



549



# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

**TAJNE**

Egz.Nr. Z.

## WYMAGANIA TAKTYCZNE stawiane PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM

Analizy i propozycje  
dotyczące wyrobu p.k. "Śniardwy"

ARCHIWUM  
REGISTRUM  
KIDEM  
[illegible]

437258

Stron: 179

WARSZAWA

Marzec

1976



549



**AKADEMIA  
SZTABU GENERALNEGO**  
IM. GENERAŁA BRONI  
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

**TAJNI**

Egz.Nr. 7

**WYMAGANIA TAKTYCZNE**  
stawiane  
**PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM**

Analizy i propozycje  
dotyczące wyrobu p.k. "Śniardwy"

ARCHIWUM  
REJESTRI SZYBOWY  
KIDEN  
MA. gen. broni

037258

Stron: 179

WARSZAWA

Marzec

1976

*Przeł. prot. 12657*

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im. gen. broni K. Swierczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA

DO UŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

**[REDACTED]**  
Egz. nr 7.

WYMAGANIA TAKTYCZNE

stawiane

PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM

Analizy i propozycje  
dotyczące wyrobu p.k. "Sniardwy"

ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Swierczewskiego  
Nr 37258

Sal.	0179
Nr 7	29 03 76

Opracował zespół oficerów

Oddziału OPK i Lotnictwa ASG w składzie:

Kierownik zespołu - płk doc.dr Jerzy MACHURA

- Członkowie
- płk dypl. Stefan PAWŁOWSKI
  - płk dypl. Jan SAJAK
  - ppłk mgr inż. Adam ZACZEK

SPIS TREŚCI

	Str.
1. SILE POWIETRZNE /LOTNICTWO/ NA WSPÓŁCZESNYM I PERSPEKTYWICZNYM POLU WALKI .....	5
2. ANALIZA POTRZEB UZBRAJANIA WSPÓŁCZESNYCH I PERSPEKTYWICZNYCH SAMOLOTÓW I ŚMIGŁOWCÓW LOTNICTWA FRONTOWEGO W BRON LUFOWĄ .....	9
2.1. Lotnictwo myśliwskie .....	12
2.2. Lotnictwo myśliwsko-bombowe .....	16
2.3. Lotnictwo rozpoznawcze .....	22
2.4. Lotnictwo śmigłowcowe .....	25
2.5. Samoloty transportowe, szkolno-bojowe i łącznikowe .....	32
3. WERYFIKACJA WYMAGAŃ TAKTYCZNYCH STAWIANYCH PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM .....	35
3.1. Wybór optymalnego kalibru perspektywicznego działka lotniczego .....	35
3.2. Określenie potrzebnej szybkostrzelności perspektywicznego działka lotniczego .....	42
3.3. Ustalenie zakresu charakterystyk balistycznych pocisku perspektywicznego działka lotniczego .....	50
3.4. Niektóre parametry taktyczno-techniczne urządzenia celowniczego niezbędnego do nowego działka lotniczego .....	60
3.5. Możliwości zastąpienia obecnych pocisków rakietowych kalibru 57 mm przez nowe działko lotnicze - szczególnie na śmigłowcach szturmowych .....	62
4. WYBRANE WYMAGANIA TECHNICZNO-TAKTYCZNE I EKSPLOATACYJNE STAWIANE PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM .....	66
4.1. Analiza prognostyczna eksploatacji samolotów i śmigłowców oraz potrzeby produkowania do nich nowego działka lotniczego .....	66
4.2. Charakterystyka niektórych danych techniczno-taktycznych oraz uzbrojenia własnych samolotów i śmigłowców - czynniki rzutujące na WTT nowego działka lotniczego .....	76
4.3. Analiza i przybliżona ocena wartości dopuszczalnej siły odrzutu działek pokładowych samolotów i śmigłowców .....	88

SPIS TREŚCI

	Str.
1. SILE POWIETRZNE /LOTNICTWO/ NA WSPÓŁCZESNYM I PERSPEKTYWICZNYM POLU WALKI .....	5
2. ANALIZA POTRZEB UZBRAJANIA WSPÓŁCZESNYCH I PERSPEKTYWICZNYCH SAMOLOTÓW I ŚMIGŁOWCÓW LOTNICTWA FRONTOWEGO W BRON LUFOWĄ .....	9
2.1. Lotnictwo myśliwskie .....	12
2.2. Lotnictwo myśliwsko-bombowe .....	16
2.3. Lotnictwo rozpoznawcze .....	22
2.4. Lotnictwo śmigłowcowe .....	25
2.5. Samoloty transportowe, szkolno-bojowe i łącznikowe	32
3. WERYFIKACJA WYMAGAŃ TAKTYCZNYCH STAWIANYCH PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM .....	35
3.1. Wybór optymalnego kalibru perspektywicznego działka lotniczego .....	35
3.2. Określenie potrzebnej szybkostrzelności perspektywicznego działka lotniczego .....	42
3.3. Ustalenie zakresu charakterystyk balistycznych pocisku perspektywicznego działka lotniczego .....	50
3.4. Niektóre parametry taktyczno-techniczne urządzenia celowniczego niezbędnego do nowego działka lotniczego .....	60
3.5. Możliwości zastąpienia obecnych pocisków rakietowych kalibru 57 mm przez nowe działko lotnicze - szczególnie na śmigłowcach szturmowych .....	62
4. WYBRANE WYMAGANIA TECHNICZNO-TAKTYCZNE I EKSPLOATACYJNE STAWIANE PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM .....	66
4.1. Analiza prognostyczna eksploatacji samolotów i śmigłowców oraz potrzeby produkowania do nich nowego działka lotniczego .....	66
4.2. Charakterystyka niektórych danych techniczno-taktycznych oraz uzbrojenia własnych samolotów i śmigłowców - czynniki rzutujące na WTT nowego działka lotniczego .....	76
4.3. Analiza i przybliżona ocena wartości dopuszczalnej siły odrzutu działek pokładowych samolotów i śmigłowców .....	88

5. WNIOSKI KOŃCOWE ..... 118

6. ZAŁĄCZNIKI ..... 122

Wskazanie na zmianę jest zgodne z zasadami ogólnymi i  
 podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to konieczne, w celu  
 osiągnięcia celów, do których jest przeznaczony. Wskazanie  
 może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami ogólnymi  
 i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to konieczne,  
 w celu osiągnięcia celów, do których jest przeznaczony.

a/ Wskazanie może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli  
 jest to konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których  
 jest przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami  
 ogólnymi i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony.

b/ Wskazanie może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli  
 jest to konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których  
 jest przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami  
 ogólnymi i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony.

c/ Wskazanie może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli  
 jest to konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których  
 jest przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami  
 ogólnymi i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony.

Wskazanie może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli  
 jest to konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których  
 jest przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami  
 ogólnymi i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony.

Wskazanie może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli  
 jest to konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których  
 jest przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami  
 ogólnymi i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony.

Wskazanie może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli  
 jest to konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których  
 jest przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami  
 ogólnymi i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony.

Wskazanie może być zmienione w dowolnym momencie, jeżeli  
 jest to konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których  
 jest przeznaczony, i jeżeli jest to zgodne z zasadami  
 ogólnymi i podlega zmianom w zakresie, w jakim jest to  
 konieczne, w celu osiągnięcia celów, do których jest  
 przeznaczony.

## 1. SIŁY POWIETRZNE /LOTNICTWO/ NA WSPÓLECZNYM I PERSPEKTYWICZNYM POLU WALKI

Istniejące od kilku lat wyraźne tendencje odprężeniowe i rozbrojeniowe dotychczas nie mają zasadniczego wpływu na obowiązujące doktryny wojenne w obydwu interesujących nas przeciwstawnych blokach polityczno-militarnych /NATO i Układ Warszawski/. Nadal zakłada się, że wojna pomiędzy blokiem państw kapitalistycznych, a obozem państw socjalistycznych może być rozpoczęta i prowadzona w/g następujących wariantów /uzależnionych od szeregu czynników politycznych i militarnych/:

a/ wojna może być rozpoczęta i prowadzona z obustronnym masowym /nieograniczonym/ zastosowaniem broni raketowo-jądrowej;

b/ wojna może być rozpoczęta z zastosowaniem tylko konwencjonalnych środków rażenia, a następnie w określonej fazie jej rozwoju obydwie walczące strony przystąpią do masowego stosowania broni raketowo-jądrowej;

c/ wojna może być rozpoczęta i prowadzona przez pewien okres z zastosowaniem tylko konwencjonalnych środków rażenia; na którymś etapie jej rozwoju obydwie walczące strony mogą przystąpić do ograniczonego stosowania broni raketowo-jądrowej /np. tylko w skali taktycznej/, a następnie przejść do masowego jej stosowania.

Nie wyklucza się także wariantu prowadzenia wojen, szczególnie o ograniczonym charakterze, z zastosowaniem wyłącznie konwencjonalnych środków rażenia.

Przedstawione warianty rozpoczynania i prowadzenia wojen wyraźnie sugerują potrzebę niemal równomiernego rozwoju broni raketowo-jądrowej oraz broni konwencjonalnych.

Rozwój sytuacji politycznej na świecie pozwala przypuszczać, że aktualne założenia doktrynalne obydwu przeciwstawnych bloków polityczno-militarnych utrzymane zostaną w ciągu najbliższego dziesięciolecia.

Nie przewiduje się także aby na istniejące doktryny wojenne w najbliższych latach wpłynęły zachęcające lecz nadal niewielkie wyniki rokowań wiedeńskich, Komitetu rozbrojeniowego ONZ, SALT.

6

Rokowania te mogą doprowadzić do sukcesywnego ograniczenia produkcji, częściową redukcją określonych rodzajów broni raketowo-jądrowej, lub konwencjonalnych oraz określić warunki ich strategicznego rozmieszczenia.

Należy przewidywać, że ograniczenia ilości posiadanych wojsk i uzbrojenia nie zahamują tempa doskonalenia i konstruowania nowych doskonalszych środków walki. Mogą nawet stać się czynnikiem przyspieszającym jakościowy rozwój szczególnie konwencjonalnych środków walki.

W każdym z przedstawionych wyżej wariantów rozpoczynania i prowadzenia wojny przewiduje się szerokie zastosowanie lotnictwa jako nosiciela konwencjonalnych i jądrowych środków rażenia, środka do bezpośredniego wsparcia wojsk lądowych na polu walki, rozpoznania powietrznego, osłony wojsk i obiektów przed uderzeniami przeciwnika z powietrza, transportu powietrznego oraz wykonywania szeregu innych zadań bojowych.

Lotnictwo nadal pozostanie jednym z głównych rodzajów sił zbrojnych na współczesnym i perspektywnym polu walki.

Ilość statków latających w siłach powietrznych w zasadzie powinna utrzymać się na dotychczasowym poziomie. Mogą natomiast nastąpić dalsze zmiany w ilościach poszczególnych grup i rodzajów lotnictwa.

Należy przewidywać dalsze sukcesywne zmniejszanie ilości samolotów ~~lotnictwa~~ lotnictwa *strategicznego*.

Wydaje się bezsprzecznym utrzymanie dotychczasowej pozycji i znaczenia lotnictwa frontowego /taktycznego/, choć i w tej grupie zarysowują się kierunki zmian w ilościach samolotów poszczególnych rodzajów lotnictwa frontowego.

Przewiduje się, w związku z sukcesywnym wprowadzaniem coraz większej ilości różnorodnych raketowych naziemnych środków obrony przeciwlotniczych, niewielkie zmniejszenie ilości samolotów lotnictwa myśliwskiego, lub przy zachowaniu dotychczasowych stanów, częściowe wykorzystanie samolotów myśliwskich do wykonywania innych zadań np. uderzeń na obiekty naziemne, rozpoznania powietrznego i innych.

Nie przewiduje się zmian ilościowych w lotnictwie myśliwsko-bombowym /myśliwsko-szturmowym/. Ranga i znaczenie tego rodzaju lotnictwa długo jeszcze pozostanie na dotychcześnie-

7

wym poziomie. Na wyposażenie tego rodzaju lotnictwa ciągle wcho-  
dzą nowe, coraz doskonalsze typy samolotów. W ostatnich latach,  
w kręgach teoretyków i praktyków wojskowych weryfikowane są po-  
trzeby posiadania poddźwiękowych samolotów myśliwsko-bombowych.  
Wysuwane są propozycje budowy poddźwiękowego, znacznie tańszego  
samolotu myśliwsko-bombowego.

Nadal wysoko ceni się lotnictwo rozpoznawcze /operacyjne  
i taktyczne/. W związku ze wzrostem możliwości manewrowych wojsk  
na polu walki i z większym zapotrzebowaniem związków taktycz-  
nych i operacyjnych wojsk lądowych na informacje z rozpoznania  
powietrznego, znaczenie tego rodzaju lotnictwa nawet nieco wzro-  
sło. Wydaje się, że do czasu udostępnienia informacji z rozpo-  
znania kosmicznego taktycznym i operacyjnym szczeblom dowodze-  
nia wojskami lądowymi i lotnictwem, utrzymywać się będzie obecna  
pozycja lotnictwa rozpoznawczego.

Ostatnio coraz częściej mówi się o potrzebie odpowiednie-  
go uzbrojenia samolotów rozpoznawczych i wykorzystywania ich  
/zapomnianą już/ metodą: "rozpoznaj i zwalczaj".

W ostatnim dziesięcioleciu w skład lotnictwa frontowego  
wszedł i szybko rozwinął się nowy rodzaj lotnictwa - lotnictwo  
śmigłowe. Już dzisiaj ilość śmigłowców w lotnictwie fronto-  
wym sięga 30-40% ogólnego stanu statków latających. Przewiduje  
się, że ten nowy rodzaj lotnictwa będzie się w dalszym ciągu  
szybko rozwijał. Obecnie lotnictwo śmigłowe wykorzystywane  
jest do wykonywania trzech grup zadań bojowych:

- a/ ogniowych;
- b/ desantowo-transportowych;
- c/ specjalnych.

Należy przewidywać, że w niedalekiej przyszłości ilość  
tych zadań zostanie zwiększona, choć obecnie pesymiści twierdzą,  
że śmigłowiec nigdy nie zastąpi samolotu, a przewidywane warun-  
ki na Europejskim Teatrze wręcz uniemożliwią masowe wykorzysta-  
wanie lotnictwa śmigłowego.

Generalnie zakłada się, że wszystkie śmigłowce wojskowe  
powinny być uzbrojone w broń obronną, a śmigłowce przeznaczone  
do wykonywania zadań ogniowych /śmigłowce szturmowe/ w środki  
do niszczenia i obezwładniania obiektów naziemnych. Niektórzy  
specjaliści twierdzą, że śmigłowce szturmowe powinny być także

przystosowane do niszczenia obiektów powietrznych np. śmigłowców i wolno lecących samolotów przeciwnika.

W skład lotnictwa frontowego wchodzi i w przyszłości także wchodzić będzie, lotnictwo transportowe, wyposażone w lekkie i średnie samoloty transportowe. Przewiduje się, że w przyszłości ilość i jakość tego rodzaju lotnictwa pozostanie na dotychczasowym poziomie, chociaż sukcesywnie wznoszą się potrzeby w zakresie transportu lotniczego. Dużą część tych potrzeb w przyszłości będą zaspokajały śmigłowce transportowe. Ilość, rodzaje lotnictwa frontowego oraz warunki wykonywania przez nie zadań bojowych obecnie i w przyszłości zmuszą do posiadania znacznej ilości samolotów i śmigłowców szkolno-treningowych i szkolno-bojowych, umożliwiających przygotowanie personelu latającego dla lotnictwa frontowego. Walory lotno-taktyczne oraz uzbrojenie i wyposażenie tych samolotów i śmigłowców powinny być zbliżone, lub niemal identyczne, jak samolotów i śmigłowców bojowych. Rozwiązanie takie, obecnie i w przyszłości, znacznie ułatwiłoby przeszkalanie w zakresie zastosowania bojowego oraz przejście szkolnego personelu latającego ze sprzętu szkolno-bojowego na samoloty i śmigłowce bojowe.

Łącznie z tendencjami uzbrojania /w broń obronną/ wszystkich śmigłowców wojskowych wysuwane są propozycje wyposażenia, przede wszystkim w broń lekką, a także wszystkich samolotów łącznikowych i dyspozycyjnych.

Ogólnie rzecz biorąc lotnictwo frontowe jest i długo jeszcze pozostanie nieodzownym i jednym z głównych środków na współczesnym polu walki. Nie przewiduje się zwiększania jego ilości /poza śmigłowcami/. Względy polityczne, lub ekonomiczne mogą podyktować zmniejszenie ilości samolotów niektórych rodzajów lotnictwa frontowego. Należy przypuszczać, że zmniejszona ilość samolotów będzie rekompensowana jakością pozostałych - zwiększonymi ich możliwościami bojowymi.

9

## 2. ANALIZA POTRZEB UZBROJENIA WSPÓLCZESNYCH I PERSPEKTYWICZNYCH SAMOLOTÓW I ŚMIGŁOWCÓW LOTNICTWA FRONTOWEGO W BRON LUFOWĄ

Niemal od początku swego istnienia samoloty lotnictwa wojskowego uzbrajane były w broń lufową, początkowo tylko w karabiny maszynowe, a później także w działka. Wraz z rozwojem lotnictwa i rosnącymi wymaganiami wynikającymi z jego podziału na wyspecjalizowane rodzaje, sukcesywnie doskonalono lotniczą broń lufową.

W okresie II-giej wojny światowej broń lufowa - działka i karabiny maszynowe, stanowiły podstawowe i jedyne uzbrojenie samolotów myśliwskich; podstawowe /na równi z uzbrojeniem w bomby i rakiety/ uzbrojenie samolotów szturmowych; uzupełniające lekkich i średnich samolotów bombowych; obronne ciężkich samolotów bombowych, a także samolotów transportowych, łącznikowych i pomocniczych.

Na uwagę z tego okresu zasługują następujące działka lotnicze:

ZSRR - SzwaK, wz.1936 r., kaliber - 20 mm, szybkostrzelność - 750 wystrz./min., prędkość początkowa pocisku 920 m/s, montowane na samolotach szturmowych IL-2 i myśliwskich Jak-9;

- W-Ja; wz.1940 r., kaliber - 23 mm, szybkostrzelność - 600 wystrz./min., prędkość początkowa pocisku 900 m/s, montowane na samolotach szturmowych. Strzelanie z w/w działek prowadzone było przy pomocy celowników kolimatorowych;

W. Brytania - Vickers Armstrong, kaliber - 37 mm, szybkostrzelność - 100 wystrz./min, prędkość początkowa pocisku 594 m/s, zapas amunicji - 40-50 szt., montowane na samolotach myśliwskich.

USA - Hispa-no-Suiza, kaliber - 20 mm, szybkostrzelność 650 wystrz./min, prędkość początkowa pocisku 877 m/s, zasięg - 5000 m, zapas amunicji - 300 szt., montowane na samolotach Airacobra, Boston i innych;

- M-4, kaliber - 37 mm, szybkostrzelność - 120 wystrz./min., prędkość początkowa pocisku - 650 m/s, zasięg - 4000 m, zapas amunicji - 30 - 50 szt. montowane na samolotach Airacobra R-39 i innych.

- Niemcy - Mg-151, kaliber - 20 mm, szybkostrzelność  
- 700 wystrz/min., prędkość początkowa pocisku  
805 m/s, zasięg - 4000 m, zapas amunicji 200-500  
szt., montowane na samolotach Me-109 - G-6, Fokke-  
Wulf 190-A-8, Me-410 i inne;
- Mk-108, kaliber - 30 mm, szybkostrzelność  
- 150 wystrz/min, prędkość początkowa pocisku  
460 m/s, zasięg - 3000 m, zapas amunicji 90-120 szt.  
montowane na samolotach Fokke-Wulf Ta-152, Me-210,  
Me-262 A.

Znane są także próby /raczej nie udane/ montowania na samolotach  
działek o kalibrze 75 mm np. na He-199 B.

W okresie powojennym, do czasu wprowadzenia na uzbroje-  
nie samolotów broni rakietowej /niekierowanej i kierowanej/,  
notujemy dalszy rozwój lotniczej broni lufowej, a szczególnie  
działek. W latach pięćdziesiątych na uzbrojenie samolotów  
wchodzi szereg nowych działek, z których na uwagę zasługują:

- ZSRR - NS-23 KM wz.1945r., kaliber - 23 mm, szybkostrzelność  
540 wystrz/min, montowane na samolotach myśliwskich  
Jak-17 i 23, MiG-15 i Lim-1;
- N-37/D/ wz. 1946 r. kaliber - 37 mm, szybkostrzelność  
- 410 wystrz/min, montowane na samolotach myśliwskich  
MiG-17, 15 i Lim-2, Lim-5;
- NR-23 wz.1948 r. kaliber - 23 mm, szybkostrzelność  
- 870 wystrz/min., montowane na samolotach MiG-15 bis,  
MiG-17- Lim-2, Lim-5, Il-28;
- NR-30 wz.1952 r., kaliber - 30 mm, szybkostrzelność -  
850 wystrz/min, montowane na samolotach MiG-19p,  
MiG-21-f-13, SU-7BM i SU-20;
- USA - M-39 wz.1952, kaliber - 20 mm, szybkostrzelność -  
ok. 1500 wystrz/min, prędkość początkowa pocisku -  
1040 m/s. Zbudowane w oparciu o niemieckie działko z  
1944 r. MG-213c i montowane na samolotach myśliwskich  
i bombowych;

W. Brytania - Aden, kaliber - 30 mm, szybkostrzelność - 1000 wystrz/min. prędkość początkowa pocisku - 610 m/s, zbudowane także w oparciu o MG-213c i montowane na samolotach myśliwskich i bombowych;

Szwajcaria - 206 RK, kaliber - 20 mm, szybkostrzelność - 1800 wystrz/min., prędkość początkowa pocisku 1070 m/s;  
- HSS-825, kaliber - 30 mm, szybkostrzelność - 1000 wystrz/min., prędkość początkowa pocisku - 1160 m/s.

W końcu lat pięćdziesiątych, w związku z szybkim rozwojem lotniczej broni raketowej /rakiety klasy powietrzne-powietrzne /P-P/, powietrzne-ziemia /P-Z/, nakierowane i kierowane różnymi metodami, można zauważyć pewne zahamowanie w rozwoju lotniczej broni lufowej.

Wchodzą na uzbrojenie nowe samoloty wyposażone wyłącznie w broń raketową np.:

ZSRR - MiG-19 pm uzbrojony w 2 kierowane pociski

RS-2U klasy P-P;

- MiG-21pf i pfa uzbrojony w 2 kierowane pociski raketowe R-3S i RS-2US;

USA - F-89 D, F-102, a następnie F-4D uzbrojony w 6 kierowanych pocisków raketowych Sparrow III, lub 4 Bullpup

W. Brytania - Lightning F. MK3, uzbrojony w pociski nie kierowane 48-50,8 mm, lub pociski kierowane 2 Red Top.

Okres zafascynowania lotniczą bronią raketową trwał do połowy lat sześćdziesiątych, chociaż niektórzy producenci samolotów do dnia dzisiejszego produkują samoloty uzbrojone tylko w broń raketową np.:

W. Brytania - Buccaneer S.MK2 uzbrojony w 4 pociski raketowe Martel, lub Bullpup;

W drugiej połowie lat sześćdziesiątych dało się zauważyć ponownie zainteresowanie lotniczą bronią lufową. Skala zainteresowania nie osiągnęła, ze zrozumiałych względów /istnieje przecież broń raketowa/ poziomu z okresu II-giej wojny światowej, lub pierwszych lat powojennych, ale broń lufowa powraca na uzbrojenie nawet tych samolotów, które w pierwszych wersjach jej nie posiadały np.:

ZSRR - MiG-21 pfm uzbrojony został w działko GSz-23 oraz niekierowane i kierowane pociski raketowe.

Wzrasta zainteresowanie bronią lufową w związku z masowym uzbrojeniem śmigłowców. W stosunkowo krótkim czasie pojawiają się nowe, lub udoskonalone typy działek, z których na uwagę zasługują:

ZSRR - GSz-23L wz. 1965r. - kaliber - 23 mm, szybkostrzelność 3200 wystrz/min. montowane na samolotach typu MiG-21;  
- AM-23. kaliber - 23 mm, szybkostrzelność 1330 wystrz/min., montowane na samolotach AN-12;

USA - M-61A-1 Vulcan, kaliber - 20 mm, szybkostrzelność - 4000-6000 wystrz/min., montowane na samolotach myśliwskich, myśliwsko-bombowych i innych.

Francja - DEFA-552A, kaliber - 30 mm, szybkostrzelność 1200 wystrz/min, montowane na samolotach typu Mirage.

Zainteresowanie lotniczą bronią lufową, szczególnie działkami, nie wydaje się być "krótkotrwałą modą". Trwa ono do dnia dzisiejszego i nic nie wskazuje jego zmniejszenia. Musi ono zatem wynikać z racjonalnych potrzeb współczesnego pola walki, chociaż nie bagatelne są zapewne także względy czysto ekonomiczne.

Spójrzmy zatem na wyniki z analizy potrzeb uzbrojenia współczesnych i perspektywicznych samolotów i śmigłowców lotnictwa frontowego w broń lufową, z uwzględnieniem zadań bojowych i warunków ich wykonania przez poszczególne rodzaje lotnictwa.

## 2.1. Lotnictwo myśliwskie

Lotnictwo myśliwskie przeznaczone jest i w przyszłości będzie, przede wszystkim do osłony wojsk i obiektów w strefie frontowej i na terytorium kraju, przed rozpoznaniem i uderzeniem przeciwnika z powietrza.

Obiektami jego działań w czasie wykonywania głównego zadania będą dodźwiękowe i ponaddźwiękowe samoloty rozpoznawcze, bombowe i myśliwsko-bombowe, a także samoloty myśliwskie, transportowe, śmigłowce /np. przewożące desanty powietrzne/, a także balony automatyczne.

Obiekty te będą wykonywały loty na wysokościach małych, średnich i dużych /do 20000 m i więcej / w warunkach stosowania przez przeciwnika zakłóceń radioelektronicznych, w różnych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy. Większość z tych

obiektów będzie posiadała pokładowe /autonomiczne/ urządzenia ostrzegawcze o zbliżającym się przeciwniku, lub korzystała z naziemnych /powietrznych/ systemów ostrzegawczych. Niemal wszystkie zwalczane samoloty i śmigłowce będą wyposażone w broń obronną, a niektóre z nich jak samoloty myśliwskie i myśliwsko-bombowe po zrzućeniu ładunku bojowego, będą mogły podjąć równorzędną walkę powietrzną z atakującymi samolotami myśliwskimi.

Do zwalczania wymienionych wyżej obiektów powietrznych, wykonujących loty z prędkością większą od 350-400 km/h, na wysokościach większych jak 200 m i nie manewrujących, lub słabo manewrujących, najbardziej skuteczne /0,3-0,8/ są i najprawdopodobniej pozostaną kierowane rakieły klasy powietrze-powietrze /P-P/ odpalane z odległości 1200-6000 m.

Do zwalczania obiektów powietrznych wykonujących loty na wysokościach mniejszych, oraz obiektów mających większe możliwości manewrowania - śmigłowców, niektórych samolotów transportowych i innych, wykorzystywanie rakiet kierowanych jest i będzie utrudnione i mało skuteczne.

Do zwalczania takich obiektów powietrznych w niektórych wypadkach celowe jest wykorzystywanie rakiet niekierowanych. W większości wypadków jednak takie obiekty najwygodniej zwalczać przy pomocy broni lufowej - działek, pozwalających na otwarcie ognia z odległości 200 m i większych i zapewniających prawdopodobieństwo rażenia - nie mniejsze, niż 0,3-0,4 dla serii jednosekundowej.

Samoloty myśliwskie, w czasie wykonywania wyżej wymienionego głównego zadania bojowego, będą zmuszone niemal wyłącznie wykorzystywać broń lufową podczas tzw. "swobodnych walk powietrznych" /manewrowych, myśliwiec-myśliwiec/, prowadzonych z dużymi przeciążeniami /6 - 7 g/, kiedy to wykorzystanie rakiet kierowanych jest mało prawdopodobne. Po wielu latach zapomnienia walki powietrzne tego typu znów są stosowane. Nie należy jednak przewidywać aby obecnie, lub w przyszłości stały się tak powszechne jak w okresie II-giej wojny światowej. Broń lufowa na samolocie myśliwskim należy traktować jako uzbrojenie podstawowe, na równi z kierowanym uzbrojeniem rakiętowym.

Samolot myśliwski, dysponując bronią lufową po odpaleniu niewielkiej przecież posiadanej ilości pocisków rakiętowych pozostanie

staje samolotem bojowym, może bronić się, a nawet nawiązać walkę z równorzędnym przeciwnikiem.

Działka lotnicze są i najprawdopodobniej pozostaną jedyną skuteczną bronią podczas walk powietrznych prowadzonych w warunkach silnych zakłóceń radioelektronicznych i cieplnych.

Lotnictwo myśliwskie może być wykorzystywane obecnie, a w przyszłości prawdopodobnie jeszcze w szerszym zakresie, do wykonywania tzw. zadań dodatkowych:

a/ osłony innych rodzajów lotnictwa /myśliwsko-bombowego, bombowego, transportowego, śmigłowego/ na trasie ich lotu do celu i spowrotem przed przeciwdziałaniem lotnictwa przeciwnika;

b/ rozpoznania powietrznego;

c/ zwalczania obiektów naziemnych, w tym i nawodnych.

Podczas osłony innych rodzajów lotnictwa i realizacji rozpoznania powietrznego /a i b/ samoloty myśliwskie będą zwalczać przede wszystkim samoloty przeciwnika wykorzystując w sprzyjających warunkach kierowane pociski rakietowe, a w szeregu wypadkach /wiązanie walką/ broń lufową.

W czasie wykonywania tych zadań /a i b/ nie tak ważna będzie ilość zniszczonych samolotów przeciwnika, jak możliwość wielokrotnego wiązania walką i odpierania ataków przeciwnika na całej trasie realizacji osłony, lub prowadzenia rozpoznania.

Zwalczanie obiektów naziemnych, (w tym i nawodnych) nieopancerzonych i słabo opancerzonych przez samoloty myśliwskie może być wykonywane z zastosowaniem rakiet niekierowanych, odpalanych z odległości 1200-2000 m /przy  $V_1 = 700$  km/h/ zapewniających rażenie celu z prawdopodobieństwem rzędu 0,2- 0,3.

Obiekty takie znacznie wygodniej można zwalczać stosując broń lufową - działka, prowadząc ogień z odległości o wiele mniejszej i osiągając wynik strzelania 0,3-0,5 /czas prowadzenia ognia 1 - 2 sekundy/, nawet w warunkach przeciwdziałania naziemnych środków OPL.

Do zwalczania obiektów naziemnych i nawodnych samoloty myśliwskie mogą także stosować bomby różnych typów o wagomiarach do 500 kg, ale w odniesieniu do celów pojedynczych, o małych wymiarach skuteczność bombardowania jest o wiele mniejsza od skuteczności strzelania z działek.

Samoloty myśliwskie mogą zwalczać opancerzone obiekty naziemne i nawodne, stosując niekierowane pociski rakietowe i bomby przeciwpancerne.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że samolot myśliwski do wykonywania zadania głównego i zadań dodatkowych obecnie i w najbliższej przyszłości, powinien być uzbrojony zarówno w rakie-ty kierowane i niekierowane, jak i broń lufową, a także posiadać możliwość podwieszania bomb. Większość współczesnych samolotów myśliwskich tych, które najprawdopodobniej pozostaną na wyposażeniu lotnictwa w najbliższych dziesięciu latach, dysponuje takimi właśnie wariantami uzbrojenia - patrz załącznik 2.1.

Uzbrojenie lufowe tych samolotów, traktowane jako niezbędne, to 20-30 mm działka zamontowane na stałe u nasady skrzydła, w kadłubie, lub w podwieszanej gondoli, o różnych szybkostrzelnościach od 400 do 6000 wystrzałów/min.,

Charakterystyka uzbrojenia lufowego współczesnych samolotów myśliwskich - patrz załącznik 2.7. Parametry tych działek w większości produkowanych w latach 1950-1960 już dzisiaj nie w pełni odpowiadają wymaganiom taktycznym, a tym bardziej nie będą mogły sprostać wymaganiom przyszłościowym. Aktualne i perspektywiczne potrzeby dyktują, że samolot myśliwski lat 80-tych klasy MiG-21, powinien być uzbrojony w minimum 4 udoskonalone rakie-ty kierowane klasy P-P / w zależności od potrzeb kierowane wiązką radiolokacyjną lub samonaprowadzające się/, które będzie można odpalać z odległości 10000-15000 m i większej także na małych wysokościach rzędu 200-500 m. Wykrycie celu, celowanie, odpalenie i kierowanie rakietami powinno zapewniać automatyczne urządzenie celownicze.

Zestaw - rakie-ty + urządzenie celownicze, powinien zapewniać zwalczanie obiektu powietrznego ze skutecznością 0,5-0,8 w całym zakresie wysokości i prędkości lotu samolotu. Samolot ten powinien być wyposażony w 4-6 podwieszonych /pod skrzydłami i kadłubem/ umożliwiających podwieszenie w/g potrzeb: wyrzutni rakiet niekierowanych i kierowanych, bomb oraz w/g potrzeb /na wszystkich podwieszeniach, lub na części / zbiorniki paliwa.

Uzbrojenie to /niekierowane i kierowane rakie-ty oraz bomby/ powinno umożliwiać zwalczanie obiektów naziemnych /nawodnych/ i powietrznych.

Jako niezbędnie uzbrojenie współczesnego i perspektywicznego samolotu myśliwskiego należy uznać 1-2 działka lotnicze, zamontowane na stałe oraz 2-4 działka w podsieszanych gondolach. Właściwości obiektów przewidywanych do zwalczania przez samoloty myśliwskiego wskazują potrzebny kaliber tych działek - 20-30 mm, szybkostrzelność odpowiednio 6000-2500 systrz/min.

Działko to powinno zapewniać rażenie:

- obiektu powietrznego /samolotu myśliwskiego, myśliwko-bombowego i śmigłowca/ jedną serią jednosekundową, z prawdopodobieństwem 0,4-0,8, podczas strzelania z odległości 600-200 m;

- obiektu naziemnego /nawodnego/, nieopancerzonego /np. typu radiostacja/ jedną serią jednosekundową, z prawdopodobieństwem 0,2-0,4, podczas strzelania z odległości 1400-800 m.

Zapas amunicji tego typu działka powinien zapewniać wykonanie 3-4 strzałów /strzełań/ o długotrwałości strzelania 1-1,5 sek. co w sumie daje 4-6 sek. ciągłego ognia, na który potrzeba 200-500 sztuk naboju /na każde działko/.

Prowadzenie skutecznego ognia z działka powinno zapewniać urządzenie celownicze, automatycznie wypracowujące wszystkie poprawki w czasie nie dłuższym jak 1-1,5 sek., uwzględniające zmiany prędkości lotu zwalczanego obiektu i samolotu myśliwskiego, kątów ataków i przechylenia samolotów oraz przeciążenia aerodynamiczne od -1,5 do +6,8 g.

Urządzenie to powinno być sprzężone z automatycznym urządzeniem celowniczym do odpalania i kierowania uzbrojeniem rakietowym i posiadać stosunkowo niewielkie rozmiary.

## 2.2. Lotnictwo myśliwko-bombowe /myśliwko-szturmowe//LMSz/

Lotnictwo myśliwko-bombowe przeznaczone jest i w przyszłości także będzie, przede wszystkim do zwalczania /zniszczenie lub obezwładnienia/ obiektów naziemnych /nawodnych/ na korzyść wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej, w ścisłym współdziałaniu z tymi rodzajami sił zbrojnych, lub samodzielnie.

Lotnictwo myśliwko-bombowe /myśliwko-szturmowe/ może być wykorzystywane do rozpoznania powietrznego na korzyść wojsk lądowych, lotnictwa lub marynarki wojennej oraz zwalczania /w powietrzu/ środków napadu powietrznego przeciwnika w systemie OPL wojsk oraz w systemie OPK.

Wymienione zadania bojowe lotnictwo myśliwsko-bombowe /LMSz/ może wykonywać w ramach:

- walki o uzyskanie przewagi w broni raketowo-jądrowej i lotnictwie, lub walki o panowanie w powietrzu;
- wsparcia ogniowego wojsk lądowych i marynarki wojennej;
- zabezpieczenia działań bojowych lotnictwa, a także marynarki wojennej;
- odpierania nalotów środków napadu powietrznego przeciwnika w systemie OPL wojsk, lub systemie OPK.

Wymienione zadania bojowe, a szczególnie główne zadanie bojowe - zwalczanie obiektów naziemnych. Lotnictwo myśliwsko-bombowe będzie wykonywało w warunkach szybko zmieniającej się sytuacji taktycznej i operacyjnej, w warunkach nie stosowania i stosowania przez obydwie walczące strony broni raketowo-jądrowej, na polu walki nasyconym dużą ilością, manewrowych, technicznych środków walki, w tym także dużą ilością skutecznych, naziemnych środków obrony przeciwlotniczej.

Zwalczanie tych obiektów w warunkach współczesnego i perspektywicznego pola walki zmusza do poszukiwania, często wyboru głównego obiektu /lub jego głównego elementu/ niszczenia, lub obezwładnienia; wyboru sposobu atakowania, racjonalnego zastosowania uzbrojenia, bezpośrednio przed wykonaniem uderzenia w warunkach niemal ciągłego zagrożenia przez naziemne środki OPL, a często także przez lotnictwo myśliwskie przeciwnika.

Obiekty naziemne i nawodne przewidywane do zwalczania przez lotnictwo myśliwsko-bombowe /LMSz/ na współczesnym i przyszłym polu walki dzieli się na trzy zasadnicze grupy:

- Grupa A - obejmuje obiekty opancerzone: między innymi czołgi, samobieżne działa pancerne, transportery opancerzone, samochody pancerne, artylerię samobieżną, amfibie o średniej grubości pancerza powyżej 20 mm;
- Grupa B - obejmuje obiekty słabo opancerzone: między innymi wozy bojowe piechoty, opancerzone wozy rozpoznawcze, kutry torpedowe i szereg innych obiektów, których grubość pancerza nie przekracza 20 mm;
- Grupa C - obejmuje obiekty nie opancerzone jak: stacje radiolokacyjne i radiowe, wyrzutnie pocisków raketowych, samochody specjalne i transportowe, artylerię polową

i przeciwlotniczą, samoloty i śmigłowce na lotniskach i lądowiskach, barki transportowe i desantowe i inne środki pływające oraz wiele innych obiektów, które są opancerzone lub posiadają osłonę metalową przebijaną pociskami kalibru do 8 mm.

Charakterystyka typowych obiektów naziemnych i nawodnych przewidywanych do zwalczania przez samoloty myśliwsko-bombowe /LMSz/ przedstawiona została w załączniku 2.2.

Główną cechą tych obiektów to ich różnorodność - trzy grupy, a w każdej grupie cała gama obiektów o różnym charakterze, wielkości, właściwościach bojowych, możliwościach manewrowych, możliwościach maskowania i cechach demaskujących, usytuowanych w różnych odległościach od rubieży styczności bojowej wojsk i innych. Cechy te z zasady nie ułatwiają zwalczania wymienionych obiektów i zmuszają do stosowania przez lotnictwo myśliwsko-bombowe wielu sposobów i metod działań bojowych w tym także sposobu - samodzielne poszukiwanie i zwalczanie określonych obiektów.

Do zwalczania tych obiektów w warunkach współczesnego i perspektywicznego pola walki konieczne jest wyposażenie samolotów myśliwsko-bombowych /MSz/ w uniwersalne zestawy skutecznych środków rażenia, z środkami jądrowymi włącznie.

Do zwalczania obiektów grupy A konieczne jest uzbrojenie samolotów myśliwsko-bombowych w kierowane i niekierowane pociski raketowe o działaniu przebijającym, bomby kierowane, przeciwpancerne w wiązkach, lub kasetach bombowych oraz bomby jądrowe.

Do zwalczania tej grupy obiektów mało skuteczna jest i w przyszłości najprawdopodobniej będzie lotnicza broń lufowa /działka typu konwencjonalnego/.

Do zwalczania przez samoloty myśliwsko-bombowe obiektów grup B i C celowe jest stosowanie wszystkich obecnie istniejących środków rażenia. Prawdopodobieństwo rażenia tych obiektów uzależnione jest od szeregu czynników, między innymi od rodzaju środka rażenia.

Kierowane pociski raketowe klasy P-Z i konwencjonalne bomby lotnicze mogą być stosowane do zwalczania obiektów powierzchniowych i liniowych. Skuteczność zwalczania tych obiektów waha się od 0,3 do 0,7. Środki te nie powinny być stosowane do zwalczania obiektów pojedynczych o małych rozmiarach ze względu na

znikomą wartość prawdopodobieństwa rażenia /poniżej 0,1-0,2/

Do zwalczania obiektów pojedynczych o małych wymiarach celowe jest stosowanie niekierowanych pocisków raketowych różnych kalibrów i działek lotniczych.

Niekierowane pociski raketowe kalibru 57 mm odpalane z odległości 2000-1200 m zapewniają rażenie celu typu radiostacja ze skutecznością 0,2 - 0,3 a kalibru 240 mm odpalane z odległości 2000-1600 m, 0,3 - 0,5.

Działko lotnicze kalibru 23 mm zapewnia rażenie tego typu obiektu z odległości 1400-900 m ze skutecznością 0,2-0,4.

Skuteczność rażenia obiektów słabo opancerzonych przy pomocy niekierowanych pocisków raketowych kalibru 57 i 240 mm oraz działka lotniczego kalibru 23 mm jest mniejsza o około 10-15%. W związku z małą różnicą w skuteczności strzelania z działek i niekierowanych pocisków raketowych kalibru 57 mm i zróżnicowaną odległością strzelania /większą dla pocisków raketowych/ wydaje się bardziej racjonalne stosowanie działek lotniczych.

Z przeprowadzonych rozważań wynika, że broń lufowa - działka lotnicze stanowi niezbędne wyposażenie samolotów myśliwsko-bombowych i jest nie mniej użyteczna do zwalczania szeregu obiektów naziemnych i nawodnych jak inne środki rażenia. Pamiętać także należy, że działka lotnicze są i będą jedyną bronią obronną samolotu myśliwsko-bombowego wykorzystywaną w wymuszonej w walce z samolotami myśliwskimi przeciwnika, szczególnie po wykonaniu zadania bojowego /po odpaleniu rakiet, arzuceniu ładunku bombowego/.

Rozpoznanie powietrzne samoloty myśliwsko-bombowe wykonują z zasady bez uzbrojenia raketowego i bombowego /chyba, że z góry zakłada się zwalczanie rozpoznanych obiektów/. Ich jedyną bronią obronną przed atakami samolotów myśliwskich przeciwnika będą działka, których walory powinny zapewnić nawiązanie obronnej walki powietrznej. Do tego celu niezbędne jest wyposażenie samolotu myśliwsko-bombowego w 1-2 działka, kalibru 20-23 mm, zapewniające skuteczne prowadzenie ognia w warunkach i ze skutecznością zbliżoną do samolotów myśliwskich.

Do zwalczania /w powietrzu/ środków napadu powietrznego przeciwnika w systemie OPL wojsk lub systemie OPK, samoloty myśliwsko-bombowe /w charakterze samolotów myśliwskich/ będą

wykorzystywane w wyjątkowych i wymuszonych sytuacjach, niemniej do wykonywania tego zadania obecnie i w przyszłości powinny być przystosowane.

Podczas wykonywania tego zadania obiektami działań bojowych samolotów myśliwsko-bombowych /myśliwsko-szturmowych/ będą przede wszystkim samoloty myśliwsko-bombowe i bombowe przeciwnika, mogą być także samoloty transportowe i śmigłowce. W wyjątkowych wypadkach samoloty rozpoznawcze i myśliwskie przeciwnika. Obiekty te będą wykonywały loty na małych i średnich wysokościach, w większości wypadków na prędkościach poddźwiękowych, w dzień i w nocy, z zasady w zwykłych wyjątkowo - w trudnych warunkach atmosferycznych. Charakter tego zadania bojowego, oraz właściwości przewidywanych do zwalczania obiektów wskazują, że w czasie jego wykonywania samoloty myśliwsko-bombowe powinny legitymować się właściwościami samolotów myśliwskich. A zatem, poza właściwościami lotnymi /prędkość, możliwości manewrowania, zdolności wielokrotnego atakowania/ powinny być uzbrojone w rakiety kierowane i broń lufową o takich samych walorach jak samoloty myśliwskie. Tylko nieliczne ze współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych są przystosowane do uzbrojenia w rakiety kierowane klasy P-P /np. samolot SU-20, F-105 F-111, Mirage-5/.

Większość współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych jest przystosowana do uzbrojenia w rakiety niekierowane, które w określonych warunkach mogą być także wykorzystywane do zwalczania w powietrzu samolotów transportowych i śmigłowców oraz w broń lufową.

Do walki z obiektami powietrznymi większości współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych pozostaje broń lufowa, ale nie w pełni przystosowana do zwalczania obiektów powietrznych - brak odpowiednich urządzeń celowniczych między innymi do wykonywania strzelań w nocy i trudnych warunkach atmosferycznych np. samoloty SU-7 i SU-20.

Wydaje się, że współczesny i perspektywiczny samolot myśliwsko-bombowy powinien być wyposażony na stałe, lub mieć możliwość podwieszania okresowego, 1-2 działek kalibru 20-23 mm oraz urządzeń celowniczych o walorach zbliżonych do działek montowanych na samolotach myśliwskich.

Przedstawione rozważania wskazują, że samolot myśliwsko-bombowy przeznaczony do zwalczania obiektów naziemnych, prowadzenia rozpoznania powietrznego oraz zwalczania obiektów powietrznych na współczesnym i przyszłym polu walki powinien być uzbrojony w niekierowane i kierowane rakiety klasy P-Z i P-P, bomby /w tym bomby kierowane i jądrowe/ oraz obowiązkowo w broń lufową - działka lotnicze.

Niemal wszystkie współczesne samoloty myśliwsko-bombowe, a przede wszystkim modele produkowane w ostatnim dziesięcioleciu, takie uzbrojenie posiadają - patrz załącznik 2.3.

Na uwagę w tym zestawieniu zasługują najnowsze modele samolotów myśliwsko-bombowych: F-111A, Jaguar, SU-20 wyposażone między innymi w kierowane rakiety klasy P-Z i P-P.

Zdecydowana większość współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych uzbrojona jest w 1-2 działka kalibru 20-37 mm zamontowanych na stałe, o szybkostrzelnościach 6000-400 wystrz/min., z zapasem amunicji od 40 do 2000 naboł. Duża część tych samolotów ma możliwość dodatkowego podwieszenia 2-4 takich samych działek w gondolach pod kadłubem lub skrzydłami. W większości są to działka starszych modeli, nie w pełni odpowiadające współczesnym, a tym bardziej przyszłościowym wymaganiom. Jako nowoczesne należy uznać działka GSz-23, M-61A1 /Vulcan/, GAU-8/A, Defa, montowane na wielu typach współczesnych samolotów.

Charakterystyka uzbrojenia lufowego współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych - patrz załącznik 2.7.

Aktualne i perspektywiczne potrzeby wskazują, że samolot myśliwsko-bombowy klasy SU-20, SU-7BKL powinien być przystosowany do przenoszenia różnorodnych środków rażenia o łącznym wagiemiarze 3000-6000 kg /większy udźwig z zasady ograniczy jego możliwości manewrowe i pozbawi cech samolotu myśliwsko-bombowego/. Powinien posiadać 8-10 podwieszeń zewnętrznych umożliwiających przenoszenie i odpalenie rakiet niekierowanych /klasy P-Z/ i /P-P/ rakiet kierowanych /klasy P-Z i P-P/ oraz bomb /w tym także kierowanych oraz bomb jądrowych.

Podwieszenia powinny umożliwiać przenoszenie i odpalenie wielu wariantów uzbrojenia np. tylko rakiety różnych typów, rakiety i ładunek bombowy /bomby o różnych wagomiarach i przezna-

czeniu/, tylko ładunek bombowy. Współczesny i przyszłościowy samolot myśliwsko-bombowy musi być uzbrojony w broń lufową - nie mniej jak dwa działka o kalibrze 20-30 mm zamontowane w kadłubie, lub u nasady skrzydeł, o szybkostrzelności 4000-6000 wystrz/min., umożliwiające prowadzenie ognia od 200-2000 m, zapewniających rażenie obiektów naziemnych grupy B i C serią jednosekundową ze skutecznością 0,4 - 0,9. Zapas amunicji, powinien zapewniać wykonanie 3-4 ataków /strzelań/ i wynosić 400-800 szt.naboi na każde działko.

Każdy samolot myśliwsko-bombowy powinien posiadać możliwość dodatkowego zamontowania 2-4 takich samych działek w podwieszanych gondolach,

Prowadzenie skutecznego ognia z tych działek do celów naziemnych, a także celów powietrznych, powinno zapewniać urządzenie celownicze o takich samych walorach jako proponowane dla samolotów myśliwskich.

Względy taktyczne dyktują, że działka o takich parametrach /łącznie z urządzeniem celowniczym/ należało by także uzbroić samoloty myśliwsko-bombowe /myśliwsko-szturmowe/ starszej generacji: Lim-8, SU-7, jeśli mają one znajdować się w wyposażeniu wojsk jeszcze w latach 80-tych.

W tego typu działka należało by także uzbrajać nowo konstruowane samoloty myśliwsko-bombowe typu lekki np. Iskra-2.

### 2.3. Lotnictwo rozpoznawcze - /taktyczne i operacyjne/

Lotnictwo rozpoznawcze przeznaczone jest i w przyszłości także będzie, do prowadzenia rozpoznania powietrznego środków ogniowych, rozmieszczenia, ugrupowania bojowego i składów bojowych oddziałów i związków wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej przeciwnika, systemów dowodzenia, systemów komunikacji i zaopatrywania oraz innych obiektów usytuowanych w strefie taktycznej i operacyjnej, dla potrzeb wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej.

Realizacja rosnących zapotrzebowań na informacje z rozpoznania powietrznego zmusza do wykonywania licznych lotów, z zasady pojedynczych samolotów rozpoznawczych na różne głębokości, w dzień i w nocy, w zwykłych, a niekiedy także w trudnych warun-

kach atmosferycznych. Warunki wykonywania lotów rozpoznawczych sukcesywnie pogarszają się, samoloty rozpoznawcze napotykają na coraz większe trudności dotarcia do rozpoznawanego obiektu, pokonania naziemnych i powietrznych systemów obrony przeciwlotniczej, bezpośredniego przekazywania informacji z rozpoznania z powietrza oraz bezpiecznego dotarcia do lotnisk lądowania.

Charakter wykonywanych zadań w zasadzie eliminuje potrzebę wykonywania działalności ogniowej przez samoloty rozpoznawcze, za wyjątkiem własnej obrony. Dlatego też samoloty rozpoznawcze pozbawione są poważniejszego uzbrojenia, za wyjątkiem uzbrojenia przeznaczonego do działań obronnych.

Kształtująca się obecnie tendencja do stosowania /chyba jednak we wszystkich sytuacjach/ przez samoloty rozpoznawcze metody /"~~rozpoznaj~~ rozpoznaj i zwalczaj" zmusza jednocześnie do uzbrajania tych samolotów podobnie jak samoloty myśliwsko-bombowe, lub chociaż jak samoloty myśliwskie.

