



KONCEPCJA „CICHEGO” POCISKU MOŹDIERZOWEGO. CZĘŚĆ I – PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH KONSTRUKCJI

CONCEPTION OF “SILENT” MORTAR PROJECTILE. PART I – REVIEW OF EXISTING DESIGNS

Marcin GUTOWSKI, Mariusz MAGIER

Zakład Mechaniki i Techniki Uzbrojenia, Instytut Mechaniki i Poligrafii,
Wydział Inżynierii Produkcji, Politechnika Warszawska,
ul. Narbutta 85, 02-524 Warszawa

*Department of Mechanics and Armament Technologies, Institute of Mechanics and Printings,
Faculty of Production Engineering, Warsaw University of Technology,
85 Narbutta St., 02-524 Warsaw, Poland*

Author's e-mail address: mariusz.magier@pw.edu.pl; ORCID:0000-0002-4431-9537

DOI 10.5604/01.3001.0015.2508

Streszczenie: Publikacja zawiera teoretyczny wstęp dotyczący zasady działania oraz konstrukcji typowych „cichych” moździerzów oraz przeznaczonej do nich amunicji. Zaprezentowano w niej zasadę działania „cichego” pocisku moździerzowego oraz jego budowę. W następnej kolejności umieszczono przegląd wybranych konstrukcji „cichych” pocisków moździerzowych. Na podstawie analizy danych przyjęto docelowy kaliber pocisku oraz innych kluczowe parametry do zastosowania w projekcie własnym. W podsumowaniu przyjęto następujące parametry projektowe: kaliber 60 mm, masa pocisku 1,8 kg, prędkość wylotowa min.125 m/s.

Słowa kluczowe: moździerz, pocisk moździerzowy

1. Wprowadzenie

Wystrzał z klasycznego moździerza różni się niewiele od wystrzału z innej broni artyleryjskiej. Po opuszczeniu przez pocisk lufy, gazy prochowe zajmujące uprzednio zamkniętą przestrzeń zapociskową gwałtownie rozprężają się do otoczenia. Towarzyszy temu po-

Abstract: Theoretical introduction into operational principles and designs of typical “silent” mortars and their ammunition is presented in the paper. The principle of operation and structure of “silent” mortar projectile are presented. In the following chapters a review of selected designs of “silent” mortar projectiles is included. After analysing the data the final calibre of the projectile and other key parameters to be deployed in own project were accepted. Following designing parameters were accepted in the summary: calibre 60 mm, mass of the projectile 1.8 kg, minimum muzzle velocity 125 m/s.

Keywords: mortar, mortar's projectile

1. Introduction

A shot delivered by a conventional mortar differs a little from shots fired with other guns. Powder gases being comprised into a closed space behind the projectile leave the barrel out into the environment with the violent decompression. It is ac-

wstanie fali mechanicznej objawiającej się głośnym hukiem oraz błysk będący następstwem spalania się prochu. Oprócz widocznych gołym okiem efektów, występuje jeszcze promieniowanie cieplne zarówno obłoku gorących gazów jak i nagrzaną lufy. Ta ostatnia, ze względu na niewielką grubość a co za tym idzie pojemność termiczną, w moździerzu nagrzewa się relatywnie szybko [1-3].

Wszystkie te czynniki powodują że ukrycie stanowisk ogniowych moździerzy, (które ze względu na niewielki zasięg, umieszczone muszą być blisko linii frontu) przy jednoczesnym wzroście powszechności użycia bezzałogowych statków powietrznych wyposażonych w kamery dzieńne oraz termowizyjne, staje się coraz trudniejszym zadaniem.

Częściowym rozwiązaniem tego problemu mogłoby być zaprojektowanie takiego systemu, który eliminowałby w jak największym stopniu wymienione wyżej czynniki zwiększające wykrywalność. Pierwsze tego typu konstrukcje zaczęły powstawać pod koniec lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku a rozwijane są do dziś. W dalszej części pracy będą one nazywane „cichymi moździerzami”.

