

ANALIZA SKUTECZNOŚCI LOTNICZEJ BRONI LUFOWEJ

W artykule omówiono analizę skuteczności lotniczej broni lufowej. Współcześnie lotnicze uzbrojenie lufowe stanowi pomocniczy środek rażenia. Wraz z upływem czasu uzbrojenie strzeleckie zmienia swoją rolę w działaniach wojskowych. W zależności od budowy i przeznaczenia możemy wyróżnić: podsystem uzbrojenia artyleryjskiego, podsystem uzbrojenia strzeleckiego, granatniki. W artykule przedstawiono badania nad skutecznością lotniczej broni lufowej podczas testów poligonowych.

WSTĘP

Broń lufowa w postaci działek lotniczych pozostaje ważnym elementem uzbrojenia samolotów i śmigłowców. Podstawowym rodzajem broni lufowej są działka automatyczne kalibru 20- 30 mm o dużej szybkostrzelności (1000-6000 strz./min) i prędkości początkowej pocisku 800-1100 m/s. Najczęściej stosowane są działka jednolufowe w układzie klasycznym (z jedną komorą naboju), wielolufowe oraz rewolwerowe (z kilkoma komorami naboju w jednym obrotowym bębnie).

Do napędu działek wykorzystywana może być energia odrzutu, energia gazów prochowych oraz energia z zewnętrznego źródła (elektryczna, hydrauliczna, pneumatyczna). Działka mogą być wbudowane na stałe (stanowiska nieruchome i ruchome) lub podwieszane na zamkach bombowych pod skrzydłami bądź pod kadłubem statku powietrznego.

W działkach lotniczych stosuje się naboje typu zespolonego, które są systematycznie doskonalone, m.in. poprzez stosowanie spłonek elektrycznych, łusek częściowo spalanych i wykonanych z materiału o małym ciężarze właściwym, np. ze stali borowej. W celu zwiększenia skuteczności pocisków przeciwpancernych ich rdzeń wykonywany jest ze zubożonego uranu. Z reguły, strzelanie prowadzi się seriami: krótkimi - po 5-10-15 naboju, średnimi - po 80÷150 naboju i długimi - po 200 ÷ 300 naboju w serii. Dla każdego typu broni określona jest graniczna dopuszczalna długość serii.

Zasadniczym manewrem wykorzystywanym podczas strzelania do celów naziemnych jest strzelanie z lotu nurkowego. Natomiast w walce powietrznej wykorzystuje się możliwości samolotu i człowieka do maksimum, gdyż walka toczona jest o życie. Strzelanie powietrzne odbywa się z bliskich odległości, czasami nawet nieprzekraczającymi 600 metrów. Odległość skutecznego strzelania jest zależna od typu statku powietrznego i zabudowanej na nim broni i jej parametrów. Na ogół przyjmuje się, że odległość skutecznego strzelania do celów naziemnych mieści się w przedziale od 400 do 1200 metrów, a w walce powietrznej do 1000 metrów.

W lotach bojowych stosuje się amunicję odłamkową lub kombinowaną o działaniu rażącym: przeciwpancerno- zapalającym (BR), odłamkowym oraz burząco- zapalającym (OFZ).

1. PRAWDOPODOBIENSTWO TRAFIENIA W CEL

Zamierzonym efektem strzelania jest porażenie celu, które polega na wykluczeniu jego zdolności do wykonywania założonych zadań bojowych oraz na braku możliwości odbudowania celu. Obiekty będące celami ataku dzieli się na trzy kategorie celów pojedynczych

(samolot, czołg), grupowe (klucz samolotów, bateria dział), powierzchniowe (pas startowy, węzeł kolejowy). W odniesieniu do różnych rodzajów celów rozróżnia się trzy stopnie porażenia, czyli zniszczenie, obezwładnienie i dezorganizację. Dla celów grupowych stopień porażenia podawany jest w liczbie porażonych zasadniczych elementów obiektu:

- zniszczenie obejmuje nie mniej niż 60% porażonych elementów,
- obezwładnienie obejmuje nie mniej niż 40% porażonych elementów,
- dezorganizacja obejmuje nie mniej niż 20 % porażonych elementów.

