily accessible and its calibration is simplified.

The reloading sensor module has to monitor the reloading of simulator slide. It sends the information to the main board on the movement of the slide in the moment of reloading. Just like as the module of trigger sensor it is placed outside the simulator frame. The laser emitter is integrated at the gun muzzle and belongs to the family of modules typically used for „ŚNIEŻNIK” system simulators.

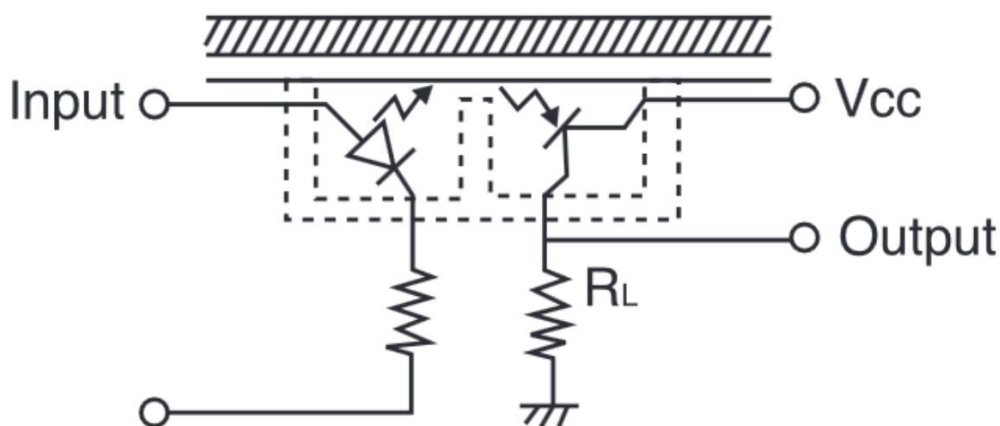
4.2. Solution for Detection of Cartridge in Bolt Chamber

It was not a simple question to find a reliable and uncomplicated method for detection of cartridge on the runners of transporter frame. A few methods for detecting the presence of cartridge were tested before the one which provides great stability and range of detection has been selected. It is a method based on an optical sensor which was modified to make it insensitive to external light and prevent any disturbances of sensor's operation.

The module detecting the cartridge uses an optical reflective transducer (Fig. 2). Transducer sends an infrared beam from transmitting diode. If within the range of transmitted beam appears an object reflecting the light then it returns to

zystora, który reaguje na to światło odpowiednim poziomem otwarcia.

the transducer's phototransistor that generates a signal of specific level.



Rys. 2. Schemat podłączenia transoptora [6]

Fig. 2. Electric wire diagram of optical transducer [6]

To otwarcie jest interpretowane przez moduł płyty głównej jako obecność naboju na przewodnicach kadłuba donośnika.

Dzięki takiemu rozwiązaniu wyeliminowano problem powstający podczas strzałów w czasie drgań lub przesunięć naboju na przewodnicach kadłuba donośnika. Odległość detekcji wynosi do 2 cm i nie jest ona zakłócona nawet, gdy odchylenie naboju od wartości bazowej wynosi około 1,5 cm.

Pewnym problemem, który się pojawia z zastosowaniem czujników optycznych jest to, że działają one niezawodnie, ale tylko w warunkach braku światła zewnętrznego. Gdy tylko do czujnika dochodzi światło zewnętrzne może dojść do błędnej detekcji (światło widzialne posiada w sobie część światła podczerwonego).

W celu zabezpieczenia się przed niekorzystnym wpływem światła zewnętrznego zastosowano dwa rozwiązania. Pierwsze - skorzystano z dodatkowego czujnika optycznego otwarcia pokrywy, który uniemożliwia oddanie strzału, w chwili podniesienia pokrywy komory zamkowej (w bojowej broni taka sytuacja także nie doprowadzi do oddania strzału, gdyż w pokrywie znajdują się mechanizmy dosyłania naboju).

