



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

JAWNE

ASG WP we.w.n. 3997/86

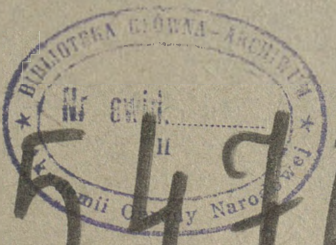


[REDACTED]
Egz. nr 1

Płk mgr inż. Ryszard PARADOWSKI
Mjr. mgr inż. Zbigniew STACHOWSKI

**ZASADNICZY SPRZĘT DYWIZJONU
RAKietOWEGO OPK TYPu S-75 M**

Skrypt



55474

WARSZAWA WBZESIEŃ 1987



Demonta 90350
11

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

**WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH**

ASG WP wezn. 3997/86



JAWNE



Egz. nr 1

**Płk mgr inż. Ryszard PARADOWSKI
Mjr. mgr inż. Zbigniew STACHOWSKI**

ZASADNICZY SPRZĘT DYWIZJONU RAKIETOWEGO OPK TYPU S-75 M

Skrypt

(4)



55474

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1987

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

ASG WP wewn. 3997/86

JAWNE

[REDACTED]
Egz.nr ... 1

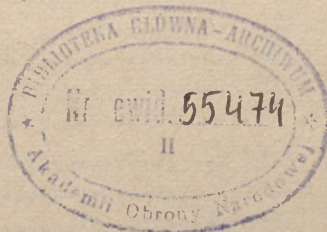


Płk mgr inż. Ryszard PARADOWSKI
Mjr mgr inż. Zbigniew STACHOWSKI

ZABADNICZY SPRZĘT DYWIZJONU RAKIETOWEGO OPK
TYPU 8-75M

Skrypt

JAWNE
PK Ryszard KURKUTA
dn. 4.11.2002r.
[Signature]



WARSZAWA

WRZESIEŃ

1986

SPIS TREŚCI

	Strona
WSTĘP	5
1. STRUKTURA ZASADNICZEGO SPRZĘTU DYWIZJONU RAKIĘTOWEGO OPK	6
2. CHARAKTERYSTYKA PRZECIWLOTNICZEGO ZBSTAWU RAKIĘTOWEGO S-75M "WOŁCHOW"	8
2.1. Przeznaczenie i skład zestawu	8
2.2. Możliwości taktyczno-techniczne zestawu	8
2.3. Zasada pracy zestawu	11
2.4. Właściwości ogniowe zestawu	14
3. STACJA NAPROWADZANIA RAKIET /SNR-75W/	15
3.1. Przeznaczenie i skład SNR	15
3.2. Rozmieszczenie aparatury SNR	15
3.3. Zespół antenowy	21
3.4. Urządzenia nadawcze	23
3.5. Urządzenia odbiorcze	26
3.6. Układ określenia współrzędnych/UOW/	28
3.7. Układ wypracowania komend /UWK/	31
3.8. Radionadajnik komend /RNK/	33
3.9. Układ synchronizacji	38
3.10. Układ sterowania położeniem anten i wyrzutni	38
3.11. Urządzenia wskaźnikowe	39
3.12. Automatyczny przyrząd startu /APS-75M/	41
3.13. Układ selekcji celu ruchomego /SCR/	43
3.14. Aparatura sterowania i kontroli SNR	44
3.15. Aparatura imitacyjna i treningowa SNR	45
3.16. Aparatura telewizyjna	45
4. ŹRÓDŁA ZASILANIA ZESTAWU W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ	46
4.1. Elektrownia polowa ESD-100	46
4.2. Kabina rozdzielcza RW	47
5. PRZECIWLOTNICZA RAKIĘTA KIEROWANA /PRK/ W-755	49
5.1. Charakterystyka rakiety	49
5.2. Ogólna budowa rakiety	49
5.3. Silniki rakietowe	50
5.4. Aparatura kierowania i śledzenia radiowego	53
5.5. Pilot automatyczny	56

	Strona
5.6. Zapalnik radiowy	59
5.7. Ładunek bojowy	62
5.8. Aparatura powietrza	64
5.9. Osprzęt elektryczny rakiety	64
5.10. Działanie rakiety podczas startu i lotu	65
5.11. Przeciwlotnicza rakietą kierowana W-7558U	69
5.12. Przeciwlotnicza rakietą kierowana 5 Ja-23 /W-759/.....	70
6. URZĄDZENIA STARTOWE PZR	72
6.1. Wyrzutnia rakietowa 8M-90'	72
6.2. Układ sterowania startem /USS/	75
6.3. Samochód transportowo-załadowniczy /STZ/	76
6.4. Pojazd PB-6R	77
7. CHARAKTERYSTYKA PRZECIWKŁÓCENIOWA PZR	78
7.1. Odporność przeciwzakłóceniom linii obserwacji celu	78
7.2. Odporność przeciwzakłóceniom linii kierowania radiowego rakiety	79
7.3. Odporność przeciwzakłóceniom zapalnika radiowego	80
BIBLIOGRAFIA	81

W S T Ę P

Niniejszy skrypt jest przeznaczony przede wszystkim dla słuchaczy Akademii Sztabu Generalnego WP, a szczególnie kursów: Obrony Powietrznej Kraju, Wojsk Lotniczych oraz Zabezpieczenia Wojsk Lotniczych i OPK.

Treścią skryptu są podstawowe zagadnienie dotyczące charakterystyki, budowy i działania zasadniczego sprzętu będącego w wyposażeniu dywizjonu raketowego OPK, w tym głównie - przeciwlotniczego zestawu raketowego /PZR/ typu S-75M.

Tematyka zawarta w skrypcie i stopień szczegółowości jej opracowania nie zapewniają dogłębnego opanowania problematyki związanej ze znajomością sprzętu dywizjonu raketowego OPK. Pełne zapoznanie się z tą tematyką wymaga korzystania z odpowiednich instrukcji i podręczników, których wykaz znajduje się na końcu skryptu. Niemniej skrypt ten jest jedną z wielu pomocy naukowych w opanowywaniu przedmiotu "Zabezpieczenie Techniczne Wojsk OPK".

Skrypt składa się z siedmiu rozdziałów: w pierwszym rozdziale przedstawiono strukturę zasadniczego sprzętu będącego w wyposażeniu dywizjonu raketowego OPK /dr OPK/. Charakterystykę, skład i zasadę pracy PZR typu S-75M opisano w rozdziale drugim. Natomiast rozdział trzeci poświęcono opisowi ogólnej budowy i działania poszczególnych układów SNR-75W. Dalszy rozdział /czwarty/ traktuje o źródłach zasilania zestawu w energię elektryczną. Rozdział piąty dotyczy charakterystyki, ogólnej budowy i działania PRK typu W-755 i jej zmodernizowanych wersji. W rozdziale szóstym podano niezbędne wiadomości o wyposażeniu startowym zestawu, w siódmym zaś przedstawiono ogólną charakterystykę przeciwzakłóceńową PZR.

1. STRUKTURA ZASADNICZEGO SPRZĘTU DYWIZJONU RAKIETOWEGO OPK

DYWIZJON RAKIETOWY OPK S-75M	
Bateria radiotechniczna	Bateria techniczna / Inne pododdziały
Przeciwlotniczy zestaw rakietowy S-75M - 1 kpl.	Stanowisko techniczne z infrastrukturą drogową, piaszczyn i budynków magazynów
Radiolokacyjna stacja wstępnego poszukiwania /RSWP/ w składzie: P-18 i PRM-133/	Środki obrony dywizjonu przed ŚNP:
Kabina sprzężenia 5F-24 PZR z urządzeniem WEKTOR-2WE	- przeciwlotnicze karabiny maszynowe PKM-2 - 3 szt.;
Pulpit zautomatyzowanych komend i meldunków	- przeciwlotnicze przelotowe /PPZR/ typu STRZAŁA-2M
	komplet sprzętu technologicznego do elaboracji rakiet jednym potokiem
	Pojazdy MMZ do transportu rakiet - 2 szt.

- 1/ Bateria techniczna występuje tylko w dywizjonach usemodyfikowanych pod względem zaopatrzenia w rakiety
- 2/ Wykaz sprzętu technologicznego znajduje się w skrypcie nr bibl. ASC WP 0813
- 3/ W skład RSWP mogą wchodzić inne RLS

Przeciwlotniczy zestaw raketowy S-75M jest najważniejszym elementem wyposażenia dr OPK, przy pomocy którego dywizjon wykonuje zadania obrony wyznaczonego sektora /odcinka/ w ugrupowaniu oddziału lub związku taktycznego /ZT/ wojsk raketowych OPK. Opisowi tego zestawu została poświęcona dalsza część skryptu.

Radiolokacyjna stacja wstępnego poszukiwania /RSWP/ jest etatowym źródłem informacji dr OPK o sytuacji powietrznej na dalekich podejściach do bronionego obiektu. Sytuacja powietrzna jest zobrazowana zarówno na wskaźnikach RSWP, jak i jej wynośnym wskaźniku obserwacji okrężnej /WWOD/ umieszczonym na SD dr OPK, to jest w kabinie dowodzenia SNR. W skład RSWP mogą wchodzić różnego typu stacje radiolokacyjne. W czasie opracowywania skryptu stosowano odległościomierze P-18 z radiowysokościomierzami PRW-13.

Kabina sprzężenia 5 F-24 podsystemu WEKTOR-2WE z PZR jest przeznaczona do przekazywania stacji naprowadzenia raket współrzędnych celu wskazanego dywizjonowi do zniszczenia i wysterowania anten SNR według tych współrzędnych.

Pulpit zautomatyzowanych komend i meldunków jest zamontowany w kabinie dowódczej SNR i służy do obustronnego przekazywania komend i meldunków pomiędzy wyższym zautomatyzowanym stanowiskiem dowodzenia a dywizjonem raketowym. Za pomocą tego pulpitu dywizjon otrzymuje dźwiękowy sygnał wskazania celu i przekazuje do SD przełożonego meldunki o działalności bojowej i stanie gotowości zestawu.

Pojazd samochodowy sześcioraketowy PS-6R jest przeznaczony do przechowywania na nim lub transportu 6 szt. rakiet typu W-755. Bliższe dane patrz p. 6.4.

Stojaki polowe są przeznaczone do rozładunku zapasu rakiet w dywizjonie. Podczas realizacji planu osiągnięcia wyższych stanów gotowości bojowej, w miejscu wcześniej wyznaczonym rozstawia się stojaki polowe, a następnie bez użycia dźwigu przeładowuje się na nie rakiety z STZ.

Magazyn rakiet nr 7 służy do przechowywania zapasu rakiet dywizjonu. Rakiety są ułożone na 1-2 naczepach PS-6R i na podetawkach w stanie częściowo zelaborowanym. Magazyn jest klimatyzowany i wyposażony w dźwig suwnicowy.

Dywizjon raketowy /nieusamodzielniony pod względem zaopatrzenia w rakiety/ jest wyposażony w odpowiedni sprzęt technologiczny niezbędny do wykonania końcowej elaboracji rakiet przechowywanych w magazynie nr 7. Są to przede wszystkim dystrybutory: powietrza, paliwa i utleniacza zabezpieczające napełnianie rakiet tymi składnikami.

2. CHARAKTERYSTYKA PRZECIWLOTNICZEGO ZESTAWU RAKIETOWEGO S-75M "WOŁCHOW"

2.1. Przeznaczenie i skład zestawu

Przeciwlotniczy zestaw raketowy S-75M przeznaczony jest do zwalczania przeciwlotniczymi raketami kierowanymi /PRK/ środków napadu powietrznego, a przede wszystkim: samolotów, śmigłowców, raket powietrze-zie-mnia i balonów automatycznie kierowanych. W szczególnych przypadkach, gdy nie ma innych środków walki, PZR można użyć do niszczenia celów naziemnych /nawodnych/. W skład PZR wchodzi następujące zasadnicze elementy:

1. Jedna stacja naprowadzania raket /SNR-75W/ w składzie trzech kabin:

- kabina dowódcza /UW/;
- kabina układów wyliczających /AW/;
- kabina nadawczo-odbiorcza z antenami /PW/.

2. Trzy elektrownie polowe /ESD-100/.

3. Jedna kabina rozdzielcza /RW/.

4. Jedna kabina z zestawem części zamiennych /PRM/.

5. Trzy przyczepy do transportu anten SNR i falowodów.

Wyżej wymieniony sprzęt stanowi wyposażenie baterii radiotechnicznej. Natomiast w baterii startowej znajduje się:

6. Sześć wyrzutni raketowych /SM-90/.

7. Do czterech jednostek ognia /1 jo = 12 szt./ przeciwlotniczych raket kierowanych typu: W-755 /20 DP/, W-755SU /20 DSU/ lub 5 Ja-23 /W-759/.

8. Sześć samochodów transportowo-załadowniczych /PR-11B/.

2.2. Możliwości taktyczno-techniczne zestawu

Przeciwlotniczy zestaw raketowy S-75M charakteryzuje się następującymi możliwościami taktyczno-technicznymi:

1. Odległość wykrywania samolotu bombowego	120-150 km
2. Maksymalna prędkość zwalczanego celu	1100 m/s
3. Maksymalna wysokość górnej granicy strefy ognia /do balonów 35 km/	30 km
4. Minimalna wysokość dolnej granicy strefy ognia:	
- podczas strzelania raketami W-755 z włączonym zapalnikiem radiowym	300 m
- podczas strzelania raketami W-755 SU z włączonym zapalnikiem radiowym	100 m

- podczas strzelania z wyłączonym zapalnikiem radiowym poniżej
- wybuch ładunku bojowego następuje od komendy K3 100 i 300 m
- 5. Maksymalna odległość do dalszej granicy strefy ognia:
 - przy aktywnym locie rakiety 43 km
 - z wykorzystaniem odcinka pasywnego 56 km
- 6. Minimalna odległość do bliższej granicy strefy ognia 7 km
- 7. Zakresy pracy stacji naprowadzenia rakiet 75 i 150 km
- 8. Moc w impulsie nadajnika obserwacji celu 1 MW
- 9. Moc w impulsie radionadajnika komend 80 kW
- 10. Przeszukiwanie przestrzeni antenami:
 - w azymucie β $n \cdot 360^\circ$
 - w kącie położenia ξ $0 \div 80^\circ$
- 11. Rozróżnialność SNR:
 - kątowa (ξ i β) 2°
 - odległościowa /D/ proporcjonalnie do zakresu pracy stacji 75 i 150 m
- 12. Czas przedstawienia zestawu z położenia marszowego w bojowe /w zależności od wyposażenia dywizjonu/:
 - na stanowisku z ukryciem typu trwałego od 3h40' do 6h45'
 - na stanowisku typu polowego od 3h10' do 5h50'
- 13. Czas przedstawienia zestawu z położenia bojowego w marszowe /w zależności od wyposażenia dywizjonu/:
 - na stanowisku z ukryciem typu trwałego od 3h10' do 6h20'
 - na stanowisku typu polowego od 2h15' do 5h

Uwagi:

1. Odległość wykrywania obiektu powietrznego zależy między innymi od wielkości jego skutecznej powierzchni odbicia σ , mocy nadajnika, czułości odbiornika i rodzaju pracy SNR. W tabeli 1 uwidoczniono odległość wykrywania i stabilnego śledzenia w zależności od wielkości celu i rodzaju pracy SNR.

