

**BADANIA DYNAMICZNE 120 MM NABOJU Z POCISKIEM
PODKALIBROWYM TYPU APFSDS-T DRUGIEJ GENERACJI*****EXPERIMENTAL TESTS OF THE SECOND GENERATION
120 MM APFSDS-T SUBCALIBRE PROJECTILE***

Mariusz MAGIER

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia
Military Institute of Armament Technology

DOI 10.5604/01.3001.0011.5817

Streszczenie: W pracy przedstawiono przebieg i rezultaty badań dynamicznych, mających na celu sprawdzenie wytrzymałości konstrukcji i określenie podstawowych parametrów balistycznych naboju z pociskiem podkalibrowym typu APFSDS-T drugiej generacji opracowanego w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia. Badania strzelaniem przeprowadzono w październiku 2017 r. na poligonie w Nowej Dębie.

Słowa kluczowe: badania dynamiczne, balistyka, pocisk podkalibrowy

1. Wstęp

W Polsce prace konstrukcyjne nad nowym pociskiem podkalibrowym do 120 mm armaty czołgu LEOPARD 2 rozpoczęto w roku 2016. Głównym celem projektu było zaprojektowanie nowego pocisku podkalibrowego z penetratorem o zwiększonej (o około 20% w porównaniu do amunicji obecnie produkowanej) zdolności przebicia pancerza RHA [1-7].

Dzięki zastosowaniu nowych generacji spieków na osnowie wolframowej o podwyższonych własnościach mechanicznych, opracowano nową konstrukcję pocisku podkalibrowego z penetratorem o mniejszej średnicy i większej o około 100 mm długości w porównaniu do pocisku stosowanego w nabojach obecnie produkowanych i dostarczanych dla wojska w ramach realizacji dostaw w latach 2014-2017.

Abstract: A second generation kinetic energy APFSDS-T projectile with segmented penetrator developed in the Military Institute of Armament Technology was tested to verify the strength of the design and identify the basic ballistic characteristics of the cartridge and present some results in the paper. The firing test was carried out on the artillery range in Nowa Dęba in October, 2017.

Keywords: dynamic tests, ballistic, subcalibre projectile

1. Introduction

The designing of a new kinetic energy projectile for LEOPARD 2 tank 120 mm gun started in 2016. Development of a new kinetic energy projectile with a penetrator of boosted efficiency (by ca. 20% than currently manufactured ammunition) for piercing the RHA plate was the main goal of the project [1-7].

New generations of tungsten based sinters with better mechanical characteristics were used to prepare the new design of the kinetic energy projectile, having a lower diameter and a length increased by ca. 100 mm in comparison with projectiles currently manufactured and supplied to the army, under the procurement contracts for 2014-2017.

Wstępna analiza numeryczna balistyki końcowej penetratora pocisku drugiej generacji pozwala stwierdzić, że głębokość przebicia pancerza RHA na odległości 2000m przekroczy 600 mm [8].

