

mgr inż. Kazimierz HIPNAROWICZ
mgr inż. Józef LEGIEĆ
mgr inż. Zbigniew KUPIDURA
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia

ANALIZA MOŻLIWOŚCI OPRACOWANIA IMITATORA STRZAŁU ARMATNIEGO DO 120 mm ARMATY CZOŁGU LEOPARD 2A4

Streszczenie: W artykule przedstawiono uzasadnienie stosowania różnego rodzaju urządzeń imitujących sprzęt bojowy w procesie szkolenia wojsk. Opracowano wstępne wymagania taktyczno-techniczne, jakim powinien odpowiadać imitator strzału armatniego. Dokonano również analizy możliwych rozwiązań imitacji strzału armatniego, na podstawie której stwierdzono, że najwłaściwszym rozwiązaniem pod względem konstrukcyjnym i ekonomicznym imitatora strzału do 120 mm armaty czołgu Leopard 2A4 jest nabój specjalny z pociskiem o skorupie wykonanej z dobranego tworzywa sztucznego wypełnionej płynem. W drugiej części artykułu opisano koncepcję konstrukcji imitatora, który swoim kształtem zewnętrznym odpowiada naboju z pociskiem odłamkowo-burzącym. Przedstawiony imitator może być przydatny w szkoleniu ogniowym załóg czołgów lub w prowadzeniu pozoracji pola walki przy znacznie niższych kosztach eksploatacji amunicji.

Słowa kluczowe: strzał, imitacja, wypełniacz, ładunek, skorupa.

ANALYSIS OF POSSIBILITIES ON DEVELOPING A FIRING IMITATOR FOR LEOPARD 2A4 TANK 120 MM GUN

Abstract: An argumentation for using different imitators of weapon systems in the troops training process is presented in the paper. Initial tactical-technical requirements on imitator of the gun firing were developed. After the analysis carried out the conclusion was taken that the best solution from technological and economical point of view for the firing imitator of 120 mm gun of 2A4 Leopard tank would be a special cartridge with a projectile having its crust made from special plastic material filled with the liquid material. In the second part of the paper a design concept of the imitator that has identical outer shape as the cartridge with high explosive-fragmentation projectile is presented. Presented imitator may be useful for training tank crews in firing or for imitating battle field conditions at relatively low costs.

Key words: firing, imitation, filling, charge, crust

1. Wstęp

Najlepszą i sprawdzoną w praktyce metodą szkolenia wojsk jest praca szkolonych żołnierzy na sprzęcie bojowym w warunkach maksymalnie przypominającym współczesne pole walki. Dotyczy to zarówno kierowcy wozu bojowego, operatora ppk czy członka działonu artyleryjskiego. Biorąc pod uwagę znaczne skomplikowanie sprzętu bojowego i związane z tym ogromne koszty szkolenia na sprzęcie bojowym proces szkolenia można i należy prowadzić, szczególnie we wstępnych jego etapach, na urządzeniach imitujących w różny sposób sprzęt bojowy. Dlatego w trakcie szkolenia wykorzystuje się różnorakie urządzenia zastępcze: symulatory, imitatory, trenażery, które pozwalają na zapoznanie ze sprzętem, przyswojenie podstawowych wiadomości oraz ukształtowanie elementarnych umiejętności w warunkach koszarowych czy na przykoszarowych placach ćwiczeń. Konieczność stosowania urządzeń zastępczych w procesie szkolenia wynika z:

- istoty procesu dydaktycznego i niejednokrotnie bardzo skomplikowanego sprzętu bojowego, obsługiwanie którego wymaga określonego zasobu umiejętności praktycznych, zdobycie których w pierwszej fazie szkolenia jest możliwe tylko na urządzeniach zastępczych,
- potrzeby minimalizowania kosztów szkolenia.

Jednocześnie należy mieć na uwadze to, że naczelnym celem jest przygotowanie szkółących do wykonywania zadań bojowych w każdych warunkach terenowych i atmosferycznych, a w związku z tym baza techniczna procesu szkolenia nie może opierać się wyłącznie na urządzeniach zastępczych, gdyż może to prowadzić do ugruntowania niewłaściwych nawyków, co w konsekwencji wpłynie na jakość i poziom wyszkolenia wojsk.