Z zasady nie przewiduje się wykorzystywania samolotów lotnictwa rozpoznania taktycznego i operacyjnego do wykonywania innych tzw. dodatkowych zadań jak: zwalczanie obiektów naziemnych, powietrznych itp.

Obiektami działań samolotów rozpoznawczych w walce obronnej będą samoloty myśliwskie przeciwnika, w wyjątkowych wypadkach inne samoloty posiadające możliwości prowadzenia walki powietrznej. Z tymi samolotami samolot rozpoznawczy powinien posiadać możliwości nawiązania równorzędnej walki powietrznej. Do tego celu potrzebne mu jest uzbrojenie w kierowane rakiety klasy P-P oraz 1-2 działka lotnicze kalibru 20-30 mm o walorach bojowych podobnych do działek montowanych na samolotach myśliwskich.

Należy przewidywać, że stosując metodę "rozpoznaj i zwalczaj" samoloty rozpoznawcze będą zwalczać nie wszystkie, a tylko z góry określone szczególnie ważne obiekty jak: wybrane elementy stanowisk dowodzenia związków taktycznych i operacyjnych, stacje kierowania rakietami przeciwlotniczymi /klasy Z-P/, stacje kierowania rakietami operacyjnymi /klasy Z-Z/, samoloty na pasach startowych, stacje radiolokacyjne i inne ważne obiekty z zasady nie opancerzone /grupy C/.

Do zwalczania tego typu obiektów samolot rozpoznawczy powinien być uzbrojony w niekierowane rakiety klasy P-Z oraz broń

lufową - działka lotnicze kalibru 20-30 mm - bardzo użyteczne i skuteczne do zwalczania obiektów nieopancerzonych, wyposażonych w urządzenia elektroniczne.

Samolot rozpoznawczy przystosowany do zwalczania obiektów naziemnych nie powinien być pozbawiony uzbrojenia /przynajmniej lufowego/ do walki obronnej z samolotami przeciwnika.

Współczesne samoloty rozpoznawcze to w zdecydowanej większości dostosowane do prowadzenia rozpoznania powietrznego samoloty myśliwskie i myśliwsko-bombowe, wyposażone w aparaturę fotograficzną i elektroniczną zamontowaną w miejsce uzbrojenia raketowego i bombowego.

Dane taktyczno-techniczne współczesnych samolotów rozpoznawczych przedstawione są w załączniku 2.4.

Niemal wszystkie przedstawione samoloty rozpoznawcze uzbrojone są w niekierowane, a niektóre także w kierowane pociski raketowe klasy P-Z i P-P, 1-2 działka 20-37 mm. Niektóre z tych samolotów mogą także zabierać nie wielki ładunek bomb.

Charakterystyka uzbrojenia lufowego współczesnych samolotów rozpoznawczych - patrz załącznik 2,7.

Aktualne i perspektywiczne potrzeby wskazują, że samolot rozpoznawczy klasy MiG-21R, SU-20R, lub inny samolot przystosowany do prowadzenia rozpoznania powietrznego powinien być przystosowany do wielowariantowego uzbrojenia: w niekierowane rakiet klasy P-Z, minimum dwie rakiety kierowane klasy P-P oraz 2-4 działka kalibru 20-30 mm, przystosowane do zwalczania obiektów naziemnych i powietrznych, takie same jak działka montowane na samolotach myśliwskich i myśliwsko-bombowych /łącznie z urządzeniami celowniczymi/.

Wydaje się, że współczesne i przyszłe samoloty rozpoznawcze nie trzeba przystosowywać do przenoszenia ładunków bombowych. Nie wymagają zwalczania bombami przewidywane obiekty działań samolotów rozpoznawczych, ani też względy bezpieczeństwa.

Ostateczny wybór uzbrojenia samolotu rozpoznawczego powinien być dokonywany bezpośrednio przed wykonywaniem każdego zadania bojowego.

Przewidywane warunki i właściwości realizacji określonego zadania powinny decydować o doborze takiego czy innego wariantu uzbrojenia, w określonych wypadkach nawet kosztem ograniczenia aparatury rozpoznawczej.

#### 2.4. Lotnictwo śmigłowcowe

Lotnictwo śmigłowcowe to najmłodszy, szybko rozwijający się rodzaj lotnictwa frontowego, często nazywany także lotnictwem wojsk lądowych.

Śmigłowce swój szybki rozwój zawdzięczają niespotykanym dotąd walorom taktyczno-technicznym jako aparaty latające - uniezależnione są od lotnisk, dysponują stosunkowo dużymi możliwościami manewrowymi, posiadają możliwości wykonywania całej gamy zadań bojowych na korzyść wojsk lądowych, stosunkowo tanie w produkcji i niezbyt skomplikowane w eksploatacji.

Lotnictwo śmigłowcowe przeznaczone jest, a dotychczasowe doświadczenia wskazują, że w przyszłości także będzie, do wykonywania trzech grup zadań bojowych:

- a/ - ogniowych;
- b/ - desantowo-transportowych;
- c/ - specjalnych.

Z zasady do wykonywania każdej z tych grup zadań bojowych potrzebne są specjalne skonstruowane, lub przystosowane, wyposażone i uzbrojone śmigłowce. Dotychczas w większości wypadków do wykonywania zadań ogniowych /a/ i specjalnych /c/ przystosowywane są lekkie śmigłowce transportowe.

Grupę zadań ogniowych /a/ wykonują specjalnie przystosowane i uzbrojone tzw. śmigłowce szturmowe. W skład tej grupy zadań zalicza się następujące główne zadania bojowe:

- wsparcie ogniowe oddziałów i związków taktycznych wojsk lądowych i marynarki wojennej;
- zabezpieczenie desantowania i walki taktycznych desantów powietrznych;
- poszukiwanie i zwalczanie określonych obiektów naziemnych, nawodnych, powierzchniowych /grup specjalnych, desantów, śmigłowców itp./.

Wymienione zadania bojowe śmigłowce szturmowe mogą wykonywać:

- w natarciu - podczas przełamania, w boju spotkaniowym, w pościgu, podczas forsowania przeszkód wodnych, pokonywania zapór jądrowych, w czasie odpierania kontrataków i przeciwdzierzeń przeciwnika;

- w obronie - podczas walki o utrzymanie poszczególnych pozycji, pasów obronnych, w czasie wykonywania kontrataków i przeciwdzierzeń oraz w szeregu innych sytuacjach.

Zakłada się, że najczęściej wykonywane zadanie bojowe - wsparcie ogniowe śmigłowców szturmowych powinny wykonywać znad ugrupowania wojsk własnych, przede wszystkim ze względu na przeciwdziałanie naziemnych środków OPL przeciwnika. Warunki wykonania tego zadania, oraz właściwości wykonywania kolejnych zadań bojowych - zabezpieczenie desantowania desantów oraz poszukiwanie i zwalczanie określonych obiektów zmusze śmigłowce szturmowe do wykonywania zadań bojowych znad ugrupowania wojsk przeciwnika i stosowania szeregu sposobów pokonywania obrony przeciwnika i strefy przeciwnika.

Zasadniczymi obiektami działań śmigłowców szturmowych w czasie wykonywania tej grupy zadań bojowych /a/ będą: samobieżne armaty przeciwpancerne, czołgi, transportery opancerzone, bojowe wozy piechoty, siła żywa i środki ogniowe w punktach oporu, artyleria polowa na stanowiskach ogniowych, małe okręty i kutry desantowe, śmigłowce na ziemi i w powietrzu i inne.

Charakterystyka typowych obiektów przewidywanych do zwalczania przez śmigłowce przedstawiona została w załączniku 2.2.

Do zwalczania tych obiektów w warunkach współczesnego i perspektywicznego pola walki konieczne jest wyposażenie śmigłowców szturmowych w zestawy różnorodnego uzbrojenia - przeciwpancerne kierowane pociski raketowe klasy P-Z, niekierowane pociski raketowe klasy P-Z, kierowane pociski raketowe klasy P-P oraz uniwersalną broń lufową, przy pomocy której można zwalczać obiekty naziemne /nawodne/ i powietrzne.

Uzbrajanie śmigłowców szturmowych w zwykłe bomby wydaje się nie celowe. Wskazane jest natomiast przystosowanie śmigłowców szturmowych do uzbrajania w bomby specjalne, zrzucone /odpalane / z dużych odległości, bez potrzeby przelotu śmigłowca nad obiektem działań.

Tylko niektóre współczesne śmigłowce szturmowe /dostosowane do wykonywania zadań szturmowych/ w takie zestawy uzbrojenia są wyposażone - patrz załącznik 2.5.

Na uwagę zasługuje wyraźna tendencja do uzbrojenia śmigłowców szturmowych w broń przeciwpancerną, rakiety klasy P-Z oraz

broń lufową - karabiny maszynowe /praktycznie użyteczne tylko do mało skutecznego zwalczania siły żywej i ewentualnie do walki z innymi śmigłowcami w powietrzu /oraz działka lotnicze kalibru 20-30 mm przystosowane przede wszystkim do zwalczania obiektów naziemnych.

Niektóre z przedstawionych śmigłowców szturmowych wyposażone są z przestrzałą broń lufową np. działka NS-23.

Słyszcy się o intensywne pracach nad konstruowaniem nowego specjalnie przystosowanego dla potrzeb śmigłowców szturmowych uzbrojenia lufowego, rakiet kierowanych klasy P-P oraz innych typów uzbrojenia i wyposażenia /urządzenia celownicze, ruchome lawety itp/.

Charakterystyka uzbrojenia lufowego współczesnych śmigłowców szturmowych - patrz załącznik 2.7.

Aktualne i perspektywiczne potrzeby dyktują, że śmigłowiec szturmowy, klasy Mi-2 /udoskonalony/ lub podobny o nieco lepszych możliwościach - V maks - 300-350 km/h, Vwzn - 10-12 m/s, udźwig 1200-1500 kg, powinien być przystosowany do wielowariantowego uzbrojenia:

- 8-12 przeciwpancernych pocisków kierowanych /przewodowo lub w wiązce prowadzącej/ odpalanych z odległości od 4-6 km do 1 km, z małych wysokości r óżnych położeń śmigłowca /zawis, lot poziomy, nurkowy/ i zapewniających rażenie obiektów grupy A /czołg/ ze skutecznością 0,6-0,8. Do odpalania i kierowania tymi pociskami śmigłowiec powinien być wyposażony w specjalny przyrząd celowniczy zapewniający dużą dokładność naprowadzania i 30-50-krotnie powiększenie atakowanego obiektu;

- 4 zasobniki niekierowanych pocisków raketowych o małych kalibrach 50-80 mm, odpalanych z odległości 2000-400 m, z małych wysokości, z różnych położeń śmigłowca w locie, zapewniających rażenie obiektów grupy B i C ze skutecznością 0,4-0,6;

- 4-8 niekierowanych pocisków raketowych kalibru 120-150 mm, zapewniających wykonywanie strzelań do wszystkich celów naziemnych z odległości 3000-600 m skutecznością 0,3-0,5;

- 2 kierowane pociski raketowe klasy P-P kalibru 120-160 mm, samonaprowadzające się, zapewniające wykonywanie strzelań do celów powietrznych /ewentualnie także do celów naziemnych/ z odległości 3000-1000 m ze skutecznością 0,5-0,7;

- 2 ~~nie~~ podwieszane gondole z działkami lotniczymi kalibru 20-23 mm, o szybkostrzelności 1200-1800 wystrz/min, umożliwiającymi strzelanie z różnych położen śmigłowca w locie, z odległości 2000-200 m i zapewniających rażenie obiektów grupy B i C salwą jednosekundową ze skutecznością 0,3 - 0,4 zapas amunicji - 150 - 250 szt.;

- 2-4 urządzenia do odpalania bomb specjalnych /np. kulkowych /do zwalczania obiektów grupy B i C z odległości ok.2000 m, z różnych położen śmigłowca w locie;

- 2 działka lotnicze kalibru 20-23 mm, zamontowane na stałym lub na stanowisku ruchomym, z przeznaczeniem do zwalczania obiektów naziemnych i powietrznych o parametrach jak w/w działek umieszczonych w gondolach, zapas amunicji 200-300 szt.

- 2 KM kalibru 12,7 mm umieszczone w kabinie na stanowiskach ruchomych, kąty pochylenia broni 30-45<sup>0</sup>, przeznaczone do zwalczania niektórych obiektów naziemnych i obiektów powietrznych /śmigłowców/, zapas amunicji po 250 szt. na każdy KM oraz 6-12 zasobników z amunicją. Przyrząd celowniczy zapewniający wypracowanie poprawek na ruch śmigłowca i celu;

- urządzenie celownicze /uniwersalne/ przeznaczone do odpalania pocisków raketowych, bomb specjalnych i strzelania z działek lotniczych, automatycznie wypracowujące wszystkie poprawki kątowe w czasie nie dłuższym jak 2-3 sek. oraz uwzględniające drgania śmigłowca.

Grupa zadań desantowo-transportowych wykonują średnie i ciężkie śmigłowce transportowe. W skład tej grupy wchodzi następujące główne zadania bojowe:

- desantowanie desantów taktycznych w celu uchwycenia przepraw na przeszkodach wodnych, ważnych obiektów komunikacyjnych, lotnisk i innych obiektów;

- przerzut grup specjalnych w głąb ugrupowania wojsk przeciwnika;

- przewóz środków materiałowych dla potrzeb walczących wojsk, w tym także wojsk walczących w okrażeniu, lub oderwaniu od sił głównych;

- przewóz wojsk na zagrożone kierunki, na rubieże zabezpieczające skrzydła, do obsadzenia zawczasu przygotowanych pozycji;

- ewakuacja rannych z pola walki do polowych szpitali.

Wymienione zadania bojowe śmigłowce transportowe będą wykonywać także w różnych warunkach sytuacji bojowej: w natarciu i obronie, w dzień i w nocy w różnych warunkach atmosferycznych, wykonując loty pojedynczo, w małych i dużych grupach, w warunkach zabezpieczenia /osłony/ przez śmigłowce szturmowe, samoloty myśliwskie i myśliwsko-bombowe, lub bez takiego zabezpieczenia.

Zakłada się, że około 50% zadań bojowych śmigłowce transportowe będą wykonywały z nad ugrupowaniem wojsk własnych /na własnym terytorium/. Pozostałe 50% zadań bojowych będą wykonywać z nad ugrupowania wojsk przeciwnika, w warunkach przeciwdziałania naziemnych i powietrznych środków obrony przeciwlotniczej przeciwnika.

Przewiduje się, że większość zadań wykonywanych przez śmigłowce transportowe z nad ugrupowania wojsk przeciwnika będzie zabezpieczana przez śmigłowce szturmowe, które będą obowiązywać nad <sup>środkami</sup> ~~środkami~~ OPL przeciwnika na trasie przelotu i w rejonie lądowania śmigłowców transportowych oraz zwalczać inne obiekty. Podobne zadania na korzyść śmigłowców transportowych oraz desantowanych wojsk może wykonywać lotnictwo myśliwsko-bombowe. Lotnictwo myśliwskie może osłaniać większe grupy śmigłowców transportowych w czasie wykonywania zadań bojowych z nad ugrupowania wojsk przeciwnika.

Przeloty pojedynczych i małych grup śmigłowców transportowych wykonujących przerzuty grup specjalnych w głąb ugrupowania wojsk przeciwnika z zasady nie będą zabezpieczane przez śmigłowce szturmowe, lotnictwo myśliwsko-bombowe, ani też osłaniane przez lotnictwo myśliwskie.

Śmigłowce transportowe, a przede wszystkim te które będą wykonywały zadania bojowe z nad ugrupowania wojsk przeciwnika bez zabezpieczenia, mogą być zwalczane przez lotnictwo myśliwskie, a także przez samoloty myśliwsko-bombowe, a nawet śmigłowce przeciwnika.

Powinny one być zatem wyposażane w broń o charakterze obronnym np. - w działka lotnicze oraz karabiny maszynowe przystosowane do zwalczania obiektów powietrznych.

Zdecydowana większość współczesnych średnich i ciężkich śmigłowców transportowych takiego uzbrojenia nie posiada. Nie

które natomiast, np. radziecki śmigłowiec Mi-8 uzbrojony został nie tylko w broń lufową, ale także niekierowane pociski rakietowe klasy P-Z, a tym samym stał się niemal śmigłowcem szturmowym, oczywiście kosztem zmniejszenia przewożonych ładunków.

Charakterystyka współczesnych śmigłowców transportowych i ich uzbrojenia przedstawiona została w załącznikach 2,5 i 2,7.

Wydaje się, że wszystkie śmigłowce transportowe klasy Mi-8, Mi-8 i inne o podobnych charakterystykach powinny być uzbrojone przede wszystkim 2-4 KM kalibru 12,7 umieszczone w kabinie na ruchomych stanowiskach, przeznaczone do zwalczania obiektów powietrznych, ewentualnie obiektów naziemnych. Parametry tych KM i zapas amunicji takie jak KM proponowanych dla śmigłowców szturmowych.

Śmigłowce transportowe mogą być przystosowane do podłączenia w gondolach 1-2 działek kalibru 20-23 mm, przeznaczonych do zwalczania obiektów powietrznych i naziemnych. Parametry tych działek, zapas amunicji i urządzenie celownicze takie same jak działek montowanych na śmigłowcach szturmowych.

Uzbrojenie śmigłowców transportowych w rakiety wydaje się nie celowe i nieekonomiczne w warunkach posiadania specjalnie przygotowanych i uzbrojonych śmigłowców szturmowych.

Grupa zadań specjalnych /często nazywanych pomocniczymi/ wykonują z zasady specjalnie przystosowane i wyposażone lekkie śmigłowce transportowe. W skład tej grupy wchodzi następujące główne zadania bojowe:

- rozpoznanie powietrzne /obserwacja pola walki, rozpoznanie inżynieryjne, rozpoznanie skażeń promieniotwórczych i chemicznych, rozpoznanie skutków uderzeń jądrowych itp.;

- dowodzenie z powietrza przy pomocy specjalnie wyposażonych śmigłowców, spełniających funkcje powietrznych stanowisk dowodzenia, punktów obserwacyjnych, stacji retranslacyjnych;

- korygowanie ogniem wojsk rakietowych i artylerii;

- minowanie /ustawianie min różnego przeznaczenia na określonych rubieżach/ przy pomocy specjalnie przystosowanych śmigłowców;

- rozpylanie chemicznych środków walki w tym także stawianie zasłon dymnych, oświetlenie terenu, oznaczanie przedniego skraju rubieży styczności bojowej oraz stawianie innych znaków sygnalizacyjnych;

- przeciwdziałanie i rozpoznanie radioelektroniczne przy pomocy specjalnie przystosowanych śmigłowców /lekkich i średnich/;

- propaganda specjalna /zrzucanie ulotek i innych materiałów propagandowych, odtwarzanie audycji propagandowych przez duże głośniki umieszczone na śmigłowcach/;

- łączność /zadania łącznikowe/, mały transport, tatowalictwo lądowe i morskie, itp.

Większość wymienionych zadań bojowych będą wykonywały lekkie śmigłowce transportowe lub specjalne /specjalnie przystosowane/ z pododdziałów wchodzących w skład związków taktycznych wojsk lądowych, a także marynarki wojennej.

Niektóre z tych zadań bojowych jak: przeciwdziałanie i rozpoznanie radioelektroniczne, propaganda specjalna i inne będą wykonywały specjalnie przystosowane lekkie i średnie śmigłowce transportowe podległe związkowi operacyjnemu wojsk lądowych, lotnictwa i marynarki wojennej.

Zdecydowaną większość wyżej wymienionych zadań specjalnych śmigłowce będą wykonywały z nad ugrupowania wojsk własnych, ale w rejonie lub na rubieży styczności bojowej walczących wojsk. Tylko rozpoznanie powietrzne, minowanie, rozpylanie chemicznych środków walki śmigłowce mogą wykonywać z nad terytorium przeciwnika w niewielkiej odległości od rubieży styczności bojowej.

Treść wymienionych zadań bojowych nie ujmuje jakiejkolwiek działalności ogniowej śmigłowców. Jednakże wszystkie śmigłowce wykonujące zadania specjalne w rejonie rubieży styczności bojowej wojsk narażone będą przede wszystkim na przeciwdziałanie śmigłowców przeciwnika, rzadziej na przeciwdziałanie naziemnych środków OPL, samolotów myśliwskich, lub myśliwsko-bombowych.

Dlatego też ta grupa śmigłowców także powinna być wyposażona w lekką, ale skuteczną broń lufową o charakterze obronnym, zamontowaną na stałe, lub podwieszaną.

Część współczesnych śmigłowców przeznaczonych do wykonywania zadań specjalnych w taką broń jest wyposażona.

Charakterystyka współczesnych śmigłowców przeznaczonych do wykonywania zadań specjalnych oraz ich uzbrojenie przedstawiona została w załącznikach 2.5 i 2.7.

Wydaje się, że obecnie i w przyszłości podobnie jak śmigłowce transportowe, także śmigłowce przeznaczone do wykony-

wania zadań specjalnych klasy Mi-2, Mi-8 i nowe o podobnych charakterystycznych i przeznaczeniu powinny być uzbrojone:

- 1-2 KM kalibru 12.7 mm umieszczone w kabinie na ruchomych stanowiskach, przeznaczone do zwalczania obiektów powietrznych, ewentualnie naziemnych. Parametry tych KM i zapas amunicji takie jak dla KM proponowanych dla śmigłowców szturmowych.

Śmigłowce specjalne mogą być przystosowane do podwieszania w gondolach 1-2 działek kalibru 20-23 mm, przeznaczonych do zwalczania obiektów naziemnych i powietrznych. Parametry tych działek, zapas amunicji i urządzenie celownicze takie jak działek proponowanych dla śmigłowców szturmowych.

## 2.5. Samoloty transportowe, szkolno-bojowe, łącznikowe

Samoloty transportowe /lekkie i średnie/ wchodzące w skład lotnictwa frontowego przeznaczone są do desantowania desantów taktycznych i operacyjnych, przewozu środków materiałowych, wojsk sprzętu bojowego, rannych i innych ładunków. Zadania te samoloty transportowe będą wykonywały nad własnym terytorium i nad terytorium przeciwnika. W czasie wykonywania zadań bojowych nie zawsze będą osłaniane przez lotnictwo myśliwskie. Potrzebne zatem jest tym samolotom uzbrojenie obronne.

Tradycyjnie /w okresie II-giej wojny światowej, a także po wojnie/ samoloty transportowe były uzbrojone w działka lotnicze /np. samolot AN-12 w 2 działka AM-23 mm/.

W ostatnich latach konstruktorzy rezygnują z uzbrojenia samolotów transportowych, tłumacząc, że stosowane działka lotnicze są jedynie bronią formalną, mało skuteczną w walce z przeciwdziałającymi samolotami myśliwskimi. Charakterystyka współczesnych samolotów transportowych oraz ich uzbrojenie przedstawiona jest w załącznikach 2.6 i 2.7.

Biorąc pod uwagę warunki wykonywania zadań bojowych przez samoloty transportowe obecnie i w przyszłości powinny one być uzbrojone w broń do obrony przed przeciwdziałaniem samolotów myśliwskich i myśliwsko-bombowych przeciwnika:

- w 2 działka kalibru 20-23 mm zamontowane na ruchomym stanowisku ogonowym z przeznaczeniem do <sup>o</sup>opierania ataków lotnictwa myśliwskiego, myśliwsko-bombowego z tylnej półsfery.

Klasa działka, jego parametry, urządzenie celownicze jak dla działek przeznaczonych dla samolotów myśliwskich i myśliwsko-bombowych. Zapas amunicji zwiększamy 50-100%.

Samoloty szkolno-bojowe przeznaczone są do szkolenia personelu latającego w zakresie szkolenia podstawowego, łącznie z zastosowaniem bojowym. W niektórych wypadkach samoloty te mogą być wykorzystywane do wykonywania zadań bojowych przewidywanych dla samolotów myśliwskich i myśliwsko-bombowych.

Takie wykorzystanie tych samolotów wskazuje potrzebę ich niemal identycznego uzbrojenia jak bojowe samoloty myśliwskie i samoloty myśliwsko-bombowe. Właściwości konstrukcyjne /udźwig, moc silników itp./ z zasady jednak na to nie pozwalają i zmuszają do ograniczenia uzbrajania samolotów szkolno-bojowych do niezbędnego i często niewystarczającego minimum.

Charakterystyka współczesnych samolotów szkolno-bojowych oraz ich uzbrojenie przedstawione zostały w załącznikach 2.6. i 2.7.

Przedstawione wyżej przeznaczenie samolotów szkolno-bojowych dyktuje, że samoloty klasy TS-11 "Iskra", a w przyszłości "Iskra-2" i podobnie powinny być uzbrojone:

- 2 kierowane pociski raketowe klasy P-Z a P-P;
- 2 zasobniki z niekierowanymi pociskami raketowymi klasy P-Z i /P-P/;
- 2 działka lotnicze kalibru 20-23 mm zamontowane w podwieszanych gondolach i jedno takie działko zamontowane na stałe. Klasa, parametry, urządzenia celownicze pocisków raketowych i działek jak dla śmigłowców szturmowych. Zapas amunicji do działka 80-120 szt.

Do podwieszania poszczególnych wariantów uzbrojenia samolot szkolno-bojowy powinien być wyposażony w nie mniej jak 4 podwieszenia zewnętrzne.

Co jakiś czas odradza się tendencja, szczególnie wśród taktyków i specjalistów zajmujących się uzbrojeniem samolotów, do uzbrajania wszystkich samolotów i śmigłowców wojskowych, w tym także lekkich samolotów łącznikowych. Tendencja ta ma zazwyczaj równą ilość zwolenników, jak i przeciwników.

Wyniki obiektywnych analiz potrzeb ubrajanis lekkich samolotów łącznikowych wskazują, że samoloty te wykorzystywane

nad własnym terytorium, na niewielkich odległościach i wykonujące loty na małych wysokościach moga nie być uzbrojone.

Jeśli określone potrzeby wyraźnie podyktują konieczność ich uzbrojenia, powinna to być lekka broń lufowa np. 1-2 KM kalibru 7,62 mm lub 12,7 mm zamontowane w podwieszanej gondoli i przeznaczone do zwalczania obiektów powietrznych, lub naziemnych, celownik zwykły /kolimatorowy/.

Ciężar tej broni, ani też jej właściwości eksploatacyjne /odrzut/ nie powinny w sposób wyraźny /negatywny/ wpływać na właściwości lotne tych samolotów.

Charakterystyka współczesnych samolotów łącznikowych przedstawiona została w załączniku 2.6k

## X

Przeprowadzona analiza wskazuje wyraźną i w pełni uzasadnioną potrzebę uzbrajania, w zasadzie wszystkich współczesnych i perspektywicznych samolotów i śmigłowców wojskowych w broń lufową - przede wszystkim działka lotnicze niezbędne do zwalczania obiektów naziemnych /nawodnych/ i powietrznych oraz śmigłowce i samoloty pomocnicze w karabiny maszynowe.

Obiekty, warunki ich zwalczania i właściwości bojowe współczesnych i perspektywicznych nosicieli tej broni /samolotów i śmigłowców/ dyktują potrzebę posiadania 2-3 typów działek lotniczych o różnym kalibrze - 20,23,30 mm, różnej szybkostrzelności - 1200, 1800, 4000, 6000 wystrz./min., zróżnicowanych urządzeniach celowniczych i zapasie amunicji.

Współczesne i perspektywiczne potrzeby wskazują, że walory bojowe tych działek, ogólnie rzecz biorąc, muszą być znacznie wyższe od walorów działek aktualnie znajdujących się na samolotach i śmigłowcach.

Względy techniczne, ekonomiczne, eksploatacyjne i inne mogą zmusić do unifikacji uzbrojenia lufowego współczesnych i perspektywicznych samolotów i śmigłowców oraz zmniejszenia niektórych parametrów działek.

Zmniejszenie wymaganych parametrów nie może jednak przekreślić, lub poddać pod wątpliwość celowości montowania takiego uzbrojenia na współczesnych i perspektywicznych samolotach i śmigłowcach.

### 3. WERYFIKACJA WYMAGAŃ TAKTYCZNYCH STAWIANYCH PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM

Wyniki analizy potrzeb uzbrojenia współczesnych i perspektywicznych samolotów i śmigłowców w broń lufową /przedstawione w pierwszym rozdziale/ jednoznacznie wskazują potrzebę uzbrojenia w działka lotnicze niemal wszystkich samolotów i śmigłowców wojskowych. Działka te mają być skutecznie wykorzystywane do zwalczania całej gamy różnorodnych obiektów naziemnych /nawodnych/ i powietrznych różnymi sposobami, z różnych i na różnych wysokościach, w różnych warunkach sytuacji bojowej, atmosferycznej, w różnych porach doby itp.

Zadania bojowe i warunki ich wykonania oraz obiekty przewidywane do zwalczania przez poszczególne rodzaje lotnictwa, dyktują potrzebę posiadania 2-3 typów działek lotniczych o kalibrach - 20,23,30 mm, różnej szybkostrzelności, zróżnicowanych urządzeniach celowniczych, zapasie amunicji i innych parametrach.

Względy techniczne oraz ogólna tendencja do unifikacji sprzętu bojowego zmuszają do weryfikacji przedstawionych wymagań taktycznych stawianych perspektywicznym działkiem lotniczym i określenia optymalnego kalibru działka /z proponowanych 2-3/, średniej potrzebnej szybkostrzelności działka, optymalnych parametrów zunifikowanego urządzenia celowniczego i innych.

Rozważania oraz wyniki weryfikacji wymagań taktycznych stawianych perspektywicznym działkiem lotniczym przedstawione zostały w niniejszym rozdziale.

#### 3.1. Wybór optymalnego kalibru perspektywicznego działka lotniczego

Z rozważań rozdziału 2 wynika potrzeba posiadania działek kalibru 20,23 i 30 mm. Działka o tych kalibrach zdały egzamin w ostatniej wojnie światowej i wojnach lokalnych prowadzonych na różnych kontynentach.

Jeżeli rozpatrzyć wymienione wyżej kalibry działek, to bez głębszych uzasadnień można na wstępie wykluczyć z dalszych rozważań działko kalibru 20 mm. Przemawiają za tym następujące

względy: po pierwsze- całkowity brak działek kalibru 20 mm na samolotach państw układu warszawskiego; po drugie - możliwości zwalczania celów powietrznych przy pomocy działek kalibru 20 mm są o wiele mniejsze niż przy użyciu działek 23 i 30 mm, potwierdzają to wartości koniecznej liczby trafień pocisków w cel, podane w tabeli 3.1.; po trzecie - zdolności przebicia pancerza przez pociski tego kalibru znacznie mniejsze w porównaniu do pozostałych kalibrów działek i wymagana jest o wiele większa liczba trafień dla rażenia obiektów<sup>x/</sup> z grupy B /patrz tabela 3.2/ Brak wartości koniecznej liczby trafień pocisków dla kalibru 20mm nie pozwala w sposób wyraźny wykazać jej różnicy.

Przez analogię do posiadanych wartości koniecznej liczby trafień w cel pociskami 23 i 30 mm, dla pocisków kalibru 20 mm nastąpi jej wzrost przynajmniej o 30-50%, co w konsekwencji w sposób wyraźny zmniejszy skuteczność strzelania do celów powietrznych i naziemnych. Tak przedstawiają się zasadnicze powody, które winny przemówić za tym, by nie brać pod uwagę działka kalibru 20 mm, jako działka perspektywnego dla naszych samolotów i śmigłowców.

Do dalszej oceny porównawczej i selekcji pozostają działka o kalibrach 23 i 30 mm.

Z kolei rozpatrzone zostaną możliwe do osiągnięcia skuteczności strzelania z działek kalibru 23 i 30 mm do celów powietrznych i naziemnych. Przed oceną uzyskiwanych skuteczności strzelania z działek o podanych powyżej kalibrach, należy przedstawić średnie konieczne liczby trafień pocisków w obiekt powietrzny, które są jednym z podstawowych parametrów wywierających istotny wpływ na ich wielkości.

---

x/ Przez pojęcie rażenie celu rozumiemy, że w wyniku ostrzału cel naziemny zostanie zniszczony lub obezwładniony, a powietrzny będzie zestrzelony lub przerwie wykonywanie zadania bojowego.

Tabela 3.1.

Wartości koniecznej liczby trafień pocisków  
dla rażenia obiektu powietrznego

Kaliber działka mm	Ciężar obiektu w locie, ton			
	5-6	20	70	150
20	3,5	12,0	15,0	-
23	2,5	8,0	12,0	-
30	1,3	2,5	5,0	-

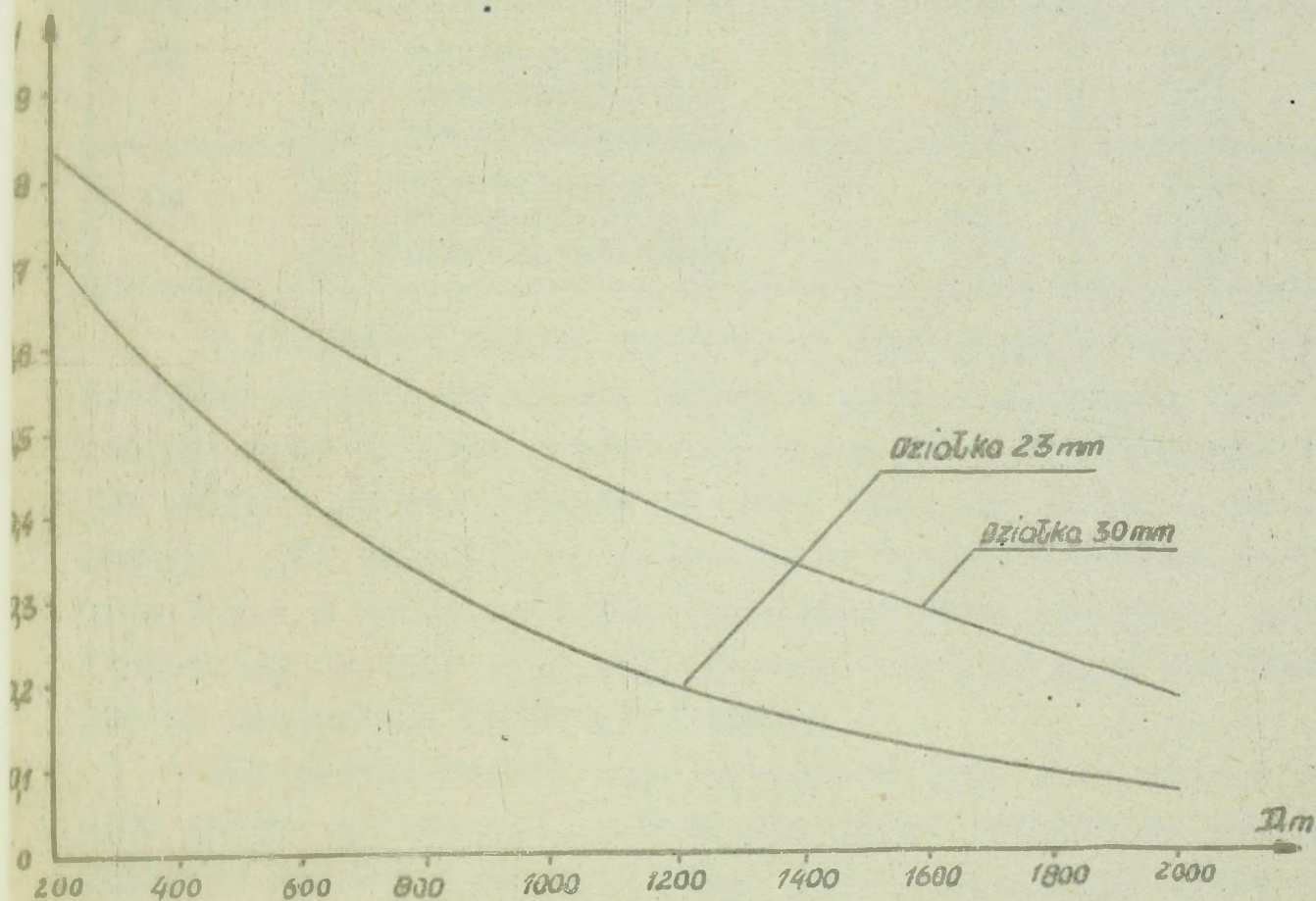
Jak wynika z tabeli 3.1 działko kalibru 30 mm daje większą, niż kalibru 23 mm - skuteczność strzelania. Jeżeli przyjmiemy jednakową szybkostrzelność działek kalibru 23 i 30 mm lub jednakową ilość zużytej amunicji do strzelania, wtedy decydującym czynnikiem przemawiającym o wartości kalibru działka jest konieczna liczba trafień pocisków w cel dla rażenia. Z porównania tych liczb otrzymujemy przeszło dwukrotną przewagę dla kalibru 30 mm. Natomiast możliwe do osiągnięcia wartości prawdopodobieństw rażenia celów powietrznych są również większe dla działka kalibru 30 mm w porównaniu do kalibru 23 mm. Niemniej jednak zależność prawdopodobieństw rażenia nie jest wprost proporcjonalna do różnicy kalibrów. Stosunek potrzebnej liczby trafień pocisków kalibru 30 mm do 23 mm nie jest równoznaczny ze stosunkiem otrzymanych wartości prawdopodobieństw rażenia celu.

Dla potwierdzenia tego w formie przykładu na rys. 3.1. oraz w tabeli 3.24 /patrz załączniki/ przedstawione zostały zależności prawdopodobieństw rażenia samolotu typu F-4 /jako obiektu powietrznego/ od odległości strzelania w tych samych warunkach z działka kalibru 23 i 30 mm<sup>x/</sup>.

Porównując otrzymane wartości prawdopodobieństw rażenia celu powietrznego /samolotu F-4/ dla jednakowych odległości strzelania okazuje się, że przyrost skuteczności strzelania dla

x/ Przyjęte do rozważań warunki strzelania, przedstawione są w przypisie oraz we wstępie do tabeli 3.24 umieszczonych w załączniku.

działka 30 mm w porównaniu do 23 mm wynosi 30-50% - dla typowych odległości strzelania. Różnica ta jest stosunkowo duża i wyraźnie wpłynie na potrzebną ilość sztuk i środków do wykonania określonego zadania bojowego przez samoloty.



Rys. 3.1. Wykres zależności prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego - samolotu typu F-4 - od odległości strzelania i kalibru działki

Jeżeli nowa działka ma być bronią uniwersalną, to również należy porównać możliwe do osiągnięcia wyniki strzelań do celów naziemnych i dopiero wtedy wydać sąd o uniwersalnej, ostatecznej przydatności działek o tych kalibrach do zwalczania, różniących się wyraźnie obiektów powietrznych i naziemnych.

W tabeli 3.2. podane są wartości koniecznej liczby trafień pocisków dla rażenia celów naziemnych.

Tabela 3.2.

Wartości koniecznej liczby trafień pocisków dla rażenia obiektów naziemnych. Kąt nurkowania  $10^{\circ}$ .

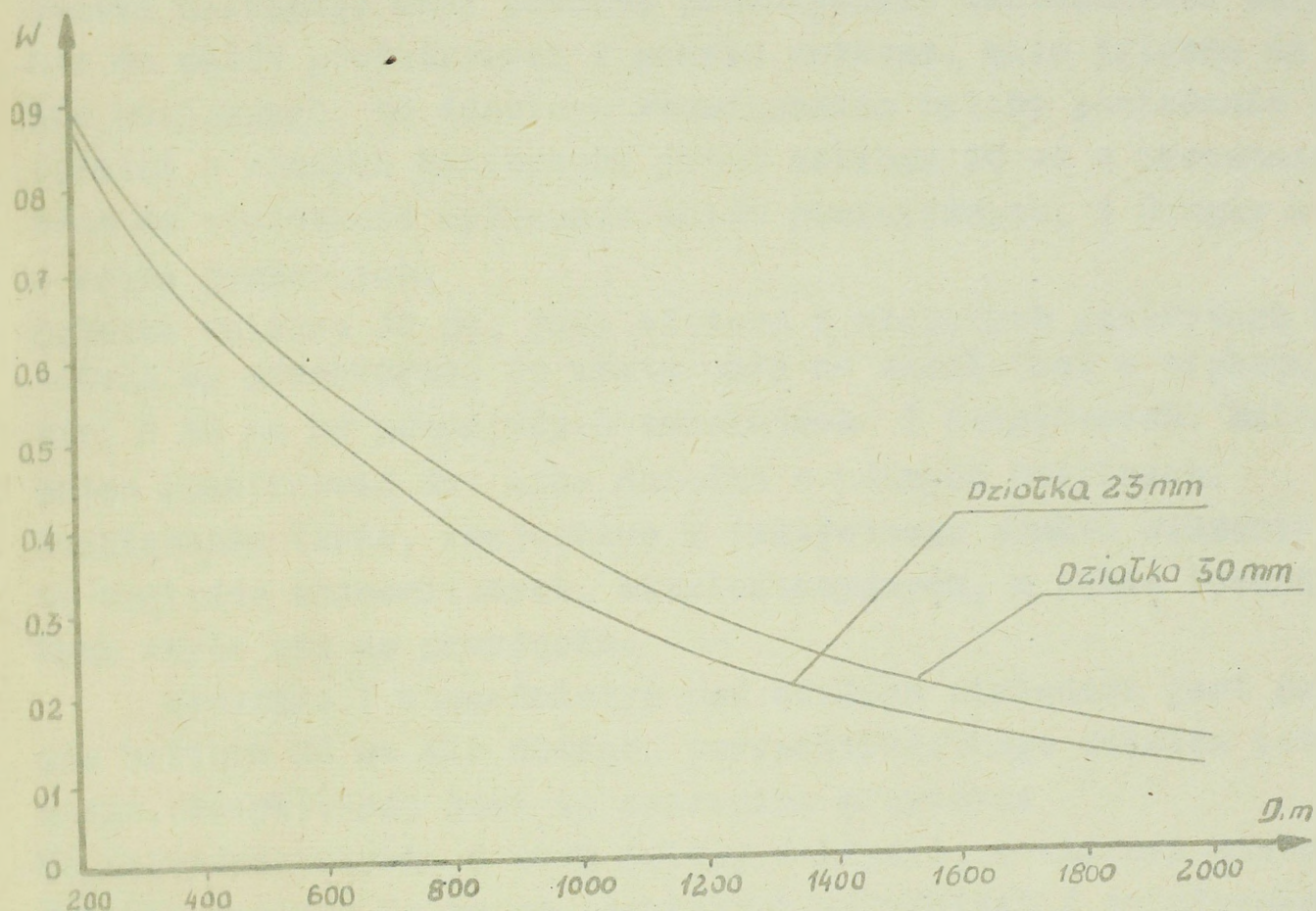
Atak z boku

Kaliber działka mm	Typ rażenia celu	Grupa celów	
		B /BWP/	C /Radiostacja/
23	A/ zniszczenie/	-	3,5
	B/ obezwładnienie/	4,5	2,5
	C/ obezwładnienie/	2,5	1,3
30	A /zniszczenie/	-	2,5
	B /obezwładnienie/	3,5	1,8
	C /obezwładnienie/	2,0	1,3

Z powyższej tabeli wynika, że konieczna liczba trafień pocisków kalibru 30 mm dla rażenia celu naziemnego, typu radiostacja, jest średnio biorąc większa o 40 % w porównaniu do pocisków kalibru 23 mm. Różnica ta jest mniejsza prawie trzy - czterokrotnie, niż to miało miejsce dla celów powietrznych /patrz tabela 3.1./ Z kolei spowoduje to zmniejszenie przyrostu prawdopodobieństwa rażenia celu przy użyciu dwóch różnych kalibrów działek do zwalczania celów naziemnych.

Dla potwierdzenia tego wyводу na rys. 3.2. oraz w tabeli 3.26 /patrz załączniki/ przedstawione są zależności prawdopodobieństwa rażenia celu naziemnego typu radiostacja /jako przedstawiciela grupy nieopancerzonych celów naziemnych/ od odległości strzelania, z samolotu w tych samych warunkach strzelania z działek kalibru 23 i 30 mm<sup>x/</sup>.

x/ Założone warunki strzelania z samolotu ujęte są w przypisie oraz we wstępie do tabeli 3.26 zamieszczonych w załączniku.



Rys. 3.2. Wykres zależności prawdopodobieństwa rażenia celu naziemnego typu radiostacja od odległości strzelania i kalibru działki

Jeżeli porównać otrzymane wartości prawdopodobieństw rażenia nieopancerzonych celów naziemnych dla jednakowych odległości strzelania, to okazuje się, że przyrost skuteczności strzelania dla działki 30 mm w stosunku do 23 mm wynosi 3-5% prawdopodobieństwa rażenia dla dowolnie wybranej odległości strzelania w zakresie od 200 do 2000 m. Różnica ta jest bardzo mała i z zasady nie odgrywa większej roli w określaniu potrzebnej liczby sił do wykonania zadań bojowych.

Do podobnych wniosków można dojść analizując skuteczność strzelania do słabo opancerzonych celów naziemnych /typowym przedstawicielem tej grupy obiektów może być bojowy wóz piechoty - BWP/.

Różnice pomiędzy wartościami prawdopodobieństw rażenia są bardzo podobne, lecz same wartości poważnie zmniejszone ze względu na znacznie większe konieczne liczby trafień pocisków w celu /patrz tabela 3.2./

Jeżeli występuje dość poważne zróżnicowanie skuteczności strzelania do celów powietrznych i prawie znikome, mało istotne do celów naziemnych, to idealnym rozwiązaniem byłoby posiadanie dwóch działek o różnych kalibrach: jedno kalibru 30 mm z przeznaczeniem do zwalczania wyłącznie celów powietrznych, a drugie - 23 mm - celów naziemnych.

Działka kalibru 30 mm, jako cięższe i większych gabarytach należało by przewidywać do montowania na samolotach o większej masie, a 23 mm na pozostałych samolotach i śmigłowcach. Należało by zatem konstruować dwa nowe działka o różnych kalibrach.

Rozwiązanie takie, racjonalne z taktycznego punktu widzenia, ze względów ekonomicznych, eksploatacyjnych, a także technicznych chyba nie do przyjęcia.

Słusznym i uzasadnionym pod wieloma względami jest przyjęcie kalibru 23 mm dla nowego, perspektywnego działka lotniczego. Podyktowane jest to szeregiem przyczyn.

Do najważniejszych z nich należy zaliczyć, możliwość montowania działka kalibru 23 mm na wszystkich samolotach i śmigłowcach, zarówno wbudowanych na stałe, a także na stałe lub zmiennie na podwieszeniach zewnętrznych. W wypadku potrzeby można będzie montować po kilka /2-4/ działek tego kalibru na samolocie lub śmigłowcu.

Posiadając odpowiednią szybkostrzelność działko kalibru 23 mm będzie zapewne wystarczającym środkiem w zwalczaniu niemanewrujących i słabo opancerzonych obiektów naziemnych.

Z uwagi na zakupioną licencję i uruchomienie produkcji naboju do posiadanych obecnie działek kalibru 23 mm w naszym kraju, korzystne jest preferowanie tego kalibru również i dla nowego, perspektywnego działka lotniczego. Aktualnie produkowane naboje powinny być potraktowane jako baza do uruchomienia udoskonalonej amunicji, odpowiednio do wymogów tego nowego działka.

Przedstawione rozważania i argumenty wydają się wystarczać

jącą przesłankę do przyjęcia kalibru 23 mm dla nowego, perspektywicznego działka lotniczego.

Tak w sposób ogólny przedstawiają się problemy dotyczące optymalizacji kalibru perspektywicznego działka z punktu widzenia wymogów taktycznych i techniczno-ekonomicznych.

Reasumując można stwierdzić, że:

- optymalnym kalibrem nowego, perspektywicznego działka lotniczego powinien być kaliber 23 mm;
- działko powinno być działkiem perspektywicznym z przewidywaniem możliwych kolejnych modernizacji i z przeznaczeniem do zwalczania określonych celów naziemnych i powietrznych, a mianowicie wszystkich nieopancerzonych i większości słabo opancerzonych celów naziemnych oraz wszystkich statków powietrznych o ciężarze w locie do 70 ton.

Proponowany kaliber działka - 23 mm, jako jedyny przyjęty został w dalszych rozważaniach.

### 3.2. Określenie potrzebnej szybkostrzelności perspektywicznego działka lotniczego

Szybkostrzelność każdej broni lufowej, a w tym i działek lotniczych jest jednym z podstawowych walorów, jej doskonałości i przydatności do wykonania stawianych przed nią zadań ogniowych. Z szybkostrzelnością bezpośrednio wiążą się i wpływają na nią, inne parametry:

- prędkość wylotowa pocisku /dokładniej - względna początkowa prędkość lotu pocisku/ę
- charakterystyki balistyczne stosowanych pocisków;
- zapas amunicji przeznaczony na wykonanie zadania ogniowego;
- rozrzut pocisków, czyli dokładność strzelania;

oraz szereg innych czynników. Zwiększenie, lub zmniejszenie wartości jednego z tych parametrów, bezpośrednio wpływa na pozostałe, oraz ogólne rezultaty strzelania. Nie można jednak kosztem jednego parametru o dużej wartości, uzupełniać braków innego /innych/. Na przykład, dysponując dużą szybkostrzelnością działka przy małej względnej prędkości lotu pocisku można uzyskać dobre wyniki strzelania, ale tylko z niewielkich odległości.

Natomiast małą dokładność strzelania pozornie można zrównoważyć odpowiednio większą szybkostrzelnością, ale tylko w warunkach ściśle określonych odległości strzelania i znajdujących się w pobliżu minimalnie możliwych. Rozważania takie nie odpowiadają określonym w drugim rozdziale, wymaganiom taktycznym stawianym perspektywicznemu działkom. Odległości strzelania muszą zapewnić wykonanie przynajmniej dwóch celowanych strzelań w jednym ataku i kiedy wynik pierwszego strzelania, z większej odległości - będzie równy conajmniej 0,8 maksymalnej wartości prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego, lub naziemnego - uzyskiwanego z mniejszej odległości strzelania.

Duża szybkostrzelność działka przy jednoczesnej małej jego dokładności strzelania także nie odpowiada wymaganiom taktycznym, ponieważ prowadzi do nadmiernego zużycia amunicji, w wypadku dążenia do osiągnięcia tego samego skutki strzelania. Wiadomo przecież, że zapas amunicji do jednego działka na samolocie, lub śmigłowcu z zasady jest ograniczony i wymaga ściśle racjonalnego wykorzystania.

Z przedstawionego rozważania wynika, że określając potrzebną szybkostrzelność perspektywicznego działka, konieczne jest równoczesne uwzględnianie wartości innych parametrów, które w powiązaniu z szybkostrzelnością wpływają na warunki i rezultaty strzelania. Zależności te muszą być także uwzględniane w czasie prac konstrukcyjnych nad nowym działkiem lotniczym.

W drugim rozdziale tego opracowania przedstawiona została wymagana szybkostrzelność perspektywicznego działka lotniczego:

- dla samolotów 2500-6000 wystrz/min.;
- dla śmigłowców 1800-2400 wystrz/min.

Chociaż górne wartości wymaganej szybkostrzelności działka nie przekraczają praktycznych osiągnięć światowych w tym zakresie /patrz załącznik 2.7/ mogą okazać się już we wstępnych rozważaniach nie możliwe do osiągnięcia np. ze względów technologicznych. Dlatego też rozważania prowadzone będą w oparciu o potrzebną minimalną wartość szybkostrzelności perspektywicznego działka lotniczego.