Działanie cichego moździerza najłatwiej porównać można do działania tłoka i cylindra w silniku spalinowym. Przez zbicie płonki zapalającej, ładunek prochowy znajduje się w przestrzeni między cylindrem, którego rolę spełnia ogon pocisku, a tłokiem umieszczonym wewnątrz (na rys. 1a. - odpowiednio 4 i 3). Po zapaleniu ładunku prochowego, następuje gwałtowny wzrost ciśnienia w komorze spalania (oznaczona numerem 2). Pod jego wpływem, następuje ruch tłoka wzdłuż osi symetrii pocisku. Ruch ten następuje aż do osiągnięcia przez tłok przewężenia które szczelnie go klinuje (rys. 1c). Aby wykorzystać ruch tłoka do napędzenia pocisku należy tłok unieruchomić. We wszystkich znanych konstrukcjach wykorzystuje się do tego koncentryczny względem lufy i pocisku pręt na stałe przytwierdzony do dna lufy (rys. 2). Po-

companied by generation of a mechanical wave represented by a loud bang and a flash produced by the burning powder. Beside the effects visible by a naked eye there is also a thermal radiation both of the hot gases and the barrel. The last one is heated relatively rapidly in the mortar due to its low thickness of the wall and in consequence the low thermal capacity [1-3].

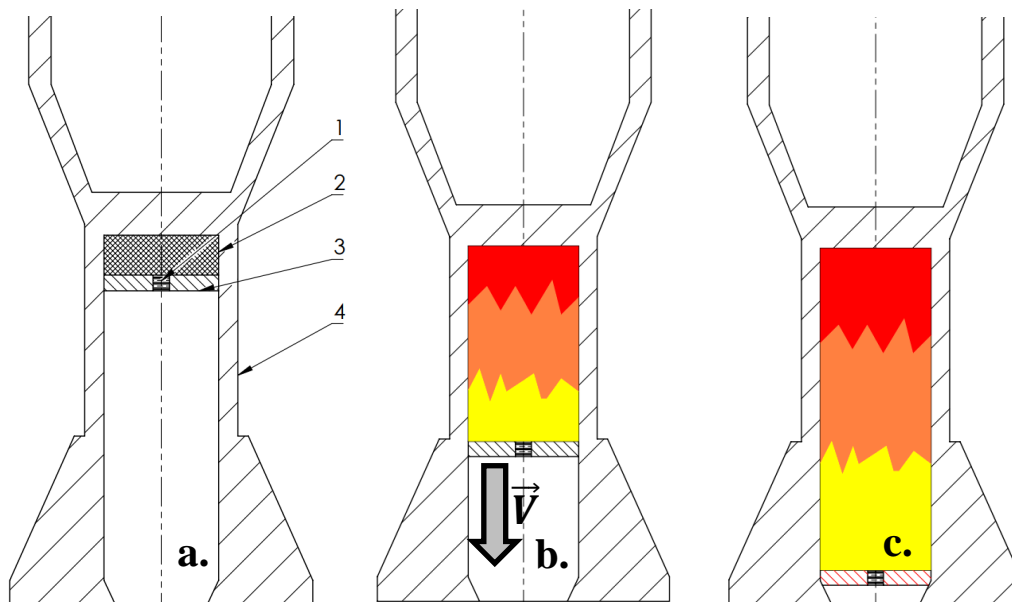
All these factors make the hiding of mortars firing positions (which due to their low range have to be placed near the front line) become a more difficult task whereas the unmanned aerial vehicles equipped with day and thermal cameras are commonly used.

The problem could be partially solved by designing a system that would eliminate in possibly greatest degree the factors increasing the detectability which were listed above. First designs of this category appeared at the end of seventies of the former century and are being developed now, as well. In following chapters of the paper they will be named as “silent mortars”.