Drugim rozwiązaniem jest świecenie diodą nadawczą z odpowiednią sekwencją czasową (rys. 3 przebieg 1) – stan wysoki w przebiegu

This signal is interpreted by the main board module as the presence of a cartridge on the runners of transporter frame.

This solution eliminates a problem caused by the vibrations or cartridge displacements on transporter runners during the firing. The range of detection is ca. 2.0 cm and it is not disturbed even if deviations of the cartridge from the basic value equal to ca. 1.5 cm.

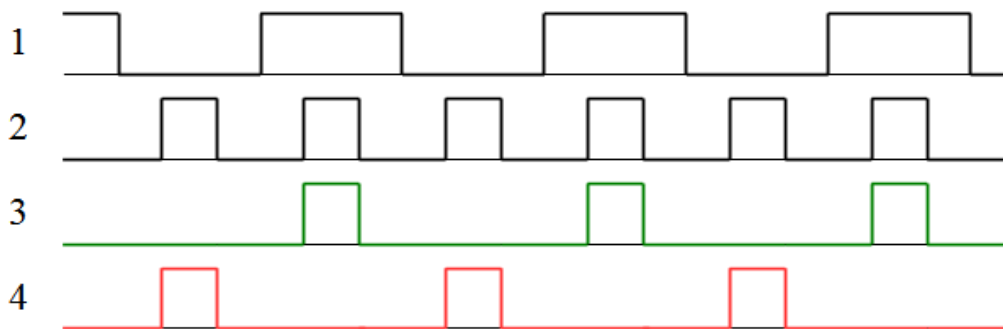
There is a certain problem with a trouble-free operation of optical sensors when an external light gets into the detection zone. Then a false detection may happen as the visible light partially consists of the infrared band.

Two solutions were used to prevent adverse impact of external light. The first one uses an additional optical sensor for cover opening which prevents delivering a shot when the cover of the bolt chamber is up (the service gun also cannot fire a shot at such circumstances as there are some mechanisms of cartridge transport in the cover).

The second solution exploits a special time sequence for powering the transmitting diode (Fig. 3, signal 1) – the high level means the transmitting diode is on

oznacza załączenie diody nadawczej, stan niski oznacza wyłączenie zasilania diody nadawczej. W drugim kroku ważny jest odczyt wyjścia z transoptora w odpowiednich chwilach czasowych (rys. 3 przebieg 2) – stan wysoki oznacza odczyt wyjścia, stan niski oznacza brak odczytu. Taki rodzaj odczytu daje pewność, co do odczytu transoptora tylko w stanach ustalonych, gdy dioda nadawcza na pewno świeci pełną mocą lub jeżeli odczyt następuje przy wyłączonym zasilaniu diody – mamy pewność, że dioda rzeczywiście skończyła już świecenie. Na trzecim przebiegu (rys. 3 przebieg 3) zostały przedstawione chwile odczytu wyjścia, który przekłada się na stan wyjściowy z czujnika, pod warunkiem, że na (rys. 3 przebieg 4) nie pojawi się sygnał wysoki w chwilach odczytu. Jeżeli w przebiegu czwartym wystąpi sygnał wysoki, to mamy do czynienia z sytuacją, w której podczas nieświecenia diody nadawczej następuje wykrycie światła przez fototranzystor. Jeżeli wyżej wymieniona sytuacja nastąpi logika układów elektronicznych płyty głównej uzna, że jest to detekcja światła zewnętrznego i nie dopuści do oddania strzału (odpowiednie warunki zewnętrzne niezbędne do eksploatacji symulatora nie będą zachowane).

and the low level means the diode is off. In the second step the valid readings of the transducer output are for the specific moments of time (Fig. 3, signal 2) – the high level is for the output reading, the low level stands for lack of reading. This way of readings provides the certainty that the transducer is read out at settled states when the transmitting diode lights on with the full power or if the reading happens when the supply of the diode is off then there is a certainty that the light of the diode is actually off. The third plot (Fig. 3, signal 3) illustrates the moments of output readings which are translated on the output state from the sensor provided that there is no high signal level on (Fig. 3, signal 4) at the moments of reading. If there is a high signal in the fourth plot then the phototransistor detects the light when the diode does not light. If the above mentioned situation happens then the main board electronics will interpret it as a detection of the external light and prevent the firing of a shot (required external conditions for the use of the simulator will not be met).