2. Przeznaczenie i wstępne wymagania taktyczno-techniczne na imitator strzału armatniego

Przedmiotem analizy będzie jedno ze stosowanych w procesie szkolenia działonów artyleryjskich urządzeń zastępczych jakim jest imitator strzału armatniego, którego przeznaczenie sprowadza się do:

- nauki działonów i załóg wozów bojowych w zakresie obsługiwania armat podczas strzelania oraz kształtowania pożądanych umiejętności i nawyków członków szkolonych załóg,
- osvajania działonów i załóg wozów bojowych z efektami wystrzału armatniego (huk, błysk, dym, odrzut zespołu lufy, wyrzucenie łuski) analogicznymi jak przy strzelaniu amunicją bojową,
- przygotowania do strzelania amunicją bojową,
- treningu obserwacji i rozpoznawania środków ogniowych po efektach wystrzału,
- taktycznej pozoracji pola walki.

Z przedstawionego przeznaczenia imitatora strzału armatniego wynikają wymagania taktyczno-techniczne jakie powinien on spełniać:

- imitator strzału armatniego powinien w maksymalnym stopniu oddawać efekty strzału nabojem etatowym (huk, błysk, dym, odrzut zespołu lufy, wyrzucenie łuski) z wykluczeniem lotu pocisku,
- czynności załogi wozu bojowego podczas ładowania i odpalania imitatora powinny być identyczne jak podczas strzału nabojem etatowym,
- niedopuszczalne są jakiegokolwiek zmiany konstrukcyjne (w zespole lufy, zamka, oporopowrotnika, eżektora) uniemożliwiające natychmiastowe, po strzale imitatorem, oddanie strzału nabojem etatowym,
- strzelanie imitatorami nie powinno wpływać na zużycie przewodu lufy w stopniu większym jak przy strzelaniu nabojami z pociskiem HE-TP,
- wymiary gabarytowe, masa pocisku, masa ładunku miotającego oraz całego imitatora powinny odpowiadać etatowemu naboju z pociskiem APFSDS-T-TP,
- imitator powinien zapewniać możliwość eksploatacji przy temperaturze powietrza zewnętrznego 233 – 323 K,
- imitator strzału armatniego powinien zapewniać załodze wozu bojowego bezpieczeństwo podczas strzelania w stopniu nie mniejszym jak przy strzelaniu nabojami etatowymi.

3. Przegląd możliwych rozwiązań imitacji strzału armatniego

W tej części analizy przedstawione będą niektóre warianty rozwiązaniu problemu imitacji strzału armatniego i ich ocena pod kątem spełnienia przez nie wyżej postawionych wymagań.

Dodatkowym kryterium oceny tych wariantów jest spełnienie warunku wykorzystania w konstrukcji imitatora jak największej ilości części i zespołów naboju będących w produkcji. Warunek ten wynika przede wszystkim z konieczności minimalizowania kosztów na przedsięwzięcie o charakterze szkoleniowym, a także z przekonania o wysokiej niezawodności elementów naboju do ewentualnego wykorzystania w przewidywanych konstrukcjach imitatorów.

3.1. Wyrzutnia ładunków pirotechnicznych

Jednym z najprostszych rozwiązań imitacji strzału armatniego może być wyrzutnia ładunków pirotechnicznych używana w przeszłości i obecnie do pozoracji ognia artyleryjskiego. Nie wdając się w szczegółowe opisy należy stwierdzić, że tego typu urządzenia jedno lub wielolufowe w swoich rozmaitych wersjach różnią się między sobą:

- rodzajem miotania (ładunek miotający, mieszanka gazowa),
- sposobem odpalania (elektryczny, mechaniczny),
- rodzajem sterowania (ręczny, automatyczny),
- sposobem przenoszenia (ciągnięte, stacjonarne, na wozie bojowym).

Nie są to jednak urządzenia typu artyleryjskiego. Efekt wystrzału uzyskuje się w wyniku wybuchu ładunku umieszczonego w cylindrycznym pojemniku tekturowym lub z PCV. Ładunek taki wyrzucający zazwyczaj z wyrzutni rurowej o krótkim przewodzeniu wybuchu w odległości kilkudziesięciu metrów od niej dając huk, błysk i dym. Efekt wizualny takiej detonacji, z dalszej odległości, podobny jest do wystrzału armatniego.