2. Dolna granica strefy ognia 100 m i 300 m wyklucza spowodowanie wybuchu ładunku bojowego wskutek odbić, wypromieniowanej przez zapalnik radiowy, energii elektromagnetycznej od ziemi lub wody. Strzelanie do celów lecących poniżej tych wysokości jest możliwe bez użycia radiozapalnika /jest on wyłączony/, a inicjowanie wybuchu ładunku bojowego przeprowadza się za pomocą komendy K3 wysyłanej z SNR, tak zwany rodzaj "PRACA wg K3".

Tabela 1

Typ celu	Odległość wykrycia /km/		Odległość ręcznego śledzenia D _{RS} /km/	Odległość automatycznego śledzenia D _{AS} /km/	
	WW	SzW	Podświetlenie	Podświetlenie	SzW
Rakietą skrzydlatą, S ≥ 0,3 m ²	80	60	60	60	-
MiG-21 S = 1 m ²	130	90	95	75	-
Tu-16 S = 10 m ²	150	115	120	110	95

WW, SzW, Podświetlenie, RS, AS - rodzaje pracy SNR

3. Aktywny lot rakiety, to lot z pracującym silnikiem raketowym. Odcinek pasywny, to bezwładnościowy lot rakiety. Trwa on od momentu gdy silnik zakończy pracę do chwili, gdy rakietę utraci właściwości manewrowe na skutek spadku prędkości. Odcinek pasywny można wykorzystać przy strzelaniu do celów lecących z prędkością poniżej 420 m/s.

4. Odległość od SNR do bliższej granicy strefy ognia składa się z odcinka lotu nie kierowanego, który trwa od startu do zakończenia pracy przez silnik startowy i odcinka lotu kierowanego, podczas którego rakietę jest naprowadzana na tor obliczeniowy /kinematyczny/.

5. Zakresy pracy SNR wybierają: oficer naprowadzania i operatorzy ręcznego śledzenia /RS/ odpowiednim przełącznikiem. Ponadto na wskaźnikach można ustawić zakres 5 km, który dla operatorów RS jest zakresem podstawowym.

6. Przeszukiwanie przestrzeni odbywa się za pomocą obrotu anten w azymucie /β/ i kącie położenia /ε/. Niezależnie od ruchu anten charakterystyki promieniowania /wiązki/ wahają się w tak zwany sektorze szybkiego poszukiwania z częstotliwością 15 Hz.

7. Czasy przejścia PZR z położenia bojowego w marszowe i odwrotnie obejmują zwijanie /rozwijanie/ sprzętu, a także wykonanie kontroli funkcjonowania SNR. Dla stanowisk startowych z ukryciami typu trwałego czasy przejścia zestawu z jednego położenia w drugie są dłuższe niż na stanowiskach polowych. Wiąże się to z koniecznością układania kabli energetycznych w specjalnych kanałach i ustawieniem niektórych elementów zestawu w pomieszczeniach.

2.3. Zasada pracy zestawu

Zasada pracy przeciwlotniczego zestawu rakietowego typu S-75M "WOŁ-CHOW" oparta jest na wykorzystaniu komendowego /dowódczego/ systemu kierowania rakietami w procesie naprowadzenia ich na cel. System komendowy umożliwia zastosowanie następujących dwóch metod naprowadzenia:

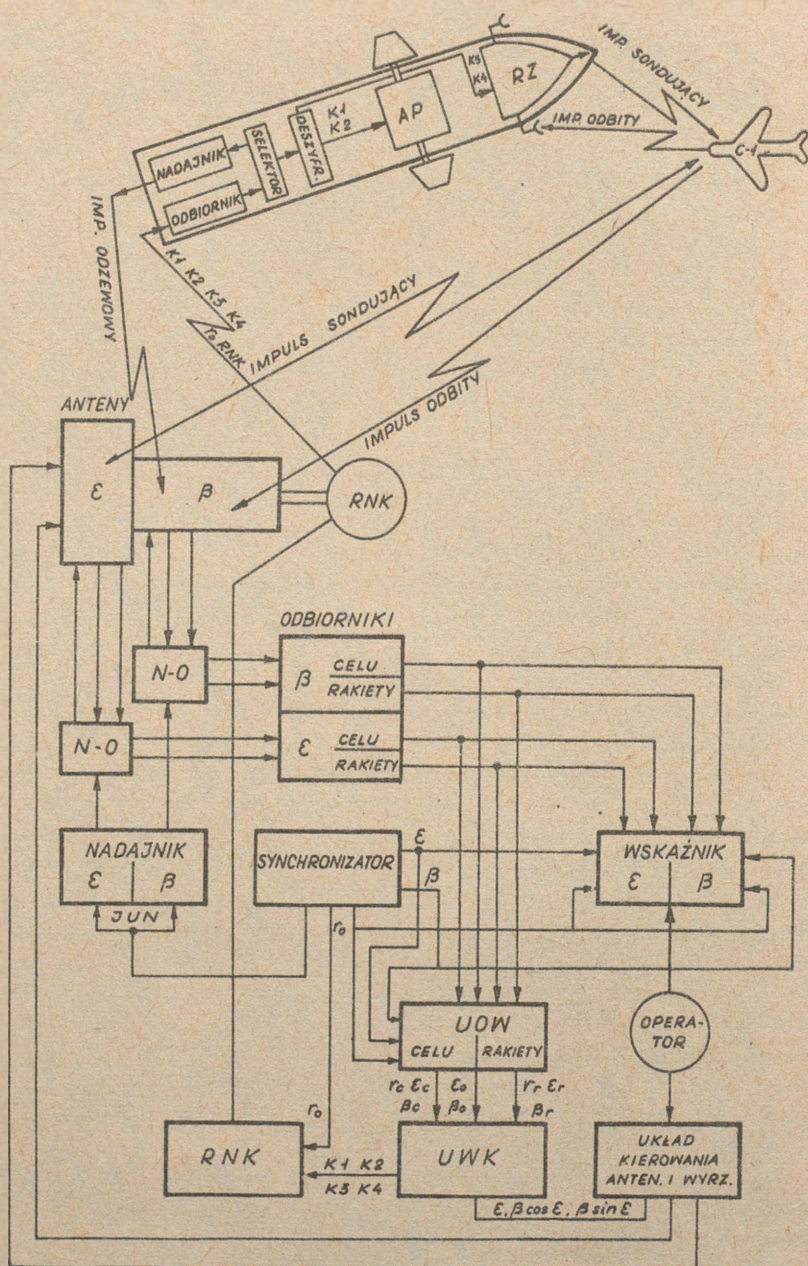
1. Połowicznego wyprzedzenia /PW/.
2. Trzech punktów /TP/.

Zasadę pracy PZR zilustrowano na rysunku 1.

Z chwilą włączenia zasilania na poszczególne urządzenia zestawu w SNR rozpoczyna pracę synchronizator, wytwarza on z określoną częstotliwością impulsy, które uruchamiają poszczególne urządzenia stacji. Jednym z tych impulsów zostają uruchomione urządzenia nadawcze generujące impulsy sondujące dużej mocy, które za pomocą anten zostają wypromieniowane w przestrzeń o obszarze określonym charakterystyką antenową. Gdy w obszarze charakterystyki znajdzie się obiekt powietrzny /cel/, to część energii elektromagnetycznej zostanie od niego odbita i odebrana przez anteny. Częstotliwość powtarzania i długość impulsów jest tak dobrana by impuls wcześniej wygenerowany przez stację mógł dotrzeć i powrócić z odległości ustalonej zakresem pracy stacji przed wygenerowaniem następnego.

Odbita energia /echo/ torem falowodowym zostaje doprowadzona do urządzenia odbiorczego, gdzie jest poddawana selekcji /wydzieleniu właściwych sygnałów/, wstępnemu wzmocnieniu i przekazaniu do pośredniej częstotliwości /PCz/. Następnie już w postaci PCz energia zostaje przesłana do kabiny UW do głównych wzmacniaczy celu. We wzmacniaczach oprócz wzmocnienia zostają wydzielone sygnały wizyjne /detekcja/. Sygnały wizyjne są doprowadzane do układu określania współrzędnych /UOW/ celu i na wskaźniki, gdzie w postaci plamki świetlnej zostaje zobrażony znacznik celu. W ten sposób zostaje zakończony etap poszukiwania celu i rozpoczyna się etap naprowadzenia osi optycznej anten i znacznika odległości na cel. Oficer naprowadzenia obserwując na wskaźniku znacznik celu, steruje za pomocą pokręteł napędami anten i poziomym znacznikiem odległości i doprowadza do zgrania na ekranie wskaźnika znacznika celu z punktem przecięcia się znaczników pionowego z poziomym. Znacznik pionowy obrazuje dwusieczną sektora obserwacji SNR, a znacznik poziomy - odległość do celu.

Po zakończeniu naprowadzenia rozpoczyna się etap śledzenia celu, tj. ciągłego i bardzo dokładnego utrzymywania środka sektora obserwacji na celu. W SNR-75W są następujące dwa sposoby śledzenia: automatyczne /AS/ i ręczne /RS/. Pierwszy sposób stosuje się przy strzelaniu do celów po-



Rys. 1 Zasada pracy przeciwlotniowego zestawu rakietowego S-75M

jedynych, nie zakłócających i dobrym zobrazowaniu sygnału. Ten sposób zapewnia najwyższą dokładność śledzenia. W automatycznym śledzeniu są dwa rodzaje pracy:

1/ automatyczne śledzenie z ręcznym podśledzaniem /AS-RP/,

2/ automatyczne śledzenie z automatycznym podśledzaniem /AS-AP/.

Podczas AS-RP aparatura układu określania współrzędnych śledzi cel w sposób automatyczny, natomiast operatorzy ręcznie utrzymują środek sektora obserwacji na celu. W rodzaju pracy AS-AP śledzenie celu odbywa się automatycznie bez udziału operatorów.

Drugi sposób /RS/ stosuje się przy strzeleniu do celów grupowych, zakłócających oraz w innych przypadkach gdy występuje fluktuacja sygnału od celu. Przy tym sposobie każdy z operatorów RS /w odległości, kącie położenia i azymucie/ obserwuje ekran swojego wskaźnika, śledzi cel i ręcznie, za pomocą pokręteła steruje antenami i wprowadza zmiany do elektronicznych układów śledzących. Operator RS we współrzędnej odległości steruje tylko znacznikiem odległości.

Po wejściu celu w strefę startu naprowadzania /ON/ dokonuje startu rakiety /rakiet/, która w czasie 3-4 s leci w zadanym kierunku nie sterowana z ziemi. Synchronizator wypracowuje impulsy zapytujące r_{DRNK} które przez radionadajnik i antenę RNK są wysyłane do rakiety. Na każdy impuls zapytujący nadajnik rakiety wysyła w kierunku SNR sygnał odzewowy. Odebrane przez anteny SNR sygnały odzewowe są doprowadzone do odbiorników, gdzie podlegają takiej samej obróbce jak sygnały odbite od celu, a więc wstępne wzmocnienie, selekcja i przekształcenie do częstotliwości pośredniej. Sygnały odzewowe PCz zostają następnie przekazane do głównych wzmacniaczy sygnałów rakiety /umieszczonych w kabinie AW/ skąd po detekcji są podane na wskaźniki i do układów określania współrzędnych. Na podstawie sygnałów odbitych od celu w UOW są określone współrzędne celu ϵ_c , β_c i r_c , a na podstawie sygnałów odzewowych rakiety - współrzędne rakiety ϵ_r , β_r i r_r . Wielkości te są przekazywane do układu wypracowania komend /UWK/, gdzie, proporcjonalnie do różnicy między odpowiednimi wartościami bieżących współrzędnych celu i rakiety $\Delta\epsilon$, $\Delta\beta$ i Δr , są wypracowywane komendy sterowania rakietą K1 i K2. Komendy K1 i K2 są przesyłane, w postaci napięcia stałego wolno zmieniającego się, do radionadajnika komend. W RNK ulegają one przekształceniu z napięcia stałego w impulsowe, zaszyfrowaniu, a następnie zostają przez antenę RNK wypromieniowane w kierunku rakiety. W odpowiednim momencie /zależnie od metody naprowadzania/ na pokład rakiety zostają wysłane z SNR komendy jednorazowe K3 i K4.

Komenda K4 stosownie do prędkości względnej między celem i rakietą

powoduje zgranie obszaru rażenia ładunku bojowego z charakterystykami anten odbiorczych zapalnika radiowego.

Komenda K3 ma za zadanie zdjęcie ostatniego stopnia zabezpieczenia radiozapalnika /RZ/ i włączenie go do pracy. Włączony RZ promieniuje energię elektromagnetyczną w przestrzeń o odpowiednio ukształtowanej i ukierunkowanej charakterystyce. Gdy cel znajdzie się w obszarze tej charakterystyki, to energia odbita od niego spowoduje wybuch ładunku bojowego i cel zostanie rażony odłamkami. Gdy rakietą chybi cel na odległości większej niż 60 m to RZ nie zadziała, rozerwanie ładunku bojowego nastąpi po około 80 s lotu od mechanizmu samolikwidacji. Podczas strzelania do celów nisko lecących przed samolikwidacją rakietą zostaje automatycznie skierowana do góry i rozerwie się na bezpiecznej wysokości.