Ocena skuteczności strzelania wykorzystuje prawdopodobieństwo porażenia celu. Prawdopodobieństwo to uwzględnia rozrzut broni, jakość celowania, siłę rażenia i wrażliwość celu na zniszczenie. W celu obliczenia prawdopodobieństwa porażenia celu wykorzystuje się prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem. Prawdopodobieństwo porażenia celu w zależności od przestrzennego rozrzutu trafień określa zależność:

$$P_{poraż} = \int_{-\infty}^{\infty} \int \int G(x, y, z) \varphi(x, y, z) dx dy dz \quad (1)$$

gdzie:

$G(x,y,z)$ - jest to funkcja opisująca warunkowe rażenie celu;

$\varphi(x,y,z)$ - funkcja gęstości rozkładu prawdopodobieństwa punktów trafień, (prawo rozrzutu);

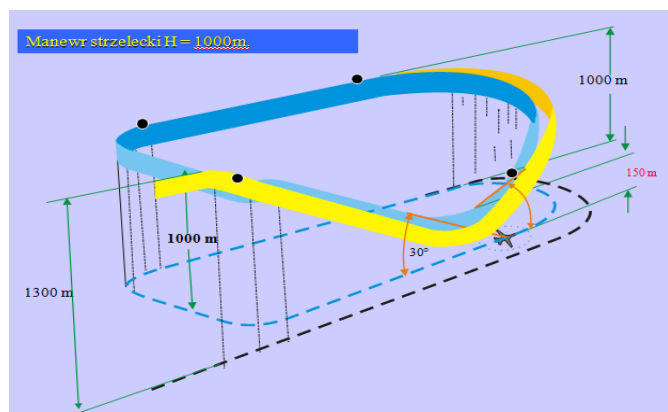
x,y,z - współrzędne przestrzennego położenia punktów trafień

Liczbę wymaganych trafień do zniszczenia celu ustala się doświadczalnie. Wraz ze wzrostem średnicy kalibru zmniejsza się liczba potrzebnych pocisków konieczna do jego zniszczenia. Do zniszczenia samolotu odrzutowego kalibrem broni 23 mm średnia ilość trafień wynosi od 3 do 4 natomiast dla samolotu bombowego średnia ilość trafień sięga nawet do 8. Zjawisko rozrzutu występuje podczas każdego strzelania do dowolnego celu. W wyniku strzelania położenia rzeczywistych trafień przez pociski odbiegają do punktu obliczonego, w który były skierowane. Teoretyczny obszar rozrzutu obejmuje elipsa, w której są wszystkie ślady przestrzelin. Na rozrzut pocisków wpływa wiele czynników takich jak:

- niejednakowa masa pocisków i ładunku miotającego,
- nierównomierne wpalanie prochu,
- niedokładne przystrzelenie broni,

- nagrzanie lufy,
- błędy podczas celowania.

Atak z lotu nurkowego (rys. 1), stosowany może być podczas strzelania z działek lotniczych, bombardowania i odpalania niekierowanych pocisków raketowych. Rozróżnia się ataki z dużym kątem nurkowania (powyżej 15°) i z małym kątem nurkowania (poniżej 15°). Dobór kąta nurkowania zależy od rodzaju stosowanego środka rażenia, warunków atmosferycznych, rodzaju atakowanego obiektu i obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela. W celu bycia niewidocznym dla przeciwnika i pokonania jego obrony przeciwlotniczej, do lotu odbywa się z reguły na małej wysokości. W rejonie celu, aby nabrać wysokości wprowadzenia do lotu nurkowego, należy wykonać różne złożone manewry: zwrot bojowy, półpętłę itp. Atak rozpoczyna się z chwilą wykrycia celu i wprowadzenia samolotu do lotu nurkowego.



Rys. 1. Budowa manewru strzeleckiego z wysokości 1000 metrów wysokości [źródło własne]

Tor lotu samolotu podczas ataku z lotu nurkowego dzieli się umownie na 6 odcinków. W punkcie A rozpoczyna się celowanie, które trwa do momentu określenia zezwolonej odległości otwarcia ognia (początku strzelania), co odpowiada punktowi B. Punkt C odpowiada końcowi strzelania i początkowi wyprowadzania z lotu nurkowego. Praktycznie, wyprowadzanie z lotu nurkowego następuje z pewną zwłoką, wynikającą z opóźnionej reakcji pilota. Przy obliczaniu manewru do ataku, na możliwe opóźnienie wyprowadzenia z lotu nurkowego dodaje się średnio 0,5 s (punkt D) przy założeniu, że tor lotu samolotu w tym czasie jest prostoliniowy. Na odcinku DE następuje wzrost przeciążenia od zera do wartości maksymalnej. Odcinek ten w przybliżeniu przyjmuje się jako prostoliniowy, a jego długość zależy od zwrotności samolotu. Na odcinku EF lot odbywa się ze stałym przeciążeniem po torze krzywoliniowym. Po wyprowadzeniu z lotu nurkowego (punkt F), samolot może być wprowadzony w lot wznoszący z zachowaniem przeciążenia lub jego zmniejszeniem.