Zaletą wyrzutni ładunków pirotechnicznych jest prostota konstrukcji, możliwość pozoracji pola walki i niskie koszty produkcji.

Wadą takiej konstrukcji jest brak pełnej imitacji elementów strzału armatniego wyrażający się poprzez:

- zupełnie odmienny, pod względem wymiarów gabarytowych oraz masy, od typowego naboju artyleryjskiego ładunek ulegający detonacji,
- brak elementów ładowania naboju do komory naboju, jego odpalenia, ruchu zespołu lufy podczas strzału oraz wyrzucenia łuski.

W rezultacie wyrzutnia ładunków pirotechnicznych jako imitator strzału armatniego nie spełnia podstawowego wymagania jakim jest możliwość szkolenia załóg wozów bojowych w warunkach analogicznych do szkolenia amunicją bojową. Z tego względu urządzenia tego typu nie mogą być zalecane jako rozwiązania imitacji strzału armatniego.

3.2. Nabój „ślepy”

Znane i dość powszechnie stosowane rozwiązanie imitatora strzału armatniego są naboje „ślepe”, które do niektórych typów armat są już opracowane i eksploatowane. Konstrukcja naboju „ślepych” jest niezwykle prosta i oparta na elementach naboju etatowych. Podstawową częścią naboju „ślepego” jest łuska etatowa, w której umieszczony jest odpowiednio dobrany ładunek prochowy, którego masa stanowi 10 ÷ 50 % masy ładunku miotającego etatowego, z tym, że zastosowany proch różni się od etatowego właściwościami fizyko-geometrycznymi.

Ładunek prochowy naboju „ślepego” umieszczony w woreczku płóciennym z podsypką prochową z prochu czarnego na dnie łuski jest przytrzymywany od góry przez 1 ÷ 3 pokrywy tekturowe. Do zainicjowania spalania stosowane są etatowe zapłoniki. Takie naboje „ślepe” zapewniają efekty akustyczno-wizualne, ale podczas strzału nie występuje wyrzucenie łuski z komory naboju. Powodem tego jest niewielki odrzut, który dla poszczególnych armat wynosi 10 ÷ 20 % normalnego odrzutu wymaganego dla uruchomienia mechanizmu samoczynnego rozładowania armaty. Tak mały odrzut przy strzelaniu nabojami „ślepych” wynika z niezrównoważenia układu zespół odrzutowy-oporopowrotnik-wylatujące gazy prochowe.

W celu zapewnienia wymaganej wielkości odrzutu (przykładowo – dla 100 mm armaty czołgowej – 250 mm, dla 125 mm armaty czołgowej – 350 mm, dla 73 mm armaty 2A28 – 100 mm) należałoby w naboju „ślepych” zdecydowanie zwiększyć masę ładunku prochowego dla zwiększenia wyrzucanej z lufy masy gazów prochowych. Przy czym masa tego ładunku powinna być większa o około 100 ÷ 200 % w porównaniu do masy ładunku naboju etatowego. Tak znaczne zwiększenie masy ładunku jest nierealne ze względu na ograniczoną pojemność łuski. Niezależnie od powyższego brak zamknięcia komory spalania (brak pocisku) spowoduje niepełne spalanie prochu i wyrzucenie jego znacznej ilości (ok. 50 %) z lufy w postaci palących się ziaren prochowych.

W celu zapewnienia całkowitego spalania ziaren prochowych należałoby zastosować ziarno prochu o odpowiednio zmniejszonej warstwy palnej $2e_1$, co z kolei może doprowadzić do spalania detonacyjnego i wzrostu ciśnienia gazów prochowych poza granicę wytrzymałości mechanicznej lufy. Z powyższego wynika, że nabój „ślepy” nie może zapewnić odpowiedniego odrzutu zespołu lufy bez

ingerencji w konstrukcję oporopowrotnika, a zatem jako imitator strzału armatniego nie spełnia podstawowego wymagania taktyczno-technicznego.