2.4. Właściwości ogniowe zestawu

Do podstawowych właściwości ogniowych przeciwlotniczego zestawu rakietowego S-75M należy zaliczyć:

- stosunkowo duże prawdopodobieństwo zniszczenia celu pojedynczego jedną raketą w granicach strefy ognia, które wynosi około 0,7;
- ostrzelanie jednego celu powietrznego serią dwóch lub trzech rakiet, z odstępami czasowymi pomiędzy startami co 6 s, wówczas prawdopodobieństwo zniszczenia celu wzrasta i wynosi: 0,84 przy dwóch raketach i 0,97 przy trzech raketach;
- przystosowanie PZR do niszczenia celów manewrujących, stosujących różnego rodzaju zakłócenia radioelektroniczne lub lecące pod przykryciem tych zakłóceń. Prawdopodobieństwo trafienia celu zakłócającego jest niższe i zależy ono od rodzaju i intensywności stosowanych zakłóceń;
- prowadzenie ognia do celu grupowego;
- zdolność PZR do walki ze ŚNP w każdych warunkach atmosferycznych i różnych porach roku i doby;
- wykrywanie i śledzenie obiektów powietrznych o powierzchni skutecznej odbicia od $\sigma \geq 0,5 \text{ m}^2$;
- możliwość rozróżniania celów powietrznych "swoj - obcy";
- w razie potrzeby można doprowadzić sprzęt zestawu z położenia bojowego w marszowe i dokonać manewru z jednego stanowiska startowego na inne.

3. STACJA NAPROWADZANIA RAKIET /SNR-75W/

3.1. Przeznaczenie i skład SNR

Stacja naprowadzania rakiet przeznaczona jest do: wykrywania celów powietrznych samodzielnie, przy współpracy z RSWP lub według wskazań celu z SD oddziału /związku taktycznego/, przy czym wskazanie celu może być dokonane w sposób zautomatyzowany lub fonicznie; automatycznego lub ręcznego śledzenia celu wybranego do zniszczenia; określenia współrzędnych celu i rakiet; wypracowania komend kierowania i automatycznego naprowadzania jednocześnie od dwóch do trzech rakiet do jednego celu; wypracowania w odpowiednim momencie krótkotrwałych komend umożliwiających zdalne włączenie zapalnika radiowego rakiety do pracy /K3/ i zgranie obszaru rażenia ładunku bojowego z kierunkową charakterystyką anten odbiorczych RZ /K4/.

Do realizacji tych zadań SNR zawiera następujące urządzenia: /patrz rys. 1/: synchronizator, zespół anten; urządzenia nadawcze i odbiorcze; wekaźniki; układ kierowania położeniem anten i wyrzutni; układ określania współrzędnych /UOW/; układ wypracowania komend /UWK/; radionadajnik komend /RNK/; automatyczny przyrząd startu /APS/; układ selekcji celu ruchomego /SCR/; aparaturę telewizyjną do śledzenia celów; aparaturę imitacyjno-treningową, kontrolno-pomiarową i inną.

Uproszczony schemat blokowy SNR-75W przedstawiono na rysunku 2.

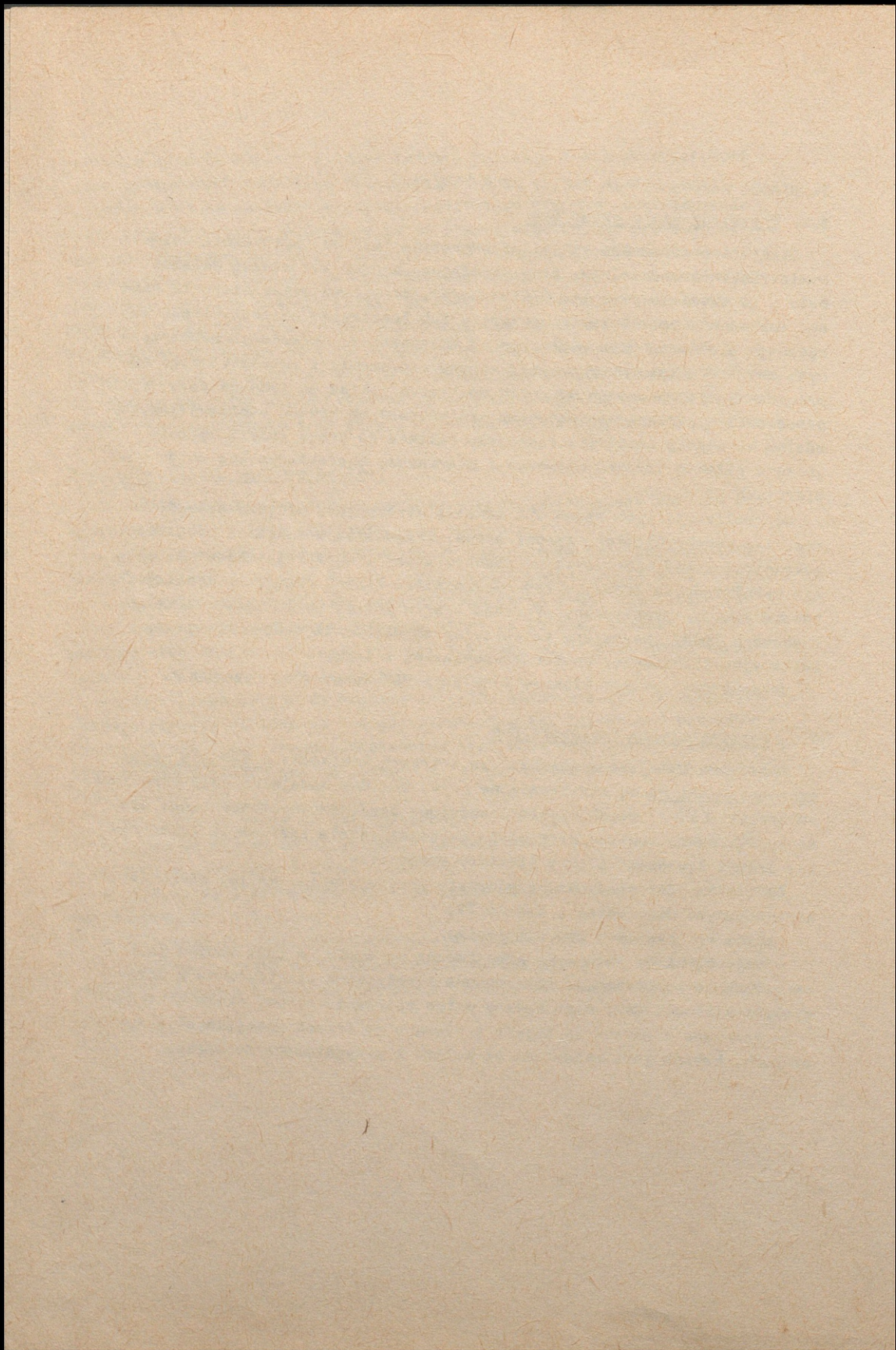
3.2. Rozmieszczenie aparatury SNR

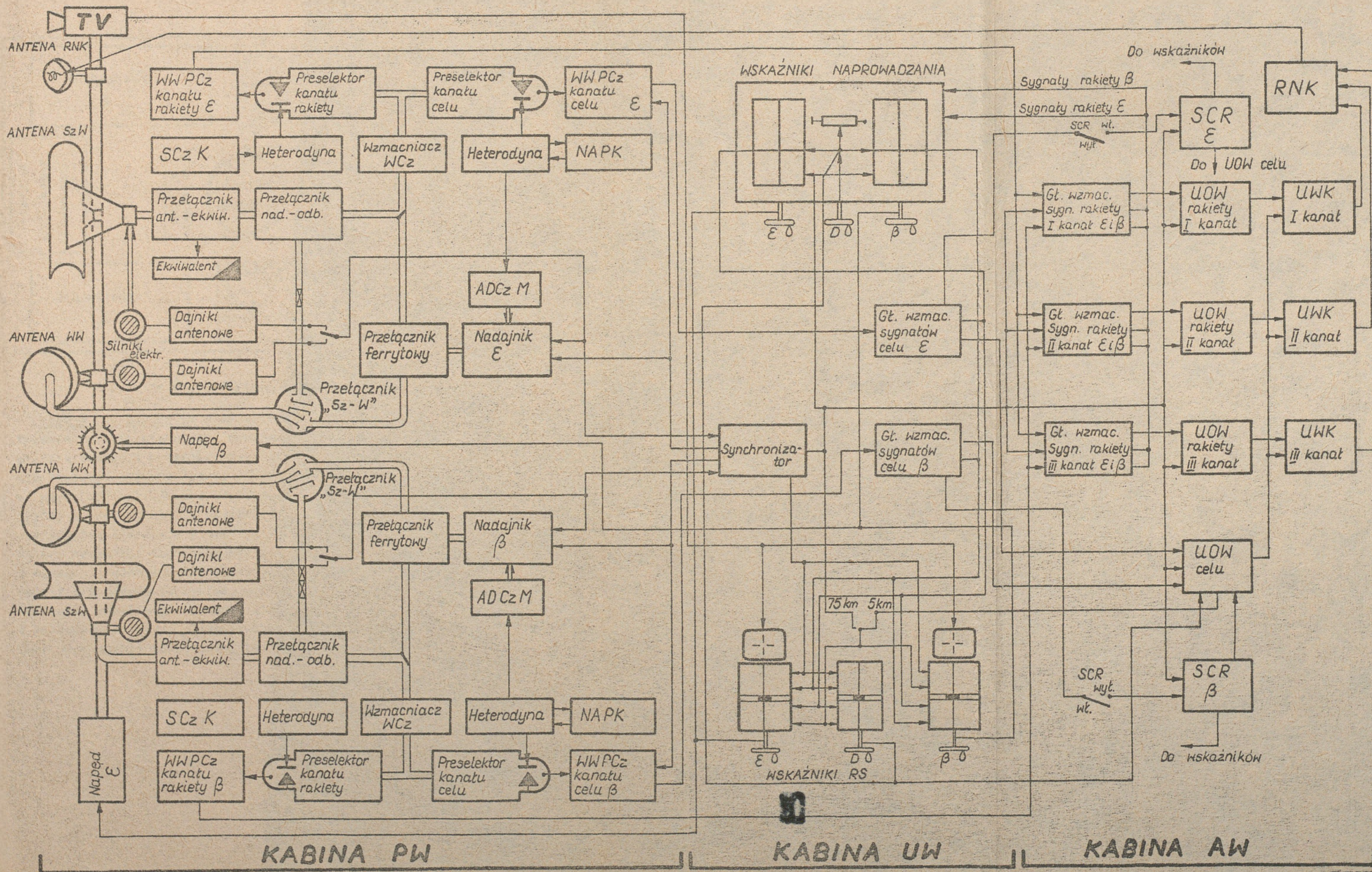
Aparatura SNR jest rozmieszczona w trzech kabinach: w kabine nadawczo-odbiorczej PW są rozmieszczone /rys. 3/: dwa nadajniki /dla płaszczyzn obserwacji Ξ i β /; wysokoczęstotliwościowa część dwóch odbiorników; elementy wykonawcze układu kierowania antenami; szafa sterowania i kontroli; środki łączności i inne elementy pomocnicze.

Kabina PW jest osadzona na podwoziu artyleryjskim. Na jej dachu jest zamontowanych pięć anten i kamera TV.

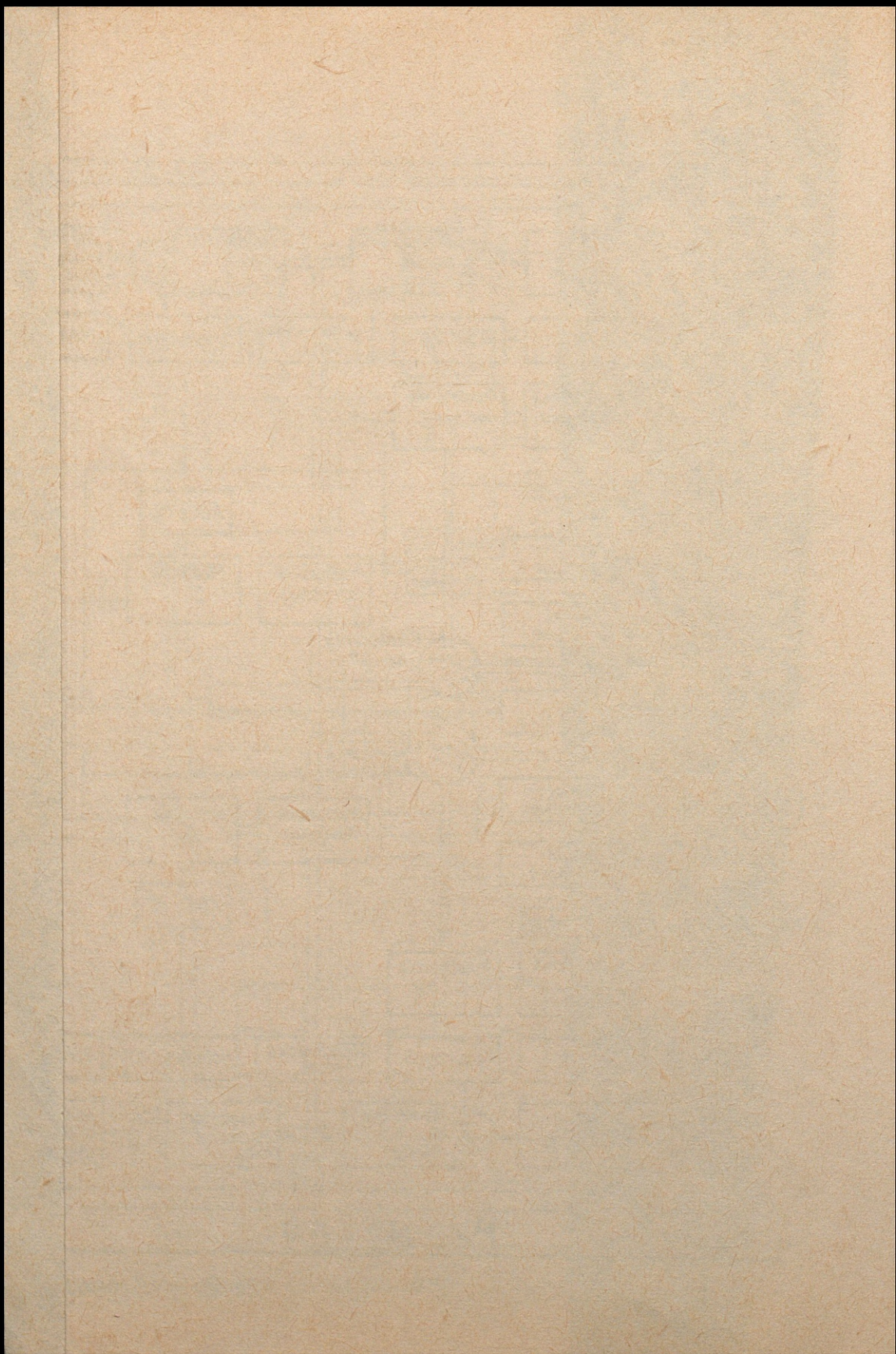
Kabina PW może mieć dwa położenia:

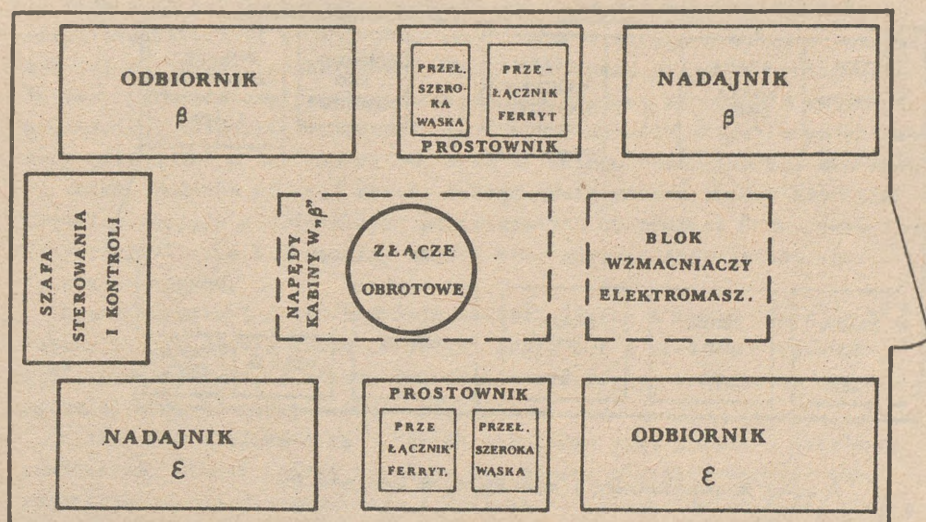
- bojowe, kiedy anteny są zamontowane na dachu, a cała kabina jest ustawiona na podporach, wypoziomowana i połączona elektrycznie z pozostałymi kabinami SNR. Masa kabiny w tym położeniu wynosi około 15 ton;
- marszowe - anteny są zdjęte i ułożone na trzech specjalnych przyczepach, kabina jest ustawiona na kołach i przygotowana do marszu.