Rys. 3. Przebiegi (1 - 4) obrazujące sposób rozwiązania problemu wrażliwości czujnika optycznego na światło

Fig. 3. Signals (1 - 4) illustrating the way of solving a problem of optical sensor sensitivity to external light

5. Podsumowanie

Wykonany prototyp nowego symulatora broni poddano różnego rodzaju testom. Wyniki testów prototypu symulatora 12,7 mm wielkokalibrowego karabinu maszynowego

5. Summary

The prototype of the new gun simulator was subjected to various tests. The results of tests for pedestal mount 12.7 mm wkm NSW large-calibre machinegun simu-

wkm NSW montowanego na podstawie słupkowej potwierdziły prawidłową współpracę symulatora z systemem szkolno-treningowym do broni strzeleckiej „ŚNIEŻNIK”.

Komunikacja symulatora i systemu informatycznego przebiegała bez zakłóceń w testowanych ćwiczeniach i scenariuszach. Identyfikacja trafień w systemie przebiegała prawidłowo zgodnie z wyliczonymi trajektoriami pocisków dla tego rodzaju broni i amunicji.

Czynności przygotowawcze, które należy wykonać, aby rozpocząć strzelanie z symulatora są zgodne z warunkami strzelania jak dla broni bojowej. Podobnie wygląda obsługa symulatora broni podczas strzelania – jest ona analogiczna jak w broni bojowej. Pozytywne testy współpracy prototypu symulatora z systemem szkolno-treningowym do broni strzeleckiej „ŚNIEŻNIK” potwierdziły, że jest on gotowy do wdrożenia do tego systemu i dlatego znalazł się on w ofercie dla potencjalnych użytkowników zamawiających system. Symulator 12,7 mm wkm NSW jest przedmiotem zgłoszenia patentowego w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej.

lator prototype have confirmed that the simulator has been working well together with „ŚNIEŻNIK” small arms training-practicing system.

Communication between the simulator and computerised system has worked properly at tested scenarios and training sessions. The identification of hitting points by the system was performed correctly and according with calculated trajectories of projectiles belonging to this category of weapon and ammunition.

The preparatory operations needed for starting the shooting with the simulator comply with the firing conditions existing for the service guns. The handling of the simulator at firing is the same as in the service gun. The positive results of tests on mutual operation between simulator prototype and „ŚNIEŻNIK” small arms training-practicing system have confirmed that it is ready for integration with this system and for this reason it is offered for potential users. The simulator of 12.7 mm wkm NSW is a subject of patent application to the Polish Patent Office.

Literatura / Literature

- [1] Głogowski T., Koncepcja systemu szkolno-treningowego do broni strzeleckiej, Problemy Techniki Uzbrojenia, WITU, Zeszyt 93, 2004, s. 35÷45.
- [2] Głogowski T., Kowalewski J., Wiatkowski A., Urządzenie treningowe do prowadzenia symulowanych strzelań z broni strzeleckiej, Acta Mechnika Slovaca, str. 303, 4-A/2007, Kosice
- [3] Kowalewski J., Hłosta.: Adaptacja bojowej broni strzeleckiej do symulowanych strzelań treningowych, Problemy Techniki Uzbrojenia, WITU, Zeszyt 92, 2004, s. 85÷91.
- [4] Kowalewski J., Głogowski T.: Wymuszanie ruchu mechanizmów broni w symulatorach broni strzeleckiej urządzeń szkolno – treningowych, Problemy Techniki Uzbrojenia, WITU, Zeszyt 98, 2006, s. 79÷86.
- [5] Kowalewski J., Chrobot W.: Symulator 40 mm granatnika automatycznego MK -19, Problemy Techniki Uzbrojenia, WITU, Zeszyt 128, 2013, s. 65÷72.
- [6] <http://www.farnell.com/datasheets/1958595.pdf>