Operation of the silent mortar may be compared to operation of the piston and cylinder in a motor engine. Before ignition of the primer the powder charge is in the space between the cylinder, and projectile's tail is a counterpart of it, and the piston placed inside (Fig. 1a. - respectively 4 and 3). After ignition of the powder charge the pressure within the combustion chamber surges significantly (marked by 2). It effects the movement of the piston along projectile's axis of symmetry. The movement lasts until it reaches a narrowing which locks it tightly (Fig. 1c). In order to use the movement of the piston for propelling of the projectile the piston has to be arrested. All known designs use for that a rod fixed to the barrel base and placed concentrically against the barrel and projectile (Fig. 2). The projectile may

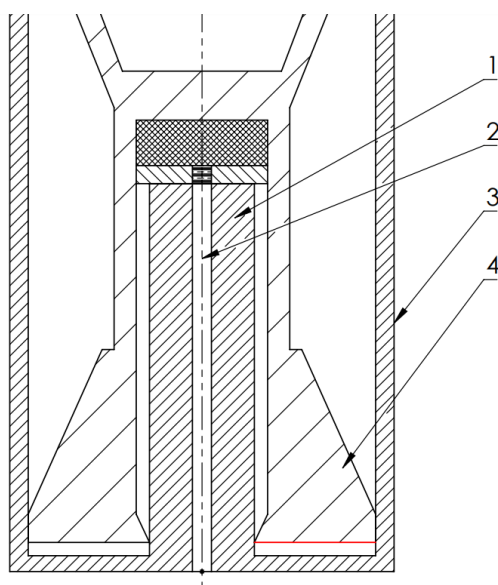
cisk może być mocowany wyłącznie na pręcie, w takiej konfiguracji lufa stanowi wyłącznie dodatkową prowadnicę.

be fixed exclusively on the rod and the barrel in such configuration works only as an additional guide.



Rys. 1. Trzy fazy strzału w układzie tłok – cylinder: 1 – spłonka, 2 – ładunek miotający, komora spalania, 3 – ruchomy tłok, 4 – ogon pocisku. a – pocisk przed strzałem, b – po zapaleniu ładunku miotającego ciśnienie wewnątrz komory spalania wypycha tłok, c – tłok dociera do przewężenia gdzie zatrzymuje się i uszczelnia komorę spalania [opracowanie własne]

Fig. 1. Three phases of firing for configuration of piston-cylinder: 1 – Primer, 2 – Propelling charge, combustion chamber, 3 - Movable piston, 4 – Projectile tail. a – Projectile before the shot, b – Pressure inside the combustion chamber pushes the piston out after ignition of the propelling charge, c – The piston approaches the narrowing where it is arrested and the combustion chamber is tightened [own development]



Rys. 2. Cichy pocisk zamocowany w lufie na pręcie oporowym: 1 – pręt oporowy, 2 – kanał iglicy, 3 – ścianka lufy, 4 – pocisk [opracowanie własne]

Fig. 2. Silent projectile fixed in the barrel on the supporting rod: 1 – Supporting rod, 2 – Channel of the needle, 3 – Wall of the barrel, 4 – Projectile [own development]