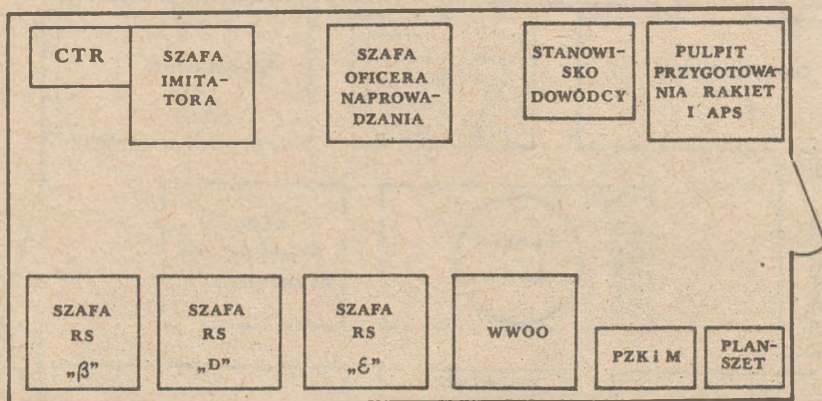
Rys. 2 Uproszczony schemat funkcjonalny SNR-75W





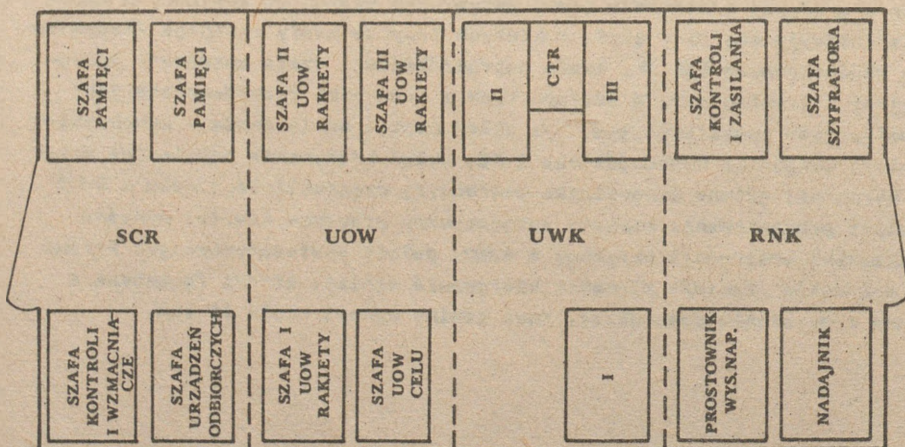
Rys.3. Rozmieszczenie aparatury w kabynie PW

Kabina kierowania UW - zwana też dowódczą gdyż spełnia ona równocześnie funkcję stanowiska dowodzenia dywizjonu. W tej kabynie odbywa się sterowanie i kontrola pracy wszystkich elementów zestawu. W kabynie znajduje się pięć szaf, z których trzy to szafy ręcznego śledzenia we współrzędnych ξ, β i D, szafa naprowadzania i szafa aparatury imitacyjnej i treningowej. W szafach tych i poza nimi rozmieszczona jest następująca aparatura /rys. 4/: układ napięć odniesienia - synchronizator; wskaźniki naprowadzania i RS; układ kierowania położeniem anten i wyrzutni; główne wzmacniacze pośredniej częstotliwości celu w ξ i β Pulpit przygotowania rakiet; automatyczny przyrząd startu; wynośne wskaźniki obserwacji okrężnej z RSWP; pulpit zautomatyzowanych komend i meldunków /PZK1M/; planszet kierowania ogniem; środki łączności i inne wyposażenie pomocnicze. Masa kabiny wynosi około 11 ton.



Rys.4. Rozmieszczenie aparatury w kabine UW

Kabina urządzeń wyluczających AW - zawiera, w postaci szaf i bloków, następującą aparaturę /rys. 5/: układ określenia współrzędnych - 4 szafy; układ wypracowania komend - 3 szafy, radionadajnik komend - 4 szafy; układ selekcji celu ruchomego - 4 szafy.



Rys.5. Rozmieszczenie aparatury w kabine AW

3.3. Zespół antenowy

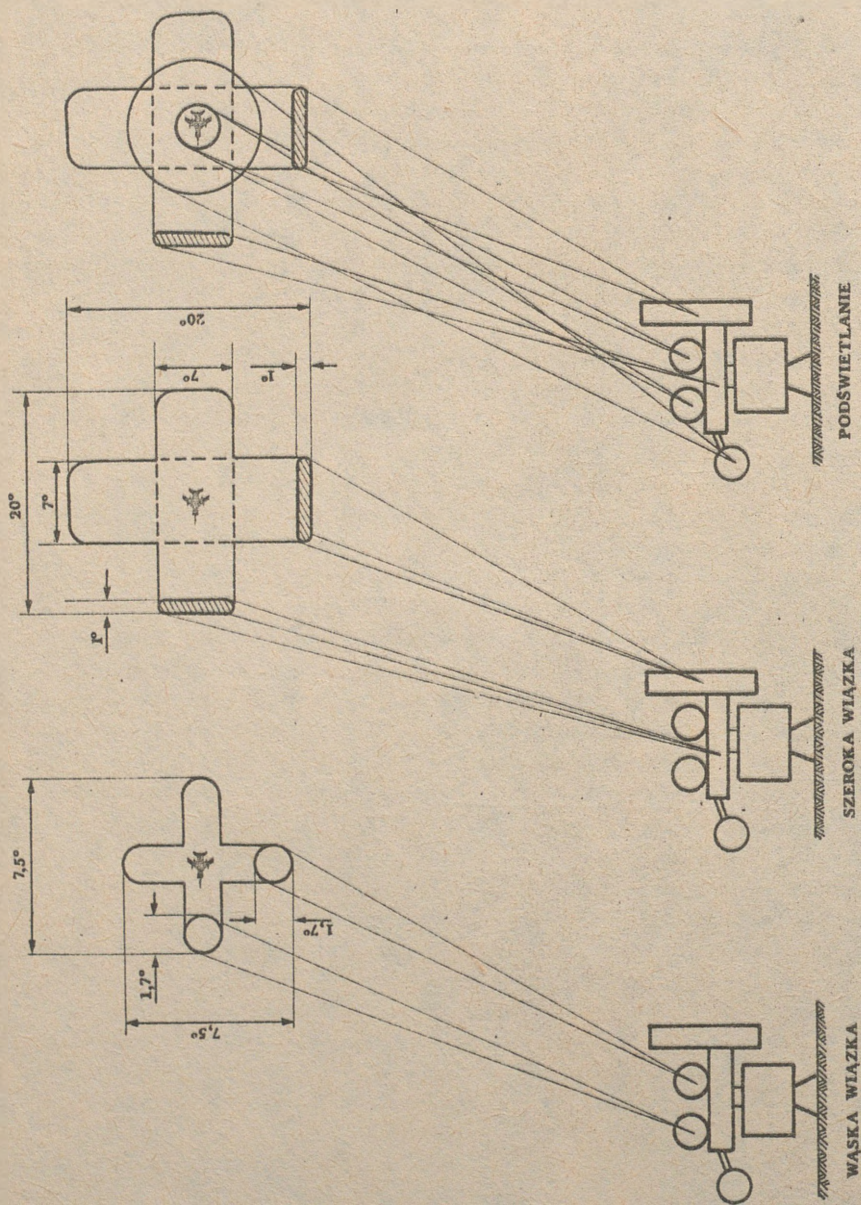
Anteny są przeznaczone do wypromieniowania w przestrzeń energii elektromagnetycznej o ukierunkowanej charakterystyce i odbioru energii odbitej od obiektu powietrznego. Zespół antenowy obejmuje: anteny; falodowy, jako linie przesyłowe energii WCz łączące urządzenia nadawczo-odbiorcze z antenami; urządzenia powodujące wahanie charakterystyk /wiązek/ antenowych w tak zwanym sektorze szybkiego poszukiwania; ekwiwalenty anten. SNR-75W ma pięć anten, z tego: dwie anteny tubowe szerokiej wiązki pracujące w oddzielnych płaszczyznach obserwacji ξ i β ; dwie anteny paraboliczne ξ i β wąskiej wiązki oraz antena paraboliczna radio-nadajnika komend.

Charakterystyki anten SZW mają kształt listka o wymiarach $1^\circ \times 7^\circ$. Anteny WW kształtują charakterystyki szpilkowe o wymiarach kątowych $1,7^\circ$. Charakterystyka anteny RNK ma kształt cygara o wymiarze kątowym /w zależności od stacji/ $10^\circ - 14,5^\circ$.

Anteny SZW zbudowane są z takich elementów jak: soczewka metalowo-powietrzna, dzięki której uzyskuje się płaską charakterystykę; tuba spełniająca rolę napromiennika; reflektor; ślimak zamieniający kołowy ruch napromiennika; na ruch posuwisto-zwrotny wiązki; napromiennik pierwotny i napęd elektryczny napromiennika.

Zasadniczymi elementami anteny WW są: reflektor i głowica szybkiego poszukiwania opromieniowująca reflektor.

W płaszczyźnie azymutu / β / anteny obracają się wraz z kabiną dookoła, natomiast w płaszczyźnie pionowej / ξ / tylko anteny w zakresie od $0^\circ - 90^\circ$. Niezależnie od ruchu anten charakterystyki ξ i β wahają się z częstotliwością około 15 Hz tworząc tak zwany sektor szybkiego poszukiwania, którego wymiary dla szerokiej wiązki wynoszą $20^\circ \times 20^\circ$, a dla wąskiej wiązki $7,5^\circ \times 7,5^\circ$ /patrz rys. 6/. Takie rozwiązanie poszerza sektor obserwacji SNR przy wąskich charakterystykach, ułatwia wstrzelenie rakiety w ten sektor oraz umożliwia dokładne określenie współrzędnych kątowych celu i rakiety. Charakterystyka anteny RNK jest nieruchoma i jest skierowana na środek sektora szybkiego poszukiwania. W antenach szerokiej wiązki wahanie charakterystyk jest realizowane w następujący sposób: silnik elektryczny obraca z prędkością 900 obr./min. napromiennik pierwotny, który kieruje energią elektromagnetyczną na powierzchnię ślimaka. Ukształtowanie ślimaka powoduje, że energia odbita od jego powierzchni w każdym momencie pada na inny punkt metalowego zwierciadła. Po odbiciu się od niego i przejściu przez soczewkę metalowo-powietrzną energia zostaje doprowadzona do tuby wyjściowej, która opromieniowuje reflektor. Na czas martwego ruchu wiązki, to



Rys. 6. Charakterystyki anten i wymiary sektora szybkiego poszukiwania

znaczy kiedy napromiennik pierwotny znajduje się naprzeciw zamkniętego łuku czoła ślimaka /80°/ nadajnik jest "zatykany" i energia elektromagnetyczna nie jest generowana. Po obwodzie 280° od czoła ślimaka rozmieszczonych jest pięć dajników indukcyjnych. Wytwarzają one impulsy początku i końca wygaszenia podetaw czasu na wskaźnikach i zatykanie nadajnika. Dajnik środkowy powoduje wyświetlanie znacznika pionowego na wskaźnikach. W ten sposób znacznik pionowy odpowiada dwusiecznej sektora szybkiego poszukiwania.

Realizacja procesu wahania charakterystyk anten wąskiej wiązki odbywa się w ten sposób, że energia elektromagnetyczna jest doprowadzana falowodem zasilającym do bloku składającego się z 75 szt. napromienników tubowych /falowódów/ ukształtowanych tak, że od strony falowodu zasilającego tworzą one okrąg, natomiast ich części wylotowe ułożone są w linię śrubową. Blok obracany jest silnikiem elektrycznym z prędkością 900 obr./min. W czasie obrotu energia elektromagnetyczna jest doprowadzana do kolejnych napromienników a to powoduje, że opromienianie reflektora anteny odbywa się z różnych punktów względem ogniska. W głowicy rozmieszczone są trzy dajniki indukcyjne spełniające tę samą rolę, jak przy antenach szerokiej wiązki. Na dachu kabiny PW są ustawione dwa ekwiwalenty anten. W czasie pracy nadajnika energia elektromagnetyczna WCz może być wypromieniwana przez anteny lub skierowana do ich ekwiwalentów celem przemiany na ciepło. Zespół anten ma następujące trzy rodzaje pracy:

1/ "Szeroka wiązka" - promieniowanie i odbiór energii odbywa się antenami tubowymi /szerokiej wiązki/.