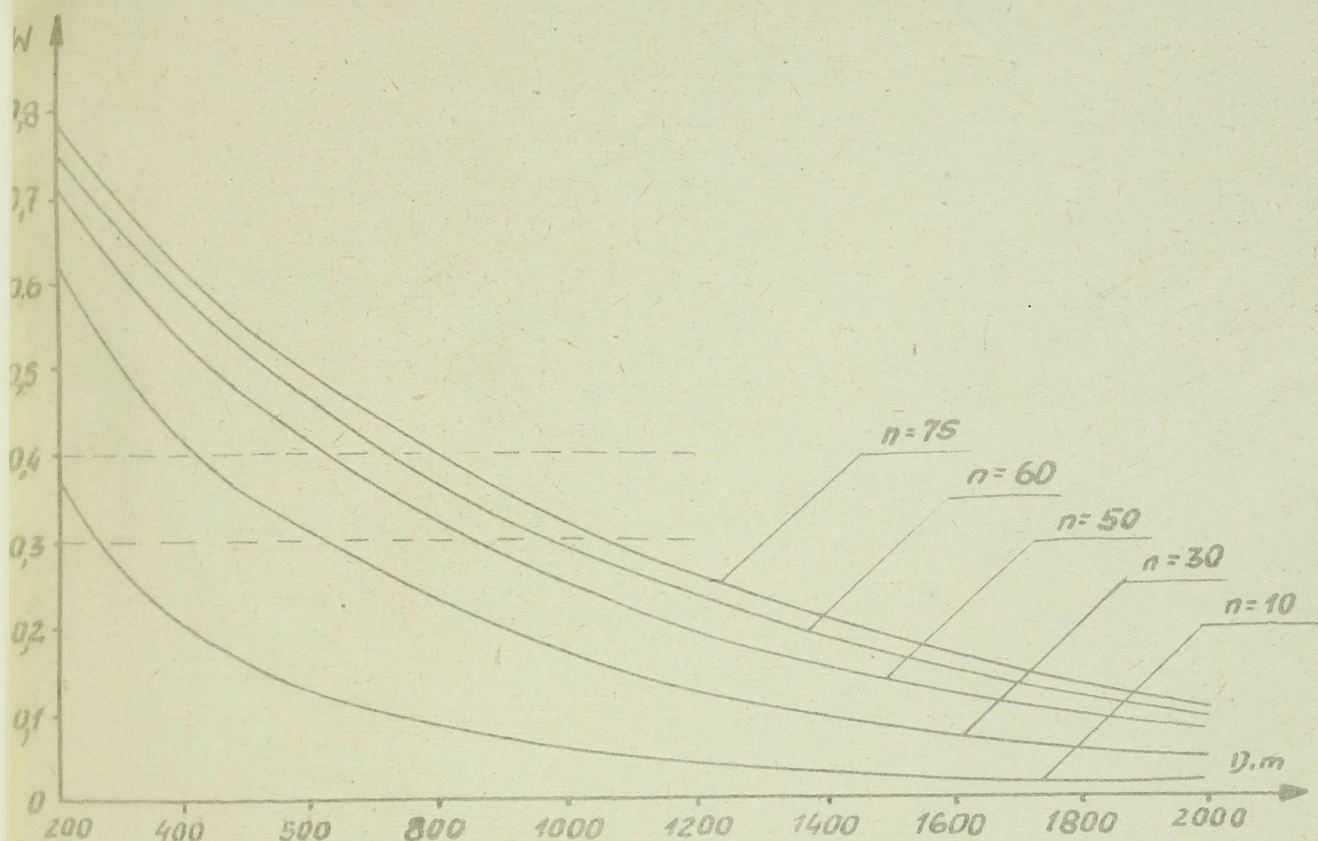
Do rozważań weryfikacyjnych przyjmuje się także nieco mniejsze w porównaniu do zakładanych w 2 rozdziale /0,3-0,4 i 0,5-0,8/ prawdopodobieństwa rażenia celów naziemnych 0,2-0,3 i

powietrznych. 0-3-0,4. Ponieważ do obliczeń przyjmuje się serię 1-sekundową.

Jeśli przyjmiemy proponowane wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektów naziemnych  $W = 0,2-0,3$  i obiektów powietrznych  $W = 0,3-0,4$  oraz potrzebę wykonania w czasie trwania jednego ataku conajmniej dwóch strzelań, wówczas szybkostrzelność nowego działka dla samolotów wynosić powinna minimum 50 strzałów na sekundę. Przyjęcie za podstawę do konstruowania działka mniejszej szybkostrzelności, spowoduje zmniejszenie skuteczności strzelania. Zmniejszenie może nastąpić tylko wówczas jeśli równocześnie zwiększy się dokładność strzelania o 30-40 %, w porównaniu do dokładności strzelania z działek aktualnie znajdujących się w wyposażeniu samolotów.

Dla zilustrowania zakładanej wartości szybkostrzelności działka kalibru 23 mm i jej wpływu na warunki strzelania oraz możliwe do osiągnięcia rezultaty na rys. 3.2. i 3.3 podane zostały zależności prawdopodobieństw rażenia celów powietrznych i naziemnych dla różnych szybkostrzelności i odległości strzelania. Szybkostrzelność działka kalibru 23 mm utożsamiona jest na wykresach z przyjętym zużyciem amunicji /pocisków/  $n$  w ciągu 1 sekundy prowadzenia ognia.

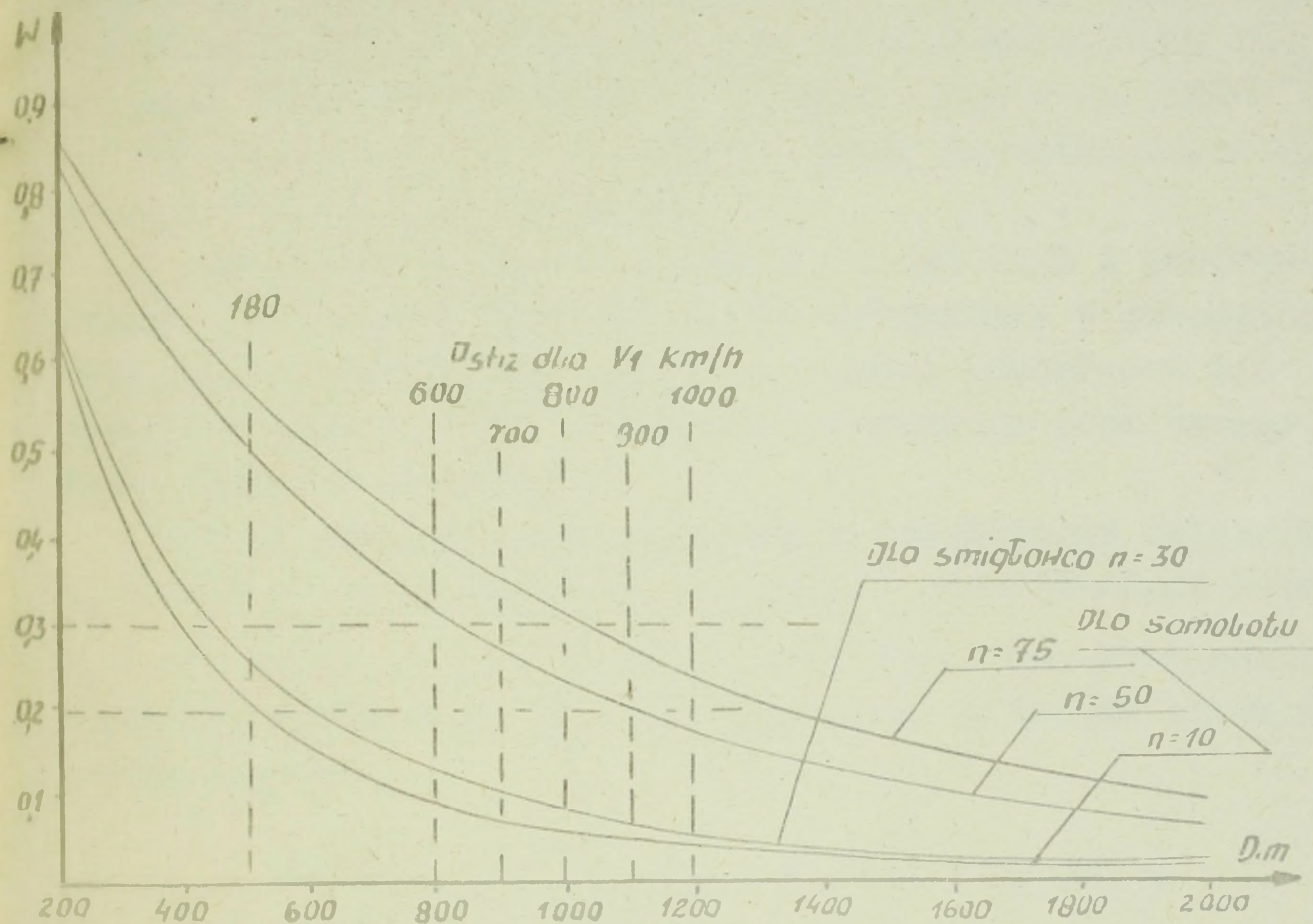
Wykres przedstawiony na rys. 3.2. sporządzony został na podstawie wartości prawdopodobieństw rażenia samolotu F-4 i odpowiadającym im warunków strzelania ujętych w tabeli 3.24 /patrz załączniki/. Ponadto, na rysunku liniami przerywanymi oznaczono przedział założonej /potrzebnej/ skuteczności strzelania.



rys.3.2. Wykres zależności prawdopodobieństwa rażenia obiektu powietrznego /samolotu typu F-4/ dla różnych szybkostrzelności działka i odległości strzelania.

Jak wynika z tego wykresu przyjęta do rozważań szybkostrzelność działka /50 strz/s/ zapewni uzyskanie wartości  $W=0,4$  z maksymalnej odległości strzelania około 600 m i  $W=0,3$  z odległości około 800 m oraz oczywiście z odległości mniejszych. Jeśli założy się mniejszą szybkostrzelność działka np. 30 strz/s, wówczas maksymalne odległości strzelania odpowiednio zmniejszą się do około 400 m i 500 m. Tym samym wymagania taktyczne dla działka przewidywanego do uzbrajania samolotu nie zostaną spełnione i konieczne będzie do wykonania określonego zadania użyć większych sił.

Określenie szybkostrzelności i odległości strzelania z działek montowanych na samolotach i śmigłowcach do celów naziemnych jest bardziej złożone. W/w parametry w większej mierze aniżeli w warunkach strzelania do celów powietrznych uzależnione są od prędkości lotu nościela.



rys.3.3. Wykres zależności prawdopodobieństwa rażenia celu naziemnego  $W$  - typu radiostacja, dla różnych szybkostrzelności działka, prędkości lotu samolotu i śmigłowca  $V_1$  oraz odległości strzelania  $D$ .

Na rys.3. przedstawiony jest wykres zależności prawdopodobieństwa rażenia celu naziemnego /typu radiostacja/ w funkcji szybkostrzelności działka kalibru 23 mm, prędkości lotu samolotu i śmigłowca oraz odległości strzelania. Przyjęty przedział wartości prawdopodobieństwa rażenia oznaczony został na tym wykresie podobnie, jak na rys. 3.2.

Wykres sporządzony został w oparciu o wartości prawdopodobieństw rażenia tego typu obiektu naziemnego, podanych w tabeli 3.26 /patrz załączniki/.

Analiza zależności  $W = f/n, V_1, D$  przedstawionych na wykresie, pozwala na stwierdzenie, że przyjęta wartość  $W=0,2-0,3$  może być osiągnięta tylko podczas wykonywania strzelań na określonych prędkościach lotu samolotu. Pełny zakres  $W$  może być zrealizowany tylko dla  $V_1 = 600$  km/h. Zwiększenie prędkości  $V_1$

do 900 km/h, doprowadzi do uzyskania  $W \leq 0,2$ . Jak widać skoro występują ograniczenia prędkości lotu samolotu podczas strzelania ze względu na przyjmowaną skuteczność strzelania tym samym wystąpią także ograniczenia w odległościach strzelania. W takim wypadku nie zawsze będzie można wykonać dwa strzelania do tego samego obiektu w jednym ataku.

Jak wynika z rys. 3.3. dla  $V_1 = 600$  km/h i pełnego przedziału  $W = 0,3-0,2$  można wykonywać strzelania w przedziale odległości od 1100 do 800 m. Ten przedział odległości nie zapewnia jednak wykonania dwóch kolejnych strzelań do tego samego celu w jednym nalocie /ataku/.

Jeśli przyjąć czas potrzebny na uściślenie celownika  $t_c = 2$  s i prowadzenia ognia  $t_{p.o} = 1$  s oraz prędkość lotu  $V_1 = 600$  km/h, wówczas różnica odległości /bez uwzględnienia błędu jej określenia/ pomiędzy pierwszym a drugim strzelaniem powinna wynosić:

$$D = V_1 / t_c + t_{p.o} / = 176 / 2 + 1 / = 500 \text{ m}$$

Z kolei porównując różnicę w odległościach strzelania wziętych z wykresu /rys. 3.3./ około 300 m, z otrzymaną z obliczeń - 500 m, wynika, że braknie 200 m odległości, by spełniony był warunek uzyskania  $W = 0,3-0,2$ .

Uzyskanie wymaganej wartości  $W$  w możliwe jest w warunkach strzelania z czasem prowadzenia ognia większym od 1 s, lub poprzez zwiększenie szybkostrzelności od 75 strz/s. Rozwiązanie takie, przy wydłużonym czasie prowadzenia ognia do 1,5 s spowoduje zużycie 75 pocisków. Przy takim zużyciu pocisków spełnione zostaną warunki nie tylko dla prędkości lotu 600 km/h, ale również i dla 800 km/h. Dla większych prędkości lotu samolotu, powyżej 800 km/h nastąpi zmniejszenie skuteczności strzelania. Szybkostrzelność minimalna działka dla śmigłowców, w warunkach zachowania wymaganego zakresu prawdopodobieństwa rażenia celów naziemnych / $W = 0,2-0,3$ /, w związku z mniejszymi prędkościami ich lotu, może być znacznie mniejsza, od wymaganej szybkostrzelności dla działek montowanych na samolotach, a tym samym łatwiejsza do osiągnięcia.

Zakładając średnią prędkość lotu śmigłowca 180-200 km/h, potrzebna będzie minimalna odległość strzelania około 500 m.

Dla tych warunków strzelania do celów naziemnych wystarczającą jest szybkostrzelność działka wynosząca około 30 strzałów na sekundę.

W wypadku zwiększenia prędkości lotu śmigłowca powyżej podanych, nastąpi zwiększenie odległości strzelania i tym samym zmniejszenie skuteczności. Osiągnięcie wymaganej skuteczności strzelania /0,2-0,3/ możliwe jest drogą wydłużenia czasu prowadzenia ognia. Powyższe stwierdzenie ma uzasadnienie jeśli zwiększy się ilość amunicji w jednym strzelaniu na przykład do 50 sztuk /patrz rys. 3.3. lub tabela 3.26 - w załączniku/.

Jak widać wymagana minimalna szybkostrzelność działka kalibru 23 mm jest zróżnicowana - mniejsza dla śmigłowców i większa dla samolotów, przede wszystkim ze względu na ich prędkości lotu. W tej sytuacji wydaje się za celowe posiadanie działka uniwersalnego o regulowanej szybkostrzelności.

Oddzielnym i dość istotnym zagadnieniem jest potrzebny zapas amunicji do działka. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń z działalności lotnictwa w zwalczaniu celów powietrznych i naziemnych, oraz rozważań teoretycznych zapas amunicji do działka lotniczego o kalibrze 23 mm, przewidywanego do uzbrojenia samolotów i śmigłowców powinien wystarczyć na 4-5 sekund prowadzenia ognia. Jego zwiększenie spowoduje niepotrzebny przyrost ciężaru natomiast zmniejszenie - możliwość nie wykonania zadania bojowego przez samoloty lub śmigłowce.

Stosunkowa duża szybkostrzelność nowego działka lotniczego, szczególnie przeznaczonego do uzbrojenia samolotów, poza gwarancją uzyskania wymaganej skuteczności rażenia obiektów naziemnych i powietrznych, umożliwia:

- wydzielanie mniejszej ilości sił /samolotów, lub śmigłowców/ do wykonania określonych zadań bojowych

- wykorzystywanie większego zakresu racjonalnych warunków strzelania /kątów nurkowania podczas zwalczania celów naziemnych, sylwetek celu w czasie zwalczania celów powietrznych, odległości strzelania itp./ dla których osiągnięte wartości prawdopodobieństwa rażenia celów powinny stanowić 0,8-0,9 wartości możliwej do uzyskania w najwygodniejszych warunkach;

- w znacznie krótszym czasie oddziaływać ogniowo na obiekty naziemne i powietrzne, uzyskując wymagane rezultaty, szcze-

gólnie w czasie tzw. swobodnych /manewrowych/ walk powietrznych, kiedy to kątowne prędkości przemieszczania się obiektu i zwalczania samolotu atakującego ulegają raptownym zmianom w jednostce czasu - w czasie prowadzenia ognia zaporowego. Wartości prawdopodobieństw rażenia obiektu powietrznego typu samolot F-4 metodą strzelania zaporowego przedstawione zostały w tabeli 3.25 /patrz załączniki/; ,

- zwiększenie odległości strzelania do obiektów powietrznych posiadających uzbrojenie obronne, co z zasady spowoduje zmniejszenie jego oddziaływania na samolot atakujący i tym samym doprowadzi do zmniejszenia strat własnych;

- zwiększenie odległości strzelania do silnie osłanianych ograniczonymi środkami obrony przeciwlotniczej obiektów naziemnych oraz w sprzyjających warunkach do wykonywania strzelań ze śmigłowców znad własnego terenu.

Reasumując działko kalibru 23 mm powinno być działkiem uniwersalnym, przeznaczonym do montowania na samolotach i śmigłowcach o zmiennej regulacji szybkostrzelności;

- szybkostrzelność działka przewidzianego do montowania na samoloty powinna wynosić minimum 50 strzałów na sekundę i na śmigłowce - 30 strzałów na sekundę. Szybkostrzelność ta z czasem powinny być zwiększona;

- zapas amunicji do działka powinien umożliwiać prowadzenie ognia w ciągu 4-5 sekund /przy założonych szybkostrzelnościach/ i wynosić: dla samolotów 200-250 i dla śmigłowców - 120-150 sztuk amunicji;

- należy dążyć do zwiększenia dokładności strzelania z nowego działka o 30-40% /w porównaniu do obecnej/, szczególnie do celów naziemnych tj. doprowadzić do tego aby odchylenia prawdopodobne rozrzutu pocisków wynosiły 0,005 D przy strzelaniu z samolotu i 0,007 D ze śmigłowca. Osiągnięcie tych parametrów zwiększy skuteczność, zarówno do obiektów naziemnych i powietrznych.

### 3.3. Ustalenie zakresu charakterystyk balistycznych pocisku dla perspektywniczego działka lotniczego

Skuteczność strzelania z nowego działka lotniczego zależy nie tylko od jego szybkostrzelności, ale również od stosowanych do niego naboł.

Nie chodzi w tym wypadku o rodzaje pocisków: przeciwpancerne, odłamkowe, zapalające itp. lecz o taką ich charakterystykę balistyczną, jak względna początkowa prędkość pocisku, które jest zasadniczym parametrem określającym jakość działka i jego przydatność jako środka rażenia przeznaczzonego do zwalczania celów powietrznych i naziemnych.

Prędkość początkowa pocisku jest podstawowym parametrem, wywierającym istotny wpływ na następujące elementy toru lotu pocisku:

- obniżenie toru lotu pocisku;
- czas lotu pocisku do celu;
- prędkość pocisku przy celu;
- średnia prędkość lotu pocisku do celu

i szereg innych, wpływających na wielkość poprawek katowych występujących w strzelaniu powietrznym. Im mniejsze są poprawki katowe takie jak: kąt wyprzedzenia, kąt celowania i kąt przeniesienia, tym większa jest dokładność strzelania i jego skuteczność.

Zwiększenie względnej początkowej prędkości lotu pocisku z zasady powoduje zmniejszenie wartości poprawek katowych, a tym samym zwiększenie dokładności i skuteczności strzelania. Względna początkowa prędkość lotu pocisku działek lotniczych kalibru 23 mm obecnie eksploatowanych wynosi 690-715 m/s. Niektóre nowoczesne działka lotnicze dysponują względną początkową prędkością lotu pocisku rzędu 1000-1050 m/s.

Konstruując nowe działko lotnicze należy wyraźnie dążyć do osiągnięcia prędkości wylotowej pocisku nie mniejszej jak 800m/s, z możliwością zwiększenia jej w późniejszym okresie do 1000 m/s i większej.

Dążyć do uzyskania takiej prędkości początkowej pocisku należy nie tylko drogą doskonalenia naboł, ale także rozwiązań konstrukcyjnych samego działka.

Niżej w pewnym skrócie, przedstawiony zostanie problem wpływu względnej początkowej prędkości lotu pocisku  $V_0$  na dwa podstawowe elementy toru pocisku, jakimi są: obniżenie toru lotu pocisku  $S$  i czas jego lotu do celu  $t$  w funkcji odległości strzelania  $D$ , które wywierają istotny wpływ na dokładność i skuteczność strzelania.

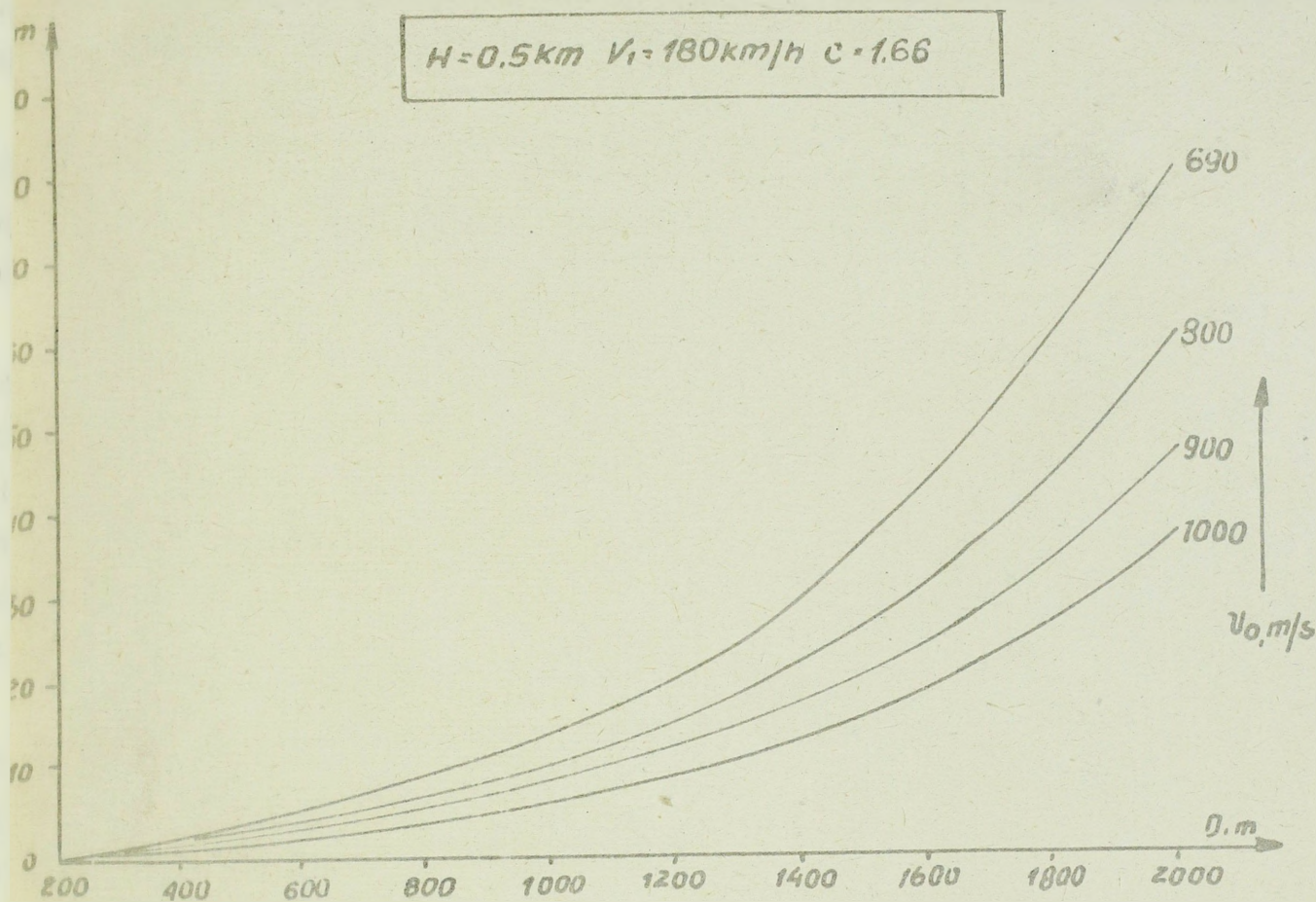
Zależności te dla wysokości  $H = 0,5$  i  $5$  km, prędkości lotu śmigłowca  $V_1 = 180$  km/h i samolotu  $V_1 = 900$  i  $1080$  km/h, dla jednego współczynnika balistycznego pocisku  $c = 1,66$  i odległości strzelania  $D = 200-2000$  m, przedstawione są na rys. 3.4-3.7<sup>x/</sup>.

W celu lepszego zobrazowania wpływu  $v_0$  na  $S$  i  $t$ , rozważania prowadzone będą w stosunku do odległości strzelania równej  $2000$  m. Tak duża wartość odległości nie ma istotnego wpływu na tok rozumowania, ponieważ dla każdej innej, mniejszej od tej odległości strzelania zależności  $S$  i  $t$  od zmiany  $v_0$  są w przybliżeniu prawie proporcjonalne i procentowo nie ulegają poważnej zmianie.

Na rys.3.4. podana jest zależność obniżenia toru lotu pocisku  $S$  od  $V_0$  i  $D$ , w wypadku strzelania ze śmigłowca lecącego poziomo z prędkością  $V_1 = 180$  km/h. Dokładne wartości obniżenia toru lotu pocisku ujęte są w tabelach 3.1 - 3,5 /patrz załączniki/ dla współczynników balistycznych pocisku  $c = 1,66$  i  $1,2$ .

---

x/ W załączniku, w tabelach 3.1 - 3.20 ujęte są podstawowe elementy toru lotu pocisku kalibru 23 mm, w oparciu o które zbudowane zostały wykresy, przedstawione na rys. 3.4-3.7.



rys. 3.4. Zależności obniżenia toru lotu pocisku od jego względnej prędkości początkowej i odległości strzelania dla wysokości 0,5 km i prędkości lotu śmigłowca 180 km/h

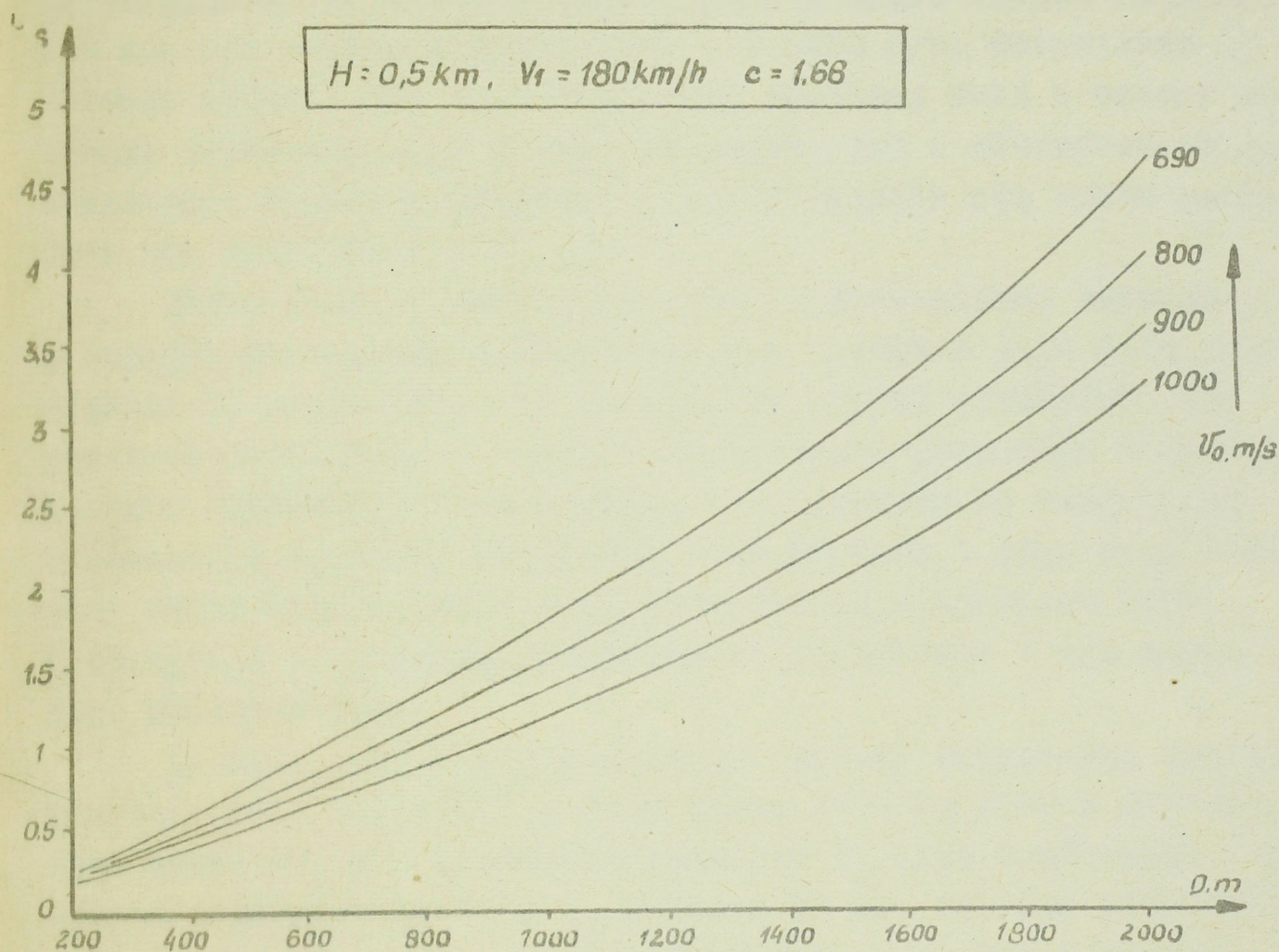
Jak wynika z wykresu /rys. 3.4/ wartość obniżenia toru lotu pocisku  $S$  podczas strzelania z odległości 2000 m w zależności od  $v_0$  ulega poważnej zmianie. I tak, dla  $v_0 = 690$  m/s  $S$  wynosi ponad 82 m, dla  $v_0 = 800$  m/s równe jest 62 m, a dla  $v_0 = 1000$  m/s stanowi tylko 38 m.

Tak więc, wzrost  $v_0$  średnio o 100 m/s powoduje zmniejszenie obniżenia toru lotu pocisku  $S$  prawie o 30-40%.

Wartość ta jest dość istotna i nie tylko zmienia kształt toru lotu pocisku /ze wzrostem  $v_0$  tor lotu pocisku staje się bardziej płaski/, ale powoduje także zmianę poprawek kątowych - kąta celowania, oraz w konsekwencji staje się przyczyną zmiany dokładności strzelania i poprzez nią jego skuteczności.

To jest wyraźnym potwierdzeniem konieczności posiadania działka o dużej względnej początkowej prędkości pocisków.

Na rys.3.5 przedstawiona jest zależność czasu lotu pocisku o celu  $t$  od tych samych parametrów co powyżej, i dla niezmiennych warunków lotu śmigłowca /dokładne wartości  $t$  znajdują się tabelach 3.1 - 3.4, w załącznikach/.



rys.3.5. Zależności czasu lotu pocisku do celu  $t$  od jego względnej prędkości początkowej  $v_0$  i odległości strzelania  $D$  dla wysokości  $H = 0,5$  km i prędkości lotu śmigłowca  $V_1 = 180$  km/h.

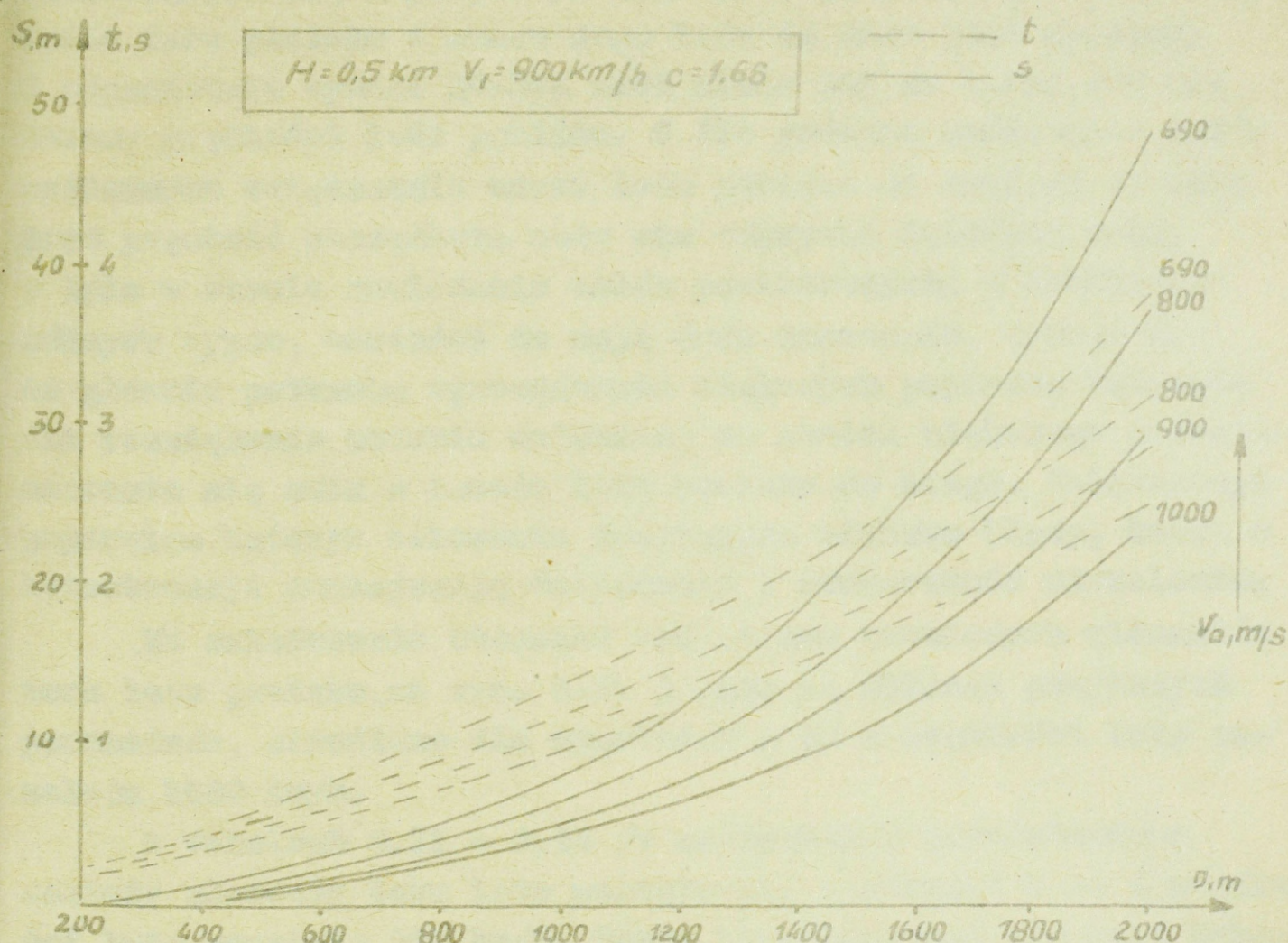
Z tego wykresu, jak i z poprzedniego /rys.3.4/, istnieje potrzeba zwiększenia prędkości początkowej pocisku w odniesieniu do obecnie występujących w działkach kalibru 23 mm. Tu jednak występuje inna zależność czasu lotu pocisku od jego względnej początkowej prędkości.

Zmiana względnej początkowej prędkości pocisku nie wywiera tak dużego wpływu na czas jego lotu, jak na obniżenie toru. Spowodowane jest to różną zależnością matematyczną występującą w obliczeniach tych wartości.

Jak wynika z wykresu /rys.3.5/ oraz z tabel 3.1-3,5 /podanych w załącznikach/ przyrost czasu lotu pocisku do celu w zależności od jego prędkości początkowej podczas strzelania ze śmigłowca  $V_1 = 180 \text{ km/h}$ , wynosi średnio 10-20% na każde 100 m/s jej zmiany w przedziale 690-1000 m/s. Oczywiście te nieduże różnice nie będą odgrywały istotnej roli w czasie zwalczania celów naziemnych tak ruchomych, jak i nieruchomych przez śmigłowce. Ponieważ prędkość przemieszczania się celów ruchomych nie przekracza 8-10 m/s.

Nieco inaczej występują wyżej przedstawione zależności, w wypadku strzelania z samolotu, gdy prędkość jego lotu jest większa od prędkości lotu śmigłowca. Wzrost prędkości lotu powoduje zmniejszenie wartości niektórych elementów toru lotu pocisku /obniżenia toru i czasu lotu pocisku do celu/ oraz zwiększenie średniej prędkości lotu pocisku i jego prędkości przy celu. Wynikające z tego korzyści są stosunkowo duże i sprzyjają zwiększeniu dokładności strzelania i tym samym jego skuteczności.

Na rys. 3.6. i 3.7 podane są wykresy zależności obniżenia toru lotu pocisku  $S$  i jego czasu lotu do celu  $t$  dla różnych wysokości  $H$  i prędkości samolotu  $V_1$  oraz względnych początkowych prędkości pocisku  $V_0$  kalibru 23 mm. Wykresy zbudowane zostały na podstawie powyższych wartości przedstawionych w tabelach 3.6. - 3.9 i 3.16 - 3.19 /patrz załączniki/.



Rys. 3.6. Zależności obniżenia toru pocisku  $S$  i czasu jego lotu do celu  $t$  od względnej początkowej prędkości lotu pocisku  $v_0$  i odległości strzelania  $D$ , dla wysokości  $H = 0,5 \text{ km}$  i prędkości lotu samolotu  $V_1 = 900 \text{ km/h}$ .

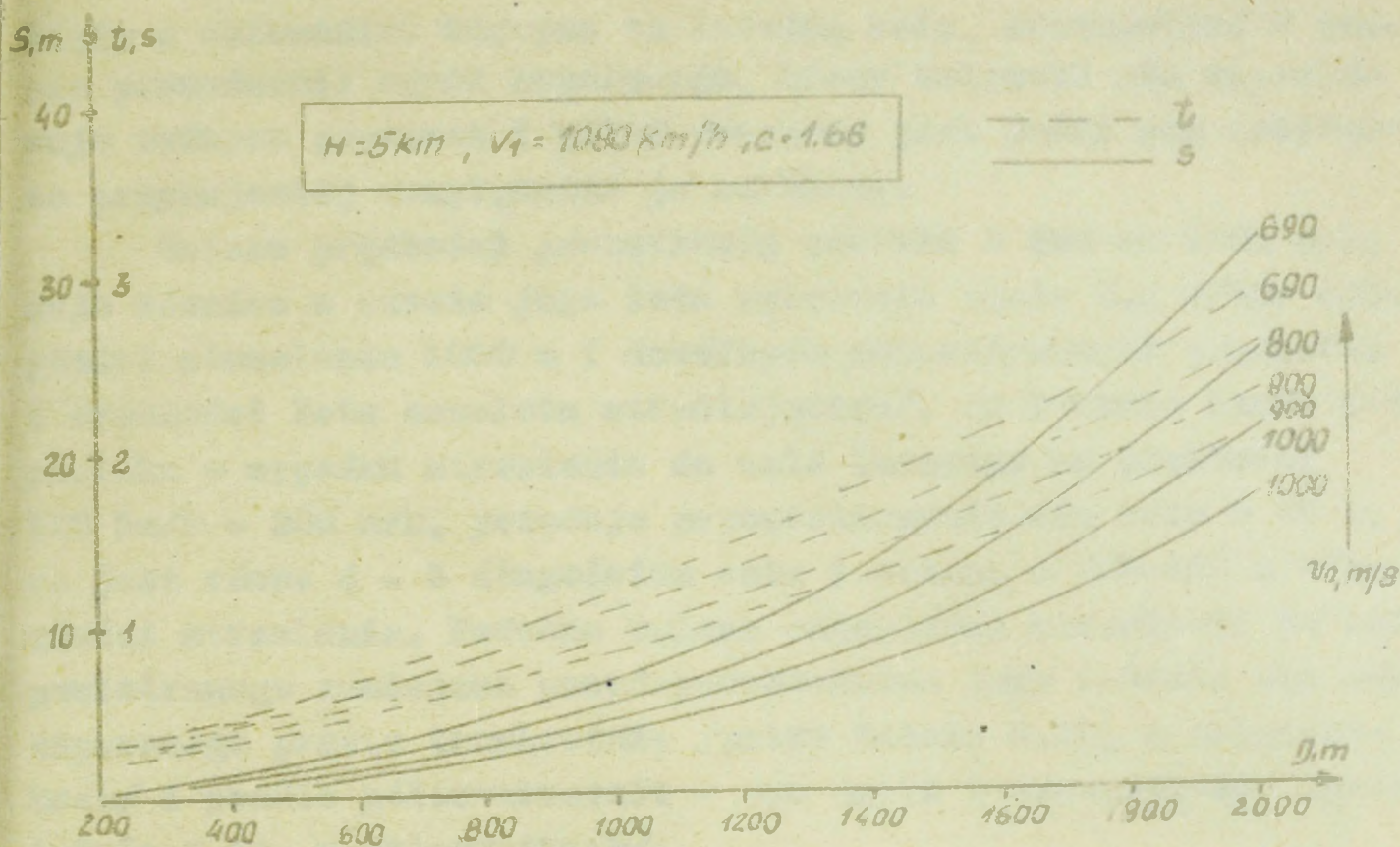
Analiza wartości obniżenia toru lotu pocisku  $S$  i czasu jego lotu do celu  $t$  w wypadku użycia działka kalibru 23 mm do zwalczania obiektów powietrznych na małych wysokościach około 500 m i naziemnych /rys. 3.6/, w dalszym ciągu potwierdza konieczność posiadania działka o dużej prędkości początkowej pocisku.

Jeżeli porównać obniżenie toru pocisku dla dwóch prędkości początkowych jego lotu, a mianowicie równych 690 i 1000 m/s, to obniżenie dla  $v_0 = 1000 \text{ m/s}$  jest dwukrotnie większe niż dla  $v_0 = 690 \text{ m/s}$ . Występuje natomiast nieco mniejszy wzrost czasu lotu pocisku do celu. Dla tych samych prędkości początkowych pocisku przyrost wielkości czasu jest prawie półtorakrotny. Nato-

miast, dla innych względnych początkowych prędkości lotu, mieszczących się w powyższym zakresie, przyrost wartości obniżenia toru pocisku i czasu jego lotu do celu jest mniejszy i odpowiednio wynosi 20-30% oraz około 10% na każde 100 m/s zmiany prędkości lotu pocisku. O ile podczas zwalczania celów naziemnych zwiększenie czasu lotu pocisku ze względu na małą jego prędkość początkową może nie odgrywać istotnej roli, o tyle w czasie zwalczania celów powietrznych, z samolotów różnych typów, wartości te mają duże znaczenie. Wyraża się to głównie potrzebą wprowadzania większych poprawek kątowych dla rozwiązania zadania celowania na skutek większego przemieszczenia się celu w czasie lotu pocisku do niego. Zwiększonymi poprawkami kątowymi celowania towarzyszą większe błędy, które w konsekwencji zmniejszają dokładność i skuteczność strzelania.

Na zakończenie rozważań nad zmianą omawianych elementów toru lotu pocisku, na rys. 3.7. podane są wykresy powyższych parametrów, określone dla wysokości 5 km i prędkości lotu samolotu 1080 km/h.

W tabelach 3.11 - 3.14 /w załączniku/ przedstawione zostały elementy toru lotu pocisku dla wysokości 5 km i prędkości lotu samolotu 900 km/h. Ocena tych wartości nie jest dokonywana. Mogą być one wykorzystane w razie potrzeby dla dokładniejszych rozważań.



Rys. 3.7. Zależności obniżenia toru pocisku  $S$  i czasu jego lotu do celu  $t$  od względnej początkowej prędkości lotu pocisku  $v_0$  i odległości strzelania  $D$  dla wysokości  $H = 5 \text{ km}$  i prędkości lotu samolotu  $V_1 = 1080 \text{ km/h}$ .

Z wykresu /rys. 3.7/ i tabel 3.16-3.19/patrz załączniki/ wynika dość poważna różnica w parametrach lotu pocisku, jeśli porównamy je z wysokością  $0,5 \text{ km}$ . Spowodowane jest to między innymi zmianą gęstości powietrza i zwiększeniem prędkości lotu samolotu strzelającego.

Porównanie tych samych parametrów lotu pocisku dla wysokości  $5 \text{ km}$  i prędkości  $1080 \text{ km/h}$ , daje podobne różnice procentowe, w wypadku zmiany prędkości początkowej pocisku. Nie dotyczy to samych wielkości liczbowych parametrów  $S$  i  $t$  dla poszczególnych zmian prędkości początkowej i odległości strzelania, gdyż są one wyraźnie mniejsze z uwagi na większą prędkość lotu samolotu.

Występują duże zróżnicowania czasu lotu pocisku dla różnych jego prędkości początkowych i zmienionych zarówno wysokości, jak i prędkości lotu samolotu strzelającego. Wpływa to w poważnym stopniu na możliwy do osiągnięcia wynik strzelania.

Oczywistym jest fakt, że im krótszy jest czas lotu pocisku do celu, tym większa skuteczność strzelania i mniejsze są błędy w celowaniu. Odgrywa to istotną rolę, szczególnie w czasie prowadzenia ognia zaporowego, kiedy celownik nie wypracowuje żadnych poprawek i pilot zmuszony jest jeśli nie obliczać to przynajmniej uwzględniać je wzrokowo.

Zmiana prędkości początkowej pocisku z 690 na 1000 m/s, daje różnice w czasie jego lotu wynoszące około 0,3 s/dla odległości strzelania 1000 m i dowolnych rozpatrywanych prędkości i wysokości lotu samolotu strzelającego/. Ta różnica czasu lotu pocisku w wypadku strzelania do celu lecącego na prędkości 720 km/h = 200 m/s, powoduje przemieszczenie się celu o 60 m, co jest równe 4 - 5 długościom celu i zmianą o 300-400 m odległości strzelania. Podobna zmiana odległości strzelania do celu powietrznego zmniejsza prawdopodobieństwo jego rażenia dla ognia zaporowego prawie trzykrotnie /patrz tabela 3.25, w załącznikach/ i prawie półtorakrotnie - dla ognia towarzyszącego /patrz tabela 3.24, w załącznikach/.

Powyższe różnice w skuteczności strzelania spowodowane zmianą prędkości początkowej pocisku, wyraźnie potwierdzają potrzebę skonstruowania takiego działka, które zapewniłoby pociskowi dużą prędkość początkową. W przeciwnym razie nie uzyska się postępu w tej dziedzinie.

Dalsze zwiększenie skuteczności strzelania może być osiągnięte nie tylko poprzez zwiększenie szybkostrzelności działka, prędkości początkowej pocisku, lecz także drogą zmniejszenia współczynnika balistycznego samego pocisku.

Korzyści wynikające ze zmniejszenia wartości współczynnika balistycznego, określa ten sam parametr lotu pocisku - czas lotu do celu. Na przykład na wysokości 5 km i dla prędkości lotu samolotu strzelającego 1080 km/h i prędkości początkowej pocisku 1000 m/s, różnica w czasie lotu pocisku dla różnych oddzielnie wziętych odległości strzelania kształtuje się odmiennie. W celu wykazania dalszego, możliwego zwiększenia skuteczności strzelania, przyjmuje się odległość strzelania równą, jak poprzednio 1000 m.

Jak wynika z tabel 3.19 i 3.20 /patrz załączniki/ różnica ta wynosi zaledwie 0,03 s, lecz dla odległości strzelania dwu-

krotnie większej /z 1000 do 2000 m/ stanowi już 0,16 s.

Ten niewielki napozór przyrost zysku w czasie lotu pocisku do celu może dać w konsekwencji dalsze zwiększenie skuteczności strzelania jeśli uwzględnić, podobnie jak poprzednio zmniejszenie odległości użycia działka podczas zwalczania obiektów powietrznych oraz w przybliżeniu i naziemnych.

Oddzielnym niemniej ważnym problemem wymagającym określonego naświetlenia jest prędkość pocisku przy celu. W stosunku do obiektów powietrznych z zasady nie powoduje ona wyraźnego zwiększenia skuteczności strzelania. Natomiast podczas strzelania do celów naziemnych jest ona ważnym czynnikiem determinującym przydatność pocisków do zwalczania obiektów opancerzonych i słabo opancerzonych. Od jej wartości zależy między innymi zdolność przebijająca pocisków przeciwpancernych.

Im większa jest ta prędkość, tym pocisk posiada większą siłę kinetyczną i tym samym, większą zdolność przebicia pancerza. Wobec tego, nowe działko powinno chyba zapewniać uzyskanie dostatecznie dużej prędkości pocisku przy celu podczas strzelania z dużych odległości - rzędu 1000-2000 m. Osiągnięcie tego wymagane jest po to, by stało się ono skutecznym środkiem zwalczania tego rodzaju celów nie tylko ze śmigłowców wykonujących loty na małych prędkościach, ale i z samolotów.

Względy taktyczne wymagają, aby w przyszłych działaniach bojowych samoloty i śmigłowce mogły wykonywać strzelania z dużo większych odległości, aniżeli stosowane są obecnie i to bez zmniejszenia skuteczności strzelania. Taki cel stawiany przed strzelaniem i przed nowym działkiem może być osiągnięty tylko wówczas, gdy działko i jego parametry będą temu sprzyjały. Dla spełnienia tego warunku pocisk wystrzelony z działka powinien posiadać dużą prędkość początkową i tym samym zostanie zwiększona jego prędkość przy celu.

Wartości prędkości pocisku przy celu ujęte są w tabelach 3.1 - 3.20 w załącznikach. Jeżeli przyjąć zadaną prędkość początkową pocisku z 690 do 1000 m/s i rozpatrzyć jak zmienia się prędkość pocisku przy celu, to okaże się, że następuje jej przyrost w przedziale od 40 do 50%. Tak duża wartość przyrostu wykazuje wyraźnie korzyści jakie mogą być osiągnięte, jeśli nowe działko zapewni dużą prędkość wylotową pociskowi.

Reasumując to zagadnienie można wyciągnąć szereg wniosków, a mianowicie:

- nowe działko w początkowym okresie wprowadzenia jego na uzbrojenie śmigłowców i samolotów powinno zapewniać osiągnięcie przez pocisk prędkości początkowej /względnej/ nie mniejszej niż 800 m/s, a w ostatecznym i całkowitym jego rozwiązaniu około 1000 m/s i więcej:

- dopiero po osiągnięciu jednego z zasadniczych parametrów, jakim jest prędkość wylotowa pocisku spełnione zostaną w pewnej mierze wymogi taktyczne użycia działka do zwalczania większości obiektów powietrznych, przy prowadzeniu ognia towarzyszącego, a szczególnie zaporowego oraz celów naziemnych - słabo opancerzonych i niektórych typów celów opancerzonych:

- po spełnieniu tych wymogów działko może się stać środkiem rażenia o wiele skuteczniejszym od obecnie stosowanych na naszych samolotach i śmigłowcach.