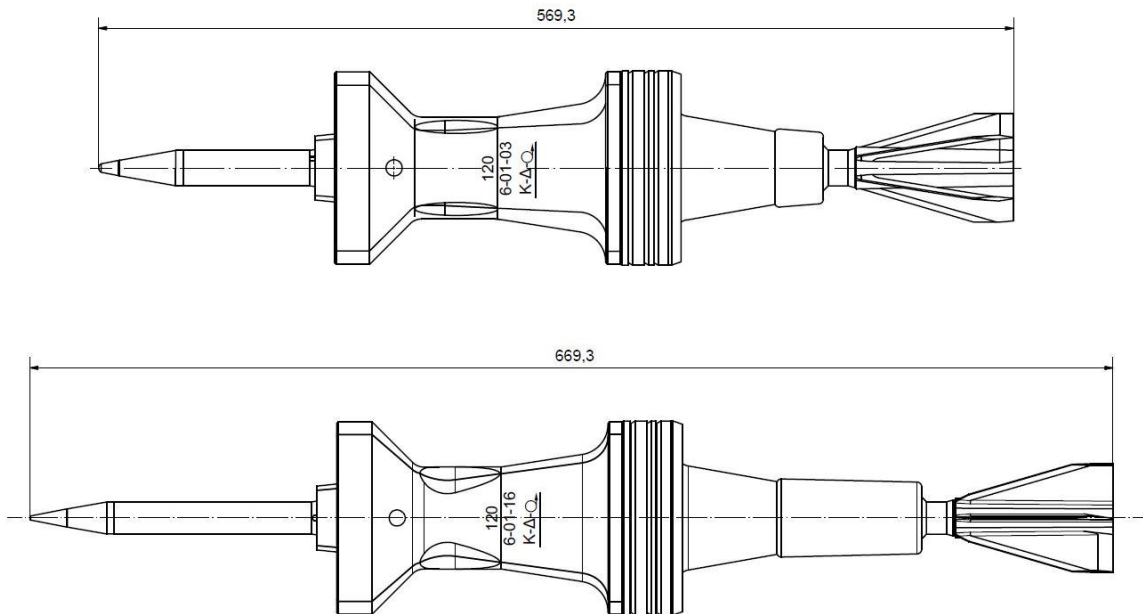
Naboje z modelami pocisków APFSDS-T drugiej generacji zostały wyprodukowane przez ZM MESKO S.A. w ramach realizacji zawartej z WITU umowy o współpracy w zakresie rozwoju 120 mm amunicji czołgowej.

Na rysunku 1 przedstawiono zestawienie wariantów pocisków z penetratorami segmentowymi obecnie produkowanych i nowo opracowanych.

First numerical analyses of second generation penetrator terminal ballistics show that penetration depth of RHA plate is above 600 mm for the distance of 2000 m [8].

Cartridges with models of second generation APFSDS-T projectiles were manufactured by ZM MESKO S.A. in cooperation with the Military Institute of Armament Technology (MIAT) on development of 120 mm tank ammunition.

Projectiles with currently produced and newly developed segmented penetrators are shown in picture 1.



Rys. 1. 120 mm pociski podkalibrowe: od góry wariant obecnie produkowany, od dołu pocisk drugiej generacji z wydłużonym penetratorem (rys. M.Kania)

Fig. 1. Kinetic energy projectiles of 120 mm: on the top currently in production, on the bottom the projectile of the second generation with the elongated penetrator (drawing by M.Kania).

Konstrukcję drugiej generacji pocisku podkalibrowego z wydłużonym penetratorem segmentowym poddano badaniom strzelaniem, które przeprowadzono w październiku 2017 r. w Ośrodku Szkolenia Poligonowego Wojsk Lądowych - OSP WL.

Zakres prac tych badań obejmował:

- wypośrodkowanie masy ładunku miotającego dla uzyskania wymaganych w projekcie wstępnym wartości parametrów balistycznych. Nie prowadzono prac nad nowym ładunkiem miotającym. Zastosowano sprawdzoną konfigurację ładunku miotają-

The design of the second generation projectile with an elongated segmented penetrator was subjected to firing tests carried out at the Land Forces Training Range Centre in October, 2017.

The scope of the tests included:

- Matching the weight of propelling charge to get the values of ballistic characteristics assumed in the initial specifications. Any new propelling charges were not investigated. The proved configuration of the propelling charge for currently produced

czego do obecnie produkowanej 120 mm amunicji podkalibrowej.

- sprawdzenie wytrzymałości i funkcjonowania modeli pocisków APFSDS-T podczas strzału oraz na torze lotu.

2. Przebieg i wyniki badań

Naboje zostały przygotowane do badań w Ośrodku Badań Dynamicznych Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia w Stalowej Woli. Na fotografiach 1÷3 przedstawiono pociski i elementy ładunku miotającego przygotowane do elaboracji w OBD WITU w St. Woli.

120 mm kinetic ammunition was used.

- Checking the strength and functioning of APFSDS-T model projectiles at firing and on the flying path.

2. The Course and Results of Tests

The cartridges were prepared in the MIAT's Dynamic Testing Centre placed in Stalowa Wola. The projectiles and components of the propelling charge prepared for assembling in the Centre are shown in photos 1÷3.