2/ "Wąska wiązka" - promieniowanie i odbiór energii elektromagnetycznej odbywa się poprzez anteny paraboliczne, które, w porównaniu z antenami tubowymi, mają dużo większy zysk kierunkowy, dlatego też w rodzaju pracy "WW" SNR ma dużo większy zasięg wykrywania.

3/ "Podświetlanie" - w tym rodzaju pracy energia elektromagnetyczna jest promieniowana antenami wąskiej wiązki, a odbierana antenami szerokiej wiązki. Podczas "podświetlania" charakterystyki anten WW są nieruchome /nie wahają się/ i są skierowane na środek sektora szybkiego poszukiwania.

3.4. Urządzenia nadawcze

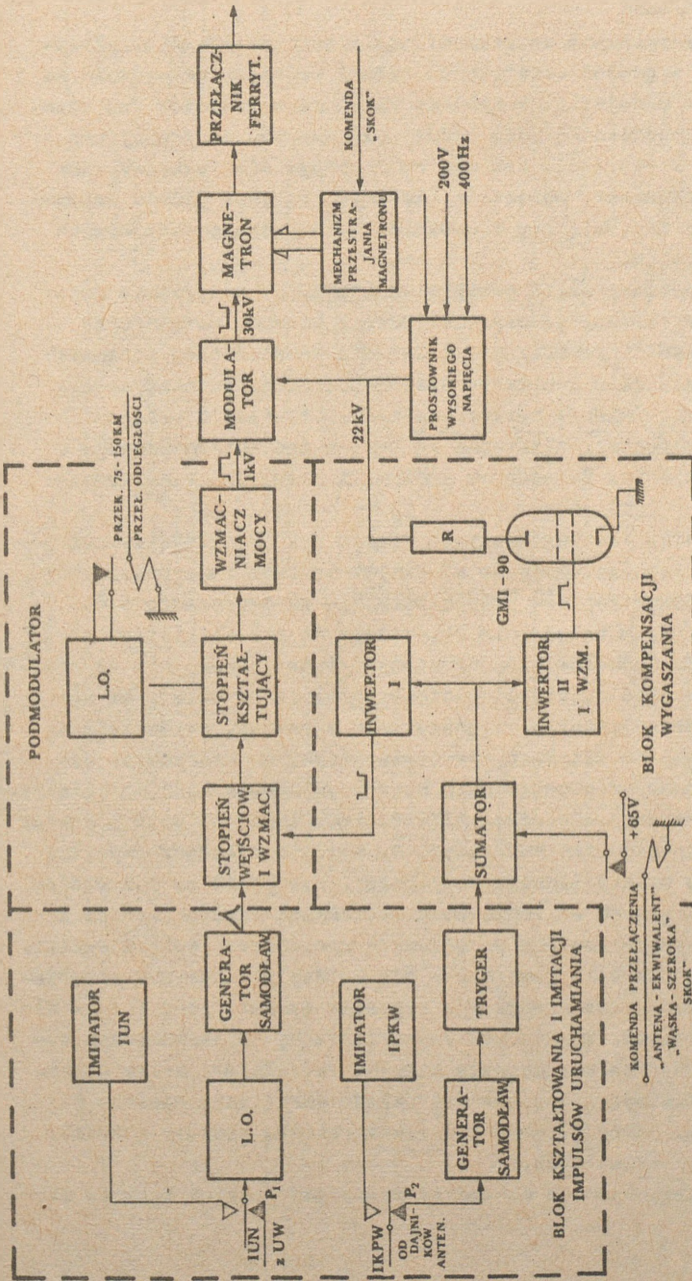
Nadajniki są przeznaczone do generowania impulsów wielkiej częstotliwości /Wcz/ i dużej mocy. Nadajniki SNR charakteryzują się następującymi danymi:

- moc nadajnika w impulsie - 1 MW;
- czas trwania impulsu: na zakresie 75 km - $0,4\mu s$, a na zakresie 150 km - $0,8\mu s$;
- częstotliwość powtarzania impulsów: na zakresie 75 km - 1840 Hz, a na zakresie 150 km - 920 Hz.

W kabynie PW rozmieszczone są dwa identyczne i niezależne nadajniki - jeden dla płaszczyzny ϵ , drugi - dla β . Różnica częstotliwości pracy obu nadajników wynosi 60 MHz, co zwiększa odporność stacji na zakłócenia i eliminuje wzajemny wpływ na ich pracę.

Każdy nadajnik składa się z takich zespołów, jak: podmodulator, modulator; generator /magnetron/; mechanizm przestrajania częstotliwości magnetronu; prostownik wysokiego napięcia; układ kompensacji wygaszania oraz blok zasilania i wentylatory.

Działanie nadajnika przebiega następująco /rys. 7/. Impuls uruchomienia nadajnika /IUN/ z synchronizatora jest podawany do stopnia wejściowego podmodulatora, gdzie zostaje unormowany w amplitudzie i czasie trwania. Do stopnia wejściowego są doprowadzane z dajników indukcyjnych anten także impulsy wygaszające nadajnik. W stopniu kształtującym podmodulatora, odpowiednio do ustawionego zakresu pracy stacji, są wytwarzane impulsy o długości 0,8 lub $0,4\mu s$. Stopień wyjściowy podmodulatora wzmacnia te impulsy do wartości 1 kW i przekazuje je do modulatora w celu uruchomienia go. Jednocześnie z prostownika do modulatora podaje się wysokie napięcie /20 kV/ ładujące specjalny kondensator. Z chwilę przyjęcia na modulator impulsu uruchamiającego, wysokie ujemne napięcie /30 kV/ zostaje podane na katodę magnetronu wyzwalaając go do pracy. Z magnetronu krótkotrwałe impulsy wCz i dużej mocy poprzez falowody zostają przesłane do anten. Magnetron może być przestrajany skokowo z jednej częstotliwości roboczej na drugą, /ręcznie lub elektrycznie/ i w sposób ciągły dostrajany w stosunku do częstotliwości wzorcowej w sposób automatyczny. Układ wygaszania przeznaczony jest do zatykania nadajnika w przypadku: martwego ruchu wiązki; przełączeń z ekwiwalentu na antenę; przełączeń z wąskiej wiązki na szeroką i w operacjach odwrotnych oraz w czasie skokowego przestrajania częstotliwości magnetronu. Wygaszanie pracy nadajnika wywołuje zmiany w obciążeniu prostownika wysokiego napięcia i modulatora. Są to przebiegi szkodliwe dla tych urządzeń, mogące doprowadzić do ich uszkodzenia. Zapobiega temu układ kompensacji, który w momencie wygaszania nadajnika podłącza do obwodu obciążenie równoważne obciążeniu modulatora. Takie obciążenie uzyskuje się dzięki lampie GMI-90 i oporności R.



Rys.7. Uproszczony schemat blokowy nadajnika SNR-75W

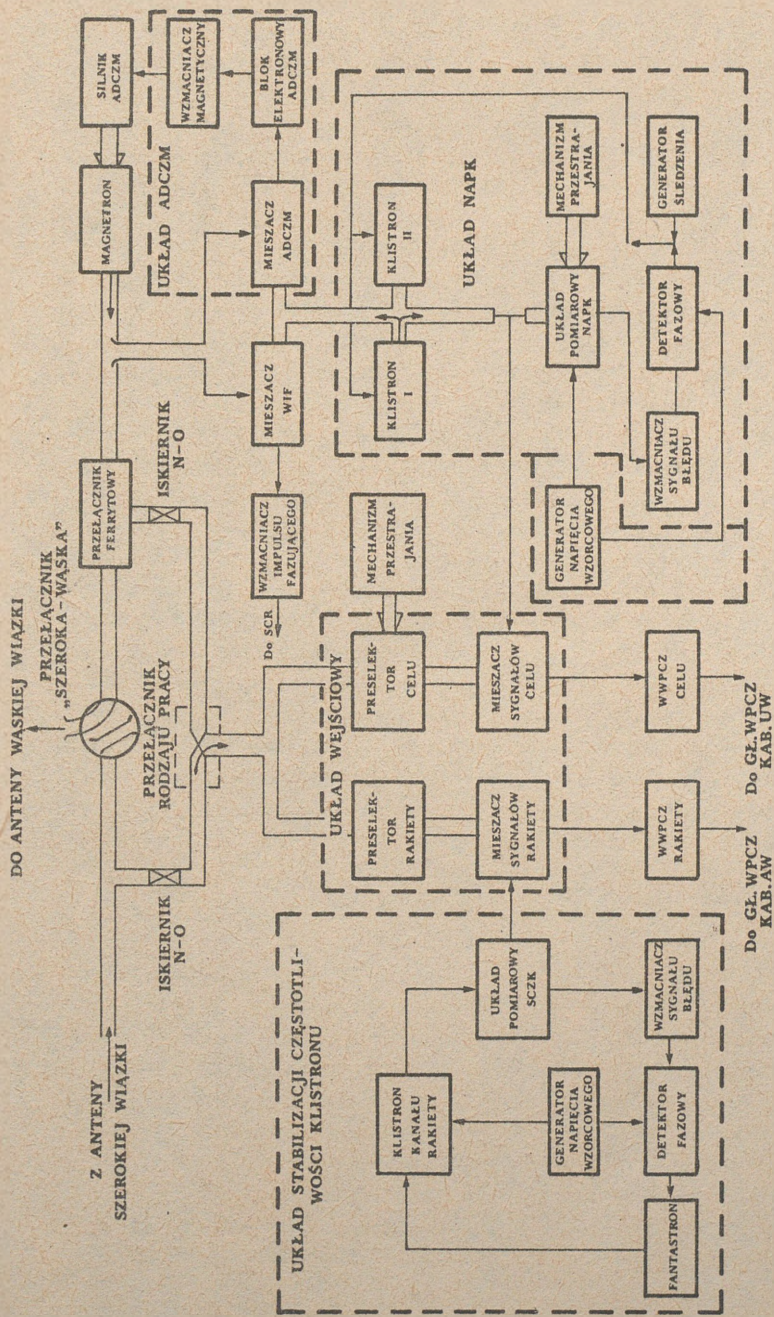
3.5. Urządzenia odbiorcze

Odbiorniki są przeznaczone do wzmacniania i przekształcania, odbieranych przez anteny sygnałów odbitych od celu i sygnałów odzewowych od rakiet. Podobnie jak nadajniki, w kabinie PW są rozmieszczone dwa identyczne i niezależne odbiorniki /dla każdej płaszczyzny obserwacji oddzielny odbiornik/. Z tym, że w kabinie PW znajduje się tylko wysokoczęstotliwościowa ich część, pozostałe elementy, to jest główne wzmacniacze sygnałów celu znajdują się w kabinie UW, a sygnałów odzewowych od rakiet - w kabinie AW.

Wysokoczęstotliwościową część odbiornika stanowią: urządzenie wejściowe /preselektory/; mieszacze częstotliwości; wstępne wzmacniacze pośredniej częstotliwości /WWPCz/ oddzielne dla kanałów celu i rakiet; dwie heterodyny kanału celu z układem natychmiastowego automatycznego podstrajania klustronu /NAPK/; heterodyna kanału rakiety z układem stabilizacji częstotliwości. Klustronu /SCzK/; układ automatycznego dostrajania częstotliwości magnetronu /ADCzM/ i przełącznik nadawanie-odbior /N-O/.

Działanie odbiornika jest następujące /patrz rys. 8/. Impulsy WCz odbite od celu oraz impulsy odzewowe od rakiet są odbierane przez anteny i torom falowodowym poprzez przełącznik N-O są doprowadzane do urządzenia wejściowego. W urządzeniu wejściowym na preselektorach następuje odfiltrowanie sygnałów własnej stacji /inne sygnały nie są przepuszczane/ i rozdzielanie częstotliwościowe impulsów od celu i od rakiet. Po wyjściu z preselektorów, sygnały celu i rakiety przesyłane są już odrębnymi kanałami do mieszaczy kryształicznych, do których są doprowadzone także sygnały z odpowiednich heterodyn zbudowanych na klustronach. W wyniku wymieszania się częstotliwości WCz impulsów celu i rakiet z częstotliwością odpowiednich heterodyn, na wyjściu mieszaczy zostają wydzielone sygnały o częstotliwości pośredniej. Następnie są one poddane wzmocnieniu we wstępnych wzmacniaczach pośredniej częstotliwości i kablami koncentrycznymi przesłane do głównych wzmacniaczy celu i rakiet. Głównych wzmacniaczy PCz celu jest dwa - dla każdej płaszczyzny obserwacji, natomiast głównych wzmacniaczy PCz sygnałów rakiety jest trzy - dla każdego kanału kierowania. W głównych wzmacniaczach, po wzmocnieniu sygnałów PCz, zostają wydzielone sygnały wizyjne /detekcja/, które po kolejnym wzmocnieniu zostają przesłane do: układu określania współrzędnych i do wskaźników, gdzie zarówno cel jak i rakietę zostają zobrazowane w postaci plamek świetlnych.

Bardzo istotnym zagadnieniem dokładnej pracy SNR jest utrzymanie sta-



Rys. 8. Uproszczony schemat blokowy odbiornika SNR-75W

tej częstotliwości, na jaką są nastrojone urządzenia odbiorcze, a konkretnie heterodyny. W kanale rakiety tę funkcję spełnia układ SCZK, natomiast w kanale celu - układ NAPK.

Praca układu SCZK jest oparta na zasadzie dostrajania częstotliwości heterodyny do częstotliwości rezonatora wzorcowego.

Zadaniem układu NAPK jest utrzymywanie częstotliwości heterodyn kłietronowych z dokładnością niezbędną przy pracy stacji w warunkach stosowania układu selekcji celu ruchomego. Zasada pracy układu NAPK polega także na porównywaniu częstotliwości kłietronu z częstotliwością rezonatora wzorcowego, jednak dokładność stabilizacji w tym kanale jest większa niż w kanale rakiety. Utrzymywanie stałej częstotliwości pośredniej na wyjściu mieszacza wymaga, oprócz stabilizowania częstotliwości heterodyn, stabilizowania także częstotliwości generowanej przez magnetron nadajnika. Zadanie to spełnia układ ADCZM. Zasada pracy tego układu polega na tym, że do mieszacza ADCZM przedostaje się część energii generowanej przez magnetron i drgania heterodyny celu. Z wyjścia mieszacza sygnały PCz są doprowadzane do elektronowego bloku układu ADCZM gdzie są wzmacniane i przekształcone w napięcie stałe proporcjonalne do wielkości odstrojenia magnetronu. Napięcie to steruje pracą silnika elektrycznego sprzężonego mechanicznie z magnetronem. Silnik obracając się w jedną bądź drugą stronę /w zależności od kierunku odstrojenia/ eprowadza częstotliwość magnetronu do wartości znamionowej.