Wymagana jest zmiana naboju do działka. W przyszłości do działka powinny być stosowane naboje z pociskami o mniejszych, współczynnikach balistycznych. Pożądanym jest, by wartości współczynników balistycznych mieściły się w przedziale 1,2-1;

- wprowadzenie na uzbrojenie samolotów i śmigłowców nowego działka o podanych wyżej parametrach w sposób wyraźny przyczyni się nie tylko do zwiększenia skuteczności strzelania, ale również do zwiększenia jego dokładności poprzez zaniejszenie takich poprawek kątowych, jak kąta celowania, przeniesienia i wyprzedzenia, tj. związanych z wypracowaniem sumarycznej poprawki kątovej na ruch samolotu /śmigłowca/ i celu oraz pocisku z działka przez urządzenie celownicze. Tych poprawek, w których podstawowym parametrem decydującym o ich wielkościach jest prędkość pocisku nadawana przez same działko.

#### 3.4. Niektóre parametry taktyczno-techniczne urządzenia celowniczego niezbędnego do nowego działka lotniczego

Każde lotnicze urządzenie celownicze przeznaczone jest do wypracowania sumarycznej poprawki kątovej wynikającej z ruchu samolotu /śmigłowca/ i celu oraz wystrzelonych /odpalonych/ środków rażenia.

Stopień dokładności wypracowywania sumarycznej poprawki określa przydatność urządzenia celowniczego do wykonywania strzelań do celów powietrznych i naziemnych. Skuteczność strzelania w bardzo dużej mierze zależy od jakości urządzenia celowniczego. Żadne działko ani amunicja do niego, nawet gdyby były najdoskonalsze, nie zapewnią wysokiej skuteczności strzelania jeśli nie będzie odpowiedniego urządzenia celowniczego.

W parze z wymaganiami taktycznymi stawianymi perspektywicznymi działkami muszą iść wymagania dotyczące urządzeń celowniczych przewidywanych do tych działek. Występujące znaczne różnice we właściwościach lotniczo-technicznych i bojowych pomiędzy samolotami i śmigłowcami dyktują potrzebę posiadania dwóch różnych urządzeń celowniczych. Do najważniejszych z nich można zaliczyć: zróżnicowanie prędkości i wysokości lotu śmigłowców i samolotów podczas wykonywania strzelań do celów naziemnych i powietrznych; nie jednakowe drgania samych aparatów latających; zmiany parametrów lotu na przykład prędkości kątowych, przechyleń, wysokości itp. oraz wielu innych.

Urządzenie celownicze, przewidziane do perspektywicznego działka powinno zapewnić:

- wypracowywanie ze stosunkowo dużą dokładnością sumarycznej poprawki kątowej, składającej się z kąta celowania, wyprzedzenia i przeniesienia w czasie 1-2 s podczas strzelania do celów powietrznych i naziemnych.

Uwzględniać zmiannę:

- prędkości lotu śmigłowca od 0 do 400-500 km/h i samolotu od 200 do 2000 km/h i więcej;
- czasu lotu pocisku do celu w zależności od odległości strzelania, wysokości i prędkości lotu samolotu i śmigłowca;
- kąta nurkowania w zakresie od 5 do 50°;
- kąta kursowego celu, podczas strzelania do celów powietrznych od 0 do 180° we wszystkich płaszczyznach;
- kąta przechylenia samolotu od 0 do 90°, a śmigłowca od 0 do 40-50°;
- aerodynamicznego przeciążenia wzdłużnego i poprzecznych samolotu w zakresie od 1,5 /minus/ do 6 /plus/ jednostek;
- temperatury okracającego powietrza od -50 do +50°C;
- posiadać małe gabaryty;

- być przystosowany do zawieszania żyroskopowego lub innego nivelującego drgania śmigłowca;

- zapewniać możliwość sprzężenia z pokładową stacją radiolokacyjną samolotu;

oraz szereg innych cech i warunków między innymi eksploatacyjnych jakim powinny odpowiadać perspektywiczne urządzenia celownicze przewidziane do montowania na samoloty i śmigłowce.

Żadne z obecnie eksploatacyjnych urządzeń celowniczych nie odpowiada tym wymaganiom. Dlatego też konstruując perspektywiczne działko lotnicze należy równocześnie myśleć o nowoczesnym urządzeniu celowniczym przystosowanym do tego działka /działek/.

### 3.5. Możliwości zastąpienia obecnych pocisków raketowych kalibru 57 mm przez nowe działko lotnicze - szczególnie na śmigłowcach szturmowych

Wprowadzenie do uzbrojenia samolotów i śmigłowców nowego działka lotniczego o następujących proponowanych parametrach:

- szybkostrzelność działka:

- dla samolotów - 50 strz/s;

- dla śmigłowców - 30 strz/s;

- względna początkowa prędkość pocisku - 800-1000 m/s;

- współczynnik balistyczny pocisków - 1,2 - 1,0;

- zwiększona dokładność strzelania tj. zmniejszony roz-

rzut pocisków o 30-40 % w stosunku do obecnie istniejących działek; może spowodować pewną zmianę dotychczasowych poglądów i przyjętych zasad dotyczących użycia niekierowanych pocisków raketowych kalibru 57 mm - typu S-5M i S-5K - do zwalczania obiektów powietrznych i naziemnych przez samoloty i śmigłowce.

Aby wydać sąd o możliwościach zastąpienia niekierowanych pocisków raketowych przez nowe działko lotnicze, należy przyjąć jakieś kryterium oceny, które pozwoli na przeprowadzenie porównania tych odmiennych z wielu punktów widzenia środków rażenia. Takie kryterium oceny może być między innymi uzyskano skuteczność strzelania wyrażona wartościami prawdopodobieństw rażenia celu pojedynczego.

W wyniku wstępnych rozważań warunków i możliwości zwalczania obiektów opancerzonych, dochodzi się do wniosku, że samoloty powinny być nadal uzbrojone w pociski raketowe typu S-5K, ponieważ w skład ich uzbrojenia nie wchodzi obecnie żadne inne środki rażenia o działaniu przebijającym.

Natomiast śmigłowce szturmowe obecnie uzbrojone są w silne środki rażenia o działaniu przebijającym przeciwpancerne pociski kierowane typu PRK "Malutka". Istnieje zatem możliwość wyłączenia z zestawu ich uzbrojenia niekierowanych pocisków raketowych S-5K przy założeniu, że strzelania ze śmigłowców będą wykonywane tylko i wyłącznie z przewidywanym i możliwym do określenia skutkiem. Przy takim założeniu nie można brać pod uwagę wykonywania strzelań do celów powierzchniowych, lub tak zwanych strzelań nękających, których skuteczność jest znikoma, a trafienie pociskiem w pojedynczy, o małych wymiarach, obiekt opancerzony będzie zależęć raczej do rzadkiego przypadku. Obecnie skuteczność strzelania pociskami PRK "Malutka" jest 2-3 razy większa od skuteczności strzelania 32 pociskami typu S-5K.

Inaczej przedstawi się problem zwalczania przez samoloty i śmigłowce obiektów naziemnych, słabo opancerzonych i nieopancerzonych, przy pomocy samych pocisków raketowych. Do zwalczania tych obiektów działka lotnicze kalibru 23 mm o proponowanych wyżej parametrach może z powodzeniem zastąpić niekierowane pociski raketowe typu S-5K i S-5M. Celowość tej zmiany można głębiej uzasadnić przy wartości prawdopodobieństwa rażenia na przykład pojedynczego celu nieopancerzonego - typu radiostacja, podczas strzelania z samolotu, określoną ilością pocisków z działka kalibru 23 mm i niekierowanych pocisków raketowych S-5K.

Do rozważań nie należy przyjmować pocisków S-5M, ponieważ są to pociski klasy powietrze-powietrze i chociaż mogą być stosowane do zwalczania nieopancerzonych obiektów naziemnych, okazały się mniej skuteczne od pocisków typu S-5K.

Dla zilustrowania, w tabeli 3.2. przedstawione zostały wartości prawdopodobieństwa rażenia obiektu naziemnego /typu radiostacja/ podczas strzelania z samolotu z działka kalibru 23 mm /50 pocisków/ i pociskami raketowymi S-5K /32 pociski/.

Warunki strzelania przedstawione są w tabelach 3.26 i 3.27 w załącznikach.

Tabela 3.2

Wartości prawdopodobieństw rażenia obiektu naziemnego typu radiostacja przy strzelaniu z samolotu z działka kalibru 23 mm i pociskami raketowymi S-5K

D, m	Działko 23 mm	Pociski S-5K
800	0,308	-
1000	0,236	0,172
1200	0,177	0,132
1400	0,132	0,102
1600	0,104	0,064
1800	0,093	0,052
2000	0,066	0,048

Podczas zwalczania tego typu obiektu różnica odległości strzelania dla wymienionych środków rażenia wynosi średnio około 200 m. Spowodowane jest to różnym promieniem rozlotu odłamków powstających w czasie wybuchu i względami bezpieczeństwa samolotu przy wyjściu z ataku. W czasie stosowania działka potrzebna jest mniejsza odległość strzelania aniżeli dla pocisków raketowych, dla pozostałych jednakowych warunków ataku.

Jeżeli uwzględnienie specyfiki użycia obu środków rażenia, wiadać wyrazić, że działko kalibru 23 mm jest skuteczniejsze od pocisków raketowych S-5K. Wyraża się to prawie dwukrotnie większą wartością prawdopodobieństwa rażenia obiektu w warunkach istniejącej różnicy odległości strzelania pociskami S-5K i z działka /200 m/.

Strzelanie tymi dwoma środkami rażenia ze śmigłowca przyniesie te same rezultaty co przedstawione wyżej strzelanie z samolotu.

Reasumując, można stwierdzić, że perspektywiczne działko lotnicze powinno legitymować się następującymi podstawowymi parametrami i właściwościami:

- kaliber działka 23 mm;

- działko uniwersalne z możliwością montowania na stałe na wszystkich samolotach bojowych, szkolno-treningowych i śmigłowcach oraz podwieszania w specjalnych gondolach na samolotach bojowych i śmigłowcach;

- zmienna szybkostrzelność działka /regulowana/ dla samolotów: bojowych - co najmniej 50 strzałów na sekundę, szkolno-treningowych i śmigłowców - 30;

- zapas amunicji dla działek montowanych na stałe i podwieszanych na samolotach: bojowych - 200-250 sztuk, szkolno-treningowych i śmigłowcach - 120-150 sztuk;

- względna /wylotowa/ początkowa prędkość pocisku w początkowym etapie wprowadzania działka na uzbrojenie nie mniejsza niż 800 m/s, w dalszym - 1000 m/s i więcej;

- współczynnik balistyczny pocisków 1,0 - 1,2;

- odchylenia prawdopodobne rozrzutu pocisków podczas strzelania z samolotów do celów powietrznych, 0,004 odległości strzelania, ze śmigłowców - 0,005, natomiast odpowiednio do celów naziemnych 0,005 i 0,007.

#### 4. WYBRANE WYMAGANIA TECHNICZNO-TAKTYCZNE I EKSPLOATACYJNE STAWIANE PERSPEKTYWICZNYM DZIAŁKOM LOTNICZYM

Niezbędnym uzupełnieniem wymagań taktycznych, przedstawionych w poprzednich rozdziałach są wybrane wymagania techniczne i eksploatacyjne stawiane perspektywicznemu działkow lotniczemu. Zagadnienia do rozważenia i przeprowadzenia analizy określił zleceńodawca. Białego też, w niniejszym rozdziale, z szerokiej problematyki techniczno-taktycznej, przedstawione zostały tylko zagadnienia dotyczące:

- celowości i możliwości uzbrojenia w nowe, doskonalsze działka lotnicze samolotów aktualnie znajdujących się w wyposażeniu wojsk oraz samolotów, które prawdopodobnie wejdą w wyposażenie wojsk w najbliższych 10-15 latach;

- wymagań i warunków eksploatacyjnych perspektywicznych działek lotniczych;

- siły odrzutu nowych działek, ich gabarytów i rozmieszczenia na nosicielach.

Przedstawione w treści rozdziału wnioski i propozycje wynikają z analiz przeprowadzonych przede wszystkim metodą ocen statystyczno-jakościowych i analitycznych.

##### 4.1. Analiza progностyczna eksploatacji samolotów i śmigłowców oraz potrzeby produkowania do nich nowego działka lotniczego

W wojskach lotniczych eksploatowane są obecnie następujące podstawowe typy samolotów i śmigłowców:

- samoloty myśliwskie: Lim-5, MiG-21F-13 /"74"/, MiG-21PFM /"76"/, MiG-21PFM /"94"/, MiG-21PFM /"94A"/, MiG-21M /"96"/, MiG-21M /"96A"/, MiG-21MF /"96A"/;

- samoloty myśliwsko-bombowe /myśliwsko-szturmowe/: Lim-6, Lim-6bis, Lim-6M, Su-7BM, Su-7BKŁ, Su-7BKIM, Su-20;

- samoloty rozpoznawcze: Lim-5R, Lim-6R, Lim-6bisR, Lim-6MR, MiG-21R, Ił-28R, Su-20R, SBLim-1Art, SBLim-2Art, TS-11 "Iskra-200BR", TS-11 "Iskra-200 Art";

- samoloty szkolno-bojowe: UTMiG-15, SBLim-1, SBLim-2, MiG-21U /"66" "68" i "98"/, Su-7U, Su-20U, TS-11 "Iskra";

- samoloty transportowe i łącznikowe: An-2, An-12, An-24, An-26, Wilga-3;

- śmigłowce: SM-1, SM-2, Mi-2, Mi-4, Mi-8, Mi-6.

Wszystkie ww. samoloty: myśliwskie, myśliwsko-szturmowe, myśliwsko-bombowe, rozpoznawcze i szkolno-bojowe oraz samoloty transportowe An-12 i An-26, a także śmigłowce Mi-2 /uzbrojone/, Mi-4 i Mi-8 są aktualnie nosicielami uzbrojenia pokładowego. Ich główne dane taktyczno-techniczne przedstawione zostały w załącznikach 2.1, 3, 4, 5, 6. Należy nadmienić, że zgodnie z podanym wyżej sformalizowanym podziałem samolotów, w niektórych wypadkach, w zasadzie jeden typ samolotu powtarzany jest wielokrotnie, za każdym razem pod inną nazwą. Na przykład Lim-5 powtarza się pod nazwą Lim-5R różniąc się jedynie tym, że ma zbudowane urządzenie do rozpoznania fotograficznego. Po zdjęciu tego urządzenia /może być demontowane i montowane w warunkach eksploatacji/ samolot Lim-5R staje się zwykłym samolotem Lim-5. Wobec powyższego, aby uniknąć zbędnych powtórzeń, przyjęty został do rozważań następujący podział samolotów:

- samoloty bojowe i szkolno-bojowe typu: Lim /SBLim/, MiG-21, Su-7, Su-20, Ił-28, TS-11 "Iskra";

- samoloty transportowe i łącznikowe typu: An-2, An-12, An-24 i An-26;

- śmigłowce typu: SM-1, SM-2, Mi-2, Mi-4, Mi-8, Mi-6.

Samoloty typu Lim /SBLim/. Do grupy samolotów "Lim" /SBLim/ zaliczamy samoloty Lim-5, Lim-5P, Lim-6, Lim-6bis, Lim-6M, Lim-5R, Lim-6R, Lim-6bisR, Lim-6MR, SBLim-1, SBLim-1Art, SBLim-2, SBLim-2Art, Lim-1, Lim-2 oraz MiG-15, UTMiG-15, MiG-15bis, MiG-17pf, jako różne wersje i modyfikacje, których pierwowzorem był MiG-15 i jego wersja szkolno-bojowa /dwuosobowa/ UTMiG-15. Cała rodzina wymienionych samolotów charakteryzuje się tym, że mają one:

- jednakowe kształty aerodynamiczne, gabaryty, konstrukcję, płatowca i silnika, ciężar własny itd. przy czym pomija się niektóre różnice w szczegółkach konstrukcyjnych i wyposażeniu;

- jednakowe uzbrojenie pokładowe /z pewnymi wyjątkami/.

Podstawowy wariant tego uzbrojenia stanowią - dwa 23 mm działka NR-23 i jedno 37 mm działko N-37D. Do nielicznych wariantów uzbrojenia samolotów należą takie warianty, w których jest: trzy, dwa, lub jedno 23 mm działko NR-23, albo jeden 12,7 mm karabin

maszynowy /głównie na samolotach szkolno-bojowych/. Ponadto na dwóch lub czterech punktach podwieszonych podskrzydłowych mogą być podwieszane bomby lotnicze albo dwie wyrzutnie pocisków rakietowych, typu R-3S lub S-5.

Samoloty typu "Lim" należą do klasy samolotów poddźwiękowych /nie przekraczają prędkości 1150-1175 km/h/; były produkowane w latach 1952-1960 i stanowiły wówczas podstawowy typ samolotu bojowego naszego lotnictwa myśliwskiego, myśliwsko-szturmowego i rozpoznawczego. Rezerwa techniczna samolotów typu "Lim" początkowo wynosiła 600 h lotu, a później w miarę doświadczeń eksploatacyjnych był sukcesywnie zwiększany i aktualnie wynosi 2600 h lotu. Natężenie eksploatacji omawianych samolotów początkowo wynosiło 100-120 i więcej, a później /od roku 1960/ zmniejszyło się i ustaliło na poziomie 30-60 h lotu s-tu w ciągu jednego roku.

Doświadczenia eksploatacyjne wykazały iż po upływie około 20 lat eksploatacji stan techniczny omawianych samolotów zaczyna się intensywnie pogarszać ze względu na zmęczenia i naturalnego starzenia się konstrukcji /szczególnie elementów duralowych/. Z przeprowadzonej analizy stanu ilościowego i jakościowego omawianych samolotów w jednostkach lotniczych wynikają następujące wnioski:

1/ samoloty typu Lim utraciły już status podstawowego typu samolotu bojowego na rzecz samolotów typu MiG-21;

2/ samoloty bojowe "Lim" wyprodukowane w latach 1953-1955 zostały już prawie całkowicie wycofane z eksploatacji. Część z nich po dokonaniu przeróbek, regeneracji i modyfikacji używa się jeszcze jako samolotów szkolno-bojowych /SBLim/;

3/ pozostające aktualnie w wyposażeniu jednostek lotniczych samoloty typu Lim mają już poza sobą w większości nie mniej niż 15 lat eksploatacji i stąd perspektywa ich docelowej eksploatacji jest bardzo bliska /do 1980-1985 r/;

Samoloty typu MiG-21. Do grupy samolotów typu MiG-21 należą:

MiG-21F-13 /produkt 74/, MiG-21pf /produkt 76/, MiG-21PFM /produkt 76/, MiG-21PFM /seria MO i ML/, MiG-21PFM /produkt 94/, MiG-21PFM /produkt 94A/, MiG-21PFM /produkt 96/, MiG-21M /produkt 96A/, MiG-21MF /produkt 96A/, MiG-21U /produkt 66/, MiG-21U /produkt 68/, MiG-21U /produkt 98/, MiG-21U /produkt 98"3"/,

MiG-21R /produkt 76R/, MiG-21R /produkt 94/, MiG-21R /produkt 96 R/.

Samoloty typu MiG-21 wprowadzone zostały do eksploatacji w naszych jednostkach lotniczych w roku 1962.

Ilość tych samolotów sukcesywnie powiększa się przy czym, w dostawach bieżących znajdują się coraz to nowe, kolejne ich modyfikacje. Biorąc pod uwagę dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne, z punktu widzenia warunków technicznych można przewidywać, że perspektywa eksploatacji docelowej samolotów typu MiG-21 w naszych jednostkach lotniczych będzie sięgać prawdopodobnie lat 1990-1995.

Samolot MiG-21 jest zaliczany do klasy lekkich naddźwiękowych myśliwców frontowych. Ma bardzo zwartą konstrukcję i wyposażenie pozwalające na wykonanie lotów w zwykłych i trudnych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

Charakteryzując ogólnie dostarczone nam z ZSRR samoloty typu MiG-21 jako nosiciele uzbrojenia pokładowego, a nie wliczając się w szczególności różnych modyfikacji, możemy je umownie podzielić /według posiadanego uzbrojenia pokładowego/ na sześć grup:

- 1/ MiG-21, które mają zabudowane na stałe 30 mm działko NR-30 / z prawej strony kadłuba u nasady skrzydła/ oraz mają trzy punkty podwieszeń zewnętrznych: pod kadłubem na dodatkowy zbiornik paliwa oraz dwa podskrzydłowe, na których mogą być podwieszane bomby o wagomiarze do 500 kg lub wyrzutnie z pociskami raketowymi klasy p-p lub p-z /2xR-3S - samonaprowadzające się na cel albo nie kierowane 32xS-5M lub B-5K/. Samolotów tych mamy tylko kilka egzemplarzy.
- 2/ MiG-21, które nie mają w ogóle broni lufowej lecz tylko trzy punkty podwieszeń zewnętrznych: pod kadłubem na dodatkowy zbiornik paliwa oraz dwa podskrzydłowe do podwieszania bomb lotniczych lub wyrzutni <sup>32 niekierowanymi</sup> z pociskami raketowymi albo wyrzutni z dwoma kierowanymi pociskami raketowymi RS-2-US.
- 3/ MiG-21, które mogą mieć podwieszane uzbrojenie raketowe, lub bomby lotnicze jak podano dla grupy 2, a oprócz tego pod kadłubem w miejsce dodatkowego zbiornika paliwowego mogą mieć podwieszoną gondolę GP-9 z 23 mm działkiem GSz-23 z zapasem 200 szt. nabojów.

- 4/ MiG-21, które mają ilościowo i jakościowo takie samo uzbrojenie pokładowe jak podano dla grupy 3 z tą różnicą, że działko GSz-23 jest zabudowane na stałe /u dołu w przedniej części kadłuba/, a pod kadłubem mogą mieć podwieszany tylko dodatkowy zbiornik paliwa.
- 5/ MiG-21, które mają zabudowane na stałe działko GSz-23 oraz pięć punktów podwieszeń zewnętrznych - jeden podkadłubowy i cztery podskrzydłowe. Samoloty te mogą mieć podwieszane albo trzy dodatkowe zbiorniki paliwa /podkadłubowy i dwa podskrzydłowe/ i uzbrojenie podwieszane w dwóch punktach podwieszeń, albo jeden zbiornik paliwa i uzbrojenie podwieszane w czterech punktach podwieszeń podskrzydłowych - bomby lotnicze o wagomiarze do 250-500 kg, lub pociski raketowe R-3S lub RS-2-US, lub S-5M, lub S-5K, a także S-24 lub H-66. W wypadku gdy dodatkowy zbiornik paliwa powiesza się tylko pod kadłub, wówczas pod skrzydłami może być podwieszane uzbrojenie pokładowe na wszystkich czterech punktach podwieszeń /bomby lotnicze o ogólnym ciężarze do 1250 kg, albo wyrzutnie z pociskami raketowymi - R-3S/4 szt./, RS-2-US/4 szt./, S-5M /64 szt./, S-24/4 szt., H-66/4 szt./.
- 6/ MiG-21, uzbrojenie jak w grupie 3, 4 lub 5, oraz dodatkowo wyposażenie w odpowiednie instalacje i belki nośne do podwieszania bomb specjalnych.

Konstrukcja samolotów MiG-21 jest bardzo zwarta i trudno jest znaleźć w nich swobodną przestrzeń dla ewentualnego zabudowania na stałe nowego działka lotniczego innego niż GSz-23. Natomiast wszystkie te samoloty podlegają modyfikacji zgodnie z biuletynem konstrukcyjnym dostawcy /producenta/, w wyniku której w miejsce dodatkowego zbiornika paliwa pod kadłubem może być podwieszona gondola GP-9 z działkiem GSz-23. Zatem tylko w to miejsce można przewidywać montowanie nowego działka lotniczego.

Samoloty typu Su-7. Do posiadanej grupy samolotów Su-7 należą: Su-7BM, Su-7BKŻ, Su-7BKŻ-M oraz Su-7U. Według wstępnych założeń projektowych samolot Su-7 miał być naddźwiękowym myśliwcem frontowym średniej klasy, przewidzianym do działań w zwykłych i trudnych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy /jest on w przybliżeniu 1,5 razy cięższy od samolotu MiG-21/. Osta-

tecznie po badaniach prototypu Su-7 został zatwierdzony i wprowadzony do produkcji seryjnej jako lekki naddźwiękowy frontowy samolot myśliwsko-bombowy do działań w zwykłych i trudnych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

Wszystkie wymienione wersje samolotu Su-7 mają jednakowe uzbrojenie lufowe: dwa 30 mm działka lotnicze NR-30 z zapasem 130 szt. nabojów /po 65 szt. na działko/, a ponadto 4 lub 6 punktów podwieszonych zewnętrznego uzbrojenia raketowego lub bomb lotniczych. Wymienione działka lotnicze są zabudowane na samolocie na stałe, z prawej i lewej strony kadłuba u nasady skrzydeł. Na zamkach podwieszonych zewnętrznego mogą być podwieszane bomby lotnicze o wagi 4x500 kg, albo 4x500 kg i 2x250 kg /na Su-7BK2M/ lub wyrzutnie z nieskierowanymi pociskami raketowymi klasy p-2 lub p-p.

Ustalony rezerw techniczny samolotów typu Su-7 wynosi 1800 h lotu, przy czym samoloty te eksploatujemy już średnio ponad 10 lat z natężeniem poniżej 100 h nalotu na samolot w ciągu roku. Stąd perspektywa ich docelowej eksploatacji jest nie daleka - sięga do około 1985 roku. Projekt uzbrojenia samolotu typu Su-7 w nowe działka lotnicze nie może być brany pod uwagę. Samoloty typu Su-20. Grupę samolotów typu Su-20 eksploatujemy nie wykraczając jeszcze poza warunki okresu gwarancyjnego /specjalnie zastrzeżone/ i stąd brak doświadczeń eksploatacyjnych pozwalających przewidywać perspektywę eksploatacji tych samolotów. Opierając się na niektórych zasadach <sup>teorii</sup> żyłodobieństwa określonych konstrukcji technicznych można wnioskować, że eksploatacja samolotów typu Su-20 będzie trwać w naszych jednostkach prawdopodobnie przez około 15-20 lat, a więc do około 1995 roku. Samolot Su-20 jako nosiciel broni pokładowej jest naddźwiękowym wielozadaniowym samolotem myśliwsko-bombowym średniej klasy o zmiennej geometrii skrzydła /zmiennym skosie/ przewidzianym do wykonywania zadań w zwykłych i trudnych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

W skład uzbrojenia pokładowego samolotu Su-20 wchodzi dwa 30 mm działka lotnicze NR-30 zabudowane na stałe symetrycznie po obu stronach kadłuba w nasadowych głównych częściach skrzydła. Ponadto na 8 zewnętrznych punktach podwieszonych - czterech podkadłubowych /parze przednich i parze tylnych/ i czterech pod-

skrzydłowych - mogą być podwieszane różne warianty uzbrojenia, a między innymi:

- 4 gondole z 23 mm działkami GSz-23L /w każdej jedno działko z zapasem 250 szt. nabojów/;

- 6 wyrzutni z pociskami raketowymi klasy p-p lub p-z /nie kierowanymi/;

- 4 wyrzutnie z kierowanymi pociskami raketowymi klasy p-p /samonaprowadzającymi się/;

- bomby lotnicze podwieszane pojedynczo /8 szt./ o ogólnym ciężarze do 3500 kg /6x500 kg + 2x250 kg/ w wariantcie zwykłym lub w wariantcie przeciążonym /wyjątkowo/ do 4000 kg /8x500 kg/;

- jedna lub dwie specjalne bomby lotnicze /zależnie od wagomiaru/ podwieszane tylko pod kadłubem.

Na podstawie wstępnej oceny konstrukcji samolotu i jego aktualnego wyposażenia nie należy zakładać aby nowe działko lotnicze produkcji krajowej zastąpiło na samolotach Su-20 działka NR-30 zabudowane na stałe. Natomiast można ewentualnie zastąpić działka GSz-23 w podwieszanych gondolach na działka produkcji krajowej.

Samoloty typu Ił-28. Do posiadanej grupy samolotów Ił-28 należą: Ił-28, Ił-28R i UIł-28, które znajdują się u schyłku docelowej eksploatacji. Nieliczne egzemplarze tych samolotów używane są jeszcze do zadań specjalnych /pomocniczych i rozpoznawczych/. Perspektywa docelowej eksploatacji s-tów Ił-28 jest tak bliska, że tracą sens dalsze rozważania o nich w niniejszej analizie.

Samoloty TS-11 "Iskra". Samolot TS-11 "Iskra" był zaprojektowany jako lekki szkolny samolot odrzutowy do podstawowego szkolenia pilotów przed przejściem do szkolenia na bojowych samolotach odrzutowych. W wyniku późniejszych modyfikacji samoloty tego typu mają obecnie zastosowanie nie tylko jako szkolne, lecz też jako szkolno-treningowe i szkolno-bojowe oraz rozpoznawcze i inne. Pomimo wielu zastrzeżeń do tego samolotu, jest to jednak samolot doskonały w swojej klasie. Po stronie cech dodatnich należy wymienić, że jest to samolot własnej konstrukcji i produkcji. Można na nim wykonywać większość zadań w zakresie lotów szkolno-treningowych i szkolno-bojowych samolotami na samolotach typu UTMiG-15, SBLim-1 i SBLim-2, przy czym w

porównaniu z nimi jest samolotem bardzo ekonomicznym w eksploatacji. Po stronie cech ujemnych samolotu TS-11 należy wymienić, że z uwagi na swoją klasę, nie może dorównać osiąganymi lotno-taktycznymi, ani też nie może w pełni zastąpić wspomnianych wyżej samolotów szkolno-bojowych typu UTMiG-15 i SBLim, a tym bardziej nie może zastąpić tej klasy samolotów szkolno-bojowych co MiG-21U, Su-7U i Su-26. W związku z tym samoloty typu TS-11 "Iskra" nie mają już ani szerokich ani dalekich perspektyw dalszego rozwoju, mają natomiast, z uwagi na duży rezerw techniczny /2400 h lotu/ jeszcze odległą perspektywę docelowej eksploatacji - do około 1985-1990 roku.

W skład uzbrojenia pokładowego samolotów TS-11 "Iskra" wchodzi zabudowane na stałe w nosowej części kadłuba 23 mm działko lotnicze NS-23 z zapasem 80 szt. naboju. Ponadto, na dwóch lub czterech /u nowszych modyfikacji/ podwieszeniach podskrzydłowych mogą być podwieszane na nim różne lekkie warianty uzbrojenia raketowego lub bombardierskiego /o ogólnym ciężarze do 200-250 kg/ np.:

- 2 lub 4 zasobniki z 7,62 mm km PKT;
- bomby lotnicze 4x50 kg;
- 2 lub 4 wyrzutnie pocisków raketowych typu S-5;
- 2 lub 4 wyrzutnie lotniczych bomb kulkowych i inne.

Należy stwierdzić, że działko lotnicze NS-23, w które wyposażony są samoloty TS-11 "Iskra", pochodzą z remontów, jakie powstały w wyniku zastąpienia ich działkami NR-23 na samolotach typu Lim-1 i Lim-2. Zatem wymienione działko NS-23 w większości były już wcześniej eksploatowane /częściowo zużyte/ zanim zostały zabudowane na samoloty TS-11 "Iskra" /niewiele pochodzące z zapasów magazynowych nowych działek/. Działka te zaczynają już podlegać wymianie na nowe z uwagi na całkowite zużycie rezerw technicznego. W związku z powyższym nowe działka lotnicze krajowej produkcji mogłyby sukcesywnie zastępować działka NS-23 w miarę <sup>ich</sup> całkowitego zużycia na samolotach TS-11 "Iskra".

Samoloty transportowe. Eksploatowane w naszych jednostkach samoloty takie jak An-12B, An-24, An-26 i An-2 różnią się między sobą wielkością i konstrukcją. Ilość każdego z podanych typów samolotów jest stosunkowo mała. Dlatego też nie ma uzasadnienia opracowanie nowego działka lotniczego wyłącznie z prze-

naczeniem do uzbrojenia tylko jednego z wymienionych typów samolotów transportowych. Czwarty typ samolotów obecnie nie mają żadnego uzbrojenia - wyjątkiem samolotu An-12B /w wersji wojskowej/, który jest uzbrojony w dwa 23 mm działka lotnicze AN-23, z zapasem po 350 szt. nabojów i pod skrzydłami może mieć podwieszane dwie bomby lotnicze o wagiarsze do 100 kg. Czwolone samoloty będą jeszcze długo pozostać w eksploatacji w jednostkach lotniczych /prawdopodobnie nie krócej niż do 2000 roku/, ponieważ mają duże rezerwy techniczne: 16500 h lotu An-12, 30000 h lotu An-24, 12000 h lotu An-26 oraz 7800-7400 h lotu AN-2, a w stosunku do tego ich natężenie eksploatacji jest względnie małe. W określonych okolicznościach i warunkach /konfliktu zbrojnego/ wymienione wyżej samoloty transportowe mogą mieć zabudowane w celach obronnych działka lotnicze lub KM.

Śmigłowce. W eksploatacji w jednostkach lotniczych znajdują się - SM-1 i SM-2 produkcji krajowej, których już nie produkuje się i które poza suyciem naturalnym w najbliższych latach nie mają żadnych perspektyw rozwoju,

- Mi-4 /pochodzące z importu z ZSRR/, które podobnie jak SM-1/2/ osiągnęły praktycznie pułap rozwoju technicznego. Są uzbrojone w 12,7 mm km A-12,7, a ponadto niektóre z nich będące w wyposażeniu jednostek lotnictwa Marynarki Wojennej, mają urządzenia do podwieszania specjalnego uzbrojenia bombardierskiego lub urządzenia do ratownictwa morskiego. Aktualnie i na przyszłość nie przewiduje się wprowadzania zmian w uzbrojeniu lufowym tych śmigłowców,

- Mi-8 /pochodzące z importu z ZSRR/, przystosowane są do podwieszania uzbrojenia raketowego/cztery wyrzutnie niekierowanych pocisków raketowych typu S-5M/K/.  
Rezerwa techniczna śmigłowców Mi-8 wynosi 12000 h lotu i biorąc do obliczeń średnią wartość dotychczasowego natężenia ich eksploatacji można określić perspektywę ich docelowej eksploatacji do około 1990 roku,

- Mi-2 krajowej produkcji, produkowane w różnych wersjach, w tym również w wersji uzbrojonej. Ustalony dla śmigłowców Mi-2 rezerwa techniczna wynosi 5000 h lotu, a perspektywa ich eksploatacji przy aktualnym natężeniu /do 200 h lotu w

ciągu roku/ sięga poza 1990 r. Śmigłowce Mi-2 uzbrojone /szturmowe/ mają obecnie następujące uzbrojenie pokładowe: jedno 23 mm działko NS-23 zabudowane na stałe /z zapasem 100 szt. nabojów/ oraz dwa ruchome, boczne stanowiska 7,62 mm km PK z zapasem po 600 /800/ szt. nabojów. Ponadto, na specjalnych belkach nosnych po obu stronach kadłuba mogą mieć podwieszane różne warianty uzbrojenia: raketowego, stanowiska sprzężonych karabinów maszynowych, lub inne uzbrojenie. Wymienione wyżej działko NS-23 w zasadzie pochodzi z rezerwów uzyskanych po wycofaniu z eksploatacji samolotów typu MiG-15 i Lim-1, a więc już częściowo zużyte przed zabudowaniem na śmigłowcach Mi-2. Działek NS-23 KM nie produkuje się już ponieważ nie odpowiadają współczesnym wymaganiom. Wobec powyższego zachodzi potrzeba sukcesywnej wymiany działek NS-23KM na śmigłowcach Mi-2, na nowe działka lotnicze o lepszych parametrach.

Z omówionych wyżej samolotów i śmigłowców w perspektywie najbliższych 10-15 lat /do około 1985-1990 r./ będą eksploatowane /według danych prognostycznych/ następujące typy samolotów i śmigłowców: MiG-21M, MiG-21MF, MiG-21R, MiG-21U /produkty odpowiednio: 96, 96A, 76R i 96R oraz 68, 98 i 98S/, Su-20, Su-20U TS-11 "Iskra", An-2, An-12, An-24, An-26, Mi-2 i Mi-3. Wymienione samoloty i śmigłowce zostały już omówione w pierwszej części niniejszego rozdziału. Dla przypomnienia wystarczy powtórzyć, że w naliczeniach potrzeb produkcji nowego perspektywicznego działka lotniczego powinny być brane pod uwagę samoloty TS-11 "Iskra" i śmigłowce Mi-2 /nowe działko powinno zastąpić dotychczasowe NS-23KM/, a ponadto samoloty typu MiG-21 i Su-20 /wszystkie/, dla których nowe działko mogło by być uzupełniającym uzbrojeniem lufowym /w gondolach podwieszanych pod skrzydłami, lub pod kadłubem/.

Nowe typy nosicieli pokładowej broni lufowej, które prawdopodobnie wejdą do eksploatacji w wojskach Lotniczych w perspektywie najbliższych 10-15 lat /do około 1985-1990r./ można umownie podzielić na dwie grupy:

- pierwsza: w skład, której można zaliczyć samoloty typu MiG-21bis, "Iskra 2" oraz śmigłowce W-3 /Mi-3/, znane z nazwy /wg niarodajnych źródeł/. Przybliżone dane techniczno-taktyczne tych nosicieli /według wstępnego rozpoznania MiG-21bis oraz

wstępnych założeniach projektów - "Iskra 2" i W-3/ w zakresie niezbędnym do niniejszej analizy przedstawione zostały w załącznikach - patrz tabela 4.1.

Przewiduje się, że samolot MiG-21bis będzie posiadał takie samo uzbrojenie jakie mają obecnie samoloty MiG-21MF - produkty "96A". Samoloty MiG-21bis w porównaniu z MiG-21MF mają inne silniki, a poza tym niewiele się różnią wyposażeniem; mają udoskonalone niektóre elementy i zespoły. Samoloty MiG-21bis oprócz działka zabudowanego na stałe będą mieć podwieszoną gondolę z działkiem lotniczym GSz-21, które w przyszłości mogło by być zastąpione nowym doskonalszym działkiem lotniczym. Natomiast w założeniach produkcyjnych samolotów "Iskra 2" oraz śmigłowców W-3 zakłada się wyposażenie tych nosicieli w nowe działko lotnicze kalibru 23-30 mm /bliższego określenia brak/.

Druga grupa - dalszej perspektywy, o której z powodu braku miarodajnych informacji można mówić opierając się jedynie na ogólnodostępnych źródłach - różnych czasopiśmiech, publikujących zazwyczaj informacje o charakterze reklamowym.

Informacje te nie mogą stanowić podstawy do naszych rozważań. Po przeprowadzonych rozważaniach można stwierdzić, że nowe działko lotnicze o znacznie wyższych parametrach, potrzebne jest do uzbrojenia części aktualnych samolotów, samolotów perspektywicznych oraz wchodzących masowo w wyposażenie wojsk śmigłowców.

#### 4.2. Charakterystyka niektórych danych taktyczno-technicznych oraz uzbrojenia własnych samolotów i śmigłowców - czynniki rzutujące na WTT nowego działka lotniczego

W tej części opracowania przedstawione i omówione zostaną wybrane dane techniczne i lotno-taktyczne samolotów i śmigłowców, które bezpośrednio, lub pośrednio rzutują na WTT broni lufowej.

Masa - ciężar nosiciela broni lufowej ma pośredni wpływ na skuteczność strzelania z tej broni oraz na możliwość przywiązania danego wzoru broni do określonego typu nosiciela. Wartości ciężarów samolotów i śmigłowców, w tym ciężaru konstrukcji /własnego/, ciężaru paliwa i ciężaru startowego podano w

zestawieniach danych taktyczno-technicznych samolotów i śmigłowców - patrz załączniki, tabele 2.1-6.

Podane wartości ciężarów /ciężaru własnego, ciężaru paliwa na pokładzie i ciężaru startowego/ samolotu pozwalają określić w przybliżeniu średnią wartość masy samolotu /śmigłowca/ w locie jako nosiciela broni pokładowej i jednocześnie jako stanowiska strzeleckiego do strzelania z tej broni. Przyjmujemy, że średni ciężar w locie samolotu /śmigłowca/ jest równy sumie jego ciężaru własnego i połowy pełnego zapasu paliwa /w przybliżeniu/. Wyniki obliczeń średnich wartości ciężaru samolotów /śmigłowców/ własnych zostaną wykorzystane w dalszej części analizy dotyczącej określenia dopuszczalnej wartości siły odrzutu broni w odniesieniu do danego typu nosiciela.

Rozporządzalne zakresy prędkości i wysokości lotu, samolotów /śmigłowców/ przedstawione zostały w tych samych ww. załącznikach. Dane te określają warunki zewnętrzne, w których strzelanie z pokładowej broni lufowej do celów powietrznych lub naziemnych powinno być niezawodne i skuteczne. Dla samolotów ważny jest przedział prędkości lotu od wartości optymalnej /ze względu na zasięg lotu/ do wartości maksymalnej. Natomiast dla śmigłowców ważny jest przedział prędkości od wartości minimalnej /od zera/ do maksymalnej. Jeżeli chodzi o przedział rozporządzalnych wartości wysokości lotu - cały rozporządzalny przedział, począwszy od zera do pułapu praktycznego dla samolotów i śmigłowców określa warunki przestrzenne wykorzystania działek pokładowych. Ilość punktów zewnętrznych podwieszeń uzbrojenia na samolocie i śmigłowcu /patrz załączniki 2.1-6/, oraz wyszczególnienie uzbrojenia pokładowego wskazują na istniejący stosunek uzbrojenia w broń lufową do uzbrojenia raketowego i bombardierskiego. Dodatkowe charakterystyki broni lufowej montowanej na naszych samolotach i śmigłowcach potrzebne do prowadzonych rozważań przedstawione zostały w tabeli 4.2 - patrz załączniki.

Analizując zestawione w tabelach dane techniczne i lotno-taktyczne samolotów i śmigłowców w kolejności ich produkowania można zauważyć zmiany poglądów teoretyków wojskowych na zastępowanie pokładowej broni lufowej samolotów i śmigłowców. Przykładowo rozpatrzmy rozwój poglądów na uzbrojenie samolotów typu MiG-21 od 1955 r. W początkowym okresie produkowane samo-

loty MiG-21 - produkty "72", "72A", "74A" i inne miały zamontowaną na stałe pokładową broń lufową - jedno działko NR-30. Był to okres twierdzeń teoretyków wojskowych, że broń lufowa na pokładzie samolotu myśliwskiego ma jeszcze duże znaczenie, mimo wyraźnych tendencji do eliminowania broni lufowej z samolotów myśliwskich, na rzecz uzbrojenia raketowego.

Od 1962 r. /według roku produkcji dostarczonych nam pierwszych samolotów MiG-21MF/ produkowane były samoloty MiG-21 /MiG-21MF oraz MiG-21PFM - produkty "76", "76A", "76B", "94", "94ML", "94MO", "94A" i "94B" / bez uzbrojenia lufowego - wyposażone tylko w uzbrojenie raketowe /nie mówiąc o możliwości pokładania bomb/. Był to okres twierdzeń, że podstawowym uzbrojeniem pokładowym samolotu myśliwskiego jest i będzie tylko uzbrojenie raketowe.

W latach następnych, po wyciągnięciu wniosków z doświadczeń z konfliktów zbrojnych, jakie miały miejsce w niektórych rejonach świata /Wietnam, Bliski Wschód/ stwierdzono, że uzbrojenie lufowe /strzeleckie/ na równi z uzbrojeniem raketowym konieczne jest dla samolotów myśliwskich. W związku z tym szybko przystąpiono do instalacji działek lotniczych na samoloty myśliwskie. Produkowane w tym okresie samoloty MiG-21 PFM wersji "94A" najpierw dorobiły zostały uzbrojone w broń lufową - w miejsce dodatkowego zbiornika paliwa pod kadłubem podwieszona została gondola z działkiem lotniczym GSz-23. Następnie na samolotach MiG-21M wersji "96" i "96A" oraz MiG-21MF wersji "96A" jak również MiG-21bis przystąpiono do zamontowania na stałe, w dolnej części kadłuba działka GSz-23. Należy dodać, że zgodnie z nadesłanymi przez dostawcę samolotów MiG-21 biuletynami konstrukcyjnymi, wszystkie wyprodukowane dotychczas samoloty nie mające uzbrojenia lufowego zostaną uzbrojone w działko GSz-23 podwieszane w gondoli GP-9 pod kadłubem w miejsce dodatkowego zbiornika paliwa.

Współczesne twierdzenie teoretyków i praktyków wojskowych, że samolot powinien być uzbrojony w różne środki rażenia, a w tym i broń lufową, wydają się w pełni uzasadnione dla obecnych i przewidywanych na lata 80-te warunków pola walki.

Na samolotach produkcji ZSRR /stad i u nas/ mają obecnie szerokie zastosowanie działka lotnicze NR-30 i GSz-23, konstru-

owane przed kilkunastu laty. Wiadomo, że w państwach zachodnich istnieją już działka lotnicze doskonalsze od wymienionych wyżej, szczególnie pod względem szybkostrzelności i prędkości początkowej pocisków. Dlatego należy się spodziewać, że u głównego dostawcy naszych samolotów bojowych /ZSRR/ mogą ukazać się w najbliższym czasie nowe, doskonalsze od dotychczasowych, działka lotnicze.

Stąd też wniosek, że przedsięwzięcia zmierzające do uruchomienia krajowej produkcji /antyimportowej/ nowego perspektywicznego działka lotniczego jest jak najbardziej na czasie, zasługuje na poważne traktowanie i realizację w trybie przyspieszonym.

W celu określenia dalszych wniosków i warunków rzutujących na WTT nowego działka lotniczego niezbędne jest dokonanie analizy aktualnego uzbrojenia lufowego oraz samolotów i śmigłowców, jako nosicieli tego uzbrojenia. Za podstawę tej analizy przyjmujemy:

- zestawienie głównych danych technicznych naszych powszechnie stosowanych działek lotniczych /tabela 4.2/. /Dane te wynotowano z odnośnych opisów technicznych i instrukcji eksploatacji/;

- opracowaną charakterystykę bojową samolotów i śmigłowców jako nosicieli pokładowej broni lufowej /tabela 4.3/;

- opracowaną charakterystykę broni lufowej samolotów i śmigłowców /tabela 4.4/ - patrz załączniki.

Do rozważań przyjmujemy tylko zasadnicze typy samolotów, a za ich główny wyróżnik - rodzaj /typ/ zabudowane na nich działek lotniczych. Ponadto, w charakterystyce tej zestawiamy wyszczególnione niżej dane oraz wyniki obliczeń określonych wskaźników i współczynników:

$N_n$  /szt./ - Zapas amunicji /ilość szt./ dla każdego działka.

W tabeli 4.3 przedstawiono także zapas amunicji samolotów i śmigłowców uzbrojonych tylko w karabiny maszynowe.

$N_{1b}$  [ilość] - Ilość /liczba/ wylotów bojowych samolotu /śmigłowca/ jaką może on wykonać w czasie eksploatacji tak długiej, na jaką pozwala resurs techniczny jego pokładowej broni lufowej. Liczbę tę obliczono według wzoru:

$N_{1b} = \frac{T}{N \cdot n}$  . Przyjęto, że w jednym locie bojowym samolot /śmigłowiec/ może zużyć pełny posiadany na pokładzie zapas amunicji na każde działko oraz, że w ogóle może zużyć tyle sztuk /tyle wystrzałów oddać/ ile jest określone ustalonym dla danego działka resem technicznym /gwarancyjną żywotnością działka/.

$N_a$  [ilość] - liczba możliwych do wykonania ataków-strzelań w jednym locie bojowym. Liczbę tę obliczono według wzoru:

$N_a = \frac{N_n}{1+1,5 \cdot N_{sr}}$  . Przyjęto, że w jednym strzelaniu salwa trwa średnio 1+1,5 s, przy czym w jednym locie może być zużyty cały zapas  $N_n$  amunicji z określoną szybkostrzelnością działka  $N_{sr}$  z tabeli 4.2.

$D_{max}$  [m] - maksymalna skuteczna odległość strzelania warunkowana urządzeniami celowniczymi, jakie znajdują się na pokładzie danego samolotu /śmigłowca/ albo z jakimi dane działko współpracuje.

$T_t$  [h] - Resurs techniczny samolotu /śmigłowca/ określony w ilości godzin lotu w ciągu całego okresu eksploatacji. Resursy przyjęto zgodnie z obowiązującymi aktualnie /na 1.03.1976 r./ biuletynami eksploatacyjnymi zatwierdzonymi przez Głównego Inżyniera Wojsk Lotniczych.

$T_{t.r.}$  [h.rok<sup>-1</sup>] - Natężenie eksploatacji samolotu /śmigłowca/ wyrażono ilością godzin lotu w ciągu jednego roku. Wartość tego natężenia obliczono jako średnią statystyczną biorąc za podstawę Główne Wskaźniki sprawozdań rocznych SILDWL i SLDWOPK /sprawozdania pozostają tamże/ z ubiegłych lat, począwszy od 1960 do 1975 r. Wyliczone wskaźniki przyjęto jako prognostyczne na następne lata.

$T_{t.k.}$  [lat] - Całkowity kalendarzowy okres eksploatacji samolotu /śmigłowca/ w ilości lat. Okres ten obliczono dzieląc ustalony aktualnie dla każdego samolotu

/śmigłowca/ resurs techniczny  $T_t$  przez przyjęty wskaźnik prognostyczny natężenia eksploatacji tych samolotów i śmigłowców  $T_{t.r.}$  /patrz wyżej/.

$N_{a.r.}$  [rok<sup>-1</sup>] - Średnia statystyczna ilość wykonywanych w ciągu jednego roku, strzelań z pokładowej broni lufowej samolotów /śmigłowców/. Wskaźnik ten został wyliczony analogicznie /z tych samych źródeł/ jak podano wyżej dla wskaźnika  $T_{t.r.}$ .

$n_{n.s.śr.}$  [szt. . atak<sup>-1</sup>] - Średnia statystyczna liczba naboju zużywanych w czasie jednego strzelania treningowego z każdego działka na samolotach /śmigłowcach/ w ramach realizacji programów szkolenia bojowego w czasie pokoju.

$n_{n.s.r.}$  [szt, rok<sup>-1</sup>] - Średnioroczne natężenie eksploatacji /zużycia/ działek lotniczych na samolotach /śmigłowcach/ wyrażone w ilości szt. naboju zużywanych /oddanych wystrzałów/ przez jedno działko w ciągu roku. Wskaźnik ten obliczono z danych statystycznych Głównych Wskaźników zawartych w rocznych sprawozdaniach SII z ubiegłych lat.

$T_{k.d.}$  [lat] - Prognozowany maksymalny okres kalendarzowy eksploatacji działek lotniczych na samolotach /śmigłowcach/. Wskaźnik ten obliczono dzieląc ustalony resurs techniczny działek  $T_r$  /w dopuszczalnej sumarycznej ilości wystrzałów/ przez średnioroczne natężenie ich eksploatacji.

$V$  [km/h] i [m/s]. Średnia wartość prędkości lotu samolotu /śmigłowca/ podczas strzelania z działek pokładowych.

Sporządzając charakterystykę uzbrojenia lufowego własnych samolotów i śmigłowców /tabelę 4.4/, szczegółowo rozważane zostały wymienione niżej wielkości:

$Q$  [kG] - ciężar broni;  $F$  [kG] - siłę odrzutu;  $G$  [kG] - ciężar nosiciela;  $V$  [m/s] - prędkość lotu nosiciela;  $T_r$  [wystrzałów] - ustalone działkowe resursy techniczne;  $N_{śr}$  [wystrz./min] oraz [wystrz./s] - szybkostrzelność;  $V_0$  [m/s] - prędkość początkową pocisku;  $Q_p$  [G] - ciężar pocisku;  $Q_B$  [kG/s] -

jednosekundową salwę pocisków;  $K_K$  [% · s<sup>-1</sup>] - współczynnik doskonałości konstrukcji oraz  $K_E$  [m/s<sup>2</sup>] - współczynnik energetyczny jednosekundowej salwy pocisków, a ponadto współczynniki  $n_x^S$  i  $n_x^{S'}$ , które będą analizowane w następnym podrozdziale.