Fot. 1. Elementy ładunku miotającego przygotowane do elaboracji naboju (wykonał: T. Merda)

Photo 1. Components of propelling charge prepared for integration of cartridges (pictured by: T. Merda)



Fot. 2. Kadłub dolny z ładunkiem miotającym (wykonał: T. Merda)

Photo 2. The base of shell with the propelling charge (pictured by: T. Merda)



Fot. 3. 120 mm nabój z pociskiem podkalibrowym drugiej generacji przygotowany do strzelania
(wykonał: T. Merda)

Photo 3. 120 mm cartridge with kinetic energy projectile of the second generation prepared for firing (pictured by: T. Merda)

Podczas badań oceniano następujące parametry balistyczne:

- prędkość początkową pocisków;
- rozkład ciśnienia gazów prochowych;
- spadek prędkości pocisków na torze lotu;
- rozkład przestrzelin na tarczy na odległości 30 m od wylotu lufy.

Do badań użyto następującego wyposażenia:

- 120 mm armata balistyczna;
- 6 naboji z pociskami APFSDS-T drugiej generacji;
- radar Dopplera do pomiaru prędkości i spadku prędkości na torze lotu pocisków;
- zestaw czujników piezoelektrycznych *Kistler* oraz przyrządów zgmiotowych 7 cm^3 do pomiaru ciśnienia w przewodzie lufy;
- tarcze kartonowe umieszczone w odległości 30 m od wylotu lufy;
- tarcza 4x4 m umieszczone na odległości 1000 m od stanowiska ogniowego.

Wyniki z doboru naważki ładunku miotającego i badań balistycznych (seria strzałów 2÷6) przedstawiają się następująco:

- $V_{0\text{sr.}} = 1648,3 \text{ [m/s]}$;
- $P_{\text{maxsr.}} = 4406,6 \text{ [bar]}$;
- $P_{\text{max piezośr.}} = 5002,0 \text{ [bar]}$.

Na fot. 4 przedstawiono zdjęcia penetra-

Following ballistic characteristics were assessed at testing:

- Projectile muzzle velocity
- Powder gas pressure distribution
- Fall of projectiles velocity
- Distribution of shot holes in a target placed 30 m from the muzzle.

Following equipment was used in tests:

- 120 mm ballistic gun;
- 6 APFSDS-T cartridges with second generation projectiles;
- Doppler radar for measurement of projectile velocities and their decrease on the flying path;
- A set of piezoelectric sensors *Kistler* and 7 cm^3 crushers to measure the pressure inside the barrel bore;
- Cardboard targets placed 30 m from the barrel muzzle;
- A 4x4 m target at the distance of 1000 m from the firing position.