Przełącznik nadawanie - odbiór jest przeznaczony do zabezpieczenia odbiornika przed uszkodzeniem wielką mocą energii nadajnika, gdyż odbiornik przystosowany jest do przetwarzania bardzo słabych sygnałów. Działanie przełącznika N-O polega na wykorzystaniu właściwości cwiierc lub półfalowej długości odcinków falowodu.

3.6. Układ określenia współrzędnych /UOW/

Układ określenia współrzędnych jest przeznaczony do określenia biejących współrzędnych celu / ϵ_c, β_c, r_c / i rakiety / ϵ_r, β_r, r_r /. Aparatura UOW zabezpiecza określenie współrzędnych jednego celu i trzech jednocześnie naprowadzanych na niego rakiet. Jest ona rozmieszczona w czterech szafach: jedna szafa celu i trzy jednakowe szafy rakietowe. Szafa celu zawiera bloki: napięć wzorcowych; współrzędnej odległości; współrzędnej kąta azymutu; współrzędnej kąta położenia; zasilacz i blok kontroli. Szafa określenia współrzędnych rakiety składa się z następujących bloków: głównego wzmacniacza pośredniej częstotliwości /GWPCz/ rakiety; współrzędnej odległości; współrzędnej kąta azymutu; współrzędnej położenia; zasilacza i bloku rozdzielającego sygnały PCz do odpowiednich torów GWPCz.

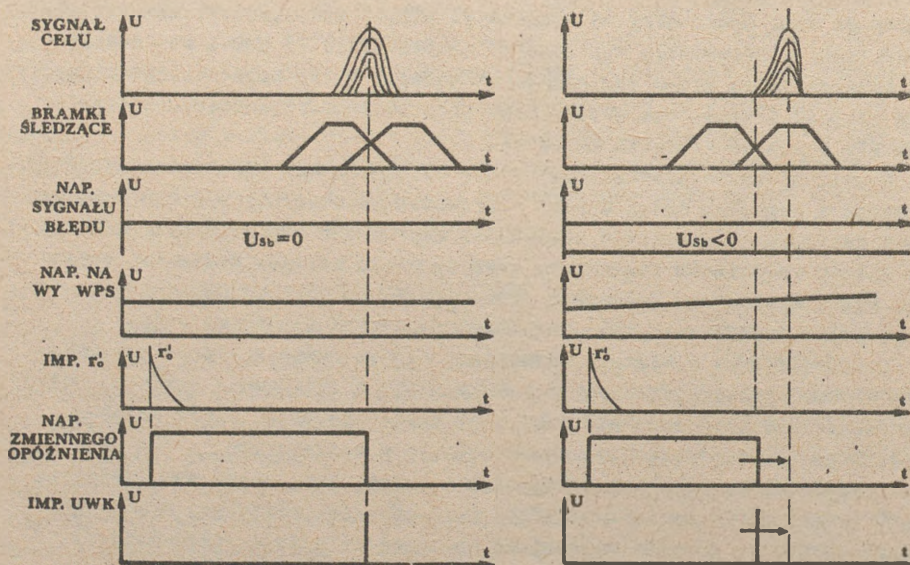
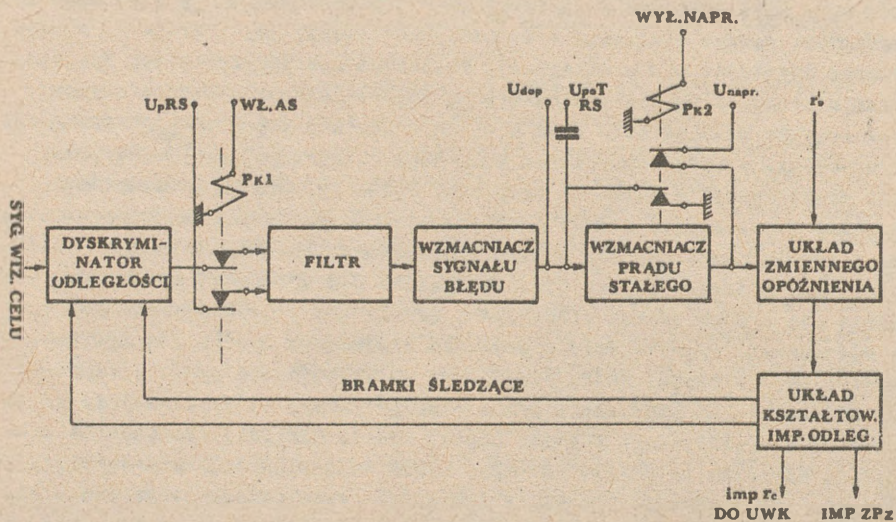
UOW celu może pracować w następujących trzech rodzajach pracy: naprowadzanie, ręczne śledzenie i automatyczne śledzenie.

Zasada działania UOW w odległości przebiega następująco /rys. 9/. W rodzaju pracy AS do dyskryminatora są doprowadzane z głównego wzmacniacza sygnały wizyjne celu oraz z synchronizatora impulsy r_{00} , którymi jest uruchamiany układ opóźnienia zmiennego wytwarzającego bramkę /napięcie prostokątne/ o zmiennej długości. Tyżem tej bramki uruchamiany jest układ wytwarzający bramki śledzące, impuls znacznika poziomego /ZPz/ i impuls pomiarowy dla układu wypracowania komend. Określenie współrzędnej odległości jest właściwe jeżeli pod środkiem sygnału celu znajduje się środek bramek śledzących, impuls ZPz i impuls pomiarowy UWK. Niezgodność sygnału celu z brankami śledzącymi wywołuje w dyskryminatorze sygnał błędu, który wzmożony we wzmacniaczu sygnału błędu /WSB/ oddziałuje na wzmacniacz prądu stałego /WPS/. Na wyjściu WPS, w zależności od polaryzacji sygnału błędu, będzie napięcie rosnące lub malejące. Napięcie to działa na układ opóźnienia zmiennego powodując wydłużenie lub skrócenie bramki, a tym samym przemieszczenie bramek śledzących, impulsów ZPz i UWK na środek sygnału celu.

W rodzaju pracy RS układ jest otwarty i dyskryminator jest odłączony od WSB. Operatorzy RS obserwując ekrany wskaźników i manipulując pokrętłami doprowadzają napięcie RB bezpośrednio do WSB i poprzez niego oddziałuje na układ opóźnienia zmiennego. W ten sposób ulega zmianie długość bramki tego układu oraz zgranie bramek śledzących, impulsów ZPz i UWK ze środkiem znacznika celu.

Rodzaj pracy "naprowadzanie" służy do zgrubnego zgrania układu śledzącego z sygnałem celu. Oficer naprowadzania obserwując ekran wskaźnika i manipulując pokrętłem doprowadza napięcie bezpośrednio do układu opóźnienia zmiennego, czym wywołuje procesy wcześniej opisane. Wyżej wymienione czynności powodują, że na ekranie wskaźnika następuje przesunięcie znacznika poziomego na środek znacznika celu.

Układ śledzący rakiety w odległości ma dwa rodzaje pracy: wystawienie bramek wyczekujących /WBW/ i automatyczne śledzenie rakiety. Układ ten zbudowany jest podobnie jak układ śledzenia celu, także podobna jest jego praca. Początkowo układ pracuje w rodzaju WBW. W tym przypadku zamiast dyskryminatora odległości włączony jest układ WBW wystawiający bramki śledzące z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym. Mówimy wówczas, że bramki zostały wystawione na pewną odległość /1800-2250 m/, gdyż rakietę po starcie zostaje przechwycona do śledzenia na określonej odległości od BNR. Gdy impulsy odzwowe od rakiety będą zgrane z brankami śledzącymi wówczas zadziała układ przechwyconia, który przełączy układ śledzący z rodzaju pracy WBW w rodzaj pracy AS.



Ryc.9. Zasada działania UOW celu w odległości

Układ określania współrzędnych kątowych pracuje inaczej niż współrzędnej odległości /patrz rys. 10/.

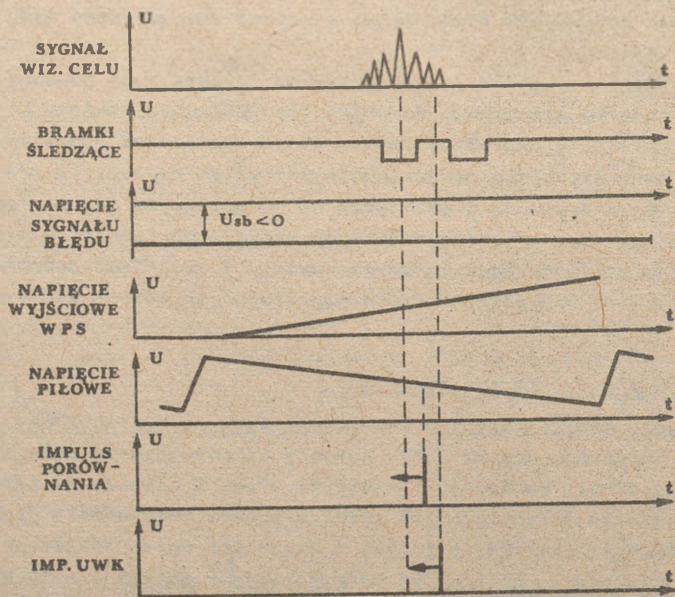
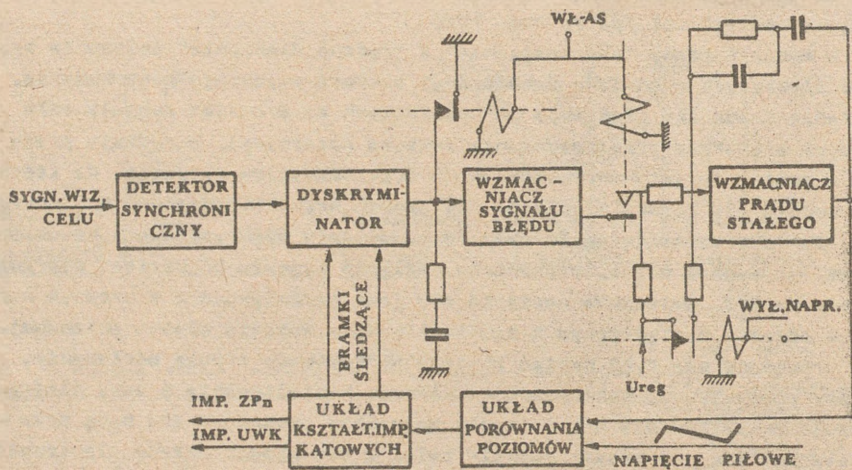
W rodzaju pracy "naprowadzenie" i "ręczne śledzenie" położenie bramek śledzących odpowiada dwusiecznej sektora szybkiego poszukiwania. Zgranie znacznika pionowego na wskaźnikach ze środkiem sygnału celu odbywa się przez przemieszczenie sektora obserwacji. W rodzaju pracy AS sygnał celu jest doprowadzany do dyskryminatora kąтового, do którego podają się bramki śledzące. Gdy środek bramek śledzących nie pokrywa się ze środkiem sygnału celu, to na wyjściu dyskryminatora kąтового powstaje sygnał błędu. Wzmocnione napięcie sygnału błędu jest doprowadzane do WPS. Wyjściowe napięcie WPS jest porównywane z wzorcowym napięciem piłowym występującym z częstotliwością wahania wiązki antenowej. Po zrównaniu się tych napięć zostaje wypracowany impuls porównania, który powoduje, że wytworzone w układzie kształtowania bramki śledzące, impuls pomiarowy dla UWK i impuls znacznika pionowego ZPn będą przemierzają się pod środek sygnału celu. W ten sposób układy elektroniczne UOW automatycznie śledzą cel, natomiast operatorzy ręcznie podśledzając /rodzaj AS-RP/ utrzymują środek sektora obserwacji na celu. W korzystnych sytuacjach można także stosować automatyczne podśledzenie /rodzaj AS-AP/.

Układ określania współrzędnych kątowych rakiety jest podobny do układu celu. W rodzaju pracy WBW, do czasu przechwycenia rakiety do sterowania, wystawiane są szerokie bramki, które rozmiarami odpowiadają szerokości sektora szybkiego poszukiwania szerokich wiązek. Po przechwyceniu rakiety do sterowania i przejściu na automatyczne jej naprowadzenie układ przełącza się na wąskie bramki, co pozwala dokładniej kierować rakietą, zasada pracy układów kątowych rakiety i celu jest podobna. Śledzenie rakiety we wszystkich trzech współrzędnych odbywa się tylko automatycznie.

3.7. Układ wypracowania komend /UWK/

Układ wypracowania komend przeznaczony jest do wypracowania: komend kierowania lotem rakiety K1 i K2; komendy K3 powodującej odległościowe włączenie zapalnika radiowego rakiety do pracy i komendy K4 przeznaczonej do połączenia przedniego lub tylnego punktu inicjowania /pobudźca/ ładunku bojowego /tB/ i jednej z dwóch par anten odbiorczych RZ.

Komendy kierowania K1 i K2 są kształtowane w sposób ciągły w postaci napięć stałych wolno zmieniających się, natomiast komendy K3 i K4 są wydawane tylko jeden raz o określonym czasie trwania, stąd noszą one nazwę komend jednorazowych.



Rys.10. Zasada działania układu określenia współrzędnych kątowych celu

UWK składa się z trzech identycznych szaf, dla każdego kanału kierowania przeznaczona jest aparatura jednej szafy. W skład każdej szafy wchodzi następujące bloki: kształtowanie sygnału błędu; wyprzedzenia; kształtowania komend kierowania; mechanizmu czasowego; kształtowania komend jednorazowych i zasilacz.

Komendy kierowania są wypracowywane dla dwóch metod naprowadzania rakiet na cel, tj. dla metody trzech punktów i metody połowicznego wyprzedzenia. Każda z tych metod ma inny kształt toru kinematycznego. Danymi wejściowymi dla UWK są impulsy pomiarowe odległości r_c i r_r i kątowne ϵ_c , ϵ_r i β_c , β_r doprowadzane z UOW. Zadanie UWK polega na: porównywaniu, napływających z UOW, różnic współrzędnych pomiędzy celem i rakieta; określeniu na tej podstawie wielkości sygnału błędu i wypracowaniu, proporcjonalnie do wielkości sygnału błędu, odpowiedniej wartości komend kierowania rakieta K1 i K2. Komenda K1 jest przeznaczona dla jednej pary sterów /1 i 3/, a K2 dla drugiej /2 i 4/.