Wymienione wyżej wielkości  $Q$ ,  $F$ ,  $V_0$  i  $Q_p$  zostały wynotowane z opisów technicznych poszczególnych typów działek jako dane wyjściowe do rozważań i wykonania niektórych obliczeń analitycznych. Wartości rezerwu technicznego działek zostały przyjęte do obliczeń w takim wymiarze, jaki nas obowiązuje aktualnie /na dzień 1.03.1976 r./ - zgodnie z biuletynami eksploatacyjnymi zatwierdzonymi przez Głównego Inżyniera WL.

Wartości średnich ciężarów jednosekundowych salw pocisków poszczególnych działek obliczone zostały według zależności:

$$Q_S \text{ [kg/s]} = N_{sr} \text{ [w/s]} \cdot Q_p \text{ [kg]}$$

gdzie:  $N_{sr}$  i  $Q_p$  - znane wielkości z opisów technicznych działek.

Wartości współczynników doskonałości konstrukcji działek obliczono według zależności:

$$K_K = \frac{Q_S \text{ [kg/s]}}{Q \text{ [kg]}} \cdot 100\%$$

Współczynnik doskonałości konstrukcji wyraża stosunek znanych nam już wartości ciężaru jednosekundowej salwy pocisków do ciężaru działka i służy do oceny porównywanych działek różnych wzorów. Doskonalszą konstrukcję mają te działka, których współczynnik  $K_K$  ma większą wartość.

Wartości współczynników energetycznych jednosekundowych salw pocisków różnych działek obliczono według zależności

$$K_E = \frac{Q_S \text{ [kg/s]}}{Q \text{ [kg]}} \cdot V_0 \text{ [m/s]}$$

Współczynnik energetyczny jednosekundowej salwy pocisków wyraża jej iloczyn przez prędkość początkową pocisku, jaki przypada na jednostkę ciężaru działka. Wskazuje on zatem początkową jednostkową moc mechaniczną jednosekundowej salwy pocisków /przeznaczoną do niszczenia rażonych celów/ odniesioną do jednostki

ciężaru działka. Działko, które tę moc ma większą, jest doskonalsze w porównaniu z innymi jako konstrukcja lotnicza. Doskonałość ta zakłada dążenie do zachowania niezbędnej mocy przy możliwie najmniejszej ciężarze konstrukcji. Natomiast z punktu widzenia doskonałości samego działka, przy jednakowym ciężarze porównywanych działek, to działko jest doskonalsze, którego moc jednostkowa jednoszekundowej salwy pocisków /a więc i ogólna ich moc/ jest większa. Wszystko to, co napisano wyżej wyraża właśnie porównywalny współczynnik  $K_D$ .

Jak widać, przeprowadzono cały szereg dociekań i analiz cząstkowych oraz analizę kompleksową różnych czynników, której wyniki analityczne zestawiono w tabelach 4.2-4. W śladzie powyższych wyjaśnień nie ma już potrzeby dodawać komentarzy opisowych liczb zawartych w tabelach 4.3-4 i wynikających z ich zestawienia wniosków.

Ponadto, przeprowadzono analizę warunków rzeczywistych eksploatacji samolotów i śmigłowców oraz ich uzbrojenia lufowego w możliwym zakresie do wykorzystania w niniejszej pracy.

Przeanalizowane wielkości charakterystyczne nosicieli działek lotniczych oraz czynniki eksploatacyjne mają /względnie mogą mieć/ bezpośredni, albo pośredni wpływ na skuteczność strzelania i niezawodność działania działek lotniczych. Niektóre z tych wielkości i czynników mają wzajemne powiązania w "układzie działko-nosiciel" na zasadzie sprzężenia zwrotnego. Na przykład: siła odrzutu działka wprowadza zakłócenia równowagi ruchu nosiciela. Z kolei, zakłócony ruch nosiciela wpływa na skuteczność /ściślej celność/ strzelania z działka i na jego niezawodność.

Dokładne poznanie różnych zależności i sprzężeń zwrotnych wszystkich wielkości i czynników w układzie "działko-nosiciel-eksploatacja" obejmuje wiele problemów trudnych do rozwiązania nawet wtedy, gdy wymieniony układ realnie istnieje. Natomiast gdy takiego układu w rzeczywistości jeszcze nie ma /np. jest dopiero zamiar projektowania i wykonania działka/ wówczas szczegółowe poznanie niektórych zagadnień wspomnianych problemów jest wprost niemożliwe. Podobnie rzecz się ma w odniesieniu do naszego perspektywnego działka lotniczego. Wiele zagadnień szczegółowych pozostaje dla nas w sferze hipotez i nie-

wiadomych. Tym niemniej na podstawie przeprowadzonych dotychczas analiz i dociekań można sformułować szereg postulatów i wymagań odnoszących się do perspektywicznego działka lotniczego. Te postulaty, wymagania i wnioski podane są niżej.

1. Kalendarzowy resurs /okres eksploatacji/ broni lufowej jest nie mniejszy niż kalendarzowy resurs samolotów i śmigłowców, na których ta broń jest zabudowana /wyjątek stanowią s-ty TS-11 "Iskra" i śmigłowce Mi-2 a także działka NR-30 - patrz tabela 4.3/. Wobec powyższego w odniesieniu do posiadanych przez nas samolotów i śmigłowców /z określonymi wyjątkami/ nie ma potrzeby zakupywania, czy też projektowania i produkowania w kraju nowej broni lufowej z następującym zastrzeżeniem.

Zastrzeżenie: Kalendarzowy resurs broni lufowej obliczono bazując na wskaźniku natężenia zużycia. Wskaźnik ten obliczono jako wartość średnią statystyczną za ubiegłe 15 lat okresu pokojowego. W okresie tym w poszczególnych latach wartości tego natężenia były różne, a z okresu wcześniejszego /przed 1960 r./ były znacznie większe /1,5-2 krotnie/ od późniejszych. Jest to zatem wskaźnik mało dokładny i niestabilny. Wobec tego wniosek nr 1 należy traktować jak mało dokładny i odnosić się do niego z dużą rezerwą.

2. Biorąc pod uwagę samoloty i śmigłowce importowane /MiG-21, Su-7, Su-20, Mi-4 i Mi-8/, a więc nasz podstawowy sprzęt bojowy /poza uzbrojonymi śmigłowcami Mi-2/ oraz wysunięty wyżej wniosek dotyczący kalendarzowego resursu działek, a także inne warunki, należy się liczyć z tym, że w odniesieniu do tych samolotów i śmigłowców:

- nie ra obecnie i prawdopodobnie nie będzie w przyszłości wystarczająco uzasadnionej potrzeby konstruowania i uruchomienia produkcji krajowej nowego działka lotniczego, które by miało zastąpić zabudowane na stałe na tych s-tach /ś--cach/ działka /ich stałe integralne wyposażenie/;

- można by zastąpić zabudowane w gondolach podwieszanych na tych samolotach /śmigłowcach ?/ działka lotnicze, działkami produkcji krajowej w razie potrzeby uzupełnień, a takiej potrzeby nie wyklucza się. Nawet przeciwnie - taka potrzeba jest. Na samolotach typu MiG-21 używa się gondolę GP-9 z działkiem GSz-23. Tych gondoli mamy aktualnie w stosunku do posiadanej

ilości samolotów typu MiG-21M w ilości 1:4. Nowe działka lotnicze produkcji krajowej /antyimportowej/ mogły by ewentualnie zaspokoić pełne potrzeby w tym zakresie bez wprowadzania jakichkolwiek zmian w konstrukcji omawianych samolotów:

- wprowadzanie zmian wyposażenia stałego i zmian konstrukcyjnych samolotów i śmigłowców importowanych związane jest zwykle z dodatkowymi trudnościami. Musimy w tych wypadkach ubiegać się o akceptację zmian i zgodę na ich realizację kontrahenta zagranicznego.

3. Działko NS-23KM w porównaniu z innymi ma bardzo mały ciężar salwy sekundowej -  $Q_g=1,79$  kg/s oraz bardzo małą szybkostrzelność  $N_{sr}=550$  wystr./min i stąd można by wnioskować, że nie odpowiada ono zupełnie współczesnym wymaganiom. Jednak w odróżnieniu od pozostałych ma najmniejszą siłę odrzutu - 1500 kg co z kolei jest dużą zaletą. Przypomnijmy tu, że siła ta wynosi dla działka GSz-23-3500 kg, a dla NR-30-6000 kg.

4. Siła odrzutu omawianych działek lotniczych jako broni pokładowej ich nosicieli /samolotów, śmigłowców/ jest o tyle interesującym nas parametrem, że chcemy wiedzieć:

- czy ?, a jeżeli tak, to jak wpływa na zachowanie się nosiciela /ile zakłóca jego ruch/;

- czy jest dopuszczalna ze względu wytrzymałości konstrukcji;

- jak wpływa na skuteczność /celność/ strzelania.

Opracowań teoretycznych poświęconych ww. zagadnieniu nie udało się znaleźć w dostępnych publikacjach fachowych i literaturze technicznej. Wpływ siły odrzutu działek na ruch /zachowanie się/ samolotu oraz na celność strzelania może być bardzo istotny. Natomiast brak publikacji na ten temat pozwala wnioskować, że stanowi to tajemnicę lotniczych biur konstrukcyjnych i instytutów naukowo-badawczych. Dla analizy i określenia dopuszczalnej siły odrzutu działek pokładowych samolotów i śmigłowców poświęca się specjalnie podrozdział 4.3. niniejszego opracowania. Natomiast dla położenia końcowego akcentu poruszonego w tym miejscu zagadnienia, podaje się jeden z końcowych wniosków wspomnianego podrozdziału 4.3:

- siła odrzutu broni lufowej śmigłowca nie powinna przekraczać wartości połowy jego średniego ciężaru w locie

$$\left( \frac{n^s}{x} \leq 0,5 \right) ;$$

- siła odrzutu broni lufowej samolotów nie powinna przekraczać wartości określonej z następującego warunku /nierówności/:

$$\frac{n^s}{x} \leq 0,05$$

Użyte wyżej symbole literowe oznaczają:

- $n^s$  - stosunek siły odrzutu do ciężaru śmigłowca;
- $\frac{n^s}{x}$  - stosunek pełnego impulsu siły odrzutu broni do pędu masy samolotu.

5. Na naszych samolotach działka są zabudowane na stałe w jednym z dwóch wymienionych miejsc:

- w skrzydłach, w części nasadowej przy kadłubie w przedziale obok zebra 1;

- w dolnej części kadłuba w przedziale między ścianką kanału wlotu powietrza do silnika i pokryciem kadłuba.

Mała grubość /wysokość/ profilu skrzydła decyduje o tym, że jest w nim bardzo mało miejsca na wmontowanie działek do jego wnętrza. Z kolei w kadłubach naszych samolotów też jest bardzo mało miejsca, które można przeznaczyć na zabudowanie działek. Tu decyduje to, że samoloty mają ~~centralne~~ centralne wloty powietrza do silnika. Kanały tych wlotów oraz kabina załogi zajmują prawie całą rozporządzalną wewnętrzną przestrzeń przedniej części kadłuba.

Ponieważ wymienione przedziały zabudowania działek w samolotach mają szczególnie małe wymiary poprzeczne w stosunku do podłużnej osi samolotu, a z kolei nie można całkowicie wykluczyć przyszłej zamiany dotychczasowych działek nowymi działkami produkcji krajowej, to w stosunku do projektu nowego działka lotniczego należało by postawić między innymi następujące wymagania:

- poprzeczne wymiary gabarytowe broni /działka/ powinny być odpowiednio małe /powinny się mieścić w gabarytach działek dotychczas stosowanych;

- działka powinny być tak skonstruowane /obecnie tak są/ aby miały zasilanie /podawanie/ amunicji lewo i prawostronne. Wynika to z warunku zachowania jednorodności broni, którą można zabudować albo z prawej albo z lewej strony kadłuba. W tym wypadku taśma amunicyjna znajduje się w prowadnicy wzdłuż krawędzi natarcia skrzydła prawego lub lewego /w jego wnętrzu/

albo w specjalnej wnęce w kształcie pierścienia, opasującej kadłub pod pokryciem zewnętrznym albo też, w skrzyniach amunicyjnych na lawecie /zależnie od typu samolotu/.

6. Instalacje elektryczne broni pokładowej /i innych urządzeń/ na wszystkich naszych samolotach i śmigłowcach zasilane dotychczas są z źródeł energii elektrycznej, które wytwarzają prąd o napięciu nominalnym  $28 \pm 10$  V /prądnice/ oraz 24 V /akumulatory, jako źródła awaryjne/. Z tym wiąże się potrzeba jednolitości i tak już ogromnej ilości różnych urządzeń i wyposażenia pomocniczego do obsługi technicznej samolotów na lotniskach. Bez tych urządzeń nie można <sup>się</sup> obejść. Stąd obecność ich w jednostkach lotniczych bardzo ogranicza zdolność tych jednostek do zmiany miejsca bazowania, a to już bezpośrednio obniża walory bojowe oddziałów lotniczych w operacjach wojennych. Zatem należy unikać /na ile tylko można/ pogarszania istniejącego już stanu w jednostkach lotniczych drogą wprowadzania do eksploatacji nowych typów urządzeń pomocniczych np. innych niż są dotychczas urządzeń prądotwórczych. Stąd w odniesieniu do nowego działka lotniczego należy wymagać aby jego instalacja elektryczna działała pod napięciem  $28 \pm 10$  V. Pomijamy tu zagadnienie poboru mocy prądu elektrycznego jako zagadnienie natury czysto technicznej.

7. Obsługa techniczna naszych samolotów /śmigłowców/, w tym i uzbrojenia lotniczego spoczywa w głównej części w rękach mechaników służby zasadniczej. Mechanicy ci z różnych względów mają bardzo małe doświadczenie oraz niewielkie kwalifikacje i wyszkolenie fachowe. Pomijając przyczyny takiego stanu rzeczy należy się liczyć z tym, że podany stan ma tendencję zachowawczą. Stan ten ulega zwykle pogorszeniu /mimo że jest już niekorzystny/ w początkowym okresie /szczególnie/ konfliktu zbrojnego kiedy po mobilizacji dopuszcza się do obsługi technicznej sprzętu rezerwistów, a nawet w ogóle surowych ludzi w tej dziedzinie. W przeciwieństwie do tego, w tym okresie sprzęt lotniczy /w tym działka/ powinien działać niezawodnie - staje się to zagadnieniem życia i śmierci. W związku z powyższym ze względów taktyczno-technicznych należy liczyć się z postulatem spełnienia w odniesieniu do nowego działka lotniczego takich wymagań jak:

- prostota technologii montażu, rozbiórki, ładowania i

rozładowywania oraz w ogóle prostota obsługi technicznej i zachowania warunków bezpieczeństwa.

- Konstrukcja elementów zespołów powinna być taka aby sama przez się wykluczała możliwość wadliwego składania ich, a z nich działka w całość;

- wszystkie elementy konstrukcyjne powinny być zabezpieczone przeciw korozji;

- wszystkie ewentualne zacięcia działka powinny się dać usunąć w wyniku jednokrotnego przeładowania;

- w kompletach części zapasowych /dołączanych do <sup>każdego</sup> egzemplarza działka/ powinny się znajdować wszystkie niezbędne elementy do wymiany tych, które ulegną zużyciu wcześniej niż działka w całości lub które mogą ulec przewidywanym uszkodzeniom eksploatacyjnym w okresie całej obliczeniowej żywotności działka.

8. Dopuszczalne warunki eksploatacji samolotów /śmigłowców/ w powietrzu narzucają również w określony sposób niektóre wymagania dla zabudowanych na nich działek lotniczych, a szczególnie wymaganie niezawodności działania w takich warunkach, w jakich może być samolot /śmigłowiec/ podczas lotu /wykonywania zadania bojowego/. W szczególności dotyczy to:

- temperatury otoczenia;
- kątów pochylenia i przechylenia w locie;
- przeciążeń w locie;
- prędkości i wysokości lotu;

Powyższe wymagania są określone szczegółowo w znanych instrukcjach eksploatacji samolotów /śmigłowców/ więc zbyteczne byłoby przepisywanie ich w tym miejscu.

#### 4.3. Analiza i przybliżona ocena wartości dopuszczalnej siły odrzutu działek pokładowych samolotów i śmigłowców

Przystępując do omówienia tego zagadnienia celowe jest zasygnalizowanie zjawisk jakie następują podczas strzelania z broni pokładowej w czasie lotu samolotu lub śmigłowca:

- nosiciel strzelającej broni znajdując się w stanie ruchu ma sześć punktów swobody nawet wtedy gdy go uważamy za bryłę idealnie sztywną lub za "punkt materialny". W rzeczywistości ma nieskończenie wiele punktów swobody ruchu. Jest to więc najbardziej skomplikowany stan ruchu z wszystkich możliwych w naturalnych zjawiskach ruchu w przyrodzie;

- impulsy siły odrzutu strzelającej broni lufowej w określonym czasie działają na jej nosiciela jako siły zewnętrzne i zakłócają jego ruch zmieniając jego chwilowe położenie w przestrzeni;

- celowanie podczas strzelania w locie z broni pokładowej nosiciela, a zatem i trafiać pocisków w cel /stąd i skuteczność strzelania/ jest ściśle związana z położeniem tego nosiciela w przestrzeni i jego zachowaniem się /ruchem/ podczas strzelania.

Z powyższego widać, że istnieje ściśle określona zależność pomiędzy ruchem nosiciela broni i czynnikami od których ten ruch zależy z jednej strony, a z drugiej strony skutecznością strzelania. Ta wzajemna współzależność czynników rzutuje bezpośrednio lub pośrednio na WTT, szczególnie, jeżeli chodzi o broń nowoprojektowaną.

Zasygnalizowaną wyżej współzależność można by określić ilościowo /dokładnie/ rozwiązując układ równań wektorowych ruchu ciała-nosiciela broni podczas strzelania zgodnie z drugą zasadą dynamiki Newtona:

$$\sum_k \bar{F}_k = \sum_i \left[ \frac{d}{dt} (m \cdot \bar{v}) \right]_i \quad /1/$$

$$\sum_k \bar{M}_k = \sum_i \left[ \frac{d\bar{H}}{dt} \right]_i$$

gdzie dla interesującego nas problemu:

$\sum_k \bar{F}_k$  -- suma wszystkich zewnętrznych sił /w tym i siły odrzutu broni/ działających na ciało nosiciela broni;

$\frac{d}{dt} /m \cdot \bar{v} /$  - pochodna względem czasu ilości ruchu ciała - nosiciela broni czyli prędkość zmiany jego ilości ruchu;

$\sum_k \bar{M}_k$  - suma wszystkich zewnętrznych momentów /w tym i pochodzących od impulsów siły odrzutu broni/ działających na ciało-nosiciel broni;

$\frac{d\bar{H}}{dt}$  - pochodna względem czasu momentu ilości ruchu obracającego się ciało-nosiciela broni czyli prędkości zmiany tego momentu.

Symbol ten oznacza, że w równaniu występują współrzędne przeniesione do inercyjnego układu współrzędnych prostokątnych. Układ ten pozostaje nieruchomy i ma swój początek w...

tek /wg. przyjmowanego zwykle założenia/ w punkcie - środku kuli ziemskiej albo w środku ciężkości samolotu.

Zanim przystąpimy do rozwinięcia napisanego wyżej układu równań wektorowych wprowadzimy najpierw pewne wstępne założenia:

1°. Zakładamy, że w chwili początkowej  $t_0$ , czyli bezpośrednio przed wystąpieniem zakłócenia ruchu nosiciela siłą odrzutu broni /może być dowolne zewnętrzne zakłócenie/ nosiciel znajdował się w stanie ruchu ustalonego zrównoważonego co jest równoznaczne ze spełnieniem następujących równości:

$$\sum \bar{F}_e = 0$$

$$\sum \bar{M}_e = 0$$

2°. Zakładamy, że masa nosiciela /w całości/ pozostaje niezmienna w przedziale czasu do którego odnosi się analiza dynamiczna. W rzeczywistości tak nie jest, ponieważ ciągle ubywa masy np.: zużywanego przez silnik paliwa czy też masy wystrzeliwanych pocisków. Rzeczywisty ubytek masy w bardzo krótkim czasie /np.: 1-1,5 s/ w porównaniu do całkowitej masy nosiciela jest tak znikomym, że można go zupełnie pominąć bez szkody dla wyników analizy dynamicznej, co jednocześnie znakomicie upraszcza obliczenia matematyczne.

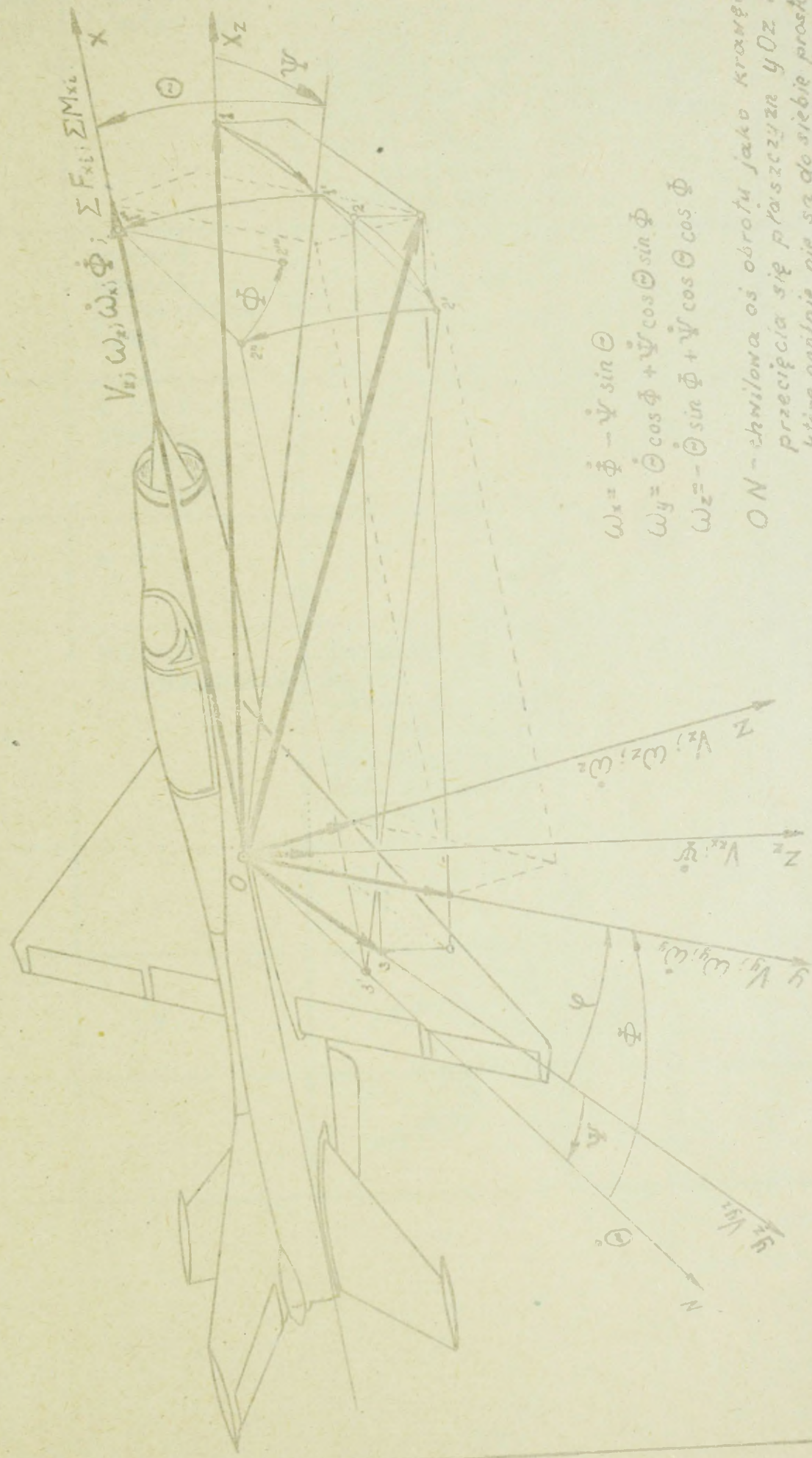
3°. Zakładamy, że nosiciel jest ciałem /utworem konstrukcyjnym/ sztywnym co oznacza, że wzięte pod uwagę każde dwa dowolne punkty konstrukcji zachowują ciągle względem siebie niezmiennie położenie.

4°. Zakładamy, że układ współrzędnych odniesienia związany z ziemią /układ ziemski/ jest inercyjnym układem współrzędnych oraz, że atmosfera ziemską jest niezmiennie przywiązana do tego układu współrzędnych. Pomijając fakt, że takie założenie w ścisłych rozważaniach jest fałszywe /nie wolno go przyjmować do analizy układów inercjalnych/ to jednak w praktyce okazuje się słusznym przy analizie układów stabilizacyjnych zarówno samolotów jak też i rakiet, ponieważ powoduje w wynikach pewne niezauważalne błędy, ale za to znakomicie upraszcza końcowe równania matematyczne ruchu i ich obliczenia /rozwiązanie/. Praktyczne stosowanie /słuszną praktyczną/ przyjętego założenia bazuje w danym wypadku na tym, a że giroskopy i akcelerometry wykorzystywane w

układach stabilizacji kontrolno-pomiarowych /lub sterujących/ urządzeń pokładowych samolotu /śmigłowca/ mają jak zwykle określoną czułość. Znaczy to, że przyrządy te są nie czułe na odpowiednio małe zmiany mierzonych /"wyczuwanych"/ parametrów i np. nie reagują na prędkość kątową obrotów ziemi ani też na przyspieszenia wywoływane tą prędkością kątową /np. na przyspieszenie Coriolis'a/.

5<sup>o</sup>. Zakładamy /przyjmujemy/, że:

- 1/ Układ współrzędnych związanych z nosicielem jest następujący: Osie  $Ox$  i  $Oz$  leżą w płaszczyźnie symetrii nosiciela /samolotu, śmigłowca/, a oś  $Oy$  jest do nich prostopadła przy czym punkt  $O$  początku tego układu współrzędnych znajduje się w punkcie-środku ciężkości nosiciela. Takie rozmieszczenie osi  $Ox$  i  $Oz$  jest nadzwyczaj wygodne /co się okaże później/ bo w tym wypadku odśrodkowe momenty bezwładności /momenty zboczenia/  $J_{xy} = J_{yz} = 0$ , natomiast tylko  $J_{xz} \neq 0$  ponieważ oś  $Ox$  zwykle nie pokrywa się z główną centralną osią bezwładności nosiciela,
- 2/ Układ współrzędnych związanych z ziemią /inercjalny/ ma swój początek również w środku ciężkości nosiciela /samolotu, śmigłowca/; jego oś pionowa  $Oz_2$  ma zwrot dodatni, skierowany do środka ziemi, a osie  $Ox_2$  i  $Oy_2$  leżą w płaszczyźnie poziomej;
- 3/ Oznaczenia literowe zmiennych wielkości fizycznych, określonych w przyjętym układzie współrzędnych związanym z nosicielem przedstawione zostały w tabeli 4.5 i na rys. 4.1.



$$\begin{aligned} \omega_x &= \dot{\Phi} - \dot{\Psi} \sin \Theta \\ \omega_y &= \dot{\Theta} \cos \Phi + \dot{\Psi} \cos \Theta \sin \Phi \\ \omega_z &= -\dot{\Theta} \sin \Phi + \dot{\Psi} \cos \Theta \cos \Phi \end{aligned}$$

$ON$  - chwilowa oś obrotu jako krzywa  
 przecięcia się płaszczyzn  $yOz$  i  $y'Oz'$ ,  
 które ogólnie nie są do siebie prostopadłe.

Rys. 4.1. Przyjęte w analizie układy osi współrzędnych:  $Ox, y, z$  - układ  
 związany z ziemią (inercjalny);  $O'x', y', z'$  - układ związany z samolotem jak na rysunku.

Tabela 4.5

Oś układu współrzędnych	Zwrot dodatni osi	Prędkość liniowa wzdłuż osi /błądowa wypadkowej prędkości lotu-ruchu V. Zwrot dodatni zgodny ze zwrotem osi	Kąt wychylenia /obrotu/wokół osi. Zwrot dodatni przeciwny zegarowemu	Prędkość kątowa /obrotu/wokół osi. Zwrot dodatni przeciwny zegarowemu
$O_x$	wprzód zgodnie z kierunkiem lotu	$V_x$	$\varphi$	$\omega_x$
$O_y$	W kierunku prawego skrzydła /w prawo/	$V_y$	$\theta$	$\omega_y$
$O_z$	w dół	$V_z$	$\psi$	$\omega_z$
Oś układu współrzędnych	Moment bezwładności	Ośrodkowy moment bezwładności zwany też momentem zbieżności lub momentem dewiacji	Siła	Moment /obrotowy/
$O_x$	$I_x$	$J_{xy} = 0$	$F_x$	$M_x$
$O_y$	$I_y$	$J_{yz} = 0$	$F_y$	$M_y$
$O_z$	$I_z$	$J_{zx} \neq 0$	$F_z$	$M_z$

Przyjęte założenia pozwalają na przeprowadzenie analizy przed-  
stawionego wyżej układu równań /1/:

Sumę wszystkich zewnętrznych sił i momentów można wyrazić jako sumę sił i momentów początkowych w chwili  $t_0 = 0$  oraz sumę przyrostów sił i momentów zakłócających ruch ogólnie najzupełniej dowolnych, a więc w tym i pochodzących od siły odrzutu broni lufowej podczas strzelania:

$$\left. \begin{aligned} \sum \bar{F} &= \sum \bar{F}_0 + \sum \Delta \bar{F} \\ \sum \bar{M} &= \sum \bar{M}_0 + \sum \Delta \bar{M} \end{aligned} \right\} \quad /2/$$

Ponieważ zgodnie z założeniem 1<sup>o</sup>

$$\sum \bar{F}_0 = 0 \quad \text{oraz} \quad \sum \bar{M}_0 = 0$$

wobec tego układ równań /1/ uprości się do wyrażenia:

$$\left. \begin{aligned} \sum \Delta \bar{F} &= \sum \left[ \frac{d}{dt} (m \cdot \bar{v}) \right]_i \\ \sum \Delta \bar{M} &= \sum \left[ \frac{d\bar{H}}{dt} \right]_i \end{aligned} \right\} \quad /3/$$

Rozwińmy teraz prawą stronę pierwszego równania układu /3/:

$$\sum \left[ \frac{d}{dt} (m \cdot \bar{v}) \right]_i = \sum \left[ \frac{dm}{dt} \cdot \bar{v} + m \cdot \frac{d\bar{v}}{dt} \right]_i$$

ale zgodnie z założeniem 2<sup>o</sup>,  $m = \text{const}$ , więc  $\frac{dm}{dt} = 0$ , a wobec tego:

$$\sum \left[ \frac{d}{dt} (m \cdot \bar{v}) \right]_i = \left[ m \cdot \frac{d\bar{v}}{dt} \right]_i \quad /4/$$

Wyraźmy z kolei przyspieszenie prędkości wypadkowej w ziemskim układzie współrzędnych. Natrafiamy tu na takie utrudnienie, że wektor wypadkowej prędkości lotu może się zmieniać co do swojej wartości bezwzględnej i jednocześnie obracać z prędkością kątową  $\bar{\omega}$ . Dlatego też musimy uwzględnić pochodną zupełną wektora prędkości  $\bar{v}$  względem czasu, a mianowicie:

$$\frac{d\bar{v}}{dt} = \bar{i}_v \frac{dV}{dt} + \bar{\omega} \times \bar{v} \quad /5/$$

gdzie:  $\bar{i}_v \frac{dV}{dt}$  - przyspieszenie liniowe wzdłuż wektora prędkości liniowej  $\bar{V}$ ;  
 $\bar{i}_v$  - wersor przyspieszenia w danym układzie współrzędnych;  
 $\bar{\omega}$  - wypadkowa prędkość kątowa obrotu samolotu;  
 $\times$  - znak mnożenia /iloczynu/ wektorowego dwóch wektorów.

Wektory  $\bar{V}$  i  $\bar{\omega}$  można wyrazić przez ich składowe:

$$\left. \begin{aligned} \bar{V} &= \bar{i} \cdot V_x + \bar{j} \cdot V_y + \bar{k} \cdot V_z \\ \bar{\omega} &= \bar{i} \cdot \omega_x + \bar{j} \cdot \omega_y + \bar{k} \cdot \omega_z \end{aligned} \right\} \quad /6/$$

gdzie:  $\bar{i}; \bar{j}; \bar{k}$  - wektory jednostkowe /wersory/ prędkości kątowych leżące w osiach odpowiednio  $Ox, Oy, Oz$ .

Uwzględniając wyrażenie /6/ możemy wyrazić poszczególne człony równania /5/ następująco:

$$\left. \begin{aligned} \bar{i}_v \cdot \frac{dV}{dt} &= \bar{i} \cdot \dot{V}_x + \bar{j} \cdot \dot{V}_y + \bar{k} \cdot \dot{V}_z \\ \bar{\omega} \times \bar{V} &= \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \omega_x & \omega_y & \omega_z \\ V_x & V_y & V_z \end{vmatrix} \end{aligned} \right\} \quad /7/$$

Rozwijając powyższy wyznacznik otrzymamy:

$$\bar{\omega} \times \bar{V} = \bar{i} (V_z \omega_y - V_y \omega_z) + \bar{j} (V_x \omega_z - V_z \omega_x) + \bar{k} (V_y \omega_x - V_x \omega_y)$$

Ponieważ sumę wektorów wszystkich przyrostów zewnętrznych sił zakłócających /lewa część pierwszego równania układu 3/ można również rozłożyć na sumy składowe wektorów wzdłuż osi układu współrzędnych związanego z samolotem :

$$\sum \Delta \bar{F} = \bar{i} \sum \Delta F_x + \bar{j} \sum \Delta F_y + \bar{k} \sum \Delta F_z \quad /8/$$

to po uwzględnieniu wyrażen 8 i 7 oraz przekształceniu i uporządkowaniu wyrazów otrzymamy ostatecznie ogólny opis matematyczny /układ równań/ ruchu postępowego samolotu:

$$\left. \begin{aligned} \sum \Delta F_x &= m \cdot (\dot{V}_x + V_z \omega_y - V_y \omega_z) \\ \sum \Delta F_y &= m \cdot (\dot{V}_y + V_x \omega_z - V_z \omega_x) \\ \sum \Delta F_z &= m \cdot (\dot{V}_z + V_y \omega_x - V_x \omega_y) \end{aligned} \right\} \quad /9/$$

Aby podobnie otrzymać układ równań opisujących ruch obrotowy samolotu /występujący jednocześnie z ruchem postępowym/ należy się wrócić do drugiego równania układu 3.

$$\sum \Delta \bar{M} = \sum \left[ \frac{d\bar{H}}{dt} \right]_i$$

w którym wektor  $\bar{H}$  oznacza wypadkowy moment pędu /ilości ruchu/ obracającego się ciała - samolotu z wypadkową prędkością kątową  $\bar{\omega}$ .

Pęd /ilość ruchu/ każdej elementarnej masy ciała-samolotu w ruchu obrotowym z prędkością kątową  $\bar{\omega}$  jest równy iloczynowi tej masy przez jej prędkość obwodową  $\bar{v}_s$  /styczną do łuku obrotu/. Prędkość  $\bar{v}_s$  z kolei jest równa iloczynowi wektorowemu prędkości kątowej  $\bar{\omega}$  przez promień - wektor  $\bar{r}$  masy elementarnej /względem początku układu współrzędnych/. Wprowadzając odpowiednie oznaczenia możemy napisać:

- masa elementarna =  $dm$

- jej promień-wektor =  $\bar{r}$

- prędkość kątowa /obrotowa/ =  $\bar{\omega}$

- prędkość obwodowa masy  $dm = \bar{v}_s = \bar{\omega} \times \bar{r}$

- chwilowa wartość pędu

elementarnej masy /wektor/ =  $d\bar{m} = /\bar{\omega} \times \bar{r}/ \cdot dm$

- chwilowy moment pędu elementarnej masy

$$d\bar{H} = \bar{r} \times (\bar{\omega} \times \bar{r}) dm,$$

- chwilowa wartość pędu całej masy samolotu wyrazi się całką przestrzenną:

$$\bar{H} = \int d\bar{H} = \int \bar{r} \times (\bar{\omega} \times \bar{r}) dm \quad /10/$$

gdzie przestrzeń całkowania rozciąga się na całą masę nosiciela /samolotu wraz z wszystkimi częściami jego wyposażenia/

Obliczymy znajdujący się pod całką podwójny iloczyn wektorowy wykorzystując rozkładanie wektorów na składowe wzdłuż osi przyjętego układu współrzędnych związanych z samolotem:

$$\bar{\omega} = \bar{i} \cdot \omega_x + \bar{j} \cdot \omega_y + \bar{k} \cdot \omega_z \quad /11/$$

$$\bar{r} = \bar{i} \cdot x + \bar{j} \cdot y + \bar{k} \cdot z \quad /12/$$

$$\bar{\omega} \times \bar{r} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \omega_x & \omega_y & \omega_z \\ x & y & z \end{vmatrix} =$$

$$= \bar{i}(z \cdot \omega_y - y \cdot \omega_z) + \bar{j}(x \cdot \omega_z - z \cdot \omega_x) + \bar{k}(y \cdot \omega_x - x \cdot \omega_y);$$

następnie:

$$\bar{r} \times (\bar{\omega} \times \bar{r}) = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ x & y & z \\ z \cdot \omega_y - y \cdot \omega_z & x \cdot \omega_z - z \cdot \omega_x & y \cdot \omega_x - x \cdot \omega_y \end{vmatrix} \quad /13/$$

Po rozwinięciu wyznacznika /13/ i, po podstawieniu wyrazów do wyrażenia podcałkowego /10/ oraz uporządkowaniu otrzymamy:

$$\bar{H} = \int \bar{i} [(y^2 + z^2) \cdot \omega_x - x \cdot y \cdot \omega_y - x \cdot z \cdot \omega_z] dm +$$

$$+ \int \bar{j} [(z^2 + x^2) \cdot \omega_y - y \cdot z \cdot \omega_z - x \cdot y \cdot \omega_x] dm +$$

$$+ \int \bar{k} [(x^2 + y^2) \cdot \omega_z - x \cdot z \cdot \omega_x - y \cdot z \cdot \omega_y] dm.$$

Zwróćmy uwagę, że  $\int (y^2 + z^2) dm = I_x$  = osiowemu momentowi bezwładności masy nosiciela /wzdłuż osi  $O_x$ /

$$\int xy dm = J_{xy} = \text{odśrodkowemu momentowi bezwładności masy nosiciela.}$$

Ponadto biorąc pod uwagę przyjęte na początku założenie 5<sup>o</sup> /podpunkt 1/:  $J_{xy} = J_{yz} = 0$ .

Rozkładając wektor  $\bar{H}$  na składowe wzdłuż osi układu współrzędnych otrzymamy:

$$\left. \begin{aligned} H_x &= I_x \cdot \omega_x - J_{xz} \cdot \omega_z \\ H_y &= I_y \cdot \omega_y \\ H_z &= I_z \cdot \omega_z - J_{xz} \cdot \omega_x \end{aligned} \right\} \quad /14/$$

Jednakże, zgodnie z wyrażeniem drugiego równania układu 3 szukamy pochodną zupełną wektora  $\bar{H}$  względem czasu, ponieważ może on zmieniać zarówno wielkość jak i kierunek. Możemy więc napisać

$$\sum \Delta \bar{M} = \sum \left[ \frac{d\bar{H}}{dt} \right]_i = \bar{i}_H \cdot \frac{dH}{dt} + \bar{\omega} \times \bar{H} \quad /15/$$

gdzie:  $\bar{i}_H$  - jest wersorem.

Wektor  $\bar{i}_H \cdot \frac{dH}{dt}$  można rozłożyć na składowe:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dH_x}{dt} &= \dot{\omega}_x \cdot I_x - \dot{\omega}_z \cdot J_{xz} \\ \frac{dH_y}{dt} &= \dot{\omega}_y \cdot I_y \\ \frac{dH_z}{dt} &= \dot{\omega}_z \cdot I_z - \dot{\omega}_x \cdot J_{xz} \end{aligned} \right\} /16/$$

Należy przypomnieć, że w myśl założeń wstępnych 2<sup>o</sup> i 3<sup>o</sup> pochodne momentów bezwładności osiowych i odśrodkowych względem czasu równają się zeru.

Rozwiązując iloczyn wektorowy z wyrażenia /15/ otrzymamy:

$$\bar{\omega} \times \bar{H} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \omega_x & \omega_y & \omega_z \\ H_x & H_y & H_z \end{vmatrix} = \quad /17/$$

$$= \bar{i}(\omega_y H_z - \omega_z H_y) + \bar{j}(\omega_z H_x - \omega_x H_z) + \bar{k}(\omega_x H_y - \omega_y H_x)$$

Lewą stronę równości /15/ - wektor  $\sum \Delta \bar{M}$  można również wyrazić przez składowe wzdłuż osi układu współrzędnych.

$$\sum \Delta \bar{M} = \bar{i} \cdot \sum \Delta M_x + \bar{j} \cdot \sum \Delta M_y + \bar{k} \cdot \sum \Delta M_z \quad /18/$$

Podstawiając do równania 15 dane z równań 16, 17 i 18, po uporządkowaniu wyrazów otrzymamy pełny układ równań opisujących ruch obrotowy samolotu:

$$\left. \begin{aligned} \sum \Delta M_x &= \dot{\omega}_x \cdot I_x - \dot{\omega}_z \cdot J_{xz} + \omega_y \cdot \omega_z (I_z - I_y) - \omega_x \cdot \omega_y \cdot J_{xz} \\ \sum \Delta M_y &= \dot{\omega}_y \cdot I_y + \omega_x \cdot \omega_z (I_x - I_z) + (\omega_x^2 - \omega_z^2) \cdot J_{xz} \\ \sum \Delta M_z &= \dot{\omega}_z \cdot I_z - \dot{\omega}_x \cdot J_{xz} + \omega_x \cdot \omega_y (I_y - I_x) + \omega_y \cdot \omega_z \cdot J_{xz} \end{aligned} \right\} /19/$$

Po wykonaniu powyższej, wstępnej analizy ruchu nosiciela broni w czasie strzelania /drogą rozwinięcia opisującego ten ruch układu równań wektorowych /1/ otrzymaliśmy pełny układ

równań zachowania się samolotu podczas strzelania:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma \Delta F_x &= m \cdot (\dot{V}_x + V_z \cdot \omega_y - V_y \cdot \omega_z) \\ \Sigma \Delta F_y &= m \cdot (\dot{V}_y + V_x \cdot \omega_z - V_z \cdot \omega_x) \\ \Sigma \Delta F_z &= m \cdot (\dot{V}_z + V_y \cdot \omega_x - V_x \cdot \omega_y) \\ \Sigma \Delta M_x &= \dot{\omega}_x \cdot I_x - \dot{\omega}_z \cdot J_{xz} + \omega_y \cdot \omega_z (I_z - I_y) - \omega_x \cdot \omega_y \cdot J_{xz} \\ \Sigma \Delta M_y &= \dot{\omega}_y \cdot I_y + \omega_x \cdot \omega_z \cdot (I_x - I_z) + (\omega_x^2 - \omega_z^2) \cdot J_{xz} \\ \Sigma \Delta M_z &= \dot{\omega}_z \cdot I_z - \dot{\omega}_x \cdot J_{xz} + \omega_x \cdot \omega_y \cdot (I_y - I_x) + \omega_y \cdot \omega_z \cdot J_{xz} \end{aligned} \right\} /20/$$

Rozwiązanie napisanego wyżej układu równań /20/ i dokładne określenie opisanych współzależności jest, ogólnie rzecz biorąc, możliwe jedynie w wypadku pełnej znajomości niezbędnych danych wyjściowych, a mianowicie:

- kształtów, wymiarów i rozłożenia masy /składowych mas/ całego utworu konstrukcyjnego - nosiciela i jego broni lufowej;
- ruchu każdej ruchomej składowej masy /części/ nosiciela i jego wyposażenia;

- wszystkich sił i momentów zewnętrznych działających na nosiciela. W tym również opisu matematycznego siły odrzutu broni /jej składowych  $F_x = F_x/t/$ ,  $F_y = F_y/t/$  i  $F_z = F_z/t/$  / oraz pochodzącego od tej siły momentu  $\bar{M} = \bar{M}(t)$  i podobnie jak wyżej jego składowych.

W analizowanym zagadnieniu nie znamy powyższych danych wyjściowych, wobec czego nie możemy rozwiązać układu równań /20/.

Należy zaznaczyć, że wymienione warunki początkowe potrzebne do rozwiązania zadania /układu równań 20/ mogą być spełnione w rzeczywistości tylko w odniesieniu do realnie istniejącego już samolotu bądź w szczegółowym zapisie konstrukcyjnym projektu samolotu /śmigłowca/ i jego broni lufowej. Wobec powyższego dalsze analityczne badanie /rozwiązywanie/ rozpatrywanego problemu w niniejszej analizie staje się niemożliwe. Niezależnie od tego zauważmy jednak, że w wyniku rozwiązania układu równań /20/ otrzymalibyśmy opis matematyczny ruchu drgającego samolotu /śmigłowca/, wymuszonego impulsem (ami) każdej znanej ma siły (najzupełniej dowolnej) jak to już podkreślono w treści ww. rozważań/. Siłą wymuszającą

może być zatem np.: siła odrzutu broni lufowej ale i może to być również siła pochodząca np. od raptownie wychylnego steru /z natychmiastowym powrotem go do położenia wyjściowego/. W obu wypadkach otrzymamy podobne rozwiązanie ogólne. Warunkiem podobieństwa będzie tu tylko podobny przebieg w czasie siły wymuszającej i podobne jej rozmieszczenie oraz kierunek działania. Charakterystyki drgań własnych niektórych samolotów po wymuszeniu ich impulsem zakłócającym od gwałtownego chwilowego wychylenia sterów przedstawione zostały na rys. 4.2-4.5. Sam proces fizyczny zakłócenia ruchu samolotu impulsem zakłócającym może być jednakowy w obu wypadkach: w pierwszym, gdy impuls zakłócający wywołany zostanie wychyleniem steru, a w drugim - siłą odrzutu broni. Oba impulsy są krótkotrwałe, nagle powstają i nagle zanikają. Zatem będzie zachodzić podobieństwo skutków zadziaływania wymienionych impulsów. Analizując to podobieństwo dążymy do uzyskania oceny zjawiska wywołanego siłą odrzutu broni w oparciu o znane charakterystyki drgań samolotu nie mając szczegółowego rozwiązania układu równań ruchu samolotu /20/.

Określenie podobieństwa chwilowych sił wymuszających zakłócenie ruchu samolotu /drgania/ oraz wartości impulsów tych sił i ich momentów występujących na samolocie Su-7BKŻ

1. Wartość siły wymuszającej drgania samolotu od gwałtownie wychylnego steru kierunku "F<sub>sk</sub>" wyraża się znanym wzorem:

$$F_{sk} = C_{z_{sk}} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot S_v$$

Wykorzystując znane charakterystyki samolotu Su-7BKŻ otrzymujemy wartości dla poszczególnych wyrazów podanego wzoru:

- $C_{z_{s.k}} = 0,8$  - współczynnik siły aerodynamicznej steru. Wartość dana odpowiada wychyleniu steru o kąt około  $15^\circ$  w locie z prędkością 600 km/h na małej wysokości.
- $S_v = 1,695 \text{ m}^2$  - powierzchnia steru kierunku odnotowana z opisu konstrukcji samolotu;
- $\rho = 0,125 \text{ kg/m}^3$  - gęstość powietrza atmosferycznego w pobliżu ziemi /na małej wysokości/;
- $V = 600 \text{ km/h} = 166,5 \text{ m/s}$  - prędkość lotu samolotu /bliska prędkości dla której wykonywano badania kontrolno-pomiarowe w locie samolotu Su-7BKŻ i



sporządzono charakterystyki organów podanych w opisie technicznym tego samolotu /odzworowane na rys. 4.3./.

Podstawiając powyższe dane do wzoru otrzymujemy:

$$F_{sk} = \frac{0,8 \cdot 0,125 \cdot 166,5^2 \cdot 1,695}{2} = 275 \text{ [kG]}$$

2. Wartość całego /sumaryczna/ impulsu siły od steru kierunku  $[F_{sk}]_i$  możemy wyrazić wzorem:

$$[F_{sk}]_i = \sum F_{sk_i}(\tau) \cdot \Delta \tau_i$$

gdzie:  $F_{sk_i} / \tau /$  - chwilowa wartość siły  $F_{sk}$  w chwili czasu  $\Delta \tau_i$

$$\sum \Delta \tau_i = \bar{\tau} - \text{sumaryczny czas działania siły } F_{sk}$$

Sumaryczny czas działania siły aerodynamicznej wychylanego steru kierunku przyjmujemy wg. odczytu z wykresu na rys.4.3. Wynosi on 1 [s]

Wartość chwilowej siły  $F_{sk}$  jest proporcjonalna do kąta wychylenia steru i odpowiednio wzrasta od zera do  $F_{sk \text{ max}}$ . Wobec tego z pewnym przybliżeniem możemy przyjąć, że sumaryczna wartość impulsu siły od steru kierunku będzie równoważna w odpowiedniej skali polu trójkąta prostokątnego o podstawie równej 1 [s] i wysokości równej  $F_{sk \text{ max}} = 275 \text{ kG}$

Zatem

$$[F_{sk}]_i = \sum F_{sk_i}(\tau) \cdot \Delta \tau_{sk_i} = 0,5 \cdot 1 \cdot 275 = 137,5 \text{ kGs}$$

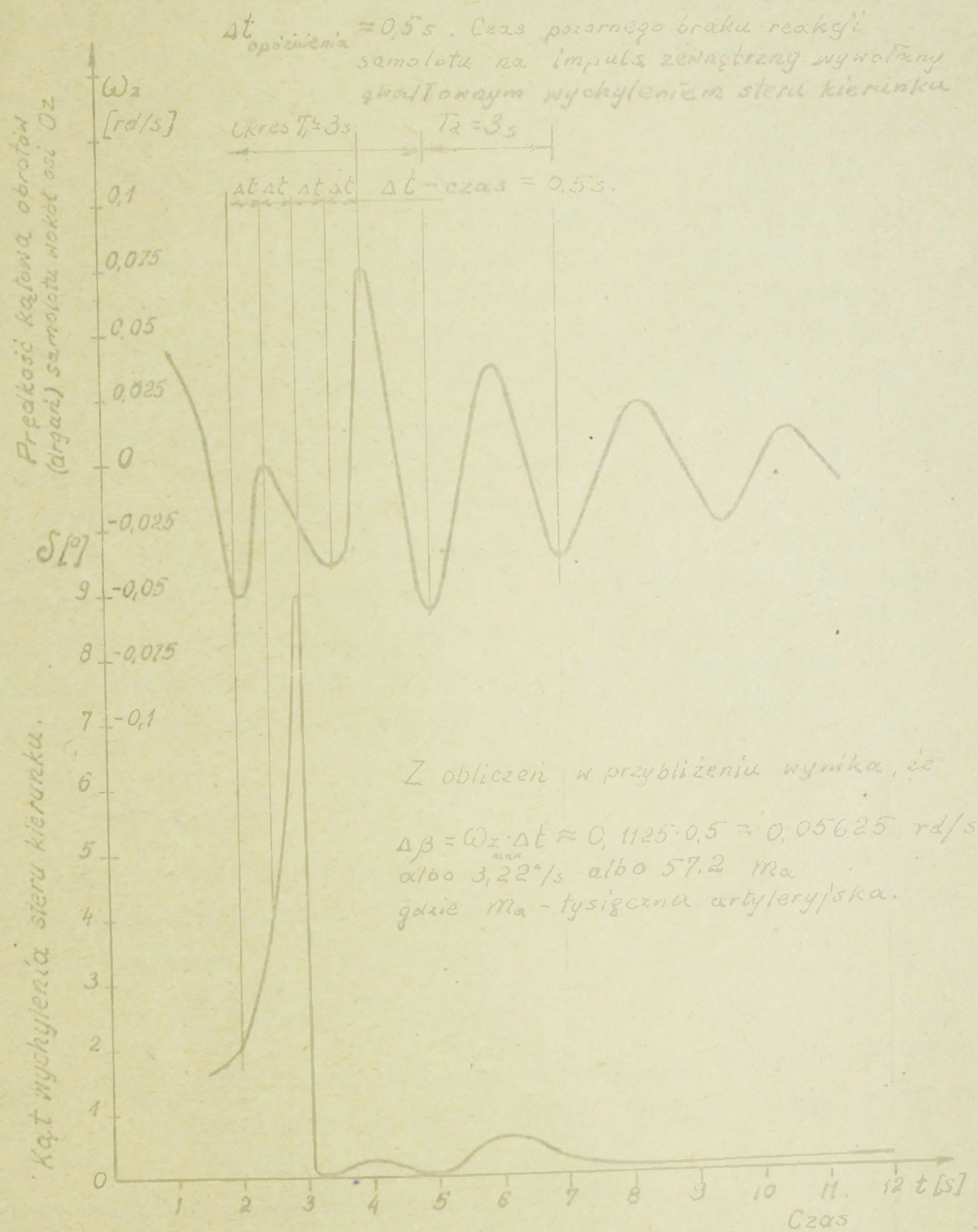
3. Wartość impulsu momentu względem środka ciężkości samolotu wywołanego gwałtownym wychyleniem steru wyniesie

$$[M_{sk}]_i = \sum F_{sk}(\tau) \cdot \bar{r}_{sk} \cdot \Delta \tau = [F_{sk}]_i \cdot \bar{r}_{sk}$$

gdzie  $\bar{r}_{sk} = 5,69 \text{ m}$  - ramię działania siły  $F_{sk}$  względem środka ciężkości samolotu. Wartość tego ramienia przyjęliśmy z opisu technicznego samolotu SU-7BKŁ.