2. Przegląd wybranych systemów cichych moździerzy

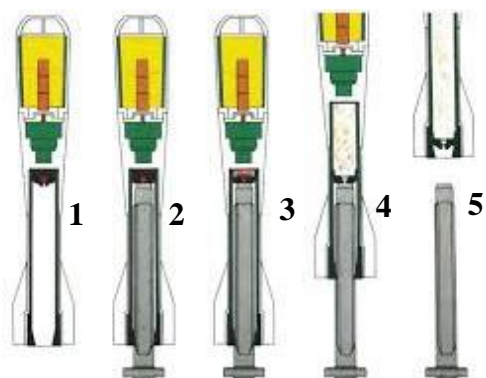
Fly – K / LGI Mle F1

Fly-K to system cichego moździerza opracowany w latach dziewięćdziesiątych przez niemiecką firmę Rheinmetall. Jego elementy weszły do wyposażenia wojsk Francji w postaci moździerza piechoty LGI Mle F1 (Lance-grenade individuel - Indywidualny granatnik). Wystrzelone z niego pociski kalibru 51 mm mogą razić wroga na dystansie do 675 m. Nie jest to duża odległość lecz znacząco przewyższa on osiągnięcia granatnika 40 mm, jednocześnie oferując znacznie większy obszar pokrycia odłamkami. Ogień prowadzić można z każdej pozycji pod warunkiem możliwości podparcia płyty oporowej. Celowanie odbywa się za pomocą celownika cieczowego. Zasada działania została przedstawiona na rys. 3. Wewnątrz lufy współosiowo umieszczony jest pręt na którym mocuje się pocisk. Po zbitiu spłonki przez iglicę następuje zapalenie się ładunku prochowego, który spala się w przestrzeni między ścianami wewnętrznymi ogona pocisku i ruchomą względem nich zatyczką. Zatyczka ta oparta jest o pręt mocujący więc w wyniku działającego ciśnienia pocisk wypychany jest z pręta. Zatyczka powstrzymywana jest przez przewężenie wewnątrz ogona. Osiągnięcie tej pozycji równoznaczne jest z końcem napędzania i początkiem lotu pocisku. Wg. producenta wystrzał generuje hałas wysokości 52 dB co oznacza że jest praktycznie niesłyszalny dla przeciwnika.

2. Selected Systems of Silent Mortars

Fly – K / LGI Mle F1

Fly-K is a system of silent mortar developed in the nineties by German company Rheinmetall. Its components were implemented by the French army as an infantry mortar LGI Mle F1 (Lance-grenade individuel). Projectiles of 51 mm calibre fired with it may strike the enemy on the range to 675 m. It is not a great distance but it significantly exceeds the performance of 40 mm grenade launcher and at the same time offers much greater area covered by the fragments. The fire may be conducted from each position provided that the base plate is fixed. Aiming is conducted by a liquid sight. The principle of operation is presented in Fig. 3. A rod placed coaxially inside the barrel accepts the projectile. When the primer is struck by the needle the powder charge ignites and burns in the space between the internal walls of projectile tail and a sealing ring which can be displaced against them. The sealing ring rests on the supporting rod and in effect of existing pressure the projectile is pushed out from the rod. The sealing ring is arrested by the narrowing inside the tail. Reaching of this position identifies the end of driving and the beginning of projectile flight. According to the manufacturer the shot produces a report of 52 dB what means that in practice it cannot be heard by the enemy.



Rys. 3. Schemat działania moździerza Fly-K:

1 – odbezpieczenie pocisku, 2 – odsadzenie na pręcie, 3 – zapalenie ładunku prochowego, 4 – ekspansja gazów prochowych, 5 – zablokowanie zatyczki i lot [4]

Fig. 3. Schematic of operation for Fly-K mortar:

1 – releasing the safety of projectile, 2 – fixing on the rod, 3 – ignition of the powder charge, 4 – expansion of powder gases, 5 – blocking the sealing ring and the flight [4]

Użytkownik systemu Fly – K / LgI Mle F1 może dysponować kilkoma rodzajami amunicji (rys. 4.)

Users of Fly – K / LgI Mle F1 system may deploy a few types of ammunition (Fig. 4.)



Rys. 4. Dostępne rodzaje amunicji do wyrzutni Fly – K. Między innymi odłamkowa, dymna i oświetlająca [5,6]

Fig. 4. Available types of ammunition for Fly – K launcher. Above all the fragmentation, smoke and illumination types [5,6]

To samo urządzenie oferowane jest przez Rheinmetall w postaci zdalnie sterowanego stanowiska ogniowego którego głównym przeznaczeniem jest ochrona baz, lotnisk i innej istotnej infrastruktury.

Identical system is offered by Rheinmetall in form of a remotely controlled firing post dedicated mainly to defend the bases, airfields, and other pieces of essential infrastructure.