Czas wydawania komend jednorazowych przez SNR zależy od włączonej metody naprowadzania. Przy strzelaniu z zastosowaniem metody TP komendy te są wydawane wcześniej niż przy metodzie PW. Komenda K3 jest wydawana w czasie 0,2 s w odległości 390 m od punktu spotkania rakiety z celem przy metodzie PW oraz 7000 m od miejsca startu - przy metodzie TP. W rodzaju pracy "BAK" w odległości 120 m, a w rodzaju pracy "ZIE-MIA" - 45 m przed celem.

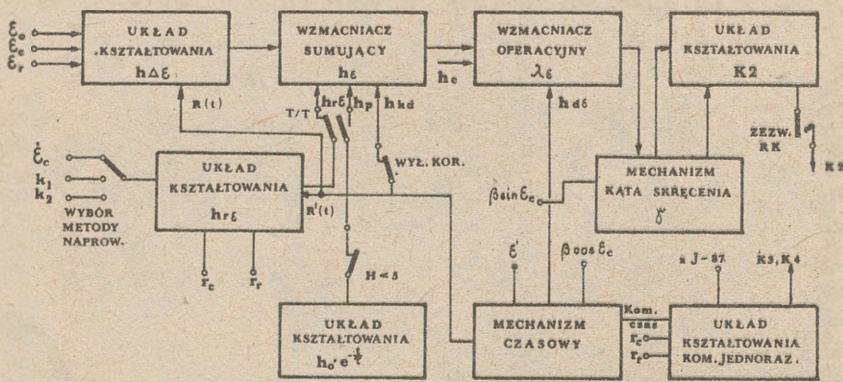
Komenda K4 jest wydawana przy użyciu metody PW w odległości 2400 m od punktu spotkania rakiety z celem, a przy metodzie TP odległość ta wynosi 9000 m. Czas trwania tej komendy zależy od prędkości względnej pomiędzy celem i rakieta i może wynosić od 0,72 - 2 s, co odpowiada prędkości względnej zbliżania w zakresie 1800 - 650 m/s.

Wszystkie komendy wytwarzane w UWK są doprowadzane do radionadajnika komend w celu ich zakodowania i przesłania drogą radiową na pokład rakiety.

Uproszczonego schemat blokowy UWK dla płaszczyzny obserwacji ϵ przedstawiono na rysunku 11.

3.8. Radionadajnik komend /RNK/

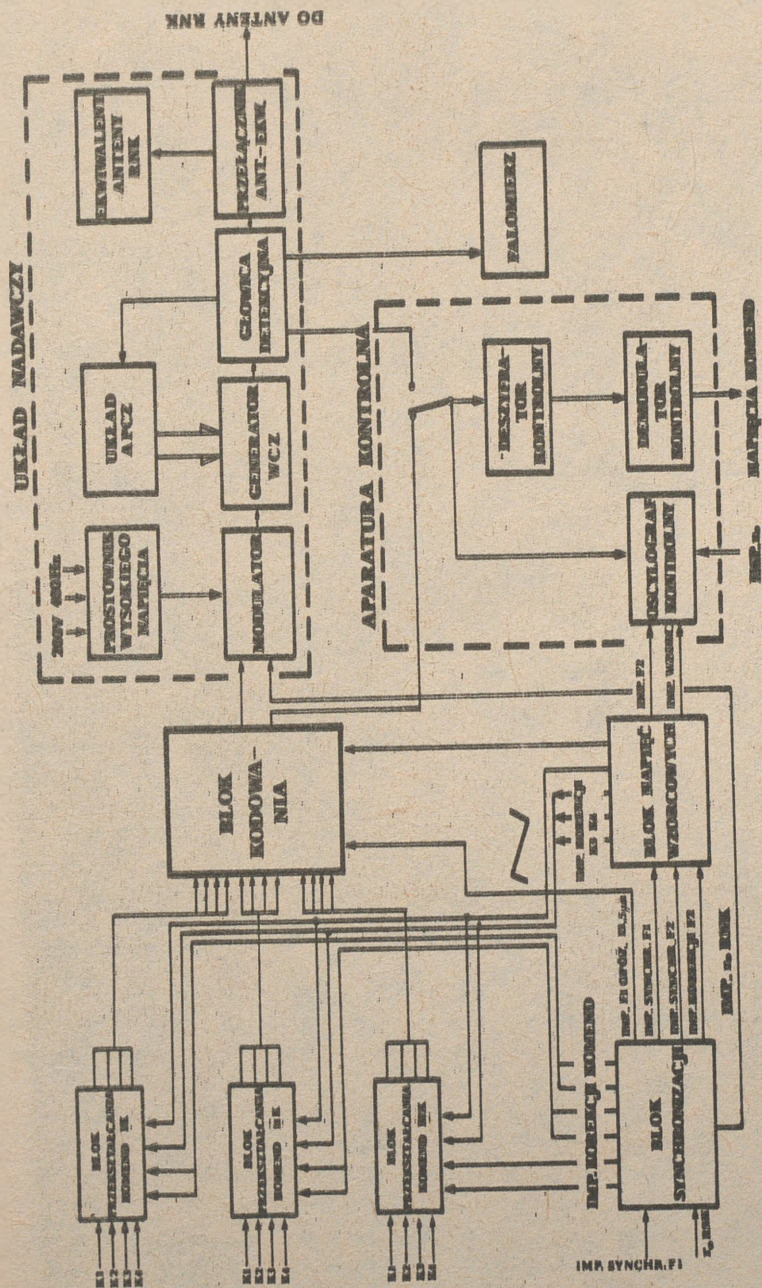
Radionadajnik komend jest przeznaczony do: przekształcania doprowadzonych z UWK napięć stałych komend kierowania /K1 i K2/ i komend jednorazowych /K3 i K4/ w napięcia impulsowe; wytwarzania impulsów taktu; kodowania oraz wypromieniowania wszystkich sygnałów i komend w kierunku rakiety.



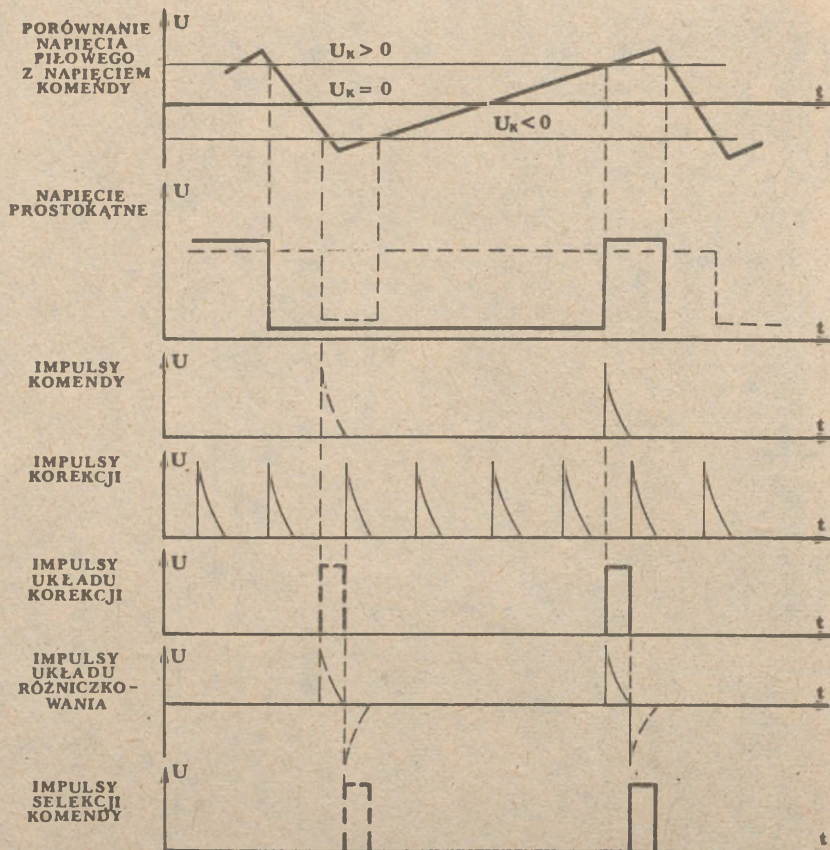
Rys. 11. Uproszczony schemat blokowy UWK w płaszczyźnie ϵ

Radionadajnik komend jest rozmieszczony w czterech szafach i składa się z aparatury: przekształcania komend; szyfratora; synchronizacji; napięć wzorcowych i impulsów korekcyjnych; nadawczej; zasilania i kontrolno-pomiarowej.

Działanie RNK przebiega następująco /patrz rys. 12/. Do układu przekształcania komend są doprowadzane z UWK napięcia komend kierowania i komend jednorazowych, a z układów napięć wzorcowych i korekcyjnych RNK piłowe napięcia wzorcowe i impulsy korekcyjne, które służą do ustawienia impulsów komend w odpowiednim wierzchu przedziału taktowego. Takie rozwiązanie wyklucza możliwość nakładania się sygnałów w radiolinii. W układach przekształcania napięcie piłowe nakłada się na napięcie stałe komendy /patrz rys. 13/ w wyniku czego powstaje napięcie prostokątne, z którego po zróżniczkowaniu - komendy z postaci napięcia stałego zostają zamienione w napięcie impulsowe. W aparaturze kodowania podlegają zakodowaniu wszystkie komendy /K1, K2, K3 i K4/ i impulsy taktu doprowadzone tam z aparatury napięć wzorcowych. Kodowanie w RNK odbywa się metodą czasowo-impulsową, to znaczy, że z każdego impulsu komendy i taktu zostaje utworzona tak zwana trójka kodowa. Czasowe rozstawienie tych trzech impulsów w każdej trójce jest różne i stanowi kod zrozumiały tylko dla tej rakiety, dla której te sygnały są przeznaczone.



Sys.12. Uproszczony schemat blokowy RMK



Rys.13. Przekształcanie komend w napięcia impulsowe

Impulsy zapytujące r_{0RNK} są doprowadzane z synchronizatora z kabiny UW do RNK, gdzie są normowane czasy ich trwania, a następnie za pomocą nadajnika i anteny RNK są przesyłane do rakiety celem uruchomienia nadajnika odzewowego. Impulsy zapytujące nie są kodowane.

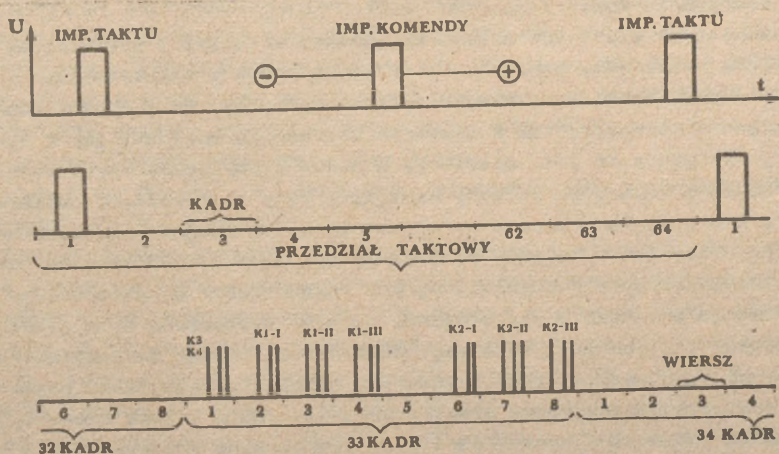
W sytuacji, gdy do jednego celu są naprowadzane jednocześnie trzy rakiety przez antenę RNK zostają wypromieniowane:

- grupa kodowa impulsów taktu wspólna dla wszystkich rakiet;
- sześć grup kodowych komend kierowania trzema raketami;
- jednorazowa komenda K3 w każdym kanale w postaci paczki grup kodowych, czas trwania paczki wynosi 0,2 s;

- jednorazowa komenda K4 w każdym kanale w postaci paczki grup kodowych, czas trwania paczki może wynosić od 0,72-2 s;

- pojedyncze impulsy zapytujące.

Aby uniknąć zakłóceń w radiolinii wszystkie sygnały i komendy zajmują określone miejsce w przedziale taktowym wyznaczonym przez impulsy taktowe /rys. 14/. Przedział taktowy jest podzielony na 64 odcinki czasowe - kadry, a każdy kadr podzielono na 8 wierszy. Pierwszy wiersz przeznaczony jest dla komend jednorazowych K3 i K4. Drugi, trzeci i czwarty wiersz odpowiednio dla K1-I, K1-II, K1-III kanału. Piąty wiersz zawsze pierwszego kadru jest zarezerwowany dla impulsów taktowych. Szósty, siódmy i ósmy wiersz odpowiednio dla K2-I, K2-II, K2-III kanału. Komendy K1 i K2 w zależności od wartości i polaryzacji mogą występować w dowolnych kadrach, lecz zawsze w tych samych wierszach. Zerowej wartości komend kierujących rakietą odpowiada położenie ich po środku przedziału taktowego /kadr 32/ ze wzrostem wartości dodatniej przemieszczają się one w prawo od środka tj. do 64 kadru, a ze wzrostem wartości ujemnej - w lewo do 1 kadru.



Rys. 14. Struktura przedziału taktowego RNK

Komendy jednofazowe występują zawsze w tych samych wierszach i kadrach, a mianowicie: K3 i K4 dla I kanału występują w 5, 21, 37 i 53 kadrze. Dla II kanału w 9, 25, 41 i 57 kadrze. Dla III kanału w 13, 29, 45 i 61 kadrze.

3.9. Układ synchronizacji

Synchronizator jest przeznaczony do wytwarzania impulsów uruchamiających poszczególne układy SNR.

W następstwie działania synchronizatora praca urządzeń i układów stacji przebiega w ściśle określonej kolejności i współzależności czasowej.

Synchronizator jest zamontowany w szafie oficera naprowadzenia i składa się z układu odległościowego, zabezpieczającego działanie urządzeń związanych z określeniem odległości do celu i rakiety oraz z układu kąтового sterującego działaniem urządzeń umożliwiających określanie współrzędnych kątowych i wypracowanie odpowiednich sygnałów do sterowania rakietami w płaszczyznach azymutu i kąta położenia.

3.10. Układ sterowania położeniem anten i wyrzutni

Układ sterowania położeniem anten i wyrzutni jest przeznaczony do zdalnego sterowania antenami i wyrzutniami oraz do sterowania poziomym znacznikiem odległości. Ponadto w tym układzie są wytwarzane sygnały proporcjonalne do prędkości kątowej celu, które są wykorzystywane w układzie kierowania rakietami.