3.3. Trener uniwersalny

Przy projektowaniu trenera konieczne jest przestrzeganie zasady podobieństwa głównych jego zespołów do konkretnego sprzętu bojowego. Chodzi o to, że zarówno wymiary konstrukcyjno przestrzenne zespołu lufy, nasady zamkowej zamka jak i wewnątrz trenera powinny być analogiczne jak w wozach bojowych. Nieprzestrzeganie tej zasady może doprowadzić do wykształcenia i utrwalenia niewłaściwych nawyków szkolonej załogi. Nie można bowiem oczekiwać pozytywnych efektów szkolenia ogniowego u celowniczych czy działonowych czołgu, które polegać będzie np. na strzelaniu z 23 mm luf wkładkowych, gdy w dodatku wewnątrz trenera jest odmienne od przedziału bojowego czołgu.

Przy opracowywaniu trenera należałoby wykorzystać wozy bojowe przeznaczone do kasacji. W takim przypadku realizacja trenera sprowadzałaby się do:

- wykorzystania kadłuba wozu bojowego wraz z zespołem armaty,
- opracowania naboju „ślepego”,
- opracowania i wykonania nowego zespołu oporopowrotnika względnie zmodyfikowania istniejącego dla zabezpieczenia niezbędnej wielkości odrzutu.

Zalety trenera, jako imitatora strzału armatniego są następujące:

- uzyskanie wszystkich pożądanych efektów strzału armatniego (huk, błysk, odrzut części ruchomych, wyrzucenie łuski),
- pełna symulacja czynności załogi wozu bojowego podczas ładowania i odpalania,
- zapewnienie załodze trenera bezpieczeństwa w stopniu nie mniejszym jak przy strzelaniu amunicją bojową na sprzęcie bojowym,
- możliwość wykorzystania niektórych zespołów wozów bojowych wycofywanych z eksploatacji.

Wady trenera uniwersalnego jako imitatora strzału armatniego są:

- konieczność wprowadzenia do jednostek dodatkowego wozu-trenera z wyłącznym przeznaczeniem szkoleniowym,
- bardzo wysokie koszty wykonania trenera, porównywalne z kosztami wykonania wozu bojowego.

3.4. Nabój specjalny

Jednym ze sposobów rozwiązania problemu imitacji strzału ze 120 mm armaty czołgu LEOPARD 2A4 wg przedstawionych w p. 2 wymagań wstępnych może być opracowanie naboju specjalnego o wymiarach gabarytowych i masie zbliżonej do naboju etatowych (z pociskami APFSDS-T, APFSDS-T-TP).

Strzelanie nabojami specjalnymi nie wymagałoby żadnych zmian konstrukcyjnych w zespole lufy, zamka oraz oporopowrotnika i zapewniałoby pełną symulację strzału: huk, błysk, dym, odrzut zespołu lufy i wyrzucenie łuski. W konstrukcji naboju specjalnego można wykorzystać niektóre elementy i zespoły naboju etatowego, a zasadnicze różnice między nabojem specjalnym i etatowym sprowadzałyby się do:

- ładunku miotającego, którego konstrukcja byłaby podobna do ładunku stosowanego w naboju z pociskiem APFSDS-T-TP,
- pocisku naboju specjalnego.

Opracowanie ładunku miotającego naboju specjalnego, zapewniającego odpowiednie ciśnienie gazów prochowych (około 300 MPa) i uzyskanie energii kinetycznej masy miotanej, zapewniającej wymaganą wielkość odrzutu zespołu lufy nie powinno nastęrczać specjalnych trudności.

Konstrukcja pocisku naboju specjalnego powinna zapewniać:

- odpowiednią masę - $4 \div 5$ kg zbliżoną do masy pocisku APFSDS-T-TP,
- fragmentację skorupy pocisku i wypełniacza w niewielkiej odległości od lufy (do 100 m),
- bezpieczną strefę podczas strzału nabojem specjalnym w odległości 200 m od wylotu lufy,
- odpowiednią wytrzymałość skorupy pocisku podczas ładowania naboju do komory naboju armaty, jak również podczas mechanicznych narażeń transportowych,

- nie większe niż przy strzelaniu nabojami etatowymi oddziaływanie niszczące i zanieczyszczające przewód lufy.