Rys. 5. Fly-K na platformie, załadowany 4 (max. 12) pociskami, zdalnie sterowany [7]
Fig. 5. Fly-K on a platform, loaded with 4 (max. 12) projectiles, remotely controlled [7]

2B25 „Gull”

Opracowany w Rosji cichy moździerz 2B25 jest dość nową konstrukcją. Oficjalnie, trafił na uzbrojenie armii w 2019 roku. Przygotowany jest do strzelania 82 milimetrowymi pociskami na dystansie do 1200m (rys. 6). Tak jak wcześniej opisywany Fly-K, do strzelania wymagana jest specjalnie zaprojektowana wyrzutnia z współosiowym z lufą prętem. Mechanizm napędowy działaniem nie różni się znacząco od zachodniego odpowiednika. Uwagę zwraca zmiana proporcji długości pocisku do kalibru. Widoczne jest znaczne wydłużenie części ogonowej w porównaniu do pocisków klasycznych. Jest to spowodowane chęcią wydłużenia „skoku tłoka” co przekłada się na zwiększenie prędkości wylotowej. Przekrój pocisku do 2B25 przedstawiony jest na rys. 7. Pochodzi ono z dokumentu patentowego. Dostępne źródła przedstawiają tylko wariant pocisku z głowicą odłamkowo-burzącą. Nie ma jednak powodów aby wykluczać istnienie innych typów amunicji.

2B25 „Gull”

Silent mortar 2B25 developed in Russia is a relatively new design. It entered the army formally in 2019. It fires 82 mm projectiles up to 1200m (Fig. 6). Similarly to the Fly-K mentioned above a specially designed launcher having a rod in the axis of the barrel is needed for firing. The propelling mechanism is similar to its western counterpart. It may be noted that relation between the length of the projectile and calibre was changed. A significant extension of the tail in comparison to conventional projectiles is visible. It is caused by intention to increase “the move of the piston” what is translated into increased muzzle velocity. The cross-section of a projectile for 2B25 is shown in Fig. 7. It originates from the patent documentation. The available sources present only the option of the projectile with fragmentation and high explosive head. But there are no reasons excluding the existence of other types of the ammunition anyway.



Rys. 6. Moździerz 2B25 z pociskiem [8]

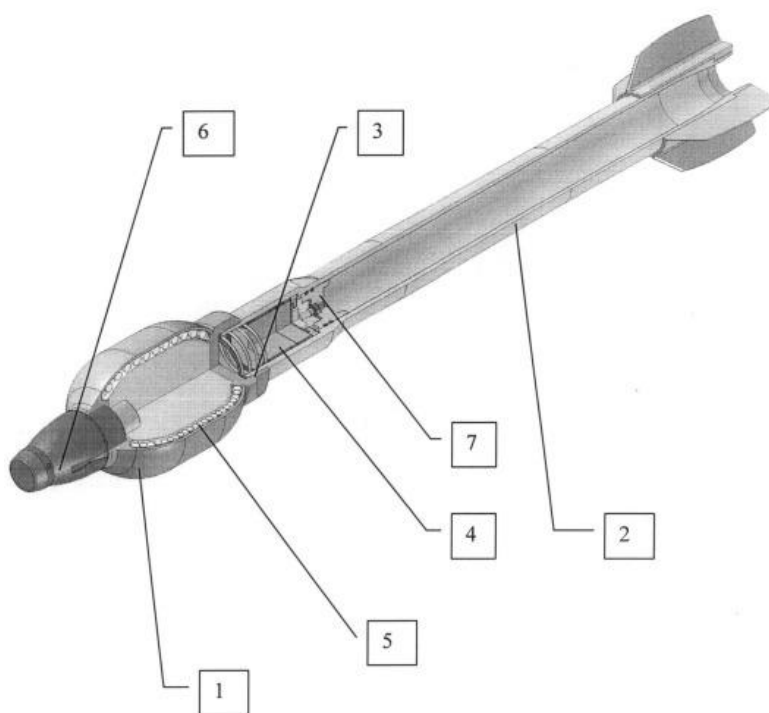
Fig. 6. Mortar 2B25 with projectile [8]

Rys. 7. Przekrój pocisku do 2B25:

- 1 – skorupa, 2 – ogon,
- 3 – połączenie gwintowe,
- 4 – ładunek miotający,
- 5 – głowica bojowa,
- 6 – zapalnik, 7 – tłok [9]