2. OCENA UZBROJENIA LOTNICZEGO

W lotnictwie używana jest tylko broń automatyczna, czyli działka i karabiny maszynowe. Broń lotnicza zabudowana na samolocie ograniczona jest wymiarami i ciężarem. W procesie projektowania broni przyjmuje się możliwie najmniejsze dopuszczalne współczynniki wytrzymałości materiałów. Współczynniki te wpływają na żywotność broni. Żywotność lotniczej broni lufowej od naziemnej broni lufowej, jest zdecydowanie mniejsza. Głównym przeznaczeniem lotniczego uzbrojenia artyleryjskiego jest walka powietrzna, dlatego priorytetem lotniczej broni lotniczej jest jej duża niezawodność w każdych warunkach atmosferycznych.

Najwiarygodniejszą metodą potwierdzającą lub obalającą wszystkie metody oceny efektywności jest próba poligonowa.

Wykonanie określonej liczby strzelań w warunkach zbliżonych do warunków rzeczywistego pola walki umożliwia określenie efektywności testowanych działek lotniczych. Taka próba daje wyniki zbliżone do tych, jakie będą występowały podczas prawdziwego atakowania na cele naziemne lub walkę powietrzną.

Odbycie takiej metody porównawczej jest niezwykle kosztowne długotrwałe i czasochłonne. W celu przyspieszenia badań wprowadza się symulacje, które w bardzo zbliżony sposób odzwierciedlają i imitują realne warunki pola walki.

Kolejnym przykładem metody oceny efektywności i skuteczności działek lotniczych jest metoda polegająca na ocenie według energii pocisku podczas uderzenia w cel. Mianowicie jest to suma energii kinetycznej i energii powstałej w momencie wybuchu materiału wybuchowego w pocisku podczas trafienia w cel. Przyjmijmy, że prędkość pocisku w momencie uderzenia w cel jest równa prędkości początkowej w chwili opuszczenia przewodu lufy.

$$E_c = E_k + E_x \quad (2)$$

gdzie:

E_c - energia całkowita [J];

E_k - energia kinetyczna [J];

E_x - energia wybuchu pocisku [J].

$$E_k = \frac{m_s V_0^2}{2} \quad (3)$$

gdzie:

m_s - masa pocisków jednosekundowej serii [kg];

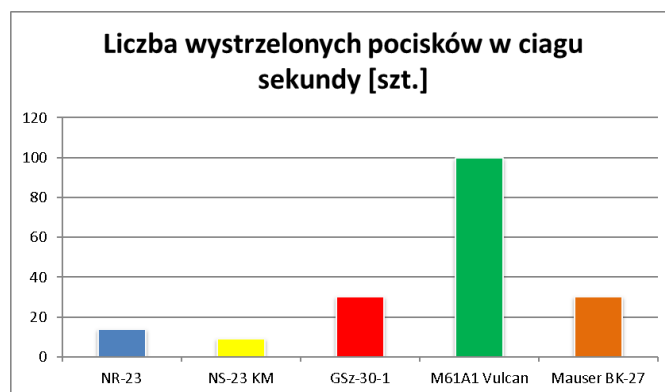
V_0 -prędkość początkowa pocisku [m/s].

$$m_s = n \times m_p \quad (4)$$

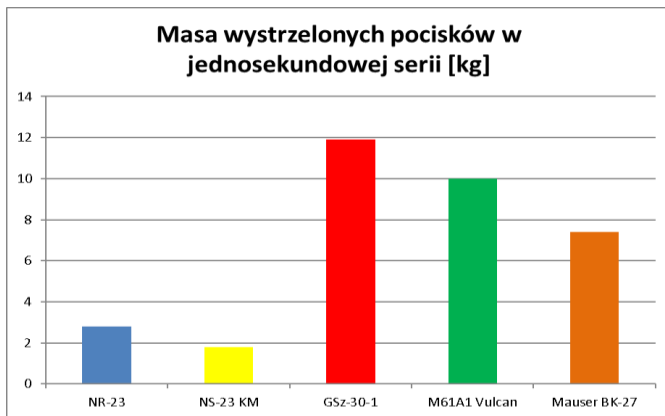
gdzie:

n -liczba pocisków w jednosekundowej serii;

m_p -masa pojedynczego pocisku [kg].