Wykorzystując znane wartości obliczamy:

$$[M_{sk}]_i = 137,5 \cdot 5,69 = 782,5 \text{ kG m s}$$



Rys. 4.3. Zanikanie drgań (wahań) samolotu Su-7BK wokół osi  $Oz$  wywołanych gwałtownym wychyleniem steru kierunku. (Tłumik drgań D-2K-110 wylączony z pracy.)

4. Wartość maksymalną siły odrzutu działka NR-30 znamy z jego opisu technicznego. Wynosi ona 6000 kG. W rzeczywistości jest to siła sprężystości ściśniętej sprężyny. Siła ta z jednej strony reaguje na konstrukcję samolotu poprzez sztywne węzły podparcia i to jest właśnie nazywane potocznie oddziaływaniem siły odrzutu działka na samolot, które wytrąca go z równowagi lotu /dotyczy to szczególnie działka NR-30 na samolocie Su-7BKŁ/. Z drugiej strony wymieniona siła sprężyny jest ściskana przez lufę działka podczas jej odrzutu w chwili wystrzału i amortyzuje ten odrzut. Wobec tego czas w którym omawiana sprężyna jest w stanie ściśniętym jest jednocześnie czasem działania siły odrzutu i wynosi on  $\tau = 0,031$  s. Należy dodać, że siła reakcji sprężyny zwiększa się od zera /pomijamy tu wstępny naciąg/ do wartości  $F_{\max} = 6000$  kG podczas odrzutu lufy do tylnego skrajnego położenia. Następnie, w miarę jak lufa powraca do swojego przedniego położenia, maleje siła reakcji sprężyny. Powyższy cykl przedstawiony w skali na wykresie ma kształt trójkąta równoramiennego o podstawie czasu  $\tau = 0,031$  s /czasu odrzutu i powrotu lufy - razem/ oraz wysokości maksymalnej siły odrzutu  $F_{\text{od.max}} = 6000$  kG narysowanych w odpowiedniej skali. Pole tego trójkąta wyraża wartość sumaryczną impulsu siły odrzutu działka, którą możemy obliczyć następująco:

$$[F_{\text{od}}]_i = \int F_{\text{od}}(\tau) \cdot d\tau = \frac{1}{2} F_{\text{od.max}} \cdot \tau = \frac{1}{2} \cdot 6000 \cdot 0,031 = 93 \text{ kGs}$$

5. Wartość impulsu momentu względem środka ciężkości samolotu, wywołanego siłą odrzutu działka od wystrzału jednego pocisku wyniesie:

$$[M_{\text{od}}]_i = [F_{\text{od}}]_i \cdot \bar{r}_{\text{od}}$$

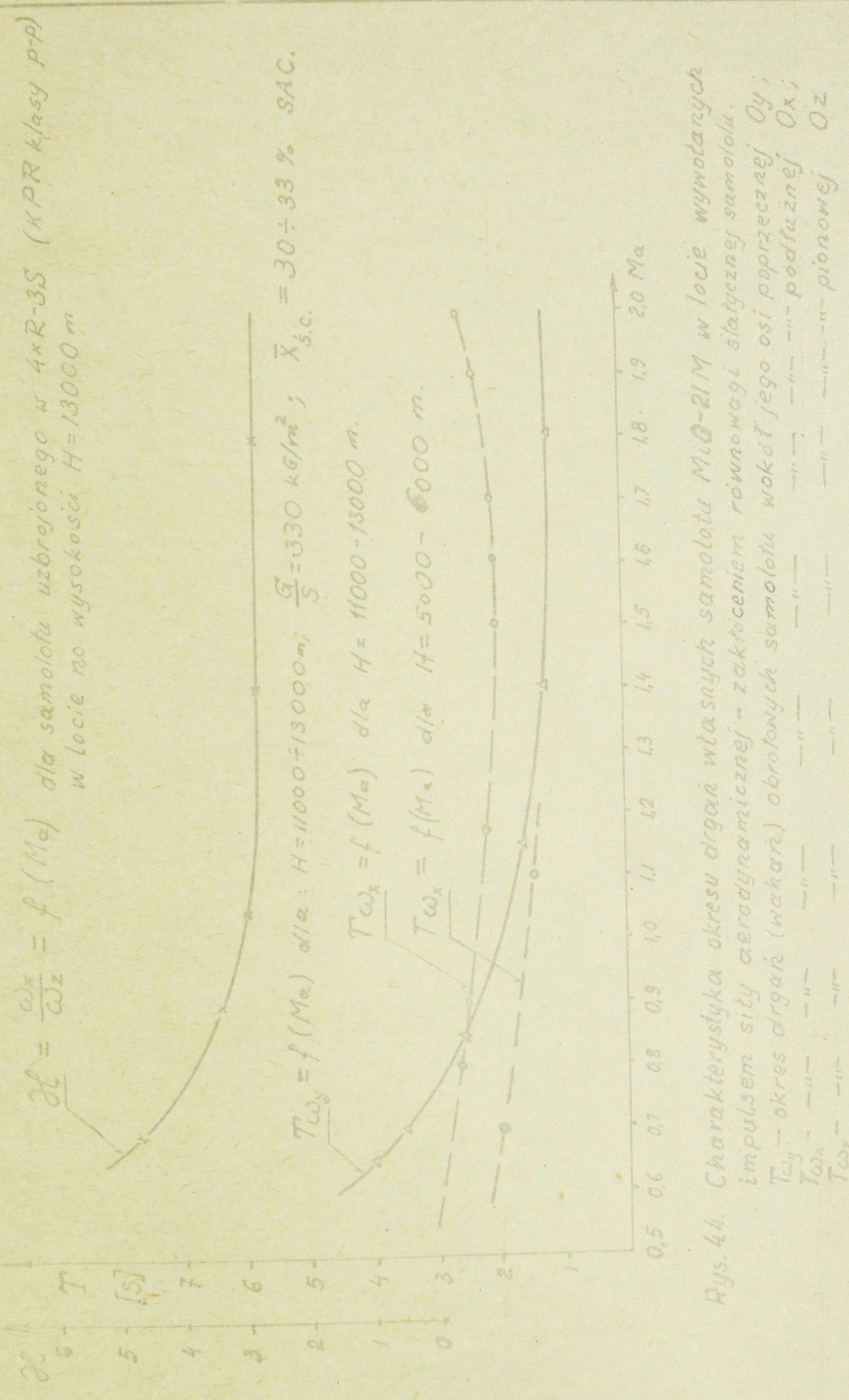
gdzie  $\bar{r}_{\text{od}} = 0,865$  m - ramię działania siły odrzutu działka względem środka ciężkości samolotu /wg opisu konstrukcji samolotu Su-7BKŁ/

Podstawiając znane wartości otrzymamy:

$$[M_{\text{od}}]_i = 93 \cdot 0,865 = 80,5 \text{ kGms}$$

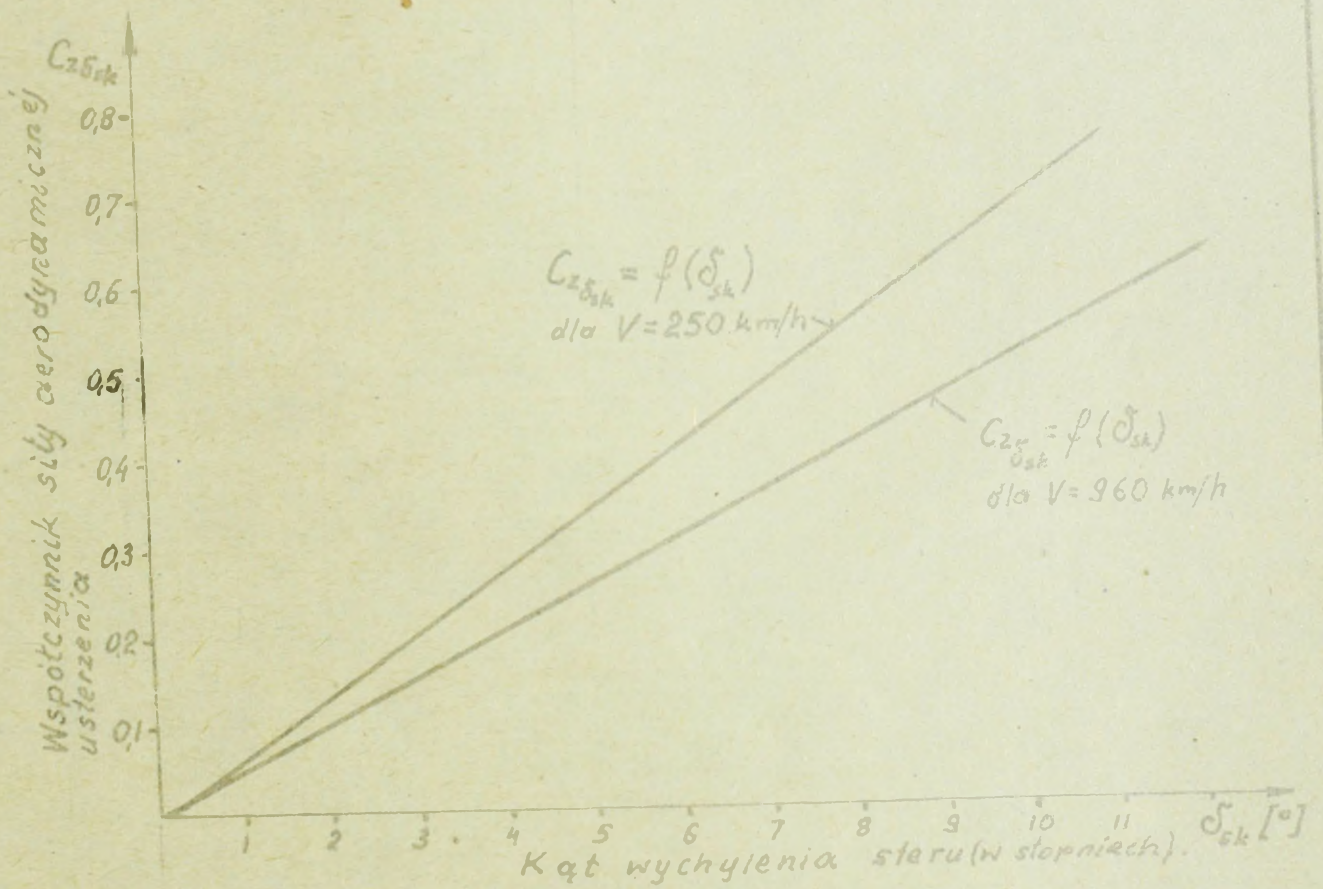
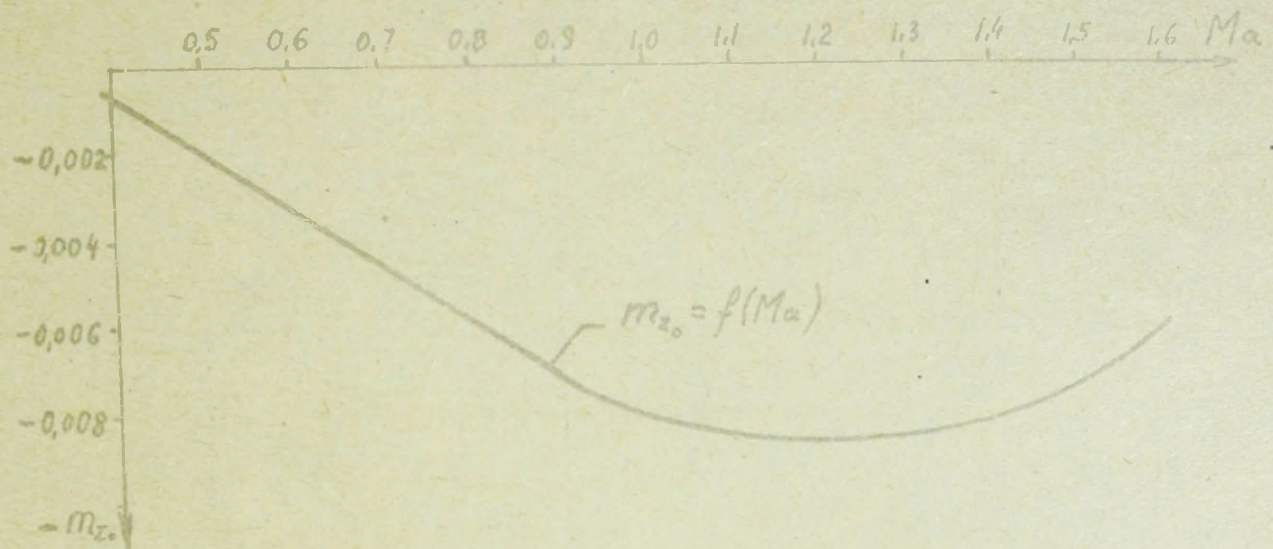
Należy nadmienić, że w wypadku strzelania salwą pocisków sumaryczny impuls momentu od siły odrzutu działka wyniesie:

$$\sum_{n=1}^n [M_{\text{od}}]_i = \sum_{n=1}^n F_{\text{od}}(\tau) \cdot \bar{r}_{\text{od}} \cdot d\tau = n \cdot [M_{\text{od}}]_i$$

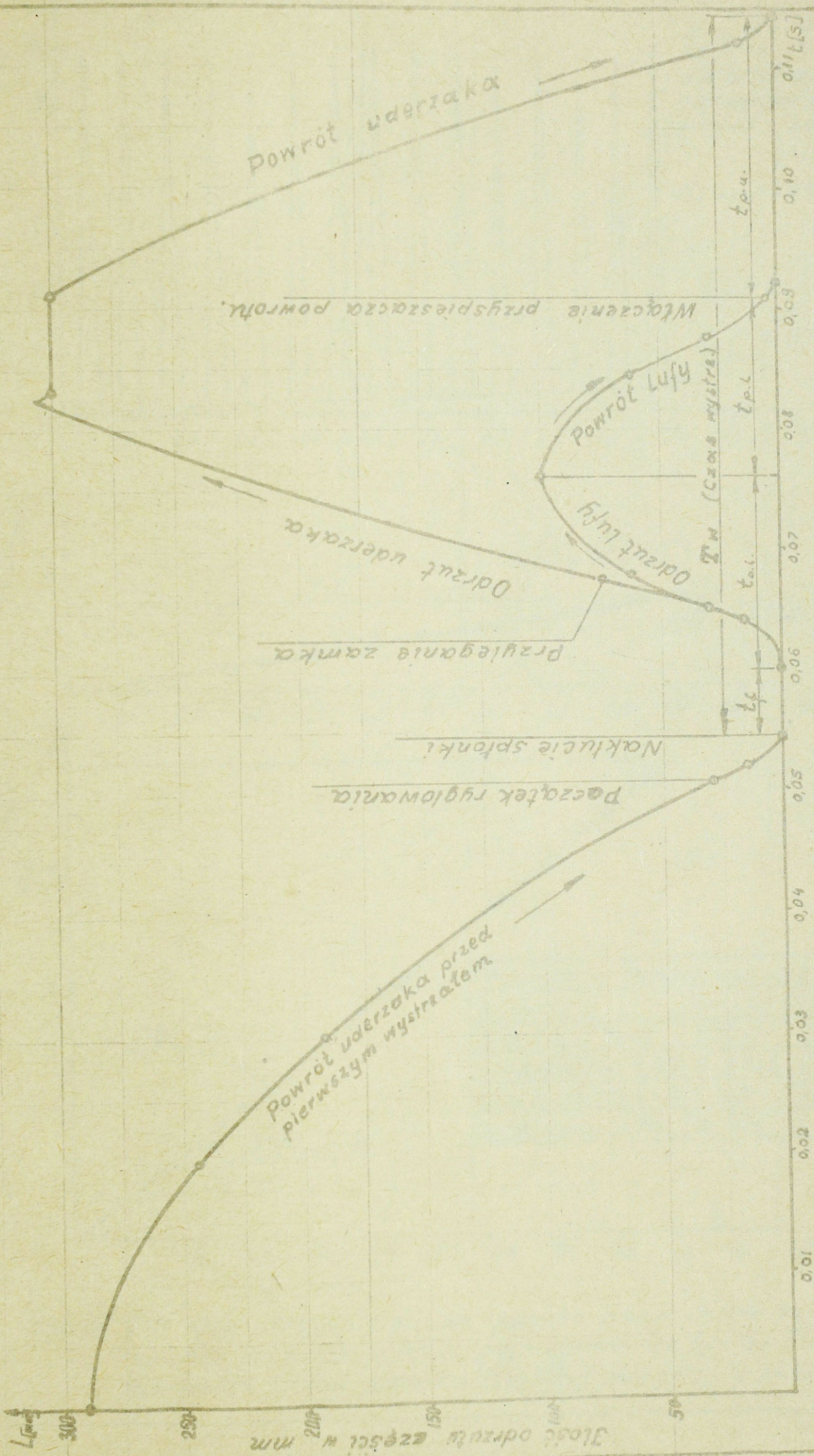


Rys. 4.4. Charakterystyka okresu drgań własnych samolotu MiG-21M w locie wywołanych impulsem sily aerodynamicznej - zakłóceniem równowagi statycznej samolotu.

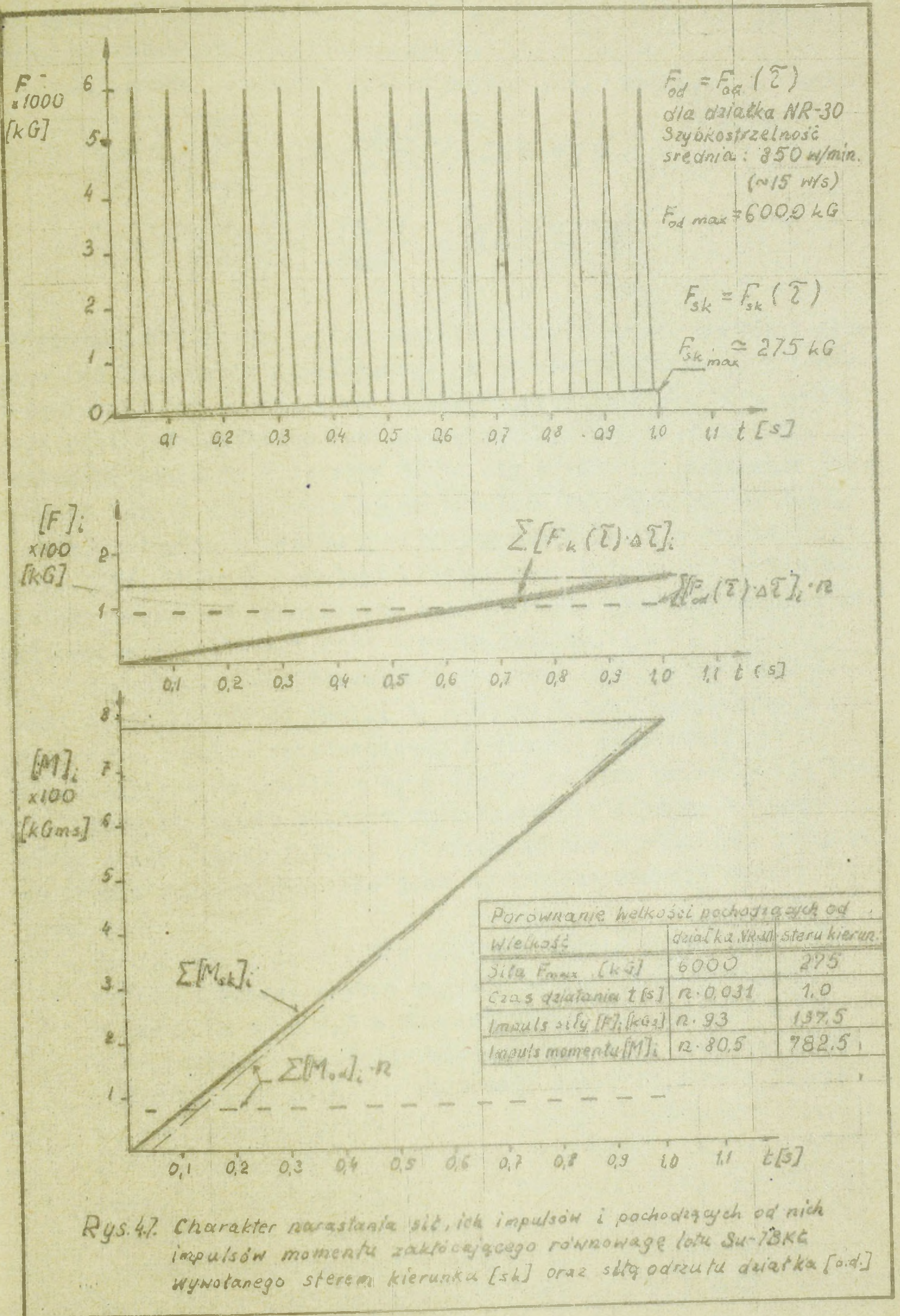
$T_{\omega_y}$  - okres drgań (waharń) obrotowych samolotu wokół jego osi poprzecznej;  $Oy$ ;  
 $T_{\omega_x}$  - "  
 $T_{\omega_z}$  - "



Rys. 4.5. Zależność współczynnika momentu aerodynamicznych sił od liczby  $Ma$  oraz współczynnika siły aerodynamicznej działającej na usterzenie zależnie od kąta wychylenia steru i prędkości lotu.



Rys. 4.6. Wykres cyklu wystrzału działka NR-30.  $T_w$  - czas trwania cyklu wystrzału = 0,06 s.  
 $t_{p1}$  - czas odrzutu lufy;  $t_{p2}$  - czas powrotu lufy do chwili włączenia przyspieszacza powrotu uderzaka;  $t_{p3}$  - czas powrotu uderzaka;  $t_f$  - czas okresu pirostatycznego.



Rys. 47. Charakter narastania sił, ich impulsów i pochodzących od nich impulsów momentu zakłócającego równowagę lotu Su-7BK wywołanego sterem kierunku [sk] oraz siłą odrzutu działka [o.d.]

Na rys. 4.7 przedstawiono wykresy obliczonych sił, ich impulsów oraz pochodzących od nich momentów.

Obliczając stosunki wymienionych wyżej impulsów otrzymamy:

$$q = \frac{[F_{sk}]_i}{[F_{od}]_i} = \frac{137,5}{93} = 1,48 \approx 1,5$$

$$m = \frac{[M_{sk}]_i}{[M_{od}]_i} = \frac{782,5}{80,5} = 9,72 \approx 10$$

Równowagą statyczną ruchu samolotu w locie będzie zakłócał głównie impuls momentu działającego na samolot względem jego środka ciężkości. Jak wynika z obliczonego wyżej stosunku "m", trzeba wystrzelić /w analizowanych warunkach dla samolotu Su-7BKŁ/ łącznie 10 pocisków z działka NR-30 aby w efekcie zakłócenie równowagi lotu i wymuszenie drgań samolotu było podobne do tego, jakie występuje w wyniku gwałtownego wychylenia steru kierunku /rys.4.3/. Wniosek ten jest słuszny przy założeniu, że nie będziemy ingerować wychylaniem sterów w celu przeciwdziałania zakłóceniom wywoływanym siłą odrzutu działka.

Z analizy charakterystyk przedstawionych na rys. 4.2-4.4 wynika, że licząc od chwili  $t_0 = 0$ , od której rozpoczyna się działanie impulsu zakłócającego równowagę samolotu:

1<sup>o</sup> - najpierw /w czasie  $\Delta t_1 = 0,5$  s/ samolot pozornie nie reaguje na impuls zakłócający. Wprawdzie zaczyna z pewnym opóźnieniem /około 0,1-0,2 s/ zmieniać swoje położenie reagując na impuls zakłócający, ale jest to jeszcze reakcja bardzo powolna;

2<sup>o</sup> - po upływie  $\Delta t_1 = 0,5$  s samolot zaczyna coraz szybciej i wreszcie bardzo szybko reaguje na impuls zakłócający. W czasie  $\Delta t_2 = 0,5$  s samolot obraca się zgodnie z kierunkiem impulsu momentu obrotowego osiągając przyrost prędkości kątowej  $\Delta \omega_z = 0,1125$  rd/s czyli 57,2 ma/s. W wypadku gwałtownego wychylenia statecznika poziomego następuje w tym czasie przyrost prędkości kątowej samolotu  $\Delta \omega_y = \dot{\theta}$  równy 0,35 rd/s czyli około 210 ma/s. Wobec powyższego w czasie  $\Delta t_2$  samolot może się obrócić z położenia początkowego /jaki miał w chwili  $t_0 = 0$ / wokół osi  $Oz$  o kąt  $\Delta \psi \approx 28,5$  ma oraz wokół osi  $Oy$  o kąt  $\Delta \varphi \approx 105$  ma.

W tym wypadku, gdyby to było spowodowane siłą odrzutu działka, a nie gwałtownym wychyleniem sterów, to odchylenie osi celowania od punktu celu w odległości 1000 m wynosiłoby odpowiednio 28,5 m oraz 105 m. Dzięki by się to podczas strzelania w drugiej połowie jednosekundowej salwy, w czasie której teoretycznie żaden pocisk nie trafił by w cel.

Wobec powyższego można twierdzić mając na uwadze wpływ oddziaływania siły odrzutu działka na rozrzut pocisków w wyniku zakłócenia ruchu samolotu, że najcelniejsze mogą być tylko salwy półsekundowe.

Doświadczenia z eksploatacji samolotów Su-7BKŁ pozwalają twierdzić, że sterami można z powodzeniem przeciwdziałać zakłóceniom wywoływanym siłą odrzutu jednego działka NR-30 strzelającego krótkimi seriami - nie więcej niż 10-15 pocisków w jednej salwie. Jeżeli salwy są większe niż 10-15 pocisków, daje się wyraźnie zauważyć zwiększony rozrzut pocisków oraz to, że sterem kierunkowym nie można już w pełni przeciwdziałać chwilowym zakłóceniom równowagi lotu tak, aby one nie miały wpływu na rozrzut pocisków. Jest to zgodne również z wynikiem wykonanych wyżej obliczeń i wyciągniętym z nich wnioskiem końcowym.

Powyższe twierdzenia można uważać za dowiedzione jeżeli chodzi o samolot Su-7BKŁ zarówno z punktu widzenia doświadczeń jak też wykonanych obliczeń w oparciu o znaną charakterystykę aerodynamicznych drgań samolotu przedstawioną na rys. 4.3. Jednocześnie podobnych twierdzeń /przy pewnych założeniach/ można dowodzić posilkując się analizą charakterystyk drgań aerodynamicznych samolotów typu MiG-21 /rys.4.4/.

Ponadto, słuszności powyższych twierdzeń można się również doszukać w wynikach prób i pomiarów dokonanych w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych na samolocie TS-11 "Iskra" oraz śmigłowcu Mi-2, a mianowicie:

a/ podczas strzelania /odpalania/ pocisków S-5M z jednej wyrzutni lufowej podwieszanej pod skrzydłem, samolot TS-11 "Iskra 200 SB" wykonywał obrót wokół osi podłużnej  $Ox$  od położenia początkowego o kąt równy  $5^{\circ}$  i jednocześnie wokół osi pionowej  $Oz$  o kąt równy  $7^{\circ}$ . Odpowiednio do tego układały się punkty trafień pocisków w oznaczonej /współrzędnymi/ tarczy na ziemi. Reagowanie sterami nie dawało oczekiwanego rezultatu.

Warunki tych badań były następujące:

- pociski odpalano z prawej wyrzutni /lewa nieczynna/;
- prędkość lotu w chwili odpalania pocisków: 280-335 km/h;
- maksymalna siła odrzutu wyrzutni pocisków /zmierzona/ wynosiła 900-1100 kg;
- długość salwy 16 pocisków - około 1,5-2 s;
- dokonywano pomiarów współrzędnych lotu i położenia samolotu oraz współrzędnych punktów padania pocisków w tarozę na ziemi;

b/ podczas odpalania pocisków S-5M z wyrzutni podwieszonych na śmigłowcu Mi-2 uzyskano jakościowo wyniki podobne jak w próbach z samolotem TS-11 "Iskra" 200 SB, ilościowe natomiast nieogórzeze. Po salwie z 16 szt. pocisków, przy jednoczesnym ich odpalaniu z dwóch wyrzutni 16-lufowych, śmigłowiec Mi-2 zaczynał tracić całkowicie stateczność lotu. Obracał się intensywnie wokół osi poprzecznej "stając dęba" /jak to określono w protokóle z tych prób/. W konskwencji zabroniono odpalać pociski S-5M salwami większymi niż 16 szt. z dwóch wyrzutni śmigłowców uzbrojonych Mi-2.

Biorąc pod uwagę wszystkie przeprowadzone analizy cząstkowe, obliczenia i dociekania w doświadczeniach eksploatacyjnych oraz epizodycznych próbach można określić następujący uogólniony warunek: sumaryczny impuls momentu obrotowego, działającego na samolot /śmigłowiec/ względem jego środka ciężkości, a wywołany siłą odrzutu działek /uzbrojenia lufowego/ przy wystrzeleniu całej salwy pocisków /określonej liczbowo z warunków skuteczności rażenia celu/ powinien być nie większy od momentu obrotowego, jaki można wywołać urządzeniami sterowniczymi /sterami/ dla przeciwdziałania temu pierwszemu. Można to wyrazić też następująco:

$$\sum [M(F_{od})]_i \leq \sum [M(F_{sk}, F_{st}, F_l)]_i$$

gdzie:

$[M(F_{od})]$  - chwilowy impuls momentu od siły odrzutu uzbrojenia lufowego;

$[M(F_{sk}, F_{st}, F_l)]_i$  - chwilowy impuls momentu od sił aerodynamicznych  $F_{sk}$  /steru kierunku/,  $S_{sh}$  /usterzenia poziomego/ oraz  $F_l$  /lotek/.

Podany warunek powinien być również spełniony w odniesieniu do nowego działka lotniczego produkcji krajowej oraz jego nosiciela.

Chcąc wyraźniej przedstawić powyższy warunek należy podkreślić, że sumaryczny impuls momentu od siły odrzutu działka zależy między innymi od takich czynników jak:

- rozmieszczenia działka na samolocie i tym samym określonego ramienia działania impulsu siły względem środka ciężkości nosiciela;

- maksymalnej wartości siły odrzutu broni i czasu jej działania czyli od impulsu tej siły;

- szybkostrzelności broni, czyli ilości impulsów siły odrzutu w jednostce czasu itd.

Głównym zagadnieniem /zarazem i celem/ niniejszej analizy jest przybliżone określenie wartości dopuszczalnej siły odrzutu dla nowego działka lotniczego.

Wobec powyższego, poza wartością siły odrzutu działka, wszystkie inne czynniki wymienione wyżej przyjmujemy za niezmiennie. Oznacza to, że zakładamy pełne podobieństwo konstrukcji różnych nosicieli /samolotów i śmigłowców/ dopuszczając jedynie zmianę ich ciężarów /mas/ oraz prędkości lotu zależnie od rozpatrywanego typu. Ponadto przyjmujemy, że dotychczas eksploatowane /współczesne/ samoloty i śmigłowce mają omawiany problem względnie dobrze rozwiązany.

Mając powyższe założenia możemy w sposób porównywalny określić jaką siłę odrzutu działek przyjmują na siebie współczesne nasze samoloty różnych typów, nie doznając żadnych uszkodzeń, ani też zakłóceń równowagi lotu ponad dopuszczalne. W tym celu wprowadzamy następujące współczynniki /wskaźniki/ porównywalne:

1/  $R_x^s = \frac{\sum F_{od.max}}{G}$  - stosunek sumy wartości maksymalnych sił odrzutu działek do ciężaru nosiciela

$R_x^s = \frac{\sum F_{od.max} \cdot \Delta t}{m \cdot V}$  - stosunek sumarycznego impulsu sił odrzutu działek do pędu masy/ilości ruchu/ nosiciela.

gdzie:

-  $F_{od.max}$  [kg] - maksymalna wartość siły odrzutu działka

- $G$  [kg] - /suma tych wartości odpowiednio do ilości strzelających jednocześnie działek;
- $\Delta t$  [s] =  $\bar{t}$  [s] - średni ciężar samolotu w locie podczas strzelania z działek. Przyjmiemy do obliczeń ciężar własny samolotu z pełnym wyposażeniem oraz tylko połową pełnego zapasu paliwa w zbiornikach głównej instalacji paliwowej.
- $\Delta t$  [s] =  $\bar{t}$  [s] - czas działania siły odrzutu. Dla uproszczenia obliczeń możemy przyjąć jednakowo dla wszystkich porównywanych działek i ich nosicieli  $\Delta t = 1$  s. Nie będzie to miało wpływu na wyniki porównań natomiast bardzo ułatwia obliczenia;
- $m = \frac{G}{g}$  [kg] - masa samolotu /śmigłowca/ w locie podczas strzelania z działek przy czym  $G$  - jak wyżej, a  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup> jest przyspieszeniem ziemskim;
- $v$  [m/s] - prędkość lotu samolotu /śmigłowca/ podczas strzelania. Do obliczeń przyjmujemy średnią wartość w przedziale wartości rzeczywistych dla każdego z rozpatrywanych typów nosicieli.

Wyniki obliczeń wymienionych wyżej wskaźników porównywalnych /po podstawieniu do wzorów wartości określonych czynników dla poszczególnych typów samolotów i śmigłowca Mi-2/ zestawiono w tabeli 4.4. Do obliczeń wzięte zostały wszystkie rodzaje współczesnych własnych działek lotniczych oraz podstawowe typy samolotów uzbrojonych w te działka i tak:

- dla działek N-37D i NR-23 - samoloty Lim-6bis /Lim-5/;
- dla działek NR-30 - samoloty Su-7BKŁ oraz Su-20;
- dla działek NS-23KM - samoloty TS-11 "Iskra" oraz śmigłowiec Mi-2;
- dla działek GSz-23 - samoloty MiG-21M /pominięto inne podobne wersje MiG-21/;
- dla km A - 12,7 - samolot UTMiG-15;

Działek konstrukcji państw zachodnich i ich nosicieli nie wzięto pod uwagę w tym wypadku z powodu braku niektórych niezbędnych danych do tych obliczeń.

Konfrontując otrzymane z wyliczeń wskaźniki porównywalne

z doświadczeniami eksploatacyjnymi potwierdza się, że mniejsze zakłócenia ruchu nosiciela siłą odrzutu działek są wówczas, gdy wskaźniki  $n_x^S$  oraz  $n_x^{S'}$  są odpowiednio mniejsze. Drugi z wymienionych wskaźników ogólnie dopuszcza większe wartości siły odrzutu niż pierwszy wskaźnik  $/n_x^S/$ . Jednak wskaźnik  $n_x^{S'}$  traci sens fizyczny gdy prędkość lotu zbliża się do zera /jest to istotne dla śmigłowców/.

Wykorzystując znajomość obliczonych wskaźników  $n_x^S$  oraz  $n_x^{S'}$  i własności eksploatacyjnych wraz z występującymi współzależnościami w układzie "działka-nosiciel" znanych nosicieli, można z przeprowadzonych analiz i rozważań podać następujący warunek ogólny:

"Maksymalna wartość siły odrzutu działek może być przyjmowana jako wartość dopuszczalna, jeżeli dla niej będzie spełniona nierówność:

a/ dla samolotów:  $n_x^{S'} \leq 0,05;$

b/ dla śmigłowców:  $n_x^S \leq 0,5 "$ .

Z podanych wyżej warunków można dojść drogą prostych obliczeń do bezwzględnej wartości dopuszczalnej siły odrzutu działka /działek/, jeżeli znamy niezbędne dane nosiciela, w szczególności jego średni ciężar i prędkość w locie podczas strzelania z działek pokładowych. Określenie tej wartości dla nowego perspektywicznego działka lotniczego krajowej produkcji w odniesieniu do samolotu "Iskra 2" oraz śmigłowca W-3 jest podane niżej we wnioskach końcowych.

x

Przedstawione rozważania i analizy pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- samoloty typu "Lim" /"SBLim"/ i Su-7 będą eksploatowane nie dłużej jak do roku 1985. Ten stosunkowo krótki przewidywany czasokres eksploatacji wyklucza potrzebę uzbrajania ich w nowe doskonalsze działko lotnicze;

- podstawowym typem perspektywicznego samolotu bojowego do roku 1990 jest samolot typu MiG-21, na którym obok dotychczasowego, zamontowanego na stałe uzbrojenia lufowego można będzie w przyszłości montować w podwieszanych gondolach nowe doskonalsze działka lotnicze;

- samoloty myśliwsko-bombowe typu Su-20 w przybliżeniu mogą być eksploatowane do roku 1995. Na tych samolotach podobnie jak na samolotach typu MiG-21, można będzie montować w podwieszanych gondolach nowe doskonalsze działka lotnicze;

- nowe, ulepszone działko lotnicze potrzebne jest niemal natychmiast do zastąpienia przestarzałych i zużytych działek NS-23KM na samolotach TS-11 "Iskra" i śmigłowcach typu Mi-2 /ich okres eksploatacji prognozujemy do 1990-1995 r/, a w przyszłości do uzbrojenia nowej wersji samolotów typu "Iskra", śmigłowców szturmowych i innych samolotów;

Względny natury techniczno-obsługowej, warunków eksploatacji oraz możliwości utrzymywania sprzętu lotniczego na poziomie wymaganych stanów gotowości bojowej itp powodują, że nowe działko lotnicze powinny cechować:

- prostota konstrukcji, technologii produkcji i obsługi;  
- prostota montażu, rozbiórki, ładowania, rozładowania, konserwacji oraz warunków bezpieczeństwa pracy;

- całkowite wykluczenie możliwości nieprawidłowego złożenia działka przez własności konstrukcyjne jego części. Powinny one mieć takie kształty, wymiary, pasowanie itp, które by umożliwiały złożenie ich jedynie tylko w wypadku prawidłowego montażu działka;

- trwałe zabezpieczenie przed korozją powierzchni wszystkich elementów i części składowych;

- możliwość lewostronnego i prawostronnego zasilania nabojami;

- możliwość usuwania wszelkich zacięć drogą jednokrotnego przeładowania;

- niezawodne działanie urządzeń elektrycznych działka pod nominalnym napięciem źródeł prądu  $28 \pm 10$  V;

- odporność działka na działanie ciepła nie mniejsza jak 250 - 300 wystrzałów ciągłej serii;

- trwałość działka nie mniejsza jak 4000 - 6000 wystrzałów. W tym do jej połowy /2000 - 3000 wystrzałów/ nie powinny się pojawiać żadne uszkodzenia warunkowane ogólnie wadami konstrukcji i jakością produkcji;

- dopuszczalne w warunkach eksploatacji działka temperatury otaczającej je atmosfery od  $-60^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$ ;

- niezawodność działania nawet w wypadku niewłaściwego nasmarowania części ruchomych / niedostatecznym nasmarowaniu lub użyciu niewłaściwego smaru/;

- niezawodność strzelania w każdym położeniu w przes - trzeni, jakie może mieć w danej chwili nosiciel działka względem ziemi /szczególnie samolot myśliwski/, a więc w dowolnym położeniu w przedziale kątów pochylenia, przechylenia i azymutu  $\pm 180^{\circ}$ ;

- niezawodność działania /strzelania/ w warunkach przeciążeń poprzecznych do podłużnej osi lufy /luf/, których dopuszczalny przedział eksploatacyjny powinien być taki sam jak dla współczesnych i perspektywicznych samolotów myśliwskich, a więc do  $\begin{matrix} +7 \\ -5 \end{matrix}$ , a nawet do  $\begin{matrix} +8 \\ -5 \end{matrix}$ ;

- niezawodność strzelania w warunkach lotu nosiciela z prędkością w przedziale wartości od zera do 1300 km/h w lotach na małej wysokości oraz w przedziale prędkości do 2500 km/h w lotach na dużej wysokości /ponyżej 10000 m/;

- spełnienie podanego niżej warunku w odniesieniu do maksymalnej wartości siły odrzutu;

a/ dla samolotów:

$$n_{\text{X}}^{\text{S}} = \frac{F \cdot 1}{m \cdot V} \leq 0,05$$

gdzie:-

$F$  [kg]. 1 [s] - jednosekundowy impuls siły odrzutu;

$m$  [kg].  $V$  [m/s] - ilość ruchu /pędu/ masy samolotu,

Odpowiada to dla samolotu "Iskra 2" wartości siły:

$F \leq 3000$  kg, gdy średni ciężar samolotu w locie bę-

dzie wynosił  $G_{\text{śr}} \geq 6000 \text{ kG}$ ;

$F \leq 2500 \text{ kG}$  gdy -jak wyżej -  $G_{\text{śr}} \geq 5000 \text{ kG}$ ;

$F \leq 2000 \text{ kG}$  gdy -jak wyżej -  $G_{\text{śr}} \geq 4000 \text{ kG}$ ;

b/ dla śmigłowców :

$$n_x^s = \frac{F}{G_{\text{śr}}} \leq 0,5$$

gdzie:

$F = F_{\text{maks}}$  [kG] - maksymalna wartość siły odrzutu;

$G_{\text{śr}}$  [kG] - średni ciężar śmigłowca w locie.

Odpowiada to dla śmigłowca typu Mi-2, a także dla jego następcy W-3 temu, że

$$F \leq 1500 \text{ kG}.$$

Ponadto, miejsce zabudowania działka na nosicielu należy tak dobierać, aby wywoływany siłą odrzutu moment względem jego środka ciężkości był równy zera /w przybliżeniu/, a w każdym razie aby działanie tego momentu mogło być skutecznie zredukowane do zera w wyniku odpowiedniego wychylenia sterów samolotu /urządzeń sterowniczych śmigłowca/. Ten ostatni warunek jest szczególnie ważny, gdy nosiciel jest uzbrojony w więcej niż jedno działko, a strzelanie odbywa się tylko jednym z nich asymetrycznie do płaszczyzny symetrii nosiciela i jego środka ciężkości. Spełnienie wymienionych warunków powinno być potwierdzone próbami kontrolno-badawczymi nosiciela broni w locie.

## 5. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Lotnictwo frontowe, w skład którego wchodzi lotnictwo myśliwskie, myśliwsko-bombowe /myśliwsko-szturmowe/, rozpoznawcze, śmigłowcowe i transportowe, długie lata pozostanie nadal nosicielem konwencjonalnych i jądrowych środków rażenia, środkiem do bezpośredniego wsparcia wojsk lądowych na polu walki, osłony wojsk i obiektów w strefie frontowej i na terytorium kraju, rozpoznania powietrznego, transportu powietrznego, oraz wykonywania szeregu innych zadań bojowych.

W najbliższych latach należy liczyć na dalszy szybki rozwój ilościowy i jakościowy lotnictwa śmigłowcowego. Możliwe jest niewielkie zmniejszenie ilości lotnictwa myśliwskiego, myśliwsko-bombowego oraz rekompensata ograniczeń ilościowych danego rodzaju lotnictwa wzrostem jakości/zdolności bojowych/pozostałych samolotów.

2. Przeprowadzona analiza potrzeb uzbrajania współczesnych i perspektywicznych samolotów i śmigłowców wskazuje potrzebę wyposażenia samolotów myśliwskich, myśliwsko-bombowych /myśliwsko-szturmowych/ i rozpoznawczych w kierowane i niekierowane rakiet klasy R-P i R-Z, bomby oraz broń lufową - 2-4 działka lotnicze, zamontowane na stałe, lub w podwieszanych gondolach, kalibru 20-30 mm, o szybkostrzelności 6000-2500 wystrz/min., zapewniające zwalczanie obiektów powietrznych i naziemnych z odległości 200-2000 m, serią jednosekundową, ze skutecznością do celów naziemnych 0,3-0,4 i do celów powietrznych 0,5-0,8. Zapas amunicji - 200-500 sztuk.

Śmigłowce szturmowe powinny być uzbrajane w kierowane/ewentualnie niekierowane/ pociski raketowe klasy R-Z i R-P, specjalne bomby oraz broń lufową - 1-3 działka lotnicze, zamontowane na stałe /1/ i podwieszane w gondolach /2/, kalibru 23-30 mm, o szybkostrzelności 1800-2400 wystrz/min. zapewniające zwalczanie obiektów naziemnych/powietrznych/ z odległości 200-2000 m serią jednosekundową, ze skutecznością 0,2-0,3 /0,4-0,6/. Zapas amunicji 150-300 sztuk.

Ponadto w kabinie na stanowiskach ruchomych dwa karabiny maszynowe /ruchome/ kalibru 12,7 mm.

Samoloty transportowe /średnie/ należy uzbrajać przynajmniej w dwa działka kalibru 20-23 mm zamontowane na ruchomym stanowisku ogonowym z przeznaczeniem do odpierania ataków z tylnej półsfery. Klasa działka i inne parametry - jak dla działek przewidywanych dla samolotów myśliwskich i myśliwsko-bombowych. Zapas amunicji zwiększony o 50-100%.

Śmigłowce transportowe i specjalne powinny być przygotowane do ewentualnego podwieszania i montowania broni lufowej:

- działka lotniczego w gondoli kalibru 20-23 mm z zapasem amunicji 150-300 sztuk. Klasa działka i inne parametry - jak dla działka przeznaczonego dla śmigłowców szturmowych;

- karabiny maszynowe kalibru 12,7 mm montowane w wypadku potrzeby w kabinie na stanowiskach ruchomych;

Samoloty szkolno-bojowe powinny być uzbrojone w niekierowane i kierowane pociski raketowe klasy P-P i P-Z oraz 1-3 działka lotnicze kalibru 20-23 mm /jedno zamontowane na stałe i dwa w gondolach/. Klasa i parametry tych działek - jak dla śmigłowców szturmowych. Zapas amunicji 100-200 sztuk.

Urządzenia celownicze w dwóch wersjach:

- pierwsze dla samolotów myśliwskich i myśliwsko-bombowych, zapewniające automatyczne wypracowywanie wszystkich poprawek z dużą dokładnością i możliwością wykorzystywania jego w różnych warunkach prowadzenia działań bojowych;

- druga dla śmigłowców, samolotów transportowych, szkolno-bojowych i innych, zapewniające półautomatyczne wypracowywanie wszystkich poprawek, z możliwością wykorzystywania jego w różnych warunkach prowadzenia działań bojowych.

3. Weryfikacja wymagań taktycznych stawianych perspektywicznym działkiem lotniczym pozwala stwierdzić, że współczesne samoloty i śmigłowce powinny być uzbrojone w uniwersalne działko kalibru 23 mm, które można będzie zamontować na stałe, lub w podwieszanych gondolach na wszystkich typach samolotów bojowych, szkolno-bojowych i śmigłowcach. Działko to powinno być produkowane w dwóch wersjach:

- dla samolotów bojowych /myśliwskich, myśliwsko-bombowych, rozpoznawczych i transportowych/ o szybkostrzelności nie mniejszej jak 3000 wystrz/min.;

- dla śmigłowców, samolotów szkolno-bojowych i innych lek-

kich o szybkostrzelności nie mniejszej jak 1800 wystrz/min.  
Działka te powinny zapewniać rażenie: obiektów naziemnych ze skutecznością 0,2 - 0,3, z odległości 200-2000 m;  
obiektów powietrznych ze skutecznością 0,3-0,4, z odległości 200-1200 m.

Zapas amunicji dla tego działka montowanego na stałe, lub w podwieszanych gondolach powinien wynosić:

- na samolotach średnio 200-250 sztuk naboju;
- na śmigłowcach i samolotach szkolno-bojowych średnio 120-150 sztuk amunicji.

Względna /wylotowa/ początkowa prędkość pocisku w początkowej fazie produkcji tego działka powinna wynosić nie mniej jak 800 m/s, po udoskonaleniach - 1000 m/s i więcej.

Współczynnik balistyczny pocisków obydwu wersji tego działka powinien wynosić 1,0-1,2.

Odchylenia prawdopodobne rozrzutu pocisków podczas strzelania z samolotów do celów powietrznych <sup>nie powinny przekraczać</sup> 0,004 odległości strzelania, a ze śmigłowców 0,005, natomiast do celów naziemnych odpowiednio 0,005 i 0,007.

Skuteczna odległość strzelania z obydwu wersji działka do celów powietrznych 200-1200 m, do celów naziemnych 200-2000 m. Odległości te odpowiadają zróżnicowanym warunkom użycia działka. Urządzenia celownicze - ~~różne~~ dla każdej wersji: dla pierwszej - automatyczne, dla drugiej - półautomatyczne. Obydwie wersje powinny zapewniać wypracowywanie wszystkich poprawek, ze stosunkowo dużą dokładnością do celów powietrznych i naziemnych w różnych warunkach atmosferycznych i porach doby.

4. Analiza wybranych wymagań techniczno-taktycznych i eksploatacyjnych pozwala stwierdzić, że samoloty typu "Lim" i Su-7 będą eksploatowane nie dłużej jak do 1985 r. Dlatego też nie należy przewidywać przeobrażania ich w nowe doskonalsze działka lotnicze.

Podstawowym typem perspektywicznego /do r.1990/ samolotu bojowego jest samolot MiG-21, na którym w podwieszanych gondolach, w przyszłości można <sup>będzie</sup> montować nowe doskonalsze działka lotnicze. Samoloty myśliwsko-bombowe typu Su-20 w przybliżeniu mogą być eksploatowane do r.1995. Na tych samolotach w podwieszanych gondolach, także można będzie montować nowe doskonalsze działka lotnicze.