Dla zapewnienia właściwego spalania prochu, a tym samym uzyskania ciśnienia gazów prochowych w komorze naboju około 300 MPa oraz wymaganej energii odrzutu zespołu lufy, pocisk naboju specjalnego powinien mieć odpowiednią masę. Na podstawie doświadczeń zdobytych przy opracowywaniu naboju z pociskiem fikcyjnym do 23 mm i 57 mm armat przeciwlotniczych wiadomo, że masa pocisku naboju specjalnego powinna stanowić co najmniej $50 \div 60$ % masy pocisku etatowego. Warunek ten oraz ograniczone wymiary pocisku i wnętrza łuski, jak również konieczność zapewnienia fragmentacji masy miotanej determinują i jednocześnie ograniczają rodzaj materiału, którym należałoby wypełnić pocisk naboju specjalnego. Jako wypełniacz skorupy pocisku mogą być stosowane: paski folii metalowej, opiłki żelazne, płyny. Stosując paski folii metalowej, lub opiłki żelaza łatwo uzyskać odpowiednią masę pocisku, ale podczas strzału, przy znacznych przeciążeniach, ulegają one sprasowaniu tworząc zbity korek, który po opuszczeniu lufy samoczynnie nie będzie się fragmentował. Konieczne zatem staje się opracowanie do tego pocisku detonatora wymuszającego fragmentację wypełniacza, co znacznie skomplikuje konstrukcję pocisku.

Zastosowanie na wypełniacz pocisku naboju specjalnego płynu rozwiązałoby problem jego fragmentacji po wylocie z lufy, jednakże płyny charakteryzują się małą masą właściwą. Skorupa pocisku naboju specjalnego bez względu na rodzaj wypełnienia, musi spełniać dwa sprzeczne wymagania. Z jednej strony powinna być wytrzymała na udary mechaniczne przy ładowaniu naboju do komory naboju, a także podczas narażeń transportowych, natomiast po strzale i wylocie z lufy pożądane jest aby skorupa pocisku uległa fragmentacji, w wyniku której powstałe odłamki nie byłyby niebezpieczne dla ludzi w odległości powyżej 200 m od armaty.

4. Koncepcja Imitatora Strzału Armatniego (ISA) do 120 mm armaty czołgu LEOPARD 2A4

4.1. Opis projektu imitatora.

Konstrukcja imitatora powinna odpowiadać wymaganiom taktyczno-technicznym sprowadzającym się w ogólności do:

- zapewnienia efektów akustyczno-wizualnych podczas strzału, podobnych do występujących przy strzale nabojem etatowym,
- zachowania masy i wymiarów gabarytowych zbliżonych do naboju etatowych,
- możliwość symulacji czynności załogi czołgu w zakresie ładowania, odpalania i rozładowania okucia metalowego łuski po strzale,
- zminimalizowania strefy niebezpiecznej przed wylotem lufy przy strzelaniu imitatorami,
- zapewnienia prawidłowego funkcjonowania podczas strzału wszystkich zespołów imitatora (całkowite spalanie ładunku miotającego i łuski spalającej, dobre uszczelnienie komory naboju przez okucie łuski).

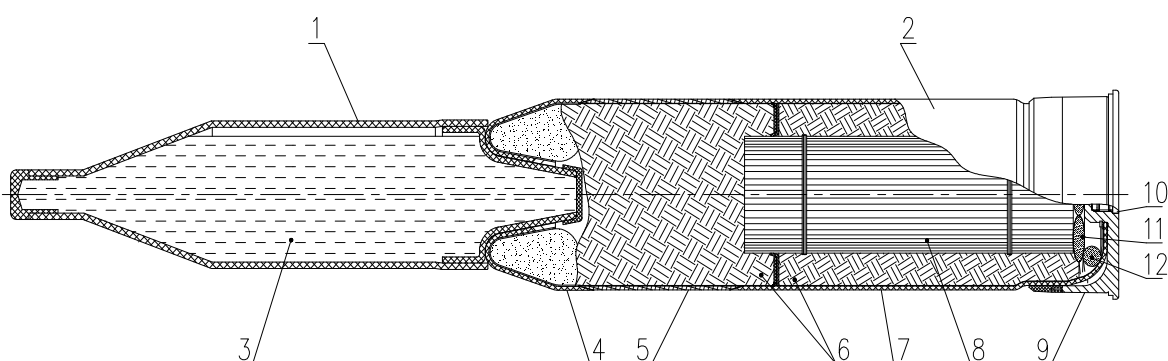
Efekty akustyczno-wizualne zapewni konstrukcja ładunku miotającego. Biorąc pod uwagę doświadczenia nabyte przy opracowywaniu ładunków miotających naboju etatowych (z pociskiem HE-TP, APFSDS-T-TP) przyjmuje się, w pierwszym przybliżeniu, że ładunek miotający imitatora powinien zawierać wiązkę prochu nitrocelulozowego (8) 15/1 TR o masie $\omega_1 \cong 3,0$ kg, oraz proch nitrocelulozowy 9/7 o masie $\omega_2 \cong 4,0$ kg (6).