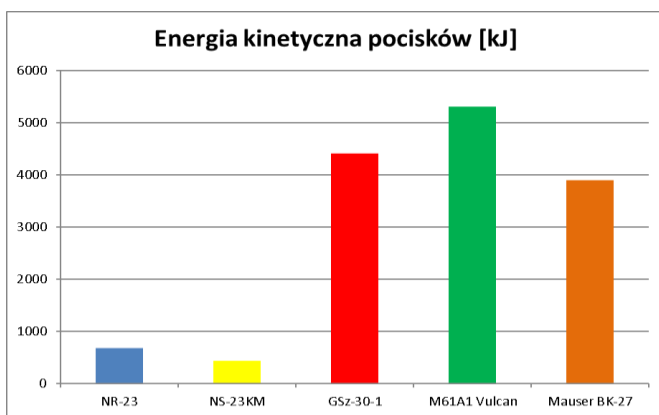


Rys. 2. Przedstawia wystrzeloną liczbę pocisków w ciągu sekundy z różnych typów działek [źródło własne]



Rys. 3. Przedstawia sumaryczną masę pocisków wystrzelonych podczas jednosekundowej serii z różnych typów działek [źródło własne]

Ogień prowadzony podczas strzelania prowadzony jest seriami. Obecna szybkostrzelność działek lotniczych ze względu na żywotność lufy, pozwala na prowadzenie ognia salwami 1/8, 1/4 i 1/2. Ogólnego zapasu amunicji na danym typie statku powietrznego.



Rys. 4. Przedstawia energię kinetyczną pocisków w chwili opuszczenia przewodu lufy [źródło własne]

Analizując powyższe trzy wykresy (rys. 2-4) nie jesteśmy w stanie ocenić skuteczności broni lufowej i amunicji w niej stosowanej tylko na podstawie szybkostrzelności. Prędkość początkowa pocisków również jednoznacznie nie wyłania najskuteczniejszego działka. Niezwykle istotny wpływ na otrzymane rezultaty ma masa salwy sekundowej pocisków w celu oraz konstrukcja i rodzaj materiału z jakiego jest wykonany sam pocisk.

Istotnym problemem podczas wyznaczania energii powstałej z wybuchu pocisku są dane dotyczące zastosowanego materiału wybuchowego. Uproszczeniem przyjętym w danej analizie jest wykorzystanie tego samego materiału do każdego rodzaju amunicji. Pamiętając przy tym, o zachowaniu odpowiednich proporcji masy materiału kruszącego do masy pocisków stosowanych w NATO i Rosji.

$$\alpha = \frac{\omega}{m_p} \times 100\% \quad (5)$$

gdzie:

α - stosunek materiału wybuchowego do masy pocisku;
 ω -masa materiału wybuchowego [kg] (heksogen);
 m_p -masa pocisku[kg].

NATO:

- dla kalibru 20 mm wynosi 10%

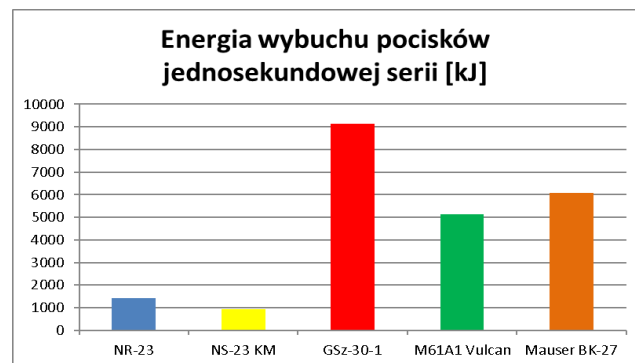
- dla kalibru 25 mm wynosi 14%
 - dla kalibru 27 mm wynosi 16%
 - dla kalibru 30 mm wynosi 18%
- Rosji:
- dla kalibru 23 mm wynosi 10%
 - dla kalibru 30 mm wynosi 15%

$$E_x = m_s \times \alpha \times E_w \quad (6)$$

gdzie:

E_w -jednostkowa energia wybuchu materiału wybuchowego (heksogenu) [5.12MJ/kg].

Analizując materiały wybuchowe stosowane w lotniczej amunicji najczęściej wykorzystywanym materiałem są pochodne heksogenu. Do obliczeń energii wybuchu pocisków odłamkowych oraz burząco-zapalających do rozpatrywanych działek została wykorzystana wartość jednostkowej energii wybuchu równa 5,12 MJ/kg.