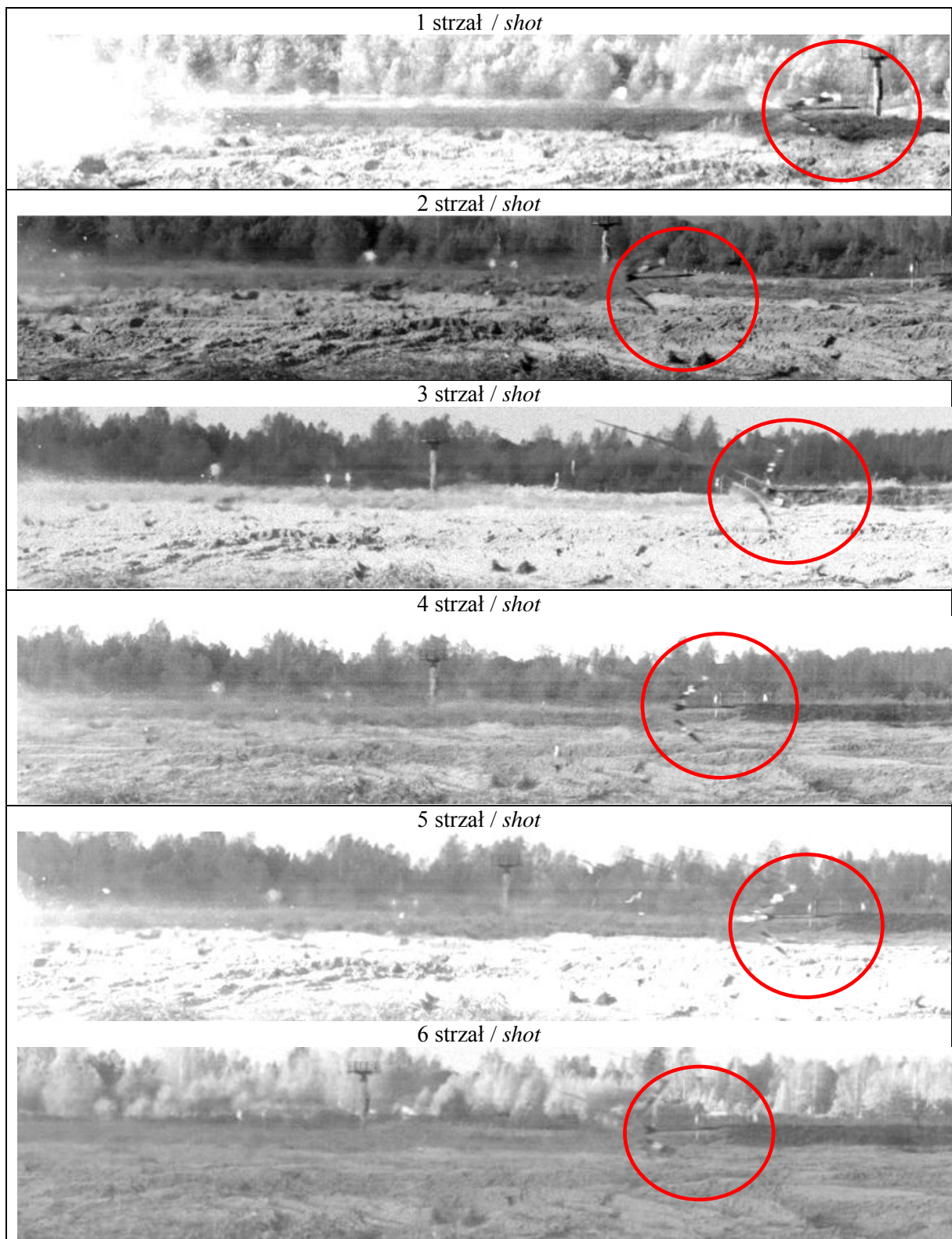
The results of ballistic tests for different options of weighed portions of the propelling charge (a series of shots 2÷6) are presented below:

- $V_{0\text{sr.}} = 1648.3 \text{ [m/s]}$;
- $P_{\text{maxsr.}} = 4406.6 \text{ [bar]}$;
- $P_{\text{max piezośr.}} = 5002.0 \text{ [bar]}$.

Pictures of penetrators for shots 1÷6 made by a high speed camera after dis-

torów po odrzuceniu sabotów dla strzałów 1÷6 wykonane kamerą do zdjęć szybkich.

carding the sabots are presented in photo 4.



Fot. 4. Zestawienie zdjęć z kamery szybkiej ilustrujących rozcalenie pocisków podkalibrowych na torze lotu dla strzałów 1÷6

Photo. 4. Pictures taken by a high speed camera showing the separation of projectiles for shots 1÷6

3. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań strzelaniem:

1. Stwierdzono, że funkcjonowanie 120 mm naboju z pociskami podkalibrowymi drugiej generacji w zakresie funkcjonowania pocisków na torze lotu nie budzi zastrzeżeń, a uzyskane parametry balistyczne ładunku miotającego odpowiadają założonym wymaganiom taktyczno-technicznym i wymaganiom dokumentacji konstrukcyjnej naboju z pociskiem APFSDS-T drugiej generacji.
2. Średni spadek prędkości penetratorów na torze lotu dla serii balistycznej wyniósł 60 m/s na odl. 1000 m. Kształty przestrzelin na tarczach kontrolnych na odległości 30 m od wylotu lufy nie budziły zastrzeżeń (przestrzliny cylindryczne).
3. Przygotowano kolejne naboje z pociskami podkalibrowymi drugiej generacji do przeprowadzenia badań wytrzymałości i funkcjonowania w skrajnych temperaturach eksploatacji. Wyniki tych badań po ich przeprowadzeniu zostaną przedstawione w kolejnej publikacji.