Fig. 7. Cross-section of projectile for 2B25:

- 1 – Shell, 2 – Tail, 3 – Threaded joint,
- 4 – Propelling charge,
- 5 – Warhead,
- 6 – Fuse, 7 – Piston [9]



QTL89

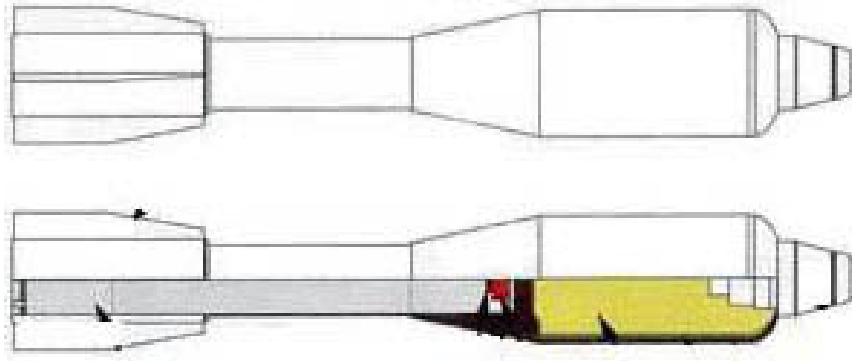
QTL89 jest bronią spełniającą założenia cichego moździerza produkowaną w Chinach i używaną przez Chińską Armię Ludowo-Wyzwoleńczą. Źródła informacji dotyczących tej konstrukcji są ubogie. Analizując zdjęcia i rysunki dostępne w Internecie i po-

QTL89

QTL89 is a weapon system complying with the requirements of the silent mortar which is manufactured in China and used by its army. Sources of information about this design are poor. Studying the pictures and photographs available in internet and

równując kalibry można zauważyć znaczne podobieństwo między omawianym systemem a niemieckim Fly-K (50mm QTL89, 51mm Fly-K).

comparing the calibre it may be noted that there is a significant similarity between the presented system and the German Fly-K (50mm QTL89, 51mm Fly-K).



Rys. 8. Przekrój amunicji do QTL89. Widoczne znaczne podobieństwo do Fly-K [10]

Fig. 8. Cross-section of ammunition for QTL89. Significant similarity to Fly-K is visible [10]



Rys. 9. Moździerz QTL89 w różnych konfiguracjach [10]

Fig. 9. Mortar QTL89 in various configurations [10]



Rys. 10. Wnętrze moździerza QTL89. Widoczny pręt oporowy z otworem na iglicę [10]
Fig. 10. The inside of mortar QTL89. Supporting rod with the hole for the needle is visible [10]

3. Wnioski

Przegląd istniejących konstrukcji dowodzi, że zaprojektowanie cichego pocisku moździerzowego jest możliwe. Wszystkie analizowane systemy korzystają ze stałego pręta oporowego umieszczonego na dnie lufy, na który nakładany jest pocisk. Jest to konstrukcja prosta, a dodatkowo umożliwia wydłużenie zasięgu poprzez zmianę długości pręta i pocisku. Istotną wadą tego rozwiązania jest konieczność stosowania oddzielnych moździerzy do miotania tego typu pocisków. Żaden ze znanych moździerzy nie umożliwia strzelania jednocześnie tradycyjną i cichą amunicją.

Korzyści z wykorzystania cichych pocisków moździerzowych są najbardziej uwydatnione przy wykorzystywaniu ich przez oddziały znajdujące się w pobliżu pozycji nieprzyjaciela, a więc piechotę. Ze względu na masę pocisków, jedynym rozsądnym kalibrem do zaprojektowania pocisku wydaje się być 60 mm.

Ze względu na ograniczenia układu napędzającego ciche pociski moździerzowe, nie

3. Conclusions

The review of existing designs proves that the silent mortar projectile can be developed. All studied systems use a permanent supporting rod placed at the base of the barrel for accepting the projectile on it. It is a simple design and moreover it can increase the range by changing the lengths of rod and projectile. Essential drawback of this solution is a necessity for using special mortars for firing projectiles of this type. None of known mortars cannot be used for firing both conventional and silent ammunition.