Rys. 5. Przedstawia sumaryczną energię wybuchu pocisków w serii jednosekundowej [źródło własne]

PODSUMOWANIE

Rozpatrując wszystkie parametry techniczne broni i amunicji w niej stosowanej oraz uproszczenia, jakie zostały uwzględnione podczas analizy można stwierdzić, że pod względem energii całkowitej najefektywniejszym działkiem lotniczym jest GSz-30-1 (rys. 6) zabudowany na samolocie MiG-29 (rys. 7) i Su-27. Wysoki wskaźnik energii został uzyskany dzięki dużej masie wystrzelonych pocisków i materiale w nich zawartym.



Rys. 6. Działko lotnicze GSz-30-1 [3]



Rys. 7. Samolot Mig-29 z pełnym uzbrojeniem [11]

M61A1 nieznacznie wyprzedza w klasyfikacji działko zabudowane na samolocie EF 2000 Typhoon. Głównie zawdzięcza to swojej szybkostrzelności. Działko to ma niski wskaźnik energii wybuchu ze względu na mały kaliber i niewielką ilość materiału wybuchowego w pociskach.

Działka NR-23 i NS-23 KM wyraźnie odstają spośród wcześniej opisanych działek, dzieje się tak dlatego, że cechują się małą szybkostrzelnością i prędkością początkową pocisków. Widoczna jest również zależność pomiędzy udziałem procentowym energii kinetycznej i wybuchu w myślach konstrukcyjnych samolotów:

- rosyjskich ok. E_k -33%, E_x -67%;
- europejskich ok. E_k -40%, E_x -60%;
- amerykańskich ok. E_k -50%, E_x -50%.

Pomimo przeciętnej szybkostrzelności GSz-30-1 (rys. 6) wśród rozpatrywanych działek należy pamiętać, że jest to działko w układzie klasycznym o kalibrze 30 mm. Szybkostrzelność na poziomie 25 sztuk na sekundę jest nieosiągalna dla innych działek o podobnych parametrach konstrukcyjnych.

BIBLIOGRAFIA

1. Adamski M., Grzesik N.; *Uzbrojenie lotnicze. Lotnicze środki bojowe cz. I*, Samoloty, Dęblin 2013.
2. Adamski M., Sowa T.; *Podstawy rozwiązań konstrukcyjnych uzbrojenia lotniczego*, WSOSP, Dęblin 1995.

3. Adamski M., *Rozwiązania konstrukcyjne uzbrojenia lotniczego*, WSOSP, Dęblin 2007.
4. Błaszczak J., Wróblewski M.; *Uzbrojenie artyleryjskie współczesnych samolotów bojowych*, Myśl Wojskowa, Warszawa 2000.
5. Ciepliński A., Woźniak R.; *Encyklopedia współczesnej broni palnej od połowy XIX w.*, Warszawa 1994.
6. Makowski R., *Uzbrojenie lotnicze cz. 1. Broń lotnicza*, Poznań 1989.
7. Radziszewski L., *Balistyka końcowa pocisków amunicji małokalibrowej przy strzelaniu do wybranych celów*, Kielce 2007.
8. Tomaszek H., Wróblewski M., *Podstawy oceny eksploatacji systemów uzbrojenia lotniczego*, Warszawa 2000.
9. Torecki S., *1000 słów o broni i balistyce*, Warszawa 1977.
10. Woźniak R., Furmanek W., *Wprowadzenie w technikę wojskową. Broń lufowa*, Warszawa 2002.
11. <http://odwaszegofotokorespondenta.blogspot.com/2016/08/open-air-day-2016-malbork.html>

Analysis of effectiveness of barreled weapon

This article is about the analysis of the effectiveness of the air barreled weapon. Nowadays air gun is helpful folk-whether the agent destruction. With the passage of time armament changed its role from primary to complementary. Depending on the construction and destination we can distinguish: artillery armament subsystem, small arms subsystem, grenade launchers. This paper presents research on the effectiveness of airborne guns during traverse testing.

Autorzy:

dr hab. inż. **Mirosław Adamski** prof. ndzw. – Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych; 08-521 Dęblin; ul. Dywizjonu 303/36. m.adamski@wsosp.pl

mgr inż. pil. **Wojciech Lorenc** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych; 01-494 Warszawa; ul. Księcia Bolesława 6, wojciech.lorenc@itwl.pl

mgr inż. pil. **Agata Nykaza** – Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu; 61-965 Poznań; ul. Piotrowo 3, agata.m.nykaza@doktorate.put.poznan.pl