Prowadzona praca badawczo-rozwojowa powiązana jest ściśle z obszarami wyszczególnionymi w *Priorytetowych kierunkach badań w resorcie obrony narodowej na lata 2013-2022* i występuje w zakresie *Obszaru Techniki i Technologii Obronnych pkt. 4.3 Broń precyzyjna i uzbrojenie – amunicja o działaniu kinetycznym – technologia wykonania penetratora z wysokowytrzymałych stopów ciężkich: spieki z osnową wolframową WHA lub uran DU; technologia wykonania penetratorów o budowie segmentowej.*

Literatura / Literature

- [1] Krzysztof Motyl, Mariusz Magier, Jacek Borkowski, and Bogdan Zygmunt: Theoretical and Experimental Research of Anti-tank Kinetic Penetrator Ballistics. BULLETIN OF THE POLISH ACADEMY OF TECHNICAL SCIENCES, Vol. 65, No. 3, 2017 DOI: 10.1515/bpasts-2017-004,
- [2] Magier Mariusz: The Conception of the Segmented Kinetic Energy Penetrators for Tank Guns. Journal of Applied Mechanics- Transactions of The ASME, Vol.77, Nr 5, sierpień

3. Summary

After the firing tests it was stated that:

1. 120 mm cartridges provide correct functionality on the flying path for the second generation kinetic penetrators and the received ballistic characteristics of the propelling charge meet the assumed tactical-technical design specifications for the cartridge with APFSDS-T projectile of the second generation.
2. The average fall of velocity at the ballistic series for the penetrators on the flying trajectory was 60 m/s in the distance of 1000 m. The shapes of shot holes on the checking targets placed 30m from the barrel muzzle were also correct (round holes).
3. A next series of cartridges with second generation kinetic projectiles were prepared to carry out tests on the resistance and functionality at extreme temperatures. The results of these tests will be presented in a next paper.

The research and development project has been conducted in a strict connection with the questions listed in *“Priorities of Research Projects in the Branch of National Defence within 2013-2022”* and is identified in the area of *Defence Technologies Point 4.3 – “Precise Weapons – Kinetic Ammunition – Technology for Preparing Penetrators from Heavy Alloys of High Strength: Sinters with Tungsten (WHA) Jacket or Uranium (DU); Technology of Segmented Penetrators”*.

2010, s.051802-1÷10.

- [3] Magier Mariusz: The Numerical Optimization of the Novel Kinetic Energy Penetrator for Tank Guns, [w] 26th International Symposium on Ballistics, Miami 12–16 September 2011, Vol.2, s. 1171-1080, DEtech Publications, Inc, USA, 2011
- [4] Magier Mariusz i inni, „Przeciwpancerny pocisk podkalibrowy”, zgłoszono do UPRP w dn. 20.01.2009 nr P 390275
- [5] Jach Karol, Świerczyński Robert, Magier Mariusz.: Analiza numeryczna procesów penetracji pancerzy przez pociski kinetyczne jednorodne i segmentowe. Biuletyn WAT, Vol. LVIII, nr 3, s.123-140, Warszawa, 2009r.,
- [6] Mariusz Magier, Doświadczalna weryfikacja konstrukcji pocisku podkalibrowego z penetratorem segmentowym. Biuletyn PTU WITU nr 2/2009, zeszyt 110, s. 143-153 Zielonka, 2009.
- [7] Magier Mariusz i inni, „Przeciwpancerny pocisk podkalibrowy”, Patent na wynalazek nr P202294, udzielony przez UPRP dn. 20.01.2009r.
- [8] Kuśnierz Tadeusz, Magier Mariusz, Pankowski Zygmunt: Analiza przebijalności na przykładzie wybranych parametrów energetycznych 120 i 125 mm przeciwpancernych pocisków podkalibrowych typu APFSDS, (2001), Biuletyn PTU WITU, zeszyt 77, s. 63-70.