Nowe działka lotnicze /o parametrach przedstawionych wyżej/ potrzebne jest niemal natychmiast do zastąpienia przestarzałych i zużytych działek NS-23 na samolotach TS-11 "Iskra" i śmigłowcach typu Mi-2, a w przyszłości do uzbrojenia nowej wersji samolotach "Iskra", śmigłowców szturmowych i innych samolotów. Względy techniczno-taktyczne i eksploatacyjne dyktują, że nowe działka lotnicze powinno być stosunkowo proste w konstrukcji, co z kolei zapewni prostotę obsługi i warunki bezpieczeństwa pracy. Trwałość działka <sup>powinna być</sup> nie mniejsza jak 4000-6000 wystrzałów. Szczegółowe wymagania eksploatacyjne przedstawione zostały w końcowej części rozdziału 4.

Dopuszczalna siła odrzutu działka powinna spełniać warunek:

a/ dla samolotów:

$$n_X^{s'} \leq 0,05 \quad \text{gdzie} \quad n_X^{s'} = \frac{F \cdot l}{m \cdot v};$$

b/ dla śmigłowców:

$$n_X^s \leq 0,5 \quad \text{gdzie} \quad n_X^s = \frac{F}{G}$$

Miejsce zabudowania nowego działka na nosicielach /samolotach, śmigłowcach/ powinno być tak dobrane, aby działający względem jego środka ciężkości moment obrotowy /pochodzący od siły odrzutu/ był możliwie najmniejszy.

5. Przedstawione propozycje dotyczące parametrów nowego działka, jego właściwości bojowych i wykorzystania jako środka rażenia podlegają powtórnej weryfikacji po upływie około 5-ciu lat, tj. po r. 1980.

Załączniki, dotyczące poszczególnych rozdziałów umieszczone zostały w kolejnej 6-tej części tego opracowania.

#### OPRACOWAŁ ZESPÓŁ:

Kier.zespołu - płk doc.dr Jerzy MACHURA .....

Członkowie: - płk dypl. Jan SAJAK .....

- płk dypl. Stefan PAWŁOWSKI .....

- ppłk mgr inż. Adam ŻACZEK .....

6. ZAŁĄCZNIKI

Dane taktyczno-techniczne współczesnych samolotów myśliwskich /przechwytyjących/

Lp	Typ samolotu	Państwo	Ciężary: W-własny P-paliwa S-startowy /kg/	Prędkości: M-maksymalna O- optymalna N-minimalna	Pułap H /m/ Zasięg L /km/	Systemy uzbrojenia			Rodzaje podwieszeń raket i bomb	Ciężar maksymalny /kg/	
						Artyleryjkie		Rakietowe i bombar- dierskie			
						Ilość punktów podwie- szeń					
						Pod kadłubem	Pod skrzy- dłami	Razem			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	MIG-21PFM /"94 H"/	ZSRR P	W-5350 P-2230 S-9320	MHo-1200 MH <sub>12</sub> -2175 O - 680 N - 730 N - 450	H-19000 LHo-550 LH <sub>11</sub> -1550	1x23 mm GSz-23E podwieszony w gondoli GP-9 w miejsce dodatkowego zbiornika pod kadłubem /200 szt.amunicji/ W/min. W/sek	P-1 B-1 <sup>xx</sup> R-0	P-2 B-2 R-2	P-3 B-2 R-2	2xR-3S; 2xRS-2US; 2xUB-16-57U z pec. S-5M lub S-5K	1500
2	MIG-21M /"96" 1 "96A"/ MIG-21MF /"96A"/	ZSRR P	W-5760 P-2210 S-9800	MHo-1300 MH <sub>12</sub> -2230 z 4xR-3S O - 910 N - 450	H-1680 z 4xR-3S H-18000 z 2xR-3S LHo-550 LE <sub>10</sub> -1295	1x23mm GSz-23 wbudowane na stałe w dolnej części w kad- łub /200 szt.amunicji/ W/min. W/sek	P-1 <sup>xx</sup> B-1 <sup>xx</sup> R-0	P-4 B-4 R-4	P-5 B-4 R-4	4xR-3S; 4xRS-2-US; 4xUB-16-57U/64 szt. S-5M lub S-5K/ 4xS-24; 4xH-66	2000
3	Isa-5	P	W-4114 P-1160 S-6229	MHo-1170 MH <sub>12</sub> -1065 O - 600 N - 350	H-16900 LHo-470 LH <sub>12</sub> -1570	1x37 mm N 37 D /40 szt. naboi/ 2x23 mm NR-23 /2x80 szt.naboi/ Montowane na stałe na lawe- cie w przedniej dolnej części kadłuba W/min W/sek	P-0 B-0 R-0	P-2 B-2 R-0	P-2 B-2 R-0	2x250 kg bomby	500
4	F-4E Phantom II F-4MK Phantom II	USA WB	W-12600 P-6500 S-20850	MHo-1460 MH <sub>12</sub> -2240 O - 670 N - 900 N - 240	H-17800	1x20 mm Vulcan, M-61A-1 montowany z lewej strony osi symetrii w kadłubie	P-5 B-5 R-2 lub 4	P-4 B-4 R-4	P-9 B-9 R-6 lub 8	6 Sparrow lub 4 Bullpup 4 Martel	8200
5	F-111A	USA	W-19000 P-10300 S-36000	MHo-1450 MH <sub>12</sub> -2660 O - 730 N - 820 N - 200	H-7000	1x20mm Vulcan M-61A montowany z lewej strony osi symetrii w kadłubie w łuku uzbrojenia	?	P-8 B-8 R-8	P-8 B-8 R-8	8 Phoenix lub Sidewinder	10000
6	F-5	USA	N-12000 P-5080 S-18145	MHo-1300 MH <sub>12</sub> -2400 O - 800 N - 240	H-20400	1x20 mm Vulcan M-61A montowany z prawej strony kadłuba w na- sadowej części skrzydła	?	?	P-9 B-9 R-4p-p	?	7575
7	Mirage F-1	P	W-7400 P-3400 S-11500	MHo-Ma-1,2 MH <sub>10</sub> -Ma-2-2 O - 860 Vmin - 230	H-18500	2x30 mm DEPA montowane w przedniej części kadłuba	P-3 B-3 R-1	P-4 B-4 R-2	P-7 B-7 R-3	2 Sidewinder lub AS-30	4000
8	Lightning F Mk.3	WB		Vmax-Ma-2	H-21000	2x30 mm ADEN /FG/ 2x30 mm ADEN montowane w dol- nej części kadłuba	P-1 B-1 R-0	P-2 B-2 R-2	P-3 B-3 R-2	2 wyrzutnie po 24NPR 48-50,8 mm lub 2 Red Top	6454

WYJASNIENIE: W ogólnej ilości punktów P podwieszeń wlicza się B-przystosowanych do podwieszania bomb oraz R-przystosowanych do podwieszania wyrzutni pocisków rakietowych.

Charakterystyka typowych obiektów pola walki przewidywanych do zwalozania przez samoloty  
 wysliwko-bombowe /wysliwko-szturmowe/ i smiglowce szturmowe /według grup A,B,C/

Grupy obiektów	Rodzaje obiektów zaseregowa- nych do poszczególnych grup		Charakterystyka obiektów	Maksymalna grubość pancerza /mm/		
	Użytkownik	Rodzaj obiektu		Kadłuba	Wieży	
Grupa A /obiekty opancerzo- ne/	USA	Czołgi	Czołg lekki M-551 "Sheridan" występuje w pancernych jednostkach rozpoznawczych /batalion-pułk/. Posiada działo - wyrzutnię przeciwpancernych pocisków rakietowych Shillelagh.	32	38	
	USA, B, D		Czołg lekki M-41 "Walker Bulldog" występuje w pododdziałach rozpoznawczych /batalionie i kompaniach/. Posiada armaty 76 mm.	32	38	
	F, H		Czołg lekki AMX-13 "Tourenne" jest podstawowym czołgiem francuskiej dywizji zmechanizowanej. Występuje w pz, pal, BZ, BZmot. Posiada armaty 75 lub 105 mm.	15	25	
	USA		Czołg średni M-48A2 "Patton" występuje na szczeblu dywizji w batalionie czołgów. Posiada armatę 90 mm.	110	178	
	USA		Czołg średni M-60 występuje w dywizji zmechanizowanej i pancernej, /w batalionie czołgów/. Posiada armatę 105 mm, a czołg M-60A posiada działo 152 mm i może strzelać pociskami starocannymi Shillelagh.	110	150	
	RFN, H, B		Czołg średni "Leopard" występuje w dywizji zmechanizowanej i pancernej w batalionie czołgów. Posiada armatę 105 mm z noktowizorem.	50	150	
	F		Czołg lekki AMX-SS-11 występuje w oddziałach zmechanizowanych: ps, pcsł, BZ, BZmot. Posiada armatę 75 mm i 4 pociski SS-11.	-	25	
	F		Czołg średni ARL-30 występuje w oddziałach dywizji zmechanizowanej i pancernej /w pcz, BZ, BPanc/. Posiada armatę 105 mm z noktowizorem.	-	25	
	WB, H		Czołg średni "Centurion" Mk-10 występuje w oddziałach dywizji /w pcz, BZ, BPanc/. Posiada armatę 105 mm.	76	150	
	WB		Czołg średni "Chieftain" występuje w oddziałach dywizji /w pcz, BZ, BPanc. Posiada armatę 120 mm z noktowizorem.	76	200	
	USA, RFN, H, D, B		Transportery opancerzone	Transporter opancerzony M-113 /pływający/ uzbrojenie: 12,7 w km lub armata 20 mm. Wersje : wóz dowodzenia /bez uzbrojenia M-577/ pod moździerz 106,7 lub 81 mm, miotacz ognia, pod pociski ppanc Entac lub SS-11, pod stacją radiolokacyjną i jako most szturmowy. Występuje w batalionach /bpc, bez, br/.	45	-
	RFN			Transporter opancerzony HS-30 "Lang". Uzbrojenie 20 mm armata 7,62 mm KM. Wersje : wóz dowodzenia, RPO, pod moździerz 81 lub 120 mm, pod działo bo 106 mm, z dwoma wyrzutniami rakiet ppanc SS-11, do transportu rannych.	30	-
	Transporter opancerzony "Harder". Uzbrojenie 20 mm armata 2x7,62 mm KM. Występuje w oddziałach dywizji zmechanizowanych i pancernych /w bpc, BZ/.					
F	Samochody pancerne	Samochód pancerny BRP występuje w jednostkach rozpoznawczych. Uzbrojenie: armata 75 mm lub 90 mm oraz 3 KM-7,5 mm	16-40	25-40		
WB		Samochód pancerny F.V.610C "Saladin" Mk-2. Występuje w pancernych oddziałach rozpoznawczych. Uzbrojenie: 76 mm armata, 2x7,62 mm KM	19	-		

1	2	3	4	5	6
	USA, B, H	Artyleria samobieżna	Samobieżna hałbica 105 mm M-108 zbudowana na podwoziu transportera opancerzonego M-113. Występuje w dywizjonach artylerii. W brygadzie jest 18 haubic.	32	-
	F		Samobieżna hałbica 105 mm AMX-105B zbudowana na podwoziu czołgu AMX-13. Posiada obracalną wieżę. Występuje w pułkach artylerii BZ. Jest przystosowana do prowadzenia ognia na wprost.	15	25
	USA, R, D, H, RFN		Samobieżna hałbica 155 mm M-109. Występuje w dywizjonach artylerii /korpuśnych, dywizyjnych i brygadowych/. Jest przystosowana do strzelania amunicją jądrową. W skład dywizjonu wchodzi 3 baterie po 6 haubic. Rozwija się w odległości ok. 3 km od przedniego skraju na powierzchni 2,5-3,5x2km. Elementy ugrupowania 3 baterie ogniowe, bateria dowodzenia, bateria obsługi i stanowisko dowodzenia dywizjonu.	64	110
	USA, WB, RFN, H		Samobieżna armata 175 mm M-107. Występuje w kłpusie w składzie dywizjonów po 12-18 armat oraz dywizji /RFN/ w składzie pułku 2 baterie 12 armat. Jest przystosowana do strzelania amunicją jądrową. Rozwija się 6-8 km od przedniego skraju na powierzchni 4-6x2-4 km, odstępy między bateriami do 1,5 km. Elementy ugrupowania: 3 baterie ogniowe, bateria dowodzenia, stanowisko dowodzenia i bateria obsługi.	64	110
	USA, RFN, B, WB, H		Samobieżna hałbica 203 mm M-110. Występuje w kłpusie w składzie dywizjonów po 12 haubic i w składzie dywizji po 6 haubic. Jest przystosowana do strzelania amunicją jądrową. Rozwija się w odległości 4-8 km od przedniego skraju na powierzchni 4-6x5-6 km. Elementy ugrupowania dywizjonu: 3 baterie ogniowe, stanowisko dowodzenia, bateria dowodzenia i bateria obsługi.		
	RFN	Artyleria przeciwpancerna	Samobieżna armata przeciwpancerna 90 mm "Widder". Występuje w batalionach piechoty zmechanizowanej - 8 szt. i kompaniach przeciwpancernych brygady zmechanizowanej - 12 szt. W BPZmot występuje dywizjon ppanc w składzie 3 baterii po 16 dział. Jest przystosowana do ferowania przeszkód wodnych.		
	USA		Samobieżne działo bezodrzutowe 106 mm "Ontos" występuje w dywizjonach artylerii przeciwpancernej DPM /3 kompanie po 15 szt./.		
	WB		Samobieżne działo bezodrzutowe 120 mm "Wombat". Występuje w batalionach zmechanizowanych po 6 dział. Montowana jest na samochodzie lub transporterze opancerzonym "Trojan".		
	RFN	Artyleria przeciwlotnicza samobieżna	Samobieżna armata przeciwlotnicza podwójnie sprzężona 35 mm zamontowana na podwoziu czołgu "Leopard".	50	150
	F		Samobieżna armata przeciwlotnicza podwójnie sprzężona 32 mm zamontowana na podwoziu transportera opancerzonego.	30	-
			Samobieżna armata przeciwlotnicza podwójnie sprzężona AMX-30 mm. Występuje w pułkach artylerii plot. dywizji zmechanizowanej. Jest zbudowana na bazie czołgu AMX-13, przystosowana do prowadzenia ognia w ruchu do celów powietrznych i naziemnych. Posiada radiolokacyjną stację artyleryjską.	15	25
	USA		Samobieżna armata przeciwlotnicza podwójnie sprzężona LVTAAX-2 40 mm. Zabudowana na podwoziu transportera opancerzonego M-113.	31	-
	USA, RFN		Samobieżna armata przeciwlotnicza podwójnie sprzężona M-42 "Duster" 40 mm. Zabudowana na podwoziu czołgu lekkiego M41A2. Występuje w dywizji - "dywizjon oraz brygadach zmechanizowanych i pancernych baterii.	32	38
Grupa B /obiekty słabo opancerzone/	H	Wozy bojowe piechoty	Transporter opancerzony DAF UP-408. Uzbrojenie 12,7 mm WKM. Występuje w pododdziałach piechoty zmechanizowanej brygad zmechanizowanych i pancernych.	16	-
	WB		Transporter opancerzony F.V.432 "Trojan" /pływający/. Uzbrojenie KM-7,62 mm. Wersje: do przewozu drużyny piechoty, pod moździerz 81 mm lub działo bo. 120 mm, jako wóz dowódcy, do transportu rannych, zaopatrzenia i jako czołówka naprawcza. Występuje w batalionach piechoty smotoryzowanej BZ, pcz, pa.	16	
	WB		Samochód pancerny "Ferret" Mk 1/1. Jest pojazdem łącznikowym i rozpoznawczym. Występuje w BZ, pcz, pa. Uzbrojenie: KM-7,62 mm, wersja Mk-2 posiada 2 wyrzutnie pocisków rakietowych "Vigilant".	12	-
	WB		Samobieżna hałbica 105 mm F.V 433 ABROT. Jest zbudowana na podwoziu transportera opancerzonego "Trojan". Posiada wieżę obrotową. Występuje w artylerii. BZ.	16	

1	2	3	4	5	6
	F		Samochód pancerny AML H-90-7 "Panhard". Jest na wyposażeniu pułków rozpoznawczych OTK i 11 IDJ. Występuje jako wóz bojowy lub dowódczy może posiadać następujące uzbrojenie: 60 mm moździerz i ZEM 7,5 mm; 60 mm moździerz i LKM 12,7 mm; 75 mm lub 90 mm armata i 1 KM 7,5 mm	10	15
Grupa C /obiekty nie opancerzo- ne/	USA, B, F, H, RFN, WB	Wyrzutnie rakieto- we klasy "ziemia- ziemia"	Wyrzutnie pocisków raketowych "Honest John" lub "Jance" występują w dywizjach. Dywi- zjon posiada 2-3 baterie po dwie wyrzutnie w baterii. Rozwija się 6-8 km od przedniego skraju. Bateria na powierzchni 1x0,4 km, dywizjon 2 baterijny, 2,5x1 km, 3 baterijny 1,5-5 km. Elementy ugrupowania: baterii - punkt dowodzenia, sekcje, ogniowe, punkt obsługi technicznej; dywizjonu: - stanowisko dowodzenia, baterie ogniowe, bateria dowodzenia i obsługi, rajon środków transportowych.		
	USA, RFN		Wyrzutnie pocisków raketowych "Sergeant" występują w korpusach. Podstawową jednostką jest dywizjon. Rozwija się 30-60 km od przedniego skraju na powierzchni 15-20x30 km. Odstęp między bateriami ogniowymi wynoszą 5-10 km. Elementy ugrupowania: stanowisko dowodzenia, z baterie ogniowe, bateria dowodzenia i obsługi. Ugrupowanie dywizjonu osłania bateria do dywizjonu pocisków plot. Hawk lub dąpłot /Chaparral, Vulcan, duster, Redeye/.		
	USA, RFN		Wyrzutnie pocisków raketowych "Pershing" występują w armii /grupie armii/ /3 dywizjon/ oraz grupie lotnictwa w składzie skrzydeł /3 dywizjon/. Podstawową jednostką jest dy- wizjon składający się z 9 baterii każde po jednej wyrzutni. Rozwija się 80-160 km od przedniego skraju w rejonie 20-30x20 km. Odstęp między bateriami ogniowymi wynoszą 10-14 km. Ugrupowanie: zasadnicze i 1-2 zapasowe stanowiska startowe dla wyrzutni, punkt dowodzenia, punkt obsługi technicznej; dywizjonu: stanowisko dowodzenia, 4 baterie /klucze/, bateria dowodzenia, bateria obsługi.		
	USA, B, D, F, H, RFN	Wyrzutnie raketowe klasy "ziemia- powietrze"	Wyrzutnie przeciwlotniczych pocisków raketowych "Hawk" występują w armii polowej, w dywizjach lotniczych RFN i korpusach B i H. Podstawowym pododdziałem jest bateria 9 wy- rzutni /6 samolotnych i 3 na przyczepach/. 3 baterie tworzą dywizjon polowy półstacjo- narny lub stacjonarny. Dywizjon rozwija się 10-15 km od przedniego skraju do ok. 180 km w głąb. Baterie rozwijają się w odległościach 18-36 km, w promieniu 25-45 km od osłania- nego obiektu. Bateria Hawk rozwija się na powierzchni 300-500x300-500 m. Elementy ugrup- owania: 2 sekcje ogniowe po 3 wyrzutnie, stanowisko dowodzenia i punkt obsługi technicznej. Czas rozwinięcia baterii 15 minut, zwinienia - 30 minut.		
USA	Artyleria polowa /ciężka/ i raketowa		Wyrzutnie przeciwlotniczych pocisków raketowych "Nike Hercules" występują w armii i grupie armii. Podstawową jednostką jest dywizjon składający się z 3-4 baterii każda w składzie 12 wyrzutni. Baterie rozwijają się w odległościach 25-50 km na powierzchni 40-48 ha. Ele- menty ugrupowania baterii: 3 sekcje ogniowe po 4 wyrzutnie, stanowisko dowodzenia, stacja kierowania ogniem i punkt obsługi technicznej.		
RFN			Hałbica/holowana/ M-102-105 mm znajduje się w wyposażeniu powietrzno-desantowych jednostkach W BRP dywizjon w składzie 3 baterie po 6 hałbic. Armata /holowana/ M-59-155 mm występuje w dywizjach mobilizowanych.		
USA, RFN, B, H, D	Sprzęt radioloka- cyjny		Wyrzutnie raketowe "Wengemann" 110 mm. Wyrzutnia posiada dwa zespoły po 18 przewodnic oraz 1x7,62 mm km. Osien wyrzutni tworzy baterię. Amunicja odłamkowa, odłamkowo-burząca, che- miczną. Wyrzutnie są ugrupowane w dywizjonach artylerii raketowej /2 baterie/ pułków artylerii mieszanej dywizji zmecchanizowanych i dywizji pancernych.		
USA, RFN, B, H, F			Radiolokator AN/MPQ-35 do wykrywania celów na dużym pułapie. Występują w baterii Hawk. Radiolokator AN/MPQ-34 do wykrywania celów na niskim pułapie. Występuje w baterii Hawk. Radiolokator AN/MPQ-33 do opromieniania celów w baterii Hawk.		
USA, RFN, B, H			Stacja radiolokacyjna AN/MPQ-10 służy do wykrywania artylerii na 50 oraz do poprawiania star- tu pocisków "Honest John". Rozwija się 8-16 km od rubieży styczności wjeżdżając w terenie otwartym, skład 2 samochody ciężarowe, jednoosobowa przyczepa /agregat/, przyczepa z urzą- dzeniem antenowym.		
			Ruchoma radiolokacyjna stacja wykrywania AN/GPS-4. Wchodzi w skład posterunków dowodzenia i prowadzenia lotnictwa taktycznego. Rozwija się na płaszczyźnie o wymiarach 100x100 m. Skład: ruchoma platforma z systemem antenowym; dwa składane półcylintryczne pomieszczenia		

1	2	3	4	5
	WB USA		ok. 16 samochodów /8 krytych/, jeden ciągnik. System antenowy zamontowany jest na czworokątnej platformie holowanej. Wymiary reflektora: wysokość do 4 m, szerokość ok. 1,2 m. Stacja radiolokacyjna wykrywania celów wysoko lecących AMES 14/Mk-8. Stosowana jest na posterunkach wykrywania i naprowadzania lotnictwa. Rozmieszcza się na dwuosiowej platformie holowanej. Wymiary: szerokość dolnego reflektora ok. 5 m, wysokość stacji ok. 4,5 m. Trójwymiarowa stacja radiolokacyjna AN/TPS-43. Jest wykorzystywana do pracy w systemie dowodzenia lotnictwem taktycznym TACS /407 1/.	
	USA	Sprzęt stanowisk dowodzenia i łączności	Ośrodek przetwarzania informacji zautomatyzowanego systemu dowodzenia TOS, Występuje w dywizji, korpusie i armii polowej. Jest rozmieszczony w pobliżu stanowisk dowodzenia. Urządzenie zautomatyzowanego systemu DSU/GSU. Występuje w dowództwach tyłów związków i oddziałów wojsk lądowych. Służy do zautomatyzowanego naliczania potrzeb oddziałów w części zamienne. Jest rozmieszczane w rejonie tyłowego stanowiska dowodzenia. Ruchoma stacja radioliniowa AN/GRC-50. Występuje w korpusie i dywizji. Posiada 24 kanały telefoniczne. Ruchoma stacja radioliniowa AN/TRC-24. Występuje w dywizji, korpusie i armii. Zapewnia łączność na odległość 40-50 km. Może być wykorzystywana z urządzeniami retransmisyjnymi. Ruchoma stacja radioliniowa QR-MH-8. Występuje w związkach taktycznych. Jest instalowana na jednym samochodzie ciężarowym. Ruchoma radiostacja lotnicza "Signals Body" Mk-1. Jest przeznaczona do utrzymywania łączności radiowej z lotnictwem w powietrzu. Stacja łączności AN/MSC-58. Pracuje w zakresie fal decymetrowych. Zabezpiecza łączność foniczną, dalekopisową i przekazywanie sygnałów alarmowych. Jest wyposażona w antenę osmiokątną wielkości 2,1 m. Stacja jest przewożona na samochodzie osobowo-terenowym.	
	USA, RPK, B, E, F WB USA			
	F WB F WB F	Sprzęt transportowy	Samochód osobowo-terenowy M-201 /Zabiera 4 ludzi lub 500 kg ładunku/ Samochód ciężarowy 1-1,5 t /zabiera 12-14 ludzi/ Samochód ciężarowy 4 t /zabiera 20 ludzi/ Samochody ciężarowe 10 i 20 t. Samochód cysterna 10.000 l.	
		Sprzęt lotniczy	Samoloty bojowe, transportowe, łącznikowe, śmigłowce	
	USA	Sprzęt pływający	Wtiry desantowe LCM-8 /D-22-25, S-6,4, Z do 1,5/; LCM-3 /D-15,2 Sz-4,3/; LCVP /D-10,9, Sz-3,21/.	
	USA		Samochody pływające LARC-5, LARC-15, LARC-60	

Dane taktyczno-techniczne współczesnych samolotów myśliwsko-bombowych /szturmowych/

Lp	Typ samolotu	Państwo	Ciężary: W-własny P-paliwa S-startowy /kg/	Prędkości: M-maksymalna C- optymalna N-minimalna /km/godz./	Pułap E /m/ Zasięg L /km/	Systemy uzbrojenia			Rodzaje podwieszeń raket i bomb	Ciężar maksymalny /kg/			
						Artyleryjskie					Rakietowe i bombowe		
						Ilość punktów podwieszeń					Pod kadłubem	Pod skrzydłami	Razem
1	Su-7BM Su-7BML	ZSRR P	W-8320 P-3220 S-15090	MHo-1150 MH <sub>11</sub> -2230 O - 800 N - 450	H-18200 LHo-550 LH <sub>15</sub> -1950	2xNR-30 mm wbudowane w nasady skrzydeł przy bokach kadłuba /2x65 szt./ amunicji/ W/min. W/sek.	P-2 B-2 R-2	P-2 B-2 R-2	P-4 B-4 R-4	2 lub 4 podwieszenia pocisków p-2 lub bomb 4x100-500 kg lub 1 bomba specjalna 4xUB-16-57u /64x5 m lub 5K/ /4xAPU-14u /28x-S-3K/ 4xPU-12-40u /4xS-24/	2000		
2	Su-7BML- -H	ZSRR P	W-8320 P-3220 S-15090	MHo-1150 MH <sub>11</sub> -2230 O - 800 N - 450	H-17200 LHo-560 LH <sub>10</sub> -1100	Jak wyżej	P-2 B-2 R-2	P-4 B-4 R-4	P-6 B-6 R-6	6xUB-16-57u /96xS-5K/ 6xAPU-14u/42xS-3K/ 6xAPU-120-40u/ /6xS-24/ lub 4x500+2x250 bomb	2500		
3	Su-20	ZSRR P	W-9850 P-3700 S-17760	MHo-1300 MH <sub>12</sub> -2230 O - 600 N - 400	H-17000 LHo-1250 LH <sub>11</sub> -2400	2xNR-30 mm wbudowane w nasady skrzydeł przy bokach kadłuba /2x80 szt.amunicji/. Mogą być podwieszane 2 lub 4 gondole UR-23-250, a w każdej działko GSz-23L mm /250 szt.amunicji/ na działko. W/min W/sek	P-4 B-4 R-2	P-4 B-4 R-4	P-8 B-8 R-6	Pociski kierowane: 2 lub 4xAPU-12M2 /2 lub 4xR-3S lub K-3D/. Pociski niekierowane: 6xPU-12-40U/6xS-24/ 6xUB-16-57U/96xS-5K/ 6xUB-32A-1/192xS-5Y/	4000		
4	Lim-6bis	P	W-4223 P-1160 S-6642	MHo-1120 MH <sub>10</sub> -1030 O - 600 N - 350	H-16000 LHo-915 LH <sub>10</sub> -1470	1xN-37D mm /40 szt.amunicji/ 2xNR-23 mm /2x80 szt.amunicji/ Montowane na stałe na lawecie w przedniej dolnej części kadłuba W/min. W/sek	P-0 B-0 R-0	P-4 B-2 R-2	P-4 B-2 R-2	2xMars-2 z pociskami p-p-2xS-5M/32 szt./ p-x-2xS-5K/32 szt./ 2x50-250 kg bomb	740		
5	F-4D Phantom II	USA	W-12603 P-6500 S-20850	MHo-1460 MH <sub>2</sub> -2240 O - 670 N - 240	H-17800	1x20 mm Vulcan W-61A-1 Montowany z lewej strony osi symetrii w kadłubie	P-5 B-5 R-2 lub 4	P-4 B-4 R-4	P-9 B-9 R-6 lub 8	6 Sparrow lub 4 Bullpup 4 Martel	8200		
6	F-5E Tiger II	USA	W-4500 P-2010 S-11225	MHo-1240 MH <sub>11</sub> -1700 O - 615 do 900 N - 240	H-15600	2x20 mm M-39. Montowane w przedniej części kadłuba /2x280 amunicji/	P-1 B-1 R-0	P-6 B-4 R-4	P-7 B-5 R-4	?	2810		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	A-10	USA	W-8635 P-4830 S-20665	MHo- 725 MH <sub>15</sub> -713 O - 555 N - 220		1x30 mm GAU-8/A montowane w przedniej części kadłuba /1350 szt.amunicji/	P-1 B-1 R-0	P-10 B-10 R-10	P-11 B-11 R-10	?	7230
8	Harrier	WB	W-5533 P-3000 S-11340	MHo-1186 MH <sub>11</sub> -1340 O - 850 N - 0	H-15240	2x30 mm ADEN /PG/ lub 1x30 mm ADEN pod kadłubem	P-3 B-3 B-3	P-4 B-4 R-4	P-7 B-7 R-7	2 Martel	2270
9	Jaguar	F	W-6800 P-2400 S-15500	MHo-1350 MH <sub>11</sub> - 1800 O - 750 O - 900 N - 220	H-14300	2x30 mm DEFA 553 w wersji francuskiej 2x30 mm ADEN w wersji brytyjskiej. Montowane w przedniej części kadłuba /2x150 szt.amunicji/	P-1 B-1 R-1	P-4x2 B-4 R-4x2	P-5x2 B-5 R-4x2	4AS-30 lub Sidewinder lub 2AS-37	4500
10	Alpha Jet	F, RFE	W-3152 P-1415 S-7000	MHo-1050 O - 550 N - 220	H-13950	1x30 mm DEFA /PG/ lub 1x27 mm MAUSER /150 szt.amunicji/	P-1 B-1 R-0	P-2/4/ B-2/4/ R-2/4/	P-3/5/ B-3/5/ R-2/4/	?	2235

WYJASNIENIE: W ogólnej ilości P podwieszonych mieści się B przystosowanych do podwieszania bomb oraz R przystosowanych do podwieszania wyrzutni rakietowych.

## Dane taktyczno-techniczne współczesnych samolotów rozpoznawczych

Lp	Typ samolotu	Państwo	Ciężary: W-własny P-paliwa S-startowy /kg/	Prędkości: V-maksymalna C- optymalna N- minimalna /km/godz/	Pułap H /m/ Zasięg L /km/	Systemy uzbrojenia			Rodzaj podwieszeń raket i bomb	Udźwig maksymal- ny /kg/	
						Artyleryjskie	Raketowe i bombowe				
							Pod kadłubem	Pod skrzydłami			Razem
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	SU-20R	ZSRR P	W-9850 P-3700 S-17760	MHo-1300 MHo-2230 C - 600 N - 350	H-17000 LHo-1250 LH <sub>11</sub> -2400	2xNR-30 mm wbudowane w nasady skrzydeł przy bokach kadłuba 2 lub 4 gondole UFK-23-250, a w każdej działce GSz-234 mm	P-4 B-4 R-2	P-4 B-4 R-4	P-8 B-8 R-6	6x500+2x250 kg bomb lub 8x250 kg bomb lub 6xUB-16 lub 6xPU-12-40X /S-24/	4000
2	IAn-5R IAn-6R	P	W-4114 P-1160 S-6229	MHo-1170 MH <sub>12</sub> -1065 C - 600 N - 350	H-6900 LHo-470 LH <sub>12</sub> -1570	1xN-37D mm 2xNR-23 mm Montowane na stałe na lawecie w przedniej części kadłuba	P-0 B-0 R-0	P-2 B-2 R-0	P-2 B-2 R-0	2x100-250 kg bomby	500
3	IAn-2R	P	W-3800 P-760 N-5950	M-1070 C-550 N-350	H-15500 LHo-657 LH <sub>10</sub> -1502	2xNR-23 mm /2x75 szt amunicji/	P-0 B-0 R-0	P-2 B-2 R-0	P-2 B-2 R-0	2x100-250 kg bomby	500
4	TS-11R "Iskra"	P	W-2596 P-985 S-3763	M-722 C-450 N-300	H-11140 LHo-560 LE-1270	1xNS-23 mm /80 szt. amunicji/	P-0 B-0 R-0	P-2 lub 4 R-2	P-2 B-2 lub 4 R-2	2 lub 4 Mars-3 /8xS-5M/ 2 lub 450 kg bomby	200
5	RF-4C, E, M Phantom	USA, RFN WB	W-12600 P-6500 S-20850	M-2240 C-670 N-240	H-17800	1x20 mm Vulcan M-61A-1	P-5 B-5 R-2 lub 4	P-4 B-4 R-4	P-9 B-9 R-6 lub 8	6 sparrow 4 Bullpup 4 Martel	8200
6	Mirage IIIR		W-7050 P ? S-13500	M-2350	H-20000 L-1800	2x 30 mm DEFA	P-0 B-0 R-0	P-4 B-4 R-2	P-4 B-4 R-2	2 wyrzutnie /Matra 511 lub 530/ 2 Sidewinder lub 2 AS-30	1200

WYJAŚNIENIE: W ilościach punktów podwieszeń P uwzględniono z tego B - przystosowanych do podwieszania bomb oraz R - przystosowanych do podwieszania wyrzutni raketowych

Tabela 2.5

## Dane taktyczno-techniczne współczesnych śmigłowców

Lp	Typ śmigłowca	Państwo	Ciężary: W-własny P-paliwa S-strato wy /kg/	Prędkości: M-maksymalna O-optymalna N-minimalna /km/godz/	Pałap H/m/ Zasięg L/km/	Systemy uzbrojenia		Rodzaje dodatkowego wyposażenia/uzbrojenie, celowniki/przewoźny ładunek i inne	Ciężar maksymalny /kg
						Artyleryjskie	Rakietowe		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						ŚMIGŁOWCE SZTURMOWE /UZBROJONE/			
1	Mi-2	P	W-2350 P- 465 S-3550	M-205 O-180 N - 0	H-4000 L- 280	1xNS-23 mm /100 sztuk amunicji/ montowane z lewej strony na zewnątrz kabiny	2xmars-2 /zasobniki/ montowane na bocznych wysięgnikach /2x16 S-5M lub S-5K/ lub 4xppk 9M 14M "Malutka" montowane na wyrzutniach umieszczonych na bocznych wysięgnikach /dołatkowo 4 PPK "Malutka" przewożone w kabine/	2x wyrzutnie PIORUN z bombami kulowymi /120 szt./	700
2	Mi-24	ZSRR	?	M-280 O-220 N - 0	H-4500 L- 480	1xNS lub NR-23 mm jednolufowe	8xUB-16/8x16=128 S-5K lub S-5K/ lub 4xUB-16 oraz 4xPPK "Malutka"	?	3000
3	AH-1G Huey Cobra	USA	W-2500 P- - S-3900	M-350 O-280 N - 0	H-6096 L- 600	1x30 mm dwulufowe XM-130 lub 1x20 mm trzylufowe Vulcan M-61. Obydwie wersje działek zamontowane są w obrotowej wieży	4 zasobniki z 7 lub 19 NPR-70 mm lub 2 zasobniki każdy z 3-4 PPK TOW	?	900
4	AH-56A Cheyenne	USA	W-5300 P- - S-7700	M-410 O-389 N - 0	H-7925 L-1410	1x30 mm dwulufowe XM-130 lub 1x20 mm trzylufowe M-61 Vulcan zamontowane w wieży obrotowej	2 zasobniki z 7 lub 19 NPR-70 mm 2 prowadnice każda 3-8 PPK TOW	Zautomatyzowany system celowania /dalmierz laserowy teleskop, przelicznik centralny/	5443
5	Alouette III SA-3164	F	W-1100 P- - S-1900	M-212 O-194 N- 0	H-6050 L- 580	1 x 20 mm	4PPK SS-11 lub 2 SS-12 lub 2 zasobniki NPR po 18 lub 36 pocisków	Celownik półautomatyczny	1050
	Gazelle SA-341	F	W-800 P- - S-1600	M-270 O-250 N- 0	H-6700 L-720	- " -	- " -		630

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						SMIGLOWCE DESANTOWO-TRANSPORTOWE			
6	W-3	P		M-260 O-220 N- 0				12 pasażerów lub 18 żołnierzy	1800
7	Mi-8	ZSRR P	W-7500 P-1450 S-12000	N-250 O-180 N- 0	H-4500 L- 640	nie posiada	4xUB-16-57u /64 szt. S-5M lub S-5K/	4x50-500 kg bomby zamiast rakiet Celownik FKJ 28 pasażerów lub 24 żołnierzy	4000
8	Mi-6	ZSRR	W-12000 P- S-40500	M-300 O-250 N- 0	H-4500 L-1050	nie posiada	nie posiada	65 pasażerów lub 60 żołnierzy	12000
9	H-34	USA RFN	W-3500 P- 750 S-5900	M-200 O-156 N- 0	H-2900 L- 400	2 x 20 mm	2 zasobniki z NPR-70 mm /Razem ok.40NPR/ 2 torpedy Mk 43 lub 2 bomby głębinowe LULU	16-18 pasażerów	2850
10	CH-53	USA RFN	W-11000 P-2400 S-16510	?	H-6210 L-1000	nie posiada	nie posiada	38-64 pasażerów Posiada urządzenie do pobierania paliwa w powietrzu	5860
11	Wessex HAS Mk12	WB F	W-3450 P-1364 S-5700	M-212 O-195 N- 0	H-4320 L- 650		4xPKK SS-11 lub do 100 kg bomb lub torped	16 pasażerów	1820
12	SUPER FRELON SA-321B	F	W-6300 P-4000 S-12000	M-265 O-245 N- 0	H-3700 L- 625		8 min po 250 kg lub 8 bomb o łącznym ciężarze do 5500 kg	30 pasażerów	5680
13	Puma SA-330	P, WB	W-3700 P-1300 S-6400	M-290 O-270 N- 0	H-5800 L- 520	nie posiada	nie posiada	18 pasażerów	2750
14						SMIGLOWCE SPECJALNE /WIELOZADANIOWE/			
	Mi-2 wersja wielozadaniowa	P ZSRR	W-2350 P- 465 S-3550	M-205 O-190 N- 0	H-4000 L- 280	1xNS-23 mm 2 z podwójnie sprężone PKT w miejsce Mars-2		Urządzenie FED-3 dla potrzeb dowo- żenia lub DPS-68 /rengenometr/	
15	Mi-2 wersja 55A lub 55B	P	W-2350 P-465 S-3550	M-205 O-180 N- 0	H-4000 L-370	Wersja 55A posiada: dźwig do podnoszenia ciężarów na pokład, drabinka sznurowana, leżak dla chorego, tratwa ratunkowa, radiokompas, butla tlenowa, walizka z lekami, termosy.		Na podwieszeniach zewnątrznych dwie bomby oświetlające	
				M-205 O-180 N- 0	H-4000 L-410	wersja 55B posiada: wyposażenie jak wersja 55A		Na podwieszeniach zewnątrznych 6 bomb znakujących	
16	UH-1B JROQUOIS wielozadaniowy	USA RFN	W-2000 P-625 S-3900	M-222 O-200 N- 0	H-5800 L-408	M-3, M-5, M-6, M-22, M-23, M-75, XM-14, XM-16, XM-21, XM-30, XM-158	?	7 pasażerów	1900
17	UH-1D wielozadaniowy	USA RFN	W-2000 P-625 S-4300	M-222 O-200 N- 0	H-5800 L-530	Systemy uzbrojenia jak UH-1B	?		2200

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
18	WESTLAND /WG-13/ wielozadaniowy	WB,F	W-2000 P-1036 S-3900	M-296 O-256 N- 0	H-3048 L-870	?	2-4 PPK SS-11, SS-12 lub Swingfire	11 pasażerów	742	
19	Alouette III SA-3160 Gazelle SA-341 PUMA SA-330		Są to śmigłowce wielozadaniowe występują w wielu wersjach jako śmigłowce obserwacyjno-łącznikowe, sanitarne, ratownicze itp. Dane taktyczno-techniczne są w zasadzie takie same jak podane wyżej pod pozycją 5,13							

Tabela 2.6

Dane taktyczno-techniczne współczesnych samolotów transportowych, szkolno-bojowych i łącznikowych

Lp	Typ samolotu	Państwo	Ciężary: W-własny P-paliwa S-startowy /kg/	Prędkości: M-maksymalna O-optymalna N-minimalna /km/godz/	Pułap H/m/ Zasięg L/km/	System uzbrojenia			Rodzaj podwieszeń raket i bomb	Ciężar maksymalny	
						Artyleryjskie	Rakietowe i bombowe				
							Ilość punktów podwieszeń				
8	9	10	11	12							
SAMOLOTY TRANSPORTOWE											
1	AN-12B	ZSRR P	W-30500 P-8000 S-61300	M-640 O-580 N-163	H-10200 L-3600	2 x AM-23 mm	-	P-2 B-2	P-2 B-2	2x100 kg bomby /światlne/	20000
2	AN-12	ZSRR P	W-30500 P-8000 S-61300	M-640 O-580	H-10200 L-4000	2 x AM-23 mm		P-2 B-2	P-2 B-2	2x100 kg bomby /światlne/	14000
3	AN-26	ZSRR P	W-13000 P-5500 S-24000	M-540 O-430 N-150	H-7500 L-2550	-		P-2 B-2	P-2 B-2	jak wyżej	5500
4	C-141A	USA	?	M-917 O- N-	H-12600 L-5565	?	-	-	-	-	39000
5	C-130 Hercules	USA, WB	?	M-620	H-7000 L-4000	?	-	-	-	-	20000 27000
6	VC-10	WB	?	M-987 O- N-	H-13720 L-6275	?	-	-	-	-	7300
7	Narathas	RFN, P	?	M-440 O- N-	H-7500 L-1200	?	-	-	-	-	7300
SAMOLOTY SZKOLNO-BOJOWE											
8	SBLin-1 SBLin-Art	P	W-3690 P-796 S-5044	M-1050 O-550 N-350	H-15500 L-650 L-1279	2xNR-23 mm /2x75 szt.amunicji/	P-0 B-0 R-0	P-2 B-2 R-0	P-2 B-2 R-0	2x100-250 kg bomb	500
9	SBLin-2 SBLin-Art.	P	W-3800 P-760 S-5950	M-1070 O-550 N-350	H-15500 LHo-657 LH <sub>10</sub> -1502	2xNR-23 mm/2x75 szt.amunicji/	P-0 B-0 R-0	P-2 B-2 R-0	P-2 B-2 R-0	2x100-250 kg bomb	500
10	TS-11SB TS-11 Art.	P	W-2596 P-985 S-3763	M-722 O-450 N-300	H-11140 LHo-560 LH <sub>10</sub> -1270	1xNS-23 mm/80 szt.amunicji/	P-0 B-0 R-0	P-2 B-2 R-2	P-2 B-2 R-2	2x Mars-3/8xS-5M/	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Iskra 2 /projekt/	P	?	M-1150	Hp-15000 L 900	Projekt: 1 lub 2 działka kalibru 23-30 mm z zapasem 200 szt.naboi	?	?	P-6	Projekt: różne wa- rianty uzbrojenia rakietowego, bom- bowego	
12	HS-1182 HAWKER SIDDELEY	WB	S-7080	M-1100	-	1x30 mm działko	P-1 B-1 R-1	F-4 B-4 R-4	R-5 B-5 R-5	Różne warianty G <sub>max</sub> -2000 kg	
13	TA-501 ALPHA-JET	RPN-Pr	S-4500	M-1050	H-14640	1x30 mm działko 150 szt. naboł	-	-	-	Różne warianty max po 450 kg na każdym zamku	
<u>SAMOLOTY ZACZNIKOWE</u>											
14	Jak-12	P	S-1588	M-245	H-4160	-	-	-	-	-	525
15	WINGA-PZL-104	P	S-1270	M-205	H-4300	-	-	-	-	-	400

WYJASNIENIE: W rubrykach 8,9 i 10 podano:

P - ilość punktów podwieszeń ogólna pod kadłubem, pod skrzydłami i razem

B - ilość punktów /z ogólnej P/ przystosowanych do podwieszania bomb

R - ilość punktów /z ogólnej P/ przystosowanych do podwieszania wyrzutni rakietowych

Charakterystyka uzbrojenia lufowego współczesnych samolotów i śmigłowców

lp	Nazwa działki i kaliber	Typ samolotu, śmigłowca, na którym jest zamontowane	Ilość działek danego typu montowanych na nośniku	Szybkostrzelność /Strz./min/	Prędkość początkowa pocisku /m/s/	Ciężar pocisku /g/	Ciężar działki /kg/	Zapasy amunicji /szt./	Uwagi
1	GSz-23 23 mm	MiG-21 FPM SU-20	1 2-4	3000-3400	720	174	50	200	
2	GSz-23 23 mm	MiG-21M 1 MF	1	3000-3400	720	174	50	200	
3	M-37D 37 mm	Liu-5, Liu-6 Liu-6bis	1 1	400	690	758	103	40	
4	M-23 23 mm	Liu-5, Liu-6 Liu-6bis, SBLiu-1 12	2 2	800-950	690	199	39	2 x 80	
5	M-30 30 mm	SU-7BM, SU-7B2K, SU-20	2	850	780	400	67	2 x 65	
6	M-23 23 mm	AN-12, AN-12B	2	1330	680	174	46	2 x 350	
7	M-23 23 mm	TS-11R, TS-11SB M-2	1 1	500-590	680	199	38	80 100	
8	M-61 A-1 Falcon 20 mm	P-4E, P-111, P-15 P-16 i P-18	1 sześciolufowa	6000	1036	0,103	120	500-2000	Napęd elektryczny lub hydrauliczny. Załadunek taśmowy
9	M-61 Falcon 20 mm	AH-1G, AH-1B AH-56A	1 trzylufowa 1 trzylufowa	4000	1036	0,104	136	2000	Napęd elektryczny lub hydrauliczny
10	Aden-30 30 mm	Lightning Harrier	2 1-3	1200	620	?	?	2-3 x 150	
11	Defa-30 30 mm	Mirage F-1 Mirage II R Jaguar	2 2 2	1200	800	?	?	300	
12	Mauser-27 27 mm	Alpha Jet	1	?	?	?	?	150	
13	GAU-8/A 30 mm	A-10	1 siedmiolufowa	2000-4000	1070	320	1800	1350	Napęd hydrauliczny
14	M-39 30 mm	P-5E Tiger II	2	1500-1700	1000	0,103	68	560	Typ rewolwerowy, załadunek taśmowy
15	M-130 30 mm	AH-56A	1 dwulufowa	600	670	0,41	425	2000	

## PRZYPISY DO TABEL 3.1 - 3.20

W tabelach 3.1 do 3.20 przedstawione są niektóre geometryczne i kinetyczne elementy toru lotu pocisku z działka lotniczego.

Parametry wyjściowe przyjęte do obliczeń elementów toru lotu pocisku podane są w treści niniejszych przypisów oraz w poszczególnych tabelach.

Tabele przedstawiają następujące elementy toru lotu pocisku:

1. Prędkość pocisku przy celu  $v_c$  w m/s.
2. Średnią prędkość lotu pocisku  $v_{\text{sr}}$  w m/s.
3. Czas lotu pocisku  $t$  w s.
4. Obniżenie toru lotu pocisku  $\delta$  w m.
5. Kąt celowania  $\alpha$  w tysięcznych.

Do obliczeń wyżej wymienionych elementów toru lotu pocisku przyjęto następujące zależności i wzory:

1. Prędkość pocisku przy celu  $v_c$  — określono z zależności:

$$v_c = f / c_H^D \cdot v_{01} /$$

gdzie:  $c_H^D = c \Delta D$  — iloczyn współczynników: balistycznego pocisku, wysokości i odległości strzelania;

$c$  — współczynnik balistyczny pocisku;

$\Delta$  — współczynnik wysokości tj. stosunek gęstości powietrza dla przyjętej w tabelach wysokości  $H$  do gęstości powietrza na wysokości poziomu morza;

$D$  — odległość strzelania w m;

$v_{01}$  — bezwzględna początkowa prędkość lotu pocisku równa sumie względnej początkowej prędkości lotu pocisku  $v_0$  i prędkości lotu samolotu lub śmigłowca  $V_1$

$$/ v_{01} = v_0 + V_1 /$$

Dla obliczeń prędkości pocisku przy celu  $v_c$  wykorzystano tabelę 3.21. Otrzymane wartości  $v_c$  określono drogą interpolacji liniowej dla parametrów wyjściowych  $v_{01}$  i  $c_H^D$ .

2. Średnia prędkość lotu pocisku  $v_{sr}$  — określono z zależności:

$$v_{sr} = f / c_H^D, v_{01} / .$$

Elementy składowe powyższej zależności są takie same, jak dla prędkości pocisku przy celu. Obliczenia wartości  $v_{sr}$  dokonano drogą interpolacji liniowej, wykorzystując tabelę 3.22.

3. Czas lotu pocisku  $t$  obliczono na podstawie wzoru:

$$t = \frac{D}{v_{sr}} ,$$

gdzie:  $D$  — odległość strzelania w m;  
 $v_{sr}$  — średnia prędkość lotu pocisku w m/s.

4. Obniżenie toru lotu pocisku  $S$  obliczono na podstawie wzoru:

$$S = 10^{-5} k D^2 ,$$

gdzie:  $D$  — odległość strzelania w m;  
 $k = f / c_H^D, v_{01} /$  — współczynnik tabelarny zależy od iloczynu  $c \Delta D$  i bezwzględnej prędkości początkowej lotu pocisku:  $v_{01} = v_0 + v_1$ .

Wartości współczynnika  $k$  określono drogą interpolacji liniowej, posługując się tabelą 3.23.

5. Kąt celowania  $\alpha$  , kąt uwzględniający wartość obniżenia toru lotu pocisku  $S$  dla określonych odległości strzelania  $D$ , obliczono ze wzoru:

$$\alpha^T = 10^{-2} k D \cos \varepsilon ,$$

gdzie:  $k = f / c_H D, v_{01} /$  - współczynnik tabelarny, ten sam co  
i dla obniżenia toru lotu pocisku /tabela 3.23/;

$D$  - odległość strzelania w m;

$\xi$  - kąt położenia celu, przyjęto za równy 0 tj. strze-  
lanie wykonywane w locie poziomym.