Benefits of using the silent mortar projectiles are best visible when they can be fired by troops, i.e. the infantry, located in the vicinity of the enemy positions. Because of the mass of projectiles the only reasonable calibre for designing a projectile seems to be 60 mm.

Due to limitations of the silent projectile propelling system it cannot be ex-

można oczekiwać, że zaprojektowany pocisk będzie dorównywał pod względem zasięgu klasycznym konstrukcjom wykorzystującym wszystkie ładunki dodatkowe. Analiza istniejących pocisków 60 mm oraz systemów cichych moździerzy wykazała, że zasięg maksymalny w granicach 1200-1300 m jest zarówno możliwy do osiągnięcia, jak i jest akceptowalny w kontekście użyteczności pocisku. Można założyć, że pocisk o masie około 1,8 kg wystrzelony z prędkością zbliżoną do 125 m/s będzie w stanie osiągnąć założoną donośność rzędu 1200-1300 m. Powyższe parametry zostały wykorzystane do sformułowania przedstawionych dalej założeń.

Dla projektu własnego założono następujące charakterystyki:

- kaliber 60,7 mm – zgodny z moździerzami ANTOS oraz LMP-2017;
- Prędkość wylotowa – nie mniejsza niż 125 m/s;
- masa pocisku 1,8 kg;
- głowica bojowa odłamkowo-burząca, pobudzana produkowanym przez zakłady DEZAMET głowicowym zapalnikiem uderzeniowym ZGM.

pected that the designed projectile could get the same range as the conventional designs employing all boosting charges. The analysis of existing projectiles 60 mm and the systems of silent mortars has indicated that the maximal range of ca. 1200-1300 m is both possible to be achieved and to be accepted for the projectile efficiency. It may be assumed that the projectile having the mass of ca. 1.8 kg and fired with the muzzle velocity of ca. 125 m/s could reach the specified range of ca. 1200-1300 m. The parameters mentioned above were used to formulate the specifications.

Following specifications were assumed for the own project:

- Calibre 60.7 mm – complying with mortars ANTOS and LMP-2017;
- Muzzle velocity – not less than 125 m/s;
- Mass of projectile 1.8 kg;
- Fragmentation-high explosive warhead detonated by the head percussion fuse ZGM produced by DEZAMET plants.

Literatura / Literature

- [1] D. Szabra, M. Magier, *Moździerzowa amunicja samonaprowadzająca się*, (2004), Nowa Technika Wojskowa, Nr 5/2004,
- [2] T. Kuśnierz, R. Bazela, M. Magier, *Badania poligonowe partii prototypowej naboju z pociskiem dymnym do 98 mm moździerza M-98*, (2010), Problemy Techniki Uzbrojenia, nr 1, zeszyt 113, s. 33-38.
- [3] T. Kuśnierz, R. Bazela, M. Magier, *Badania poligonowe partii prototypowej naboju z pociskiem oświetlającym do 98 mm moździerza M-98*, (2010), Problemy Techniki Uzbrojenia, nr 1, zeszyt 113, s. 39-44.
- [4] https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2016/armament/18259_Williams.pdf.
- [5] https://www.armyrecognition.com/index_2013_news_coverage_report_pictures_video/rheinmetall_s_fly-k_and_60_mm_mortar_ammunition_at_index_2013.html.
- [6] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/LGI_entrainment.jpg.
- [7] https://www.rheinmetall-defence.com/media/editor_media/rm_defence/produktbilder/bildleisten/Fly-K_leiste.jpg.

- [8] https://www.armyrecognition.com/images/stories/news/2015/november/Russian_made_2B25_Gull_silent_mortar_will_be_modernized_in_the_imminent_future_640_001.jpg.
- [9] <https://i1.wp.com/img.russianpatents.com/1150/11501897.gif>.
- [10] <http://pewpewpew.work/china/mortar/qlt89/qlt89.htm>.