Wiązka prochu 15/1 TR umieszczona centrycznie w osi imitatora zapewni właściwy zapłon ładunku miotającego w całej jego objętości. Układ zapłonowy: zapłonnik G UW-7-120 (10), podsypka z prochu czarnego (11), przyćmiewacz płomienia (12), proponuje się pozostawić taki jaki jest w naboju etatowych. Ładunek miotający o powyższej konfiguracji umieszczony jest w dwuczęściowej łusce spalającej. W części górnej kadłuba (5) umocowany jest pocisk imitatora i część ładunku miotającego, część dolna kadłuba łuski (7) mocowana jest w okuciu metalowym (9) i zawiera pozostałą część ładunku miotającego. Po elaboracji prochem obie części kadłuba należy scalić poprzez klejenie zachowując ich współosiowość. Zarówno dzielona łuska spalająca się jak i okucie metalowe są takie same jak w naboju etatowych.

Ładunek miotający o przedstawionej konstrukcji powinien zapewnić:

- całkowite jego spalanie w przewodzie lufy armaty,
- całkowite spalenie łuski,
- uzyskanie ciśnienia maksymalnego gazów prochowych $P_{\max} = (300 \div 350) \text{ MPa}$,
- właściwe funkcjonowanie okucia metalowego łuski,
- wymaganą wartość odrzutu zespołu lufy zapewniającą automatyczne rozładowanie armaty i wyrzucenie okucia metalowego.

Zasadniczym zespołem, który odróżnia imitator od naboju etatowego jest pocisk (1). W proponowanym projekcie zastosowano pocisk o skorupie wykonanej z polichlorku winylu. Poszczególne elementy skorupy o grubości ścianek $4 \div 6 \text{ mm}$ połączone są poprzez klejenie. Pocisk wypełniony jest płynem niezamarzającym w temperaturze 233 K . Kształt i wymiary gabarytowe pocisku imitatora w przedniej jego części są zbliżone do etatowego pocisku HE-TP. Taka konstrukcja pocisku imitatora (skorupa z PCV, wypełniacz płynny) powinna zapewnić z jednej strony uzyskanie masy pocisku niezbędnej dla zabezpieczenia prawidłowego funkcjonowania ładunku miotającego, a z drugiej wymaganą fragmentację skorupy i zachowanie strefy bezpiecznej podczas strzelania imitatorami. Opisany projekt imitatora strzału armatniego do 120 mm armaty czołgu LEOPARD 2A4 przedstawiono na rys. 1.



Rys.1 Imitator strzału armatniego (ISA) do 120 mm armaty czołgu Leopard 2A4

1 – pocisk ISA, 2 – ładunek miotający ISA, 3 – płyn o niskiej temperaturze zamarzania, 4 – pokrywka łuski, 5 – część górna kadłuba łuski, 6 – proch nitrocelulozowy 9/7, 7 – część dolna kadłuba łuski, 8 – wiązka prochu nitrocelulozowego 15/1 TR, 9 – okucie metalowe łuski naboju, 10 – elektryczny zapłonik artyleryjski G UW-7-120, 11 – podsypka z prochu czarnego, 12 – przyćmiewacz płomienia.

5. Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że najwłaściwszym rozwiązaniem, pod względem konstrukcyjnym i ekonomicznym, problemu imitatora strzału armatniego jest opracowanie naboju specjalnego z pociskiem o skorupie wykonanej z odpowiedniego tworzywa sztucznego wypełnionego płynem. Imitator strzału armatniego wg przedstawionego projektu koncepcyjnego będzie bardzo przydatny w szkoleniu załóg wozów bojowych LEOPARD 2A4 w prowadzeniu ognia czy do pozoracji pola walki przy znacznie niższych kosztach eksploatacji amunicji.

Literatura

„ 73 mm imitator strzału armatniego ISA-73 z ładunkiem PG-15P” – Nr rys. 1431104 „a”, WITU 1987