Tabela 3.1

Wartości: prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 180 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km} \quad v_0 = 690 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,953 \quad c = 1,66$$

D, m	$v_{ol}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		316	669	702	0,28	0,94	0,49	1,88
400		663	601	695	0,58	1,04	1,66	4,16
600		949	538	631	0,95	1,12	4,03	6,72
800		1266	484	596	1,34	1,22	7,81	9,98
1000	740	1582	434	562	1,78	1,32	13,20	13,20
1200		1899	392	530	2,26	1,44	20,74	17,28
1400		2215	357	500	2,80	1,58	30,97	22,12
1600		2531	328	472	3,39	1,74	44,54	27,84
1800		2848	308	448	4,02	1,89	61,24	34,02
2000		3164	291	427	4,68	2,06	82,40	41,20

Tabela 3.2

Wartości: prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania

$$V_1 = 180 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km} \quad v_0 = 800 \text{ m/s}$$

$$= 0,953 \quad c = 1,66$$

$D$ , m	$v_{01}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	$t$ , s	$k$	$S$ , m	$\cdot$ , tys.
200		316	773	810	0,25	0,72	0,29	1,44
400		633	698	770	0,52	0,77	1,23	3,08
600		949	627	730	0,82	0,83	2,99	4,98
800		1266	565	691	1,16	0,90	5,76	7,20
1000	850	1582	516	652	1,53	0,98	9,80	9,80
1200		1899	454	615	1,95	1,07	15,41	12,84
1400		2215	409	579	2,42	1,17	22,93	16,38
1600		2531	370	545	2,94	1,28	32,77	20,48
1800		2848	340	515	3,50	1,41	45,68	25,38
2000		3164	316	488	4,10	1,55	62,00	31,00

Tabela 3.3

Wartości: prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{\text{sr}}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania

$$v_1 = 180 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km}$$

$$= 0,953$$

$$v_0 = 900 \text{ m/s}$$

$$c = 1,66$$

$D_s$ m	$v_{01}$ m/s	$c_{HD}$	$v_c$ m/s	$v_{\text{sr}}$ m/s	$t$ s	$k$	$S$ m	$\cdot$ tys.
200		316	869	907	0,22	0,58	0,23	1,16
400		633	790	865	0,46	0,62	0,99	2,48
600		949	714	824	0,73	0,66	2,38	3,96
800		1266	645	782	1,02	0,71	4,54	5,68
1000	950	1582	579	741	1,35	0,77	7,70	7,70
1200		1899	519	700	1,71	0,83	11,95	9,96
1400		2215	466	659	2,12	0,91	17,84	12,74
1600		2531	417	620	2,58	0,99	25,34	15,84
1800		2848	379	584	3,08	1,09	35,32	19,62
2000		3164	346	551	3,63	1,20	48,00	24,00

Tabela 3.4

Wartości: prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania

$$V_1 = 180 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km}$$

$$= 0,953$$

$$v_0 = 1000 \text{ m/s}$$

$$c = 1,66$$

$D$ , m	$v_{01}$ , m/s	$c_H^D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	$t$ , s	$k$	$S$ , m	$\cdot$ , tys.
200		316	965	1006	0,20	0,48	0,19	0,96
400		633	882	962	0,42	0,50	0,80	2,00
600		949	803	918	0,65	0,53	1,91	3,18
800		1266	728	874	0,92	0,57	3,65	4,56
1000	1050	1582	656	831	1,20	0,61	6,10	6,10
1200		1899	589	787	1,52	0,66	9,50	7,92
1400		2215	529	743	1,88	0,72	14,11	10,08
1600		2531	473	700	2,29	0,79	20,22	12,64
1800		2848	426	659	2,73	0,86	27,86	15,48
2000		3164	386	620	3,23	0,95	38,00	19,00

Tabela 3.5

Wartości: prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{\text{sr}}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania

$$V_1 = 180 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km} \quad v_0 = 1000 \text{ m/s}$$

$$c = 0,953 \quad c = 1,2$$

$D,$ m	$v_{c1},$ m/s	$c_H^D$	$v_c,$ m/s	$v_{\text{sr}},$ m/s	$t,$ s	$k$	$S,$ m	$\gamma,$ tys.
200		229	989	1028	0,19	0,47	0,19	0,94
400		457	928	986	0,41	0,48	0,77	1,92
600		686	869	954	0,63	0,51	1,84	3,06
800		919	810	922	0,87	0,54	3,46	4,32
1000	1050	1144	756	891	1,12	0,56	5,60	5,60
1200		1372	703	860	1,40	0,58	8,35	6,96
1400		1601	652	828	1,69	0,62	12,15	8,68
1600		1830	604	796	2,01	0,65	16,64	10,40
1800		2059	557	765	2,35	0,69	22,36	12,42
2000		2287	516	733	2,73	0,74	29,60	14,80

Tabela 3.6

Wartości: prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km}$$

$$= 0,953$$

$$v_0 = 690 \text{ m/s}$$

$$c = 1,66$$

$D,$ m	$v_{01},$ m/s	$c_H^D$	$v_c,$ m/s	$v_{sr},$ m/s	$t,$ s	$k$	$S,$ m	$\rho,$ tys.
200		316	860	897	0,22	0,59	0,24	1,18
400		633	781	855	0,47	0,63	1,01	2,52
600		949	705	815	0,74	0,68	2,45	4,08
800		1266	636	773	1,03	0,73	4,67	5,84
1000	940	1582	571	732	1,37	0,79	7,90	7,90
1200		1899	513	691	1,74	0,85	12,24	10,20
1400		2215	460	651	2,15	0,93	18,23	13,02
1600		2531	412	612	2,61	1,01	25,86	16,16
1800		2848	374	577	3,12	1,12	36,29	20,16
2000		3164	343	544	3,68	1,23	49,20	24,60

Tabela 3.7

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{\text{śr}}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_{\perp} = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km} \quad v_0 = 800 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,953 \quad c = 1,66$$

D, m	$v_{01}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{\text{śr}}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		316	965	1006	0,20	0,48	0,19	0,96
400		633	882	962	0,42	0,50	0,80	2,00
600		949	803	918	0,65	0,53	1,91	3,18
800		1266	728	884	0,90	0,57	3,65	4,56
1000	1050	1582	656	831	1,20	0,61	6,10	6,10
1200		1899	589	787	1,52	0,66	9,50	7,92
1400		2215	529	743	1,88	0,72	14,11	10,08
1600		2531	472	700	2,29	0,79	20,22	12,64
1800		2848	426	659	2,73	0,86	27,86	15,48
2000		3164	386	620	3,23	0,95	38,00	19,00

Tabela 3.8

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km} \quad v_0 = 900 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,953 \quad c = 1,66$$

D, m	$v_{c1}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		316	1063	1104	0,18	0,39	0,16	0,78
400		633	977	1059	0,38	0,41	0,66	1,64
600		949	893	1013	0,59	0,44	1,58	2,64
800		1266	814	968	0,83	0,47	3,01	3,76
1000	1150	1582	737	922	1,08	0,50	5,00	5,00
1200		1899	666	877	1,37	0,54	7,78	6,48
1400		2215	599	831	1,68	0,58	11,37	8,12
1600		2531	536	786	2,04	0,63	16,13	10,08
1800		2848	481	740	2,43	0,69	22,36	12,42
2000		3164	432	696	2,89	0,76	30,40	15,20

Tabela 3.9

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_0$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{\text{śr}}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km} \quad v_0 = 1000 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,853 \quad c = 1,66$$

$D$ , m	$v_{01}$ , m/s	$c_H D$	$v_0$ , m/s	$v_{\text{śr}}$ , m/s	$t$ , s	$k$	$S$ , m	$\alpha$ , tys.
200		316	1160	1204	0,17	0,33	0,13	0,66
400		633	1071	1157	0,35	0,35	0,56	1,40
600		943	985	1100	0,54	0,37	1,33	2,22
800		1266	903	1063	0,75	0,39	2,50	3,12
1000	1250	1582	823	1016	0,98	0,42	4,20	4,20
1200		1899	746	963	1,25	0,44	6,34	5,28
1400		2215	674	921	1,52	0,48	9,41	6,72
1600		2531	605	873	1,83	0,51	13,06	8,16
1800		2848	544	824	2,18	0,56	18,14	10,08
2000		3164	488	777	2,57	0,61	24,40	12,20

Tabela 3.10

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_0$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 0,5 \text{ km} \quad v_0 = 1000 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,953 \quad c = 1,2$$

D, m	$v_{01}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		229	1185	1217	0,16	0,32	0,13	0,64
400		457	1120	1183	0,34	0,34	0,54	1,36
600		686	1057	1160	0,52	0,35	1,26	2,10
800		919	993	1114	0,72	0,37	2,37	2,96
1000	1250	1144	934	1081	0,93	0,38	3,80	3,80
1200		1372	876	1047	1,15	0,40	5,76	4,80
1400		1601	818	1013	1,38	0,42	8,23	5,88
1600		1830	762	973	1,63	0,43	11,01	6,88
1800		2059	708	945	1,90	0,46	14,90	8,28
2000		2287	658	910	2,20	0,48	19,20	9,60

Tabela 3,11

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km} \quad v_0 = 690 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621 \quad c = 1,66$$

D, m	$v_{01}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$V_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		206	888	912	0,22	0,57	0,23	1,14
400		412	835	884	0,45	0,60	0,96	2,40
600		619	784	857	0,70	0,63	2,27	3,78
800		825	735	830	0,96	0,66	4,22	5,28
1000	940	1031	686	804	1,24	0,69	6,90	6,90
1200		1237	642	777	1,54	0,73	10,51	8,76
1400		1443	598	750	1,87	0,76	14,90	10,64
1600		1649	559	724	2,21	0,80	20,48	12,80
1800		1856	520	697	2,58	0,84	27,22	15,12
2000		2062	484	670	2,99	0,89	35,60	17,80

Tabela 3.12

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_0$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km}$$

$$v_0 = 800 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621$$

$$c = 1,66$$

$D,$ m	$v_{01},$ m/s	$a_H D$	$v_0,$ m/s	$v_{sr},$ m/s	$t,$ s	$k$	$S,$ m	$\alpha,$ tys.
200		206	995	1021	0,20	0,47	0,19	0,94
400		412	940	992	0,40	0,48	0,77	1,92
600		619	886	964	0,62	0,50	1,80	3,00
800		825	834	935	0,86	0,52	3,33	4,16
1000	1050	1031	783	907	1,10	0,54	5,40	5,40
1200		1237	735	879	1,37	0,57	8,21	6,84
1400		1443	686	850	1,65	0,59	11,56	8,26
1600		1649	642	821	1,95	0,62	15,87	9,92
1800		1856	598	792	2,27	0,64	21,38	11,88
2000		2062	557	764	2,62	0,69	27,60	13,80

Tabela 3.13

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_0$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{\text{śr}}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$R = 5 \text{ km}$$

$$v_0 = 900 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,821$$

$$c = 1,66$$

D, m	$v_{01}$ , m/s	$c_H D$	$v_0$ , m/s	$v_{\text{śr}}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		206	1093	1120	0,18	0,36	0,14	0,72
400		412	1036	1091	0,37	0,39	0,62	1,56
600		619	981	1081	0,57	0,41	1,48	2,46
800		825	926	1031	0,78	0,43	2,75	3,44
1000	1150	1031	872	1002	1,00	0,44	4,40	4,40
1200		1237	821	972	1,23	0,46	6,62	5,52
1400		1443	770	942	1,49	0,48	9,41	6,72
1600		1649	722	913	1,75	0,51	13,06	8,16
1800		1856	676	883	2,04	0,53	17,17	9,54
2000		2062	630	853	2,34	0,56	22,40	11,20

Tabela 3.14

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km} \quad v_0 = 1000 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621 \quad c = 1,66$$

D, m	$v_{o1}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	$t$ , s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		206	1191	1220	0,16	0,32	0,13	0,64
400		412	1133	1190	0,34	0,33	0,53	1,32
600		619	1075	1174	0,51	0,35	1,26	2,10
800		825	1019	1128	0,71	0,36	2,30	2,88
1000	1250	1031	963	1097	0,91	0,37	3,70	3,70
1200		1237	910	1067	1,12	0,39	5,62	4,68
1400		1443	858	1036	1,35	0,41	8,04	5,74
1600		1649	807	1006	1,59	0,42	10,75	6,72
1800		1856	756	975	1,85	0,44	14,25	7,92
2000		2062	707	945	2,12	0,46	18,40	9,20

Tabela 3.15

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$v_1 = 900 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km} \quad v_0 = 1000 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621 \quad c = 1,2$$

D, m	$v_{oi}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200	1250	149	1208	1228	0,16	0,32	0,13	0,64
400		298	1165	1206	0,33	0,33	0,53	1,32
600		447	1123	1185	0,51	0,34	1,22	2,04
800		596	1082	1163	0,69	0,35	2,24	2,80
1000		745	1041	1140	0,88	0,35	3,50	3,50
1200		894	1000	1118	1,07	0,36	5,08	4,32
1400		1043	960	1096	1,28	0,37	7,25	5,18
1600		1192	922	1074	1,49	0,39	9,98	6,24
1800		1341	883	1052	1,71	0,40	12,96	7,20
2000		1490	846	1029	1,94	0,41	16,40	8,20

Tabela 3.16

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 1080 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km}$$

$$v_0 = 690 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621$$

$$c = 1,66$$

D, m	$v_{01}$ , m/s	$c_H^D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		206	936	982	0,21	0,52	0,21	1,04
400		412	883	933	0,43	0,54	0,86	2,16
600		619	831	905	0,66	0,56	2,02	3,36
800		825	780	878	0,91	0,59	3,78	4,72
1000	990	1031	730	851	1,18	0,61	6,10	6,20
1200		1237	684	823	1,46	0,65	9,36	7,80
1400		1443	638	796	1,76	0,68	13,33	9,52
1600		1649	595	768	2,08	0,72	18,43	12,16
1800		1858	555	740	2,43	0,75	24,30	13,50
2000		2062	516	713	2,81	0,79	31,60	15,80

Tabela 3.17

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$ .

$$V_1 = 1080 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km} \quad v_0 = 800 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621 \quad c = 1,66$$

D, m	$v_{01}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		206	1044	1071	0,19	0,42	0,17	0,84
400		412	988	1041	0,38	0,43	0,69	1,72
600		619	933	1012	0,59	0,45	1,62	2,70
800		825	880	983	0,81	0,47	3,01	3,76
1000	1100	1031	827	954	1,05	0,49	4,90	4,90
1200		1237	778	924	1,30	0,51	7,34	6,12
1400		1443	728	895	1,56	0,53	10,39	7,42
1600		1649	682	866	1,85	0,56	14,34	8,96
1800		1856	636	837	2,15	0,59	19,12	10,62
2000		2062	593	810	2,47	0,62	24,80	12,40

Tabela 3.18

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_c$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 1080 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km} \quad v_c = 900 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621 \quad c = 1,66$$

D, m	$v_{oi}$ m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	$t$ , s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		206	1142	1170	0,17	0,35	0,14	0,70
400		412	1085	1141	0,35	0,36	0,58	1,44
600		619	1028	1110	0,54	0,38	1,37	2,88
800		825	972	1080	0,74	0,39	2,50	3,12
1000	1200	1031	917	1049	0,95	0,40	4,00	4,00
1200		1237	863	1019	1,18	0,42	6,05	5,04
1400		1443	810	989	1,42	0,44	8,62	6,16
1600		1649	761	959	1,67	0,46	11,78	7,36
1800		1856	715	929	1,94	0,49	15,88	8,82
2000		2062	669	899	2,22	0,51	20,40	10,20

Tabela 3.19

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_o$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta celowania  $\alpha$

$$V_1 = 1080 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km}$$

$$v_o = 1000 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621$$

$$e = 1,66$$

D, m	$v_{o1}$ , m/s	$c_{II} D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		206	1240	1270	0,16	0,30	0,12	0,60
400		412	1181	1239	0,32	0,31	0,50	1,24
600		619	1123	1223	0,49	0,32	1,15	1,92
800		825	1066	1177	0,68	0,33	2,11	2,64
1000	1300	1031	1009	1146	0,87	0,34	3,40	3,40
1200		1237	995	1115	1,08	0,35	5,04	4,20
1400		1443	902	1085	1,29	0,37	7,25	5,18
1600		1649	850	1053	1,52	0,38	9,73	6,08
1800		1856	798	1022	1,76	0,40	12,96	7,20
2000		2062	748	990	2,02	0,42	16,80	8,40

Tabela 3.20

Wartości : prędkości pocisku przy celu  $v_o$ ,  
 średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ ,  
 czasu lotu pocisku  $t$ ,  
 obniżenia toru lotu pocisku  $S$ ,  
 kąta nurkowania  $\alpha$

$$V_1 = 1080 \text{ km/h}$$

$$H = 5 \text{ km} \quad , \quad v_o = 1000 \text{ m/s}$$

$$\Delta = 0,621 \quad \sigma = 1,2$$

D, m	$v_{o1}$ , m/s	$c_H D$	$v_c$ , m/s	$v_{sr}$ , m/s	t, s	k	S, m	$\alpha$ , tys.
200		149	1257	1278	0,16	0,30	0,12	0,60
400		298	1214	1256	0,32	0,30	0,48	1,20
600		447	1171	1234	0,49	0,31	1,12	1,86
800		596	1129	1212	0,66	0,32	2,05	2,56
1000	1300	745	1088	1189	0,84	0,32	3,20	3,20
1200		894	1046	1167	1,03	0,33	4,65	3,96
1400		1043	1006	1145	1,22	0,34	6,66	4,76
1600		1192	967	1122	1,43	0,35	8,96	5,60
1800		1341	924	1100	1,64	0,36	11,66	6,48
2000		1490	890	1077	1,86	0,37	14,80	7,40

Tabela 3.21

Wartości prędkości pocisku przy celu  $v_c$ , m/s

$c_H^D$ $v_{o1}$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
700	700	592	498	420	359	318	290	270
750	750	637	536	451	383	333	300	278
800	800	682	576	484	409	351	312	287
850	850	728	617	519	437	373	326	296
900	900	775	659	556	468	396	342	306
950	950	822	702	594	500	421	360	318
1000	1000	869	746	633	533	448	381	332
1050	1050	916	790	673	568	478	404	348
1100	1100	964	835	714	605	508	428	366
1150	1150	1012	880	756	643	541	455	386
1200	1200	1060	925	795	682	575	484	408
1250	1250	1108	971	843	721	611	515	433
1300	1300	1156	1017	887	762	649	546	459

Tabela 3.22

Wartości średniej prędkości lotu pocisku  $v_{sr}$ , m/s

$c_H^D$ $v_{o1}$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
700	700	643	589	538	490	449	416	388
750	750	690	634	579	526	480	442	410
800	800	738	679	620	564	513	470	434
850	850	786	724	662	603	548	501	460
900	900	834	770	707	644	585	533	488
950	950	882	817	752	687	623	567	517
1000	1000	931	864	797	730	663	602	547
1050	1050	980	911	842	773	704	639	580
1100	1100	1029	958	887	817	747	678	614
1150	1150	1078	1006	934	862	790	718	650
1200	1200	1128	1054	981	908	834	759	686
1250	1250	1177	1102	1028	954	878	801	728
1300	1300	1226	1151	1076	1000	923	845	769

Tabela 3.23

## Wartości współczynnika k

$c_H^D$ \ $v_{01}$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
700	1,00	1,12	1,27	1,45	1,66	1,91	2,18	2,47
750	0,87	0,98	1,10	1,25	1,44	1,67	1,92	2,19
800	0,77	0,85	0,96	1,09	1,25	1,44	1,67	1,92
850	0,68	0,75	0,84	0,96	1,10	1,27	1,47	1,70
900	0,61	0,67	0,75	0,84	0,96	1,10	1,29	1,50
950	0,54	0,60	0,67	0,75	0,85	0,98	1,14	1,32
1000	0,49	0,54	0,60	0,67	0,76	0,87	1,00	1,17
1050	0,45	0,49	0,54	0,60	0,68	0,78	0,90	1,05
1100	0,41	0,44	0,49	0,54	0,61	0,69	0,80	0,93
1150	0,37	0,40	0,44	0,49	0,55	0,62	0,72	0,83
1200	0,34	0,37	0,40	0,45	0,50	0,56	0,64	0,74
1250	0,31	0,34	0,37	0,41	0,45	0,51	0,58	0,67
1300	0,29	0,31	0,34	0,37	0,41	0,46	0,53	0,61

PRZYPISY DO TABEL 3.24 - 3.27

W tabelach 3.24 do 3.27 przedstawione są wartości prawdopodobieństwa rażenia celów powietrznych i naziemnych - przyjętych jako przykładowe do rozważań teoretycznych - przy użyciu działka lotniczego i niekierowanych pocisków rakietowych typu S-5M i S-5K, z samolotu i śmigłowca.

Parametry wyjściowe przyjęte do obliczeń wartości prawdopodobieństwa rażenia celu podane są w poszczególnych tabelach oraz w treści niniejszych przypisów.

Wartości prawdopodobieństw rażenia celu powietrznego lub naziemnego serią strzałów z działka lotniczego lub serią salw niekierowanych pocisków rakietowych obliczone zostały ze wzoru:

$$W = a W_n + (1 - a) W_f$$

- gdzie:
- $W$  - prawdopodobieństwo rażenia celu;
  - $a$  - współczynnik tabelarny /tabela 3.28/;
  - $W_n$  - prawdopodobieństwo rażenia celu strzałami niezależnymi /tabela 3.29/;
  - $W_f$  - prawdopodobieństwo rażenia celu strzałami funkcjonalnie zależnymi /tabela 3.29/.

Współczynnik  $a$  /tabelarny/ zależny jest od argumentu  $M_1$  i współczynnika korelacji strzałów  $\mu$  w serii.

Podczas strzelania z działka do celu powietrznego przyjęto:

$\mu = 0,75$  dla strzelania towarzyszącego /tabela 3.24/;

$\mu = 0,90$  dla strzelania napierowego /tabela 3.25/;

i do celu naziemnego  $\mu = 0,8$  /tabela 3.26/.

Dla niekierowanych pocisków rakietowych S-5M podczas strzelania do celu powietrznego  $\mu = 0,9$  i dla typu S-5K w czasie strzelania do celu naziemnego  $\mu = 0,8$ .

Argument  $M_1$  oblicza się na podstawie wzoru :

$$M_1 = \frac{n p}{\omega}$$

gdzie :  $n$  - liczba strzałów w serii /podane są w tabelach 3.24 - 3,27/;

$\omega$  - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu .  
Przyjęto do obliczeń : podczas strzelania z działka kalibru 23 mm do celu powietrznego - 5,8 i dla kalibru 30 mm - 2,0 i pociskami raketowymi typu S-5M - 1,26 oraz do celu naziemnego z działka kalibru 23 mm - 2,5 i kalibru 30 mm - 1,8, zaś pociskami raketowymi typu S-5K - 1,4;

$p$  - prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem.

Prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem w zależności od rodzaju celu /powietrzny czy naziemny/ i metody strzelania do celu powietrznego /strzelanie towarzyszące lub zaporowe/, określono z odpowiednich tabel i wykresów.

W zależności od rodzaju celu i metody strzelania prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem jest funkcją różnych zmiennych zależnych.

Podczas strzelania towarzyszącego lub zaporowego do celu powietrznego z działka lotniczego prawdopodobieństwo trafienia w cel jest równe

$$p = f / \xi, \psi, E / \quad \text{lub} \quad p = f / R_c, E /,$$

gdzie :  $\xi$  i  $\psi$  - kąty, określające położenie samolotu strzelającego w stosunku do celu powietrznego;

$R_c$  - sylwetka celu ;

$E$  - odchylenie prawdopodobne rozrzutu kołowego pocisków ;

- dla strzelania towarzyszącego, określa się ze wzoru:

$$E = k D / 1 + 0,025 V_c \sin q / ,$$

gdzie:  $k$  - współczynnik zależny od rodzaju broni; dla działek  $k = 0,004$  i pocisków raketowych typu S-5M  $k = 0,006$ ;

$D$  - odległość strzelania w m;

$V_c$  - prędkość lotu celu w m/s;

$q$  - kursowy kąt celu /w tabeli 3.24 i 3.27 przyjęto  $q=180$

- dla strzelania zaporowego, określa się na podstawie wzoru

$$E = 10^{-3} D / 10 + 20 R_c / ,$$

gdzie:  $D$  - odległość strzelania w m;

$R_c$  - sylwetka celu /w tabeli 3.25 przyjęto  $R_c = 1/4$  /.

W czasie strzelania do celu naziemnego prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem jest funkcją

$$p = f / \bar{r} / ,$$

gdzie:  $\bar{r} = r/E$  - promień celu /koła/ wyrażony w odchyleniach prawdopodobnych rozrzutu kołowego;

$r$  - promień celu w m /w tabeli 3.26 i 3.27 przyjęto  $r = 2$  m/;

$E$  - odchylenie prawdopodobnego rozrzutu kołowego oblicza się ze wzoru

$$E = k D ,$$

gdzie:  $k$  - współczynnik zależny od rodzaju broni. Przyjęto podczas strzelania z samolotu dla działka  $k = 0,007$ , pociskami typu S-5K  $k = 0,009$ , natomiast ze śmigłowca - z działka  $k = 0,010$ ;

$D$  - odległość strzelania w m.

Prawdopodobieństwo rażenia celu powietrznego lub naziemnego strzałami niezależnymi jest równe

$$W_n = f / x / = f / M_1 / ,$$

zaś strzałami funkcjonalnie zależnymi

$$W_f = p f / x / = p f / n / \omega / ,$$

gdzie:  $M_1$  - argument , opisany powyżej;

$p$  - prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym pociskiem

$n$  - liczba strzałów w serii;

$\omega$  - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu.

Wartości funkcji  $f / x /$  określono z jednej i tej samej tabeli a mianowicie tabeli 3.29.

Wartości prawdopodobieństw rażenia  
celu powietrznego samolotu typu F-4 /F-105/

Strzelanie towarzyszące

Działko kalibru 23 i 30 mm. Czas prowadzenia ognia 1 s. Prędkość lotu samolotu - celu - 200 m/s. Celownik typu ASP w położeniu na "zyro". Wyszkolenie pilota - dobre

D, m	Działko kalibru 23 mm					Działko 30 mm
	n=10	n=30	n=50	n=60	n=75	n=50
200	0,359	0,620	0,707	0,739	0,765	0,833
400	0,200	0,421	0,539	0,578	0,621	0,721
600	0,135	0,307	0,423	0,466	0,514	0,638
800	0,092	0,226	0,325	0,362	0,416	0,555
1000	0,064	0,161	0,239	0,273	0,320	0,466
1200	0,049	0,125	0,191	0,230	0,258	0,404
1400	0,041	0,106	0,165	0,190	0,226	0,355
1600	0,029	0,074	0,118	0,137	0,165	0,276
1800	0,021	0,060	0,091	0,108	0,131	0,225
2000	0,016	0,048	0,072	0,085	0,104	0,181

Tabela 3.25

Wartości prawdopodobieństw rażenia  
celu powietrznego-samolotu typu F-4 /F-105/

Strzelanie zaporowe

Działko kalibru 23 mm. Czas prowadzenia ognia 1 s. Prędkość lotu samolotu - celu - 200 m/s. Celownik typu ASP w położeniu na "niepod" lub PKI. Wyszkolenie pilota-dobre

D, m	n = 50	n = 75
200	0,311	0,376
400	0,152	0,191
600	0,075	0,102
800	0,047	0,067
1000	0,030	0,042

Tabela 3.26

Wartości prawdopodobieństwa rażenia  
celu nasiennego typu radiostacja

Działko kalibru 23 i 30 mm. Czas prowadzenia  
ognia 1 s. Atak z boku. Typ rażenia celu - B  
/obeszczędzenie/. Kąt nurkowania  $10^{\circ}$ . Celownik  
typu ASP w położeniu na "niepod" lub PKI.  
Wyszkolenie pilota - dobre

Odleg- łość w m	Strzelanie z samolotu				Strzela- nie ze śmigłow- ca
	Działko kalibru 23 mm		Działko 30 mm		Działko 23 mm
	n = 10	n = 50	n = 75	n = 75	n = 30
200	0,623	0,823	0,855	0,880	0,844
400	0,286	0,594	0,648	0,693	0,342
600	0,180	0,429	0,509	0,552	0,205
800	0,093	0,308	0,393	0,421	0,125
1000	0,065	0,236	0,305	0,347	0,085
1200	0,048	0,177	0,240	0,282	0,069
1400	0,033	0,132	0,182	0,230	0,042
1600	0,027	0,104	0,148	0,192	0,042
1800	0,022	0,093	0,130	0,169	0,032
2000	0,015	0,086	0,093	0,123	0,022

Tabela 3.27

Wartości prawdopodobieństw rażenia celu powietrznego - samolotu typu F-4 /F-105/ i naziemnego - radiostacja

Niekierowane pociski raketowe S-5M i S-5K

Czas prowadzenia ognia 1 s. Celownik typu ASZ w położeniu na "niepod" lub PKI. Wyszkolenie pilota-dobre.

Cel powietrzny - prędkość lotu celu - 200 m/s.

Cel naziemny : typ rażenia B /obserwowanie celu/,  
kąt nurkowania  $10^{\circ}$ , atak wykonywany z boku

Odległość strzelania, m	Cel powietrzny. 32 pociski typu S-5M	Cel naziemny. 32 pociski typu S-5K
200	0,532	0,744
400	0,300	0,555
600	0,208	0,550
800	0,163	0,248
1000	0,122	0,172
1200	0,092	0,132
1400	0,083	0,102
1600	0,072	0,064
1800	0,065	0,052
2000	0,057	0,048

Tabela 3.29

Wartości funkcji  $f/x/$ 

$$/ x = \frac{n p}{\omega} \quad \text{lub} \quad x = \frac{n}{\omega} /$$

x	f/x/
0,00	0,000
0,01	0,010
0,02	0,020
0,03	0,030
0,04	0,039
0,05	0,049
0,06	0,058
0,07	0,068
0,08	0,077
0,09	0,086
0,10	0,095
0,11	0,104
0,12	0,113
0,13	0,122
0,14	0,131
0,15	0,139
0,16	0,148
0,17	0,156
0,18	0,165
0,19	0,173
0,20	0,181
0,21	0,189
0,22	0,198
0,23	0,206
0,24	0,213
0,25	0,221
0,26	0,229
0,27	0,237
0,28	0,244
0,29	0,252
0,30	0,259
0,31	0,267
0,32	0,274
0,33	0,281
0,34	0,288

x	f/x/
0,35	0,295
0,36	0,302
0,37	0,309
0,38	0,316
0,39	0,323
0,40	0,330
0,41	0,336
0,42	0,343
0,43	0,350
0,44	0,356
0,45	0,362
0,46	0,369
0,47	0,376
0,48	0,381
0,49	0,387
0,50	0,394
0,51	0,400
0,52	0,406
0,53	0,411
0,54	0,417
0,55	0,423
0,56	0,429
0,57	0,435
0,58	0,440
0,59	0,446
0,60	0,451
0,61	0,457
0,62	0,462
0,63	0,467
0,64	0,473
0,65	0,478
0,66	0,483
0,67	0,488
0,68	0,493
0,69	0,498

x	f/x/
0,70	0,503
0,71	0,508
0,72	0,513
0,73	0,518
0,74	0,523
0,75	0,528
0,76	0,532
0,77	0,537
0,78	0,542
0,79	0,546
0,80	0,551
0,81	0,555
0,82	0,560
0,83	0,564
0,84	0,568
0,85	0,573
0,86	0,577
0,87	0,581
0,88	0,585
0,89	0,589
0,90	0,593
0,91	0,598
0,92	0,602
0,93	0,605
0,94	0,609
0,95	0,613
0,96	0,617
0,97	0,621
0,98	0,625
0,99	0,628
1,00	0,632
1,01	0,636
1,02	0,639
1,03	0,643
1,04	0,647

Wartości funkcji  $f(x)$ 

$$x = \frac{n \cdot p}{\omega} \quad \text{lub} \quad x = \frac{n}{\omega} /$$

x	f(x)
1,05	0,650
1,06	0,654
1,07	0,657
1,08	0,660
1,09	0,664
1,10	0,667
1,11	0,670
1,12	0,674
1,13	0,678
1,14	0,680
1,15	0,683
1,16	0,687
1,17	0,690
1,18	0,693
1,19	0,696
1,20	0,699
1,21	0,702
1,22	0,705
1,23	0,708
1,24	0,711
1,25	0,714
1,26	0,716
1,27	0,719
1,28	0,722
1,29	0,725
1,30	0,728
1,31	0,730
1,32	0,733
1,33	0,736
1,34	0,738
1,35	0,741
1,36	0,743
1,37	0,746
1,38	0,748

x	f(x)
1,39	0,751
1,40	0,753
1,41	0,756
1,42	0,758
1,43	0,761
1,44	0,763
1,45	0,765
1,46	0,768
1,47	0,770
1,48	0,772
1,49	0,775
1,50	0,777
1,51	0,779
1,52	0,781
1,53	0,784
1,54	0,786
1,55	0,788
1,56	0,790
1,57	0,792
1,58	0,794
1,59	0,796
1,60	0,798
1,65	0,808
1,70	0,817
1,75	0,826
1,80	0,835
1,85	0,843
1,90	0,850
1,95	0,858
2,00	0,864
2,05	0,871
2,10	0,878
2,15	0,884
2,20	0,889

x	f(x)
2,25	0,895
2,30	0,900
2,35	0,905
2,40	0,909
2,45	0,914
2,50	0,918
2,55	0,922
2,60	0,926
2,65	0,929
2,70	0,933
2,75	0,936
2,80	0,939
2,85	0,942
2,90	0,945
2,95	0,948
3,00	0,950
3,05	0,953
3,10	0,955
3,15	0,957
3,20	0,959
3,25	0,961
3,30	0,963
3,35	0,965
3,40	0,967
3,45	0,968
3,50	0,970
3,60	0,973
3,70	0,975
3,80	0,978
3,90	0,980
4,00	0,982
4,50	0,989
5,00	0,996
6,00	0,998

Tabela 3.28

Wartości współczynnika  $a$ 

$M_1 \backslash M$	0,75	0,80	0,90
0,02	0,96	0,94	0,87
0,03	0,95	0,92	0,85
0,04	0,93	0,90	0,83
0,05	0,92	0,89	0,81
0,06	0,91	0,87	0,79
0,07	0,89	0,86	0,78
0,08	0,87	0,84	0,76
0,09	0,86	0,83	0,75
0,10	0,85	0,81	0,73
0,12	0,84	0,81	0,71
0,14	0,84	0,79	0,69
0,16	0,83	0,79	0,68
0,18	0,83	0,78	0,67
0,20	0,82	0,77	0,65
0,22	0,82	0,77	0,64
0,24	0,81	0,76	0,63
0,26	0,81	0,76	0,62
0,28	0,80	0,75	0,61
0,30	0,80	0,75	0,60
0,32	0,80	0,74	0,58
0,34	0,79	0,74	0,57
0,36	0,79	0,73	0,56
0,38	0,78	0,73	0,55
0,40	0,78	0,72	0,54
0,42	0,78	0,72	0,54
0,44	0,78	0,71	0,53
0,46	0,77	0,71	0,53
0,48	0,77	0,70	0,52
0,50	0,77	0,70	0,52
0,52	0,77	0,69	0,51
0,54	0,76	0,69	0,51
0,56	0,76	0,68	0,50
0,58	0,75	0,68	0,50
0,60	0,75	0,67	0,49
0,62	0,75	0,67	0,49
0,64	0,75	0,67	0,49
0,66	0,75	0,67	0,48
0,68	0,75	0,67	0,48
0,70	0,75	0,67	0,48
0,72	0,75	0,67	0,48

$M_1 \backslash M$	0,75	0,80	0,90
0,74	0,75	0,67	0,48
0,76	0,74	0,66	0,47
0,78	0,74	0,66	0,47
0,80	0,74	0,66	0,47
0,82	0,74	0,66	0,47
0,84	0,74	0,66	0,47
0,86	0,73	0,66	0,47
0,88	0,73	0,66	0,47
0,90	0,73	0,66	0,47
0,92	0,73	0,65	0,46
0,94	0,73	0,65	0,46
0,96	0,72	0,65	0,46
0,98	0,72	0,65	0,46
1,00	0,72	0,65	0,46
1,25	0,71	0,64	0,46
1,50	0,69	0,63	0,46
1,75	0,69	0,63	0,46
2,00	0,68	0,62	0,45
2,25	0,68	0,62	0,45
2,50	0,68	0,62	0,45
2,75	0,69	0,62	0,46
3,00	0,69	0,62	0,46
3,50	0,70	0,63	0,47
4,00	0,71	0,64	0,47
4,50	0,72	0,66	0,48
5,00	0,73	0,67	0,49
5,50	0,74	0,68	0,50
6,00	0,75	0,69	0,51
6,50	0,76	0,70	0,52
7,00	0,77	0,71	0,53
7,50	0,78	0,72	0,54
8,00	0,78	0,72	0,54
8,50	0,79	0,73	0,55
9,00	0,80	0,74	0,55
9,50	0,81	0,75	0,56
10,00	0,81	0,75	0,57
12,00	0,82	0,77	0,58
14,00	0,84	0,79	0,60
16,00	0,86	0,81	0,62
18,00	0,88	0,83	0,64
20,00	0,89	0,85	0,66

Tabela 4.1.

Wyszczególnienie danych	Nazwa samolotu / śmigłowca /		
	MiG-21bis	Iskra 2	W-3 / Mi-3 /
Przeznaczenie	Wielozadaniowy myśliwiec frontowy do działań w DZWA, DTWA, NZWA i NTWA	Szkolno-treningowy, szkolno-bojowy, a po odpowiednim przystosowaniu również rozpoznawczy i szturmowy	Desantowo-transportowy, pasażerski, sanitarny, szkolno-treningowy, a po odpowiednim przystosowaniu również uzbrojony / szturmowy /
Rozporządzone prędkości lotu	$N_{aH=0}$ $V_{max} = 1300$ km/h $V_{lmax} \approx 750$ km/h $V_{min.man.} \approx 350$ km/h $N_{aH \approx 10000}$ m $V_{max} \approx 2250$ km/h	$N_{aH=0}$ $V_{max} = 1150$ km/h $V_{lmax} \approx 650$ km/h $V_{min.man.} \approx 350$ km/h $N_{aH \approx 10000}$ m $V_{max} \approx 1000$ km/h	$N_{aH=0}$ $V_{max} = 260$ km/h $V_{lmax} \approx 220$ km/h $V_{min} = 0$
Pułap praktyczny	$H_p \approx 20000$ m	$H_p \approx 15000$ m	$H_p \approx 3700$ m
Ciężar własny	$G \approx 6000$ kg	$G \approx 3500$ kg	$G \approx 2000$ kg
Ciężar startowy / wariant /	$G_{st} \approx 10000$ kg	$G_{st} \approx 7000$ kg	$G_{st} \approx 5000$ kg
Uzbrojenie lufowe	Jak MiG-21MF / produkt 96A /	Jedno-dwa działko /a/ zabudowane na stałe kalibru 23-30 mm oraz w podobne działko w podwieszanej gondoli pod kadłubem i ewentualnie KM w gondolach pod skrzydłami	Jedno 23-30 mm działko /tylko śmigłowce szturmowe/ i ewentualnie KM podobnie jak na Mi-2
Resurs techniczny	Podobnie jak dla MiG-21MF /1800 h lotu/	Podobnie jak dla TS-11 /2400 h lotu/	Podobnie jak dla Mi-2 /5000 h lotu/
Prognozowany okres eksploatacji	1977-1995 r.	1985-2000 r.	1980-2000 r.

## Główne dane techniczne działek /km/ własnych samolotów i śmigłowców

Wyszczególnienie danych /parametry/	Jedn. miary	Nazwa broni /działek i km/						Uwagi
		N-37D	NR-30	NS-23	NR-23	GSz-23Z	A-12,7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Samoloty /śmigłowce/ na których broń jest stosowana /zabudowana/	nazwa	Lim-1 Lim-2 Lim-5 Lim-6	MiG-21F-13 Su-7 Su-20 MiG-19P	Lim-1 SBLim-1 TS-IT "Iskra" Mi-2	Lim-2 Lim-5 Lim-6 SBLim-2 Iz-28	MiG-21	UTMiG-15 Mi-4 MiG-21U	
Ilość luf w zespole działka		1	1	1	1	2	1	
Kaliber	mm	37	30	23	23	23	12,7	
Szybkostrelność w warunkach normalnych	min <sup>-1</sup>	≥ 400	850	500-590	800-950 <sup>1</sup> 750-900 <sup>2</sup>	3000-3400	800-1000	
Prędkość początkowa pocisku zależnie od jego rodzaju	m*s <sup>-1</sup>	690 <sup>+10</sup> dla p. OZT 675 <sup>+10</sup> dla p. BZT	780 <sup>+10</sup> dla p. OFZ	680 dla p. OZT i BZ	680 dla p. OZT i BZ	715 <sup>+15</sup> dla p. BZA i OFZ 700 <sup>+25</sup> dla p. z dipolami zakłócającymi	785-820 dla p. BZT	
Ciężar	kg	103	66,5 <sup>11</sup>	37,5-38,2	≤ 39	50 <sup>+1,5</sup> z lokalizatorami	~ 28 bez amortyzatorów	
Wymiary gabarytowe:								
- długość	mm	2451	2153	1985	1980 <sup>3</sup>	1537	1423	
- szerokość	mm	227	181	164	164,5 <sup>4</sup>	165	153	
- wysokość	mm	354 <sup>5</sup>	186	256	136	168	154,5	
Dane lufy:								
- długość	mm	1360 <sup>6</sup>	1600	1450	1450	1000 10	1005 8	
- ilość bruzd	-	16	16	10	10	10	10	
- skok gwintu	mm	30 <sup>7</sup>	715,5	32 <sup>7</sup>	32 <sup>7</sup>	575 <sup>+20</sup> /25 <sup>7</sup> /	381	
- szerokość bruzdy	mm	4,76 <sup>+0,3</sup>	3,5 <sup>+0,4</sup>	4,8	4,8	4,8 <sup>+0,3</sup>	2,5 <sup>+0,25</sup>	
- średn. międz. polami	mm	37 <sup>+0,15</sup>	30 <sup>+0,1</sup>	23	23 <sup>+0,1</sup>	23 <sup>+0,1</sup>	12,66 <sup>+0,08</sup>	
- " " bruzdami	mm	37,9 <sup>+0,13</sup>	30,9 <sup>+0,1</sup>	23,7	23,7 <sup>+0,1</sup>	23,7 <sup>+0,1</sup>	13 <sup>+0,1</sup>	
- wartość średnia ciśnienia gazów prochowych w przewodzie lufy	kg*cm <sup>-2</sup>	2800	3050	2800	2800	≤ 3300 <sup>8</sup>	3100	
Dane naboju:								
- ciężar zależnie od pocisku	kg	1,25-1,3	0,84 <sup>+2%</sup>	~ 0,340	~ 0,320	0,321-0,328	0,118-0,137	
- cięż. ładun. prochowego	G	~ 130	~ 95	33	34	37	17	
- marka prochu	-	4/1	5/7	4/7	4/7		4/7	
- siła wyciągania pocisku z łuski	kg	1400-4000	2000-3000	800-1500	800-1500	800-1500	250-450	
- typ pocisków i ich ciężar	typ/G	OZT/735 BZT/758	OFZ/410 <sup>+1,5%</sup> OFZ/410	OFZT/200 OZT/196	OFZT/175 OZT/196	OFZ/174 BZA/174	B-32/48,5-49,5 BZT/45,6-46	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- prędkość początkowa pocisku z lufy o dż. l = ....	m.s-1/typ	690 <sup>+10</sup> /OZT	780 <sup>+10</sup> /OPE	690 <sup>+10</sup> /OZT	690 <sup>+10</sup> /OZT	720 <sup>+10</sup> /BZA	840 <sup>+15</sup> /BZI	
	l = ...mm/	l=1360/ 675 <sup>+10</sup> /BZI l=1360	l=1600/	l=1450/	l=1450/	OZT i PE, l= 1000/ 700 <sup>+10</sup> /z dip.zakł.I-1000/	l=1005/	
Sila odrzutu działka podczas strzelania ze stanowiska sztywnego o sztywności wyrażonej stałą sprężystości ugięcia	kg	≤4000	≤4500 <sup>s</sup> ≤4000	≤1500	≤2600	≤2900 <sup>10</sup> ≤3500	≤1400	
	kg·mm <sup>-1</sup>		K=600	K=600	K=600	K=700	K=600	
Sila powrotu	kg	≤3000						
Odrzut-przesunięcie lufy /działka/ podczas strzelania	mm	lufy ≤190/170 -187/	lufy 100	lufy ≤90/80 - 87/	lufy ~85	działka 14-18	-	
Dopuszczalny procent zacięć			0,2	0,15	0,15		0,15	
Gwarancyjna żywotność działka w ilości wystrzałów/z wykorzy- staniem komplet części za- pasowych/		2000	2000 2400	4000	6000	4000	4000	

- LEGENDA: 1 - części smarowane smarem karabinowym;  
2 - części smarowane smarem CIATIM-201;  
3 - długość z tyłcem bez uchwytu. Gdy tyłec ma uchwyt to długość działka wynosi 2018 mm;  
4 - podana wartość zwiększa się gdy przesuwak wyjdzie z donośnika przy ładowaniu:  
- lewym - o 15 mm i wynosi 179,5 mm  
- prawym - o 23,5 mm i wynosi 189 mm.  
5 - wysuniętym przesuwakiem donośnika jest 367-369 mm  
6 - część gwintowana na 1200 mm  
7 - wymiar podany w kalibrach lufy  
8 - dla wystrzałów pojedynczych pociskami OPE i BEA, natomiast dla pocisków PE jest nie więcej niż 3250 kg/cm<sup>2</sup>, a dla pocisków z dipolami zakłócającymi jest nie więcej niż 3000 kg/cm<sup>2</sup>  
9 - na przednim amortyzowanym zamocowaniu, natomiast jest więcej jak 6000 kg/≤6000 kg/ na sztywnym zamocowaniu. Na samolocie Su-7 BM i Su-7BK zamocowanie działek jest sztywne;  
10 - dotyczy działka GSz-23B /z lokalizatorami/ natomiast jest nie więcej jak 3500 kg /≤3500 kg/, dla działka GSz-23 /bez lokalizatorów/. Na samolocie, na sztywnym zamocowaniu zabudowane jest działko GSz-23.

## Charakterystyki bojowe własnych samolotów i śmigłowców jako nosicieli pokładowej broni lufowej

Nazwa / typ /		Parametry, wskaźniki, współczynniki / jednostki miary /												
Samolotu / śmigłowca /	Broni lufowej	N <sub>n</sub>	N <sub>l.b</sub>	N <sub>a</sub>	D <sub>max</sub>	T <sub>t</sub>	T <sub>t.r</sub>	T <sub>t.k</sub>	N <sub>a.r</sub>	n <sub>n.s.śr.</sub>	n <sub>n.s.r.</sub>	T <sub>kd</sub>	V	
		szt.	-	-	m	h-łd	h-rok <sup>-1</sup>	lat	rok <sup>-1</sup>	atak <sup>-1</sup>	rok <sup>-1</sup>	lat	km·h <sup>-1</sup>	m·s. <sup>-1</sup>
Lim-5,6	N-37D	40	100	6-4	800-1200	2600	80-100	>20	18-20	10	200	~20	700	194,5
	NR-23	80	74	5-4	800-1200							~30		
MiG-21P-13	NR-30	60	33	4-3		1800		>20					700	194,5
Su-7	"	65	31	4-3	1400-1600	1800	60-80	>20	10	<15	~150	~14	700	194,5
Su-20	"	80	25	5-4		1400		18-23					700	194,5
MiG-19	"	70	29	5-4		1000		14-17					700	194,5
SB Lim-1Art	NS-23EM	80	50	8-5		2600		>20					600	166,5
TS-11	"	40	100	4-3	800	2400	100-120	≥20	8	20	160	~25 <sup>2</sup>	500	139,0
MI-2	"	100	40	11-7		5000		>20					180	50,0
MiG-21M	GSz-23	200	20	3,7-2,5	1400-1600	1800	60-80	>20	3	50	150	~26	700	194,5
MiG-21PFM <sub>2</sub> SPS	"	200	20	3,7-2,5	1400-1600	1800							700	194,5
MiG-21U	A-12,7	60	66	4-2,7	1200-1400	1800	80-100	>18	~10	15	150	~26	700	194,5
MI-4	"	250	16	16,5-11		9000		>20					140	39,0
MI-2	PKT-7,62	800	-	74-53		5000	200-240	>20	-	10	-	-	180	50,0
				190-127	400-600									
	FK-7,62	400		37-26										
				95-63										
	lub			lub										
		600		55-39										
				142-94										

WYJAŚNIENIE: 1. Oznaczenia literowe parametrów omówione są w części opisowej podrozdziału 4.3.

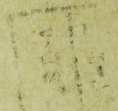
2. Działka NS-23EM zabudowane na samolotach TS-11 "Iskra" i na śmigłowcach MI-2 w rzeczywistości po upływie około 10-15 lat eksploatacji podlegają wymianie na nowe. Proces tej wymiany już się zaczął i spotykamy się w nim z trudnościami z powodu braku nowych działek. Należy dodać, że od początku większość w/w śmigłowców i samolotów została wyposażona nie w nowe lecz już częściowo zużyte /średnio w 40-50%/ działka NS-23EM. Z powodu braku wystarczających zapasów nowych działek wykorzystano te działka nie całkiem zużyte i wycofanych z eksploatacji samolotów typu MiG-15 i Lim-1. Poruszony tu problem może być rozwiązany całkowicie dopiero po uruchomieniu produkcji nowych działek lotniczych.

Charakterystyka broni lufowej własnych samolotów i śmigłowców

Nazwa /typ/ działka /mm/	Q kg	T kg	G kg	V m/s	S m	Parametry, wskaźniki i współczynniki /jednostki miary/		Vo ms <sup>-1</sup>	Qp G	Qs kg s <sup>-1</sup>	Lk m s <sup>-1</sup>	Lg m s <sup>-2</sup>
						h m	W m s <sup>-1</sup>					
						Wystawa Kół-licz ba	w min <sup>-1</sup> w s <sup>-1</sup>					
N-37D	103	4000	4800/IIm-5/	194,5	0,833	4000	400	6,67	750	5,0	4,85	33,3
NR-23	39	2600	4800/IIm-5/	194,5	0,54 1,08x	6000	850	14,15	196	2,78 5,55x	7,125	48,5
NR-30	66,5	6000	9800 /Su-7/	194,5	0,612x 1,224x	2400	850	14,15	410	5,8x 11,6x	8,72	68,0
NS-23EM	38	1500	11700 /Su-20/ 3100 /IS-11/	194,5	0,5125 1,025x	4000	550	9,17	196	1,79	4,73	32,2
GSZ-23	50	3500	2580 /Mi-2/ 6900 /MiG-21M/	194,5	0,582 0,507	4000	3200	53,4	174	9,28	18,55	132,7
AM-23	46	2600	5000 /AN-12/	152,8	0,052	6000	1330	22,2	174	3,86	8,38	57,0
A-12,7	28	1400	4100 /UTM G-15/	166,5	0,341	4000	900	15	49	0,735	2,62	21,0
IKT-7,62	10	-	2580 /Mi-2/	50	-	-	650/250	10,8/4,17	9,6	0,04	0,44	3,75
IK-7,62	9	-	2580/Mi-2/	50	-	-	650/250	10,8/4,17	9,6	0,04	0,44	3,75

WYJAŚNIENIE: x - dotyczy wypadku oddawania salwy /strzelania/ jednocześnie z dwóch działek  
 - symbole parametrów /literowe/ omówione są w części opisowej podręcznika 4.3

WYDZIAŁOWO W B. 002.  
IMP. NR 1 - 9 - 100  
Lyt. z nr wchodzącego 0220  
druk 70  
dnia 26.03.1973 r.  
nr 005



ARCHIWUM  
INTELEKTUALNE  
KADRY  
im. gen. broni K. Gierulskiego  
nr 37258