Do zasadniczych elementów układu kierowania antenami i wyrzutniami należą: łącza selsynowe, wzmacniacze /prądu stałego i elektromaszynowe/ oraz elementy wykonawcze napędu anten i wyrzutni. Przy czym w obu płaszczyznach obserwacji, tak w układzie sterowania antenami jak i wyrzutniami, występują te same elementy. W skład łączy selsynowych wchodzi: sterowane z kabiny UW selsyny nadajniki /SN/ oraz selsyny odbiorniki /SO/, które są zamontowane na wyrzutniach i w kabinie nadawczo-odbiorczej PW. Poza tym w kabinie PW i na wyrzutniach są zamontowane tak zwane miejscowe selsyny nadajniki, są one przeznaczone do autonomicznego sterowania antenami i wyrzutniami. Selsyny wyposażone są w skale kątowe, według których odczytuje się położenie kątowe anten i wyrzutni.

Elementami wykonawczymi tego układu są: silniki elektryczne; przekładnie redukcyjne, wzmacniacze elektromaszynowe /WEM/ i inne elementy.

Sterowanie antenami i wyrzutniami jest jednoczesne i niezależne w obu płaszczyznach obserwacji. Odbywa się ono za pomocą pokręteł ξ i β z pulpitu oficera naprowadzenia lub operatorów RS, z których każdy oddzielnie steruje układem w swojej płaszczyźnie. Pokręta odległości /D/ są związane z potencjometrami, poprzez ich obrót zmienia się wartość napięcia na potencjometrze. Napięcie to jest wykorzystywane w UOW do sterowania bramkami śledzącymi i poziomym znacznikiem odległości.

Zasada działania układu jest następująca: obracając pokręteł w jednej

ze współrzędnych kątowych pomiędzy sełsynami nadawczym i odbiorczym powstaje sygnał błędu w postaci napięcia sinusoidalnego. Napięcie to podaje się początkowo do wzmacniacza prądu stałego, a następnie do wzmacniacza elektromaszynowego /amplidy/ i po wzmożeniu jest wykorzystywane do uruchomienia elektrycznego silnika wykonawczego, który poprzez reduktory powoduje obrót anten lub wyrzutni. W miarę odpracowywania zadanego SN kąta, dzięki sprzężeniu zwrotnemu pomiędzy elementem obracanym /antena, wyrzutnia/ a sełsynem odbiorczym, stopniowo zanika sygnał błędu. Po odpracowaniu całej wartości sygnał błędu będzie równy zero i obrót zostanie zakończony. Jakość pracy układu sterowania i zgodność kątową pomiędzy antenami i wyrzutniami kontroluje oficer naprowadzania przy pomocy dwóch wskaźników umieszczonych w bloku sterowania.

3.11. Urządzenie wskaźnikowe

W skład urządzeń wskaźnikowych wchodzi: wskaźnik naprowadzania i trzy wskaźniki ręcznego śledzenia, po jednym wskaźniku w każdej współrzędnej ξ, D, β .

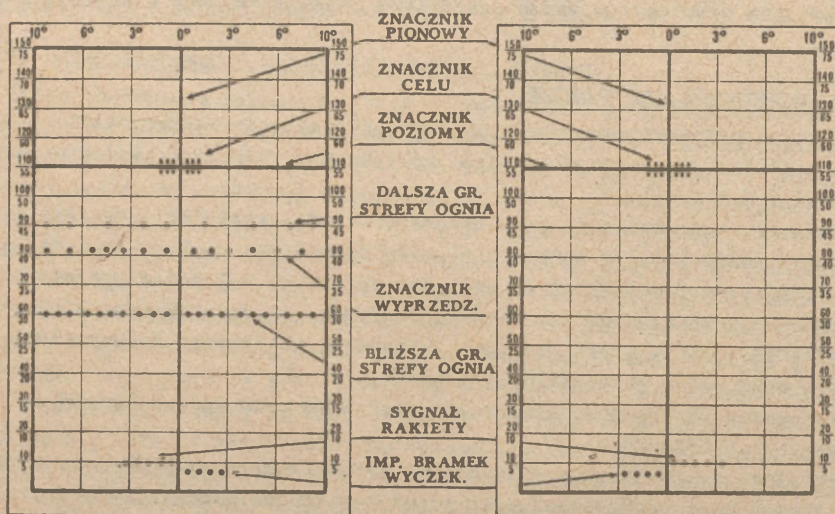
Wskaźnik naprowadzania jest przeznaczony do: wizualnej obserwacji sytuacji powietrznej w sektorze promieniowania SNR; wyboru celu do ostrzelenia; naprowadzania sektora obserwacji na cel przez zgranie skrzyżowania znaczników pionowego i poziomego ze znacznikiem celu; określenia momentu startu rakiety; wizualnej obserwacji lotu rakiety i celu oraz oceny rezultatów strzelania.

Wskaźniki RS służą do dokładnego śledzenia celu we współrzędnych kątowych i w odległości.

Wskaźnik naprowadzania posiada dwa ekrany /patrz rys. 15/, na jednym z nich jest obserwowana przestrzeń w układzie współrzędnych: odległość - kąt położenia /D- ξ /, a na drugim w układzie: odległość - azymut /D- β /.

Wskaźnik naprowadzania, stosownie do zakresów pracy SNR, ma dwa zakresy pracy podstawy czasu odległości, to jest 75 i 150 km. Zakres kątowej podstawy czasu jest określony wymiarami sektora szybkiego poszukiwania i wynosi $20^\circ \times 20^\circ$ podczas włączonego rodzaju pracy "szeroka wiązka" lub $7,5^\circ \times 7,5^\circ$ w rodzaju pracy "wąska wiązka". Wzrostki wskaźniki mają telewizyjną podstawę czasu. Jest to taka podstawa czasu, w której dwa prostopadłe względem siebie napięcia piłowe są podawane na cewki odchylające powodując odchylenie strumienia elektronów: z dołu do góry - podstawa czasu odległości oraz z prawa na lewo - podstawa czasu kątowa.

Na ekranach wskaźnika naprowadzenia wyświetlane są znaczniki elektro-
nowe: pionowy /ZPn/, poziomy /ZPz/; znaczniki celów i rakiet; znaczniki
skalowane 5 km; impulsy bramek wyczekujących oraz znaczniki doprowadzo-
ne z automatycznego przyrządu startu /APS/, a mianowicie: znacznik odle-
głości wyprzedzonej / d_w /, bliższej granicy strefy ognia / d_b /; dalszej
aktywnej / d_{da} / i dalszej pasywnej / d_{dp} / strefy ognia. Wszystkie znac-
niki powstają poprzez dodatkowe podświetlenie podetaw czasu odległości.
Znaczniki pochodzące od APS, można za pomocą przełącznika, wyświetlić
na lewym bądź prawym ekranie.



Rys.15. Zobrazowanie znaczników na wskaźniku naprowadzenia

Wskaźniki RS obsługują operatorzy, gdzie każdy z nich śledzi cel
we współrzędnych kątowych $D-\xi$ i $D-\beta$ oraz w odległości we współrzęd-
nych $D-\xi$ lub $D-\beta$ w zależności od podłączenia. Wskaźniki RS mają
zakres podetawy czasu odległości 75 i 5 km, natomiast zakres kątowej
podetawy czasu jest taki, jak na wskaźnikach naprowadzenia. Zakres
5 km jest wycinkiem pięciokilometrowego odcinka przestrzeni /po 2,5 km
przed i za celem/ rozciągniętego na cały ekran wskaźnika RS. Takie roz-

wiązanie pozwala związać dokładność ręcznego śledzenia celu. Znacznik pionowy na wskaźnikach RS jest kaskadowany oddzielnym napięciem pilowym. Na czas wyświetlenia tego znacznika podstawa czasu odległości jest wygaszana. Dzięki temu znacznik pionowy jest dłuższy od podświetlanego ekranu, co umożliwi śledzenie celu zakłócającego aktywnie na środek pasma zakłóceń.

3.12. Automatyczny przyrząd startu APS-75M

Automatyczny przyrząd startu jest przeznaczony do wypracowania następujących danych do strzelania: odległości rzeczywistej /pochyłej/ od punktu spotkania rakiety z celem D_w /odległość wyprzedzona; odległości rzeczywistej do dalszej aktywnej / d_{da} / i dalszej pasywnej / d_{dp} / strefy ognia; odległości rzeczywistej do bliższej granicy strefy ognia / d_b /; parametru celu / P_c /; wysokości lotu celu / H_c / i prędkości celu / V_c /.

Wartości D_w , d_{da} , d_{dp} i d_b są wyświetlane na wskaźniku naprowadzania w postaci poziomych linii, a wartości P_c , H_c i V_c są zobrazowane na przyrządach wskaźnikowych. Wyżej wymienione wartości są wypracowywane na bieżąco i w każdej chwili odpowiadają położeniu i prędkości lotu celu.

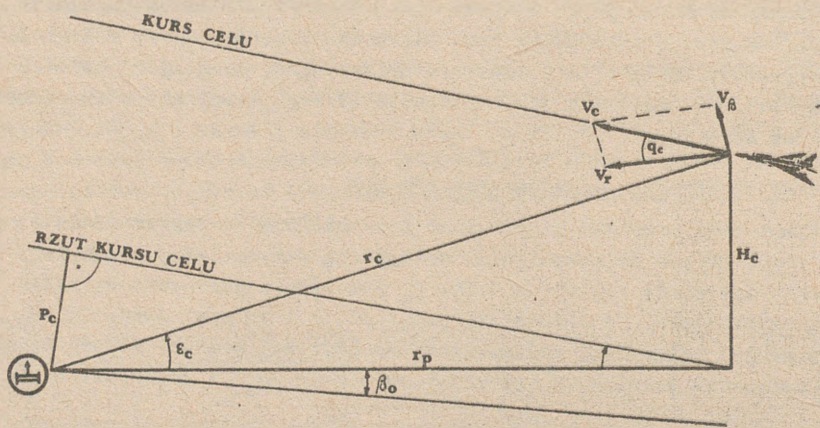
Znacznik odległości wyprzedzonej D_w wskazuje, w którym punkcie strefy ognia nastąpi spotkanie rakiety z celem.

Znacznik dalszej aktywnej granicy strefy ognia dotyczy aktywnego odcinka lotu rakiety, to jest zasięgu rakiety z pracującym silnikiem. Natomiast znacznik dalszej pasywnej granicy strefy ognia odnosi się do bezwładnościowego lotu rakiety po zakończeniu pracy silnika marszowego.

Parametr celu P_c jest to najkrótszy odcinek pomiędzy rzutem kursu celu na płaszczyznę poziomą a stanowiskiem startowym /patrz rys. 16/.

APS składa się z sześciu bloków rozmieszczonych w kabinie UW. Są to: blok /I 87W/ wypracowujący odległość wyprzedzoną do punktu spotkania rakiety z celem, jest on umieszczony w szafie RS odległości; blok /I 88/ przyrządów wskaźnikowych P_c , H_c i V_c , jest zamontowany nad wynośnym wskaźnikiem obserwacji okrężnej; blok /I 81/ wytwarzający wartości P_c , H_c i V_c ; blok /I 82/ określający granice strefy ognia d_{da} , d_{dp} i d_b dla rakiety W-755; blok /I 83/ określający granice strefy ognia dla rakiety W-755 SU oraz blok zasilania. Ostatnie cztery bloki są umieszczone pod pulpitem przygotowania rakiet.

APS jest analogową maszyną matematyczną, która na podstawie wprowadzonych z zewnątrz danych o celu rozwiązuje określone równanie matematyczne według schematu obliczeniowego przedstawionego na rys. 16.



Rys.16. Schemat obliczeniowy APS

Dla określenia odległości wyprzedzonej w bloku I87W rozwiązywane jest następujące równanie:

$$D_W = \frac{r_c}{\dot{r}_c + V_r'} ; \quad /1/$$

gdzie:

- r_c - odległość rzeczywista do celu;
- \dot{r}_c - prędkość zmiany odległości rzeczywistej do celu;
- V_r - średnia prędkość rakiety;
- $V_r' = 0,96 V_r$

Blok J87W może pracować, stosownie do metod naprowadzania rakiety, w dwóch rodzajach: PW i TP-I87. Przy metodzie PW odległość do celu r_c jest wprowadzana z układu określania współrzędnych celu. Natomiast przy metodzie TP-I87 odległość ta jest wypracowywana bezpośrednio w bloku I87W przez rozwiązanie równania:

$$r_c = \frac{H_c}{\sin \epsilon_c} ; \quad /2/$$

gdzie:

- H_c - wysokość lotu celu wprowadzana pokrętelem na blok I87W;
- ϵ_c - kąt położenia celu.

Parametr celu P_c obliczony jest ze wzoru:

$$P_c = \frac{\beta_c \cos^2 \xi_c \cdot r_c^2}{V_c}$$

/3/

gdzie:

β_c - prędkość zmiany azymutu celu;
 V_c - prędkość celu; $V_c = \sqrt{V_\beta^2 + V_d^2}$;
 V_β i V_d - składowe prędkości celu.

Granice strefy ognia d_d i d_b zależą od H_c , P_c i V_c , typu rakiety i metody naprowadzania. Przy $H_c < 1$ km daleka granica strefy ognia ma wartość stałą. Znacznik dalszej pasywnej granicy strefy ognia jest wypracowywany tylko dla celów lecących na $H_c < 23$ km, $V_c < 420$ m/s i przy metodzie PW. Wyjście celu powyżej górnej granicy strefy ognia jest sygnalizowane migotaniem znacznika d_{da} , a poniżej dolnej granicy strefy ognia - migotaniem znacznika d_b . Rozróżnianie poszczególnych znaczników na ekranie wskaźnika naprowadzenia jest możliwe dzięki temu, że występują one z różną gęstością.

3.13. Układ selekcji celu ruchomego /SCR/

Układ selekcji celu ruchomego jest przeznaczony do eliminowania wpływu zakłóceń pasywnych na pracę BNR. Zakłócenia pasywne powstają w wyniku odbić energii elektromagnetycznej od sztucznych odbijaczy dipolowych, chmur i przedmiotów terenowych.

Aparatura SCR jest rozmieszczona w czterech szafach w kabinie AW. BNR może pracować z włączonym układem SCR, jak również, gdy nie ma zakłóceń pasywnych - bez niego. Przy włączonym układzie SCR odebrane sygnały odbite od celu są przekazywane do pozostałych układów stacji przez układ SCR.

Praca aparatury SCR jest oparta na zasadzie wykorzystania efektu Dopplera, który polega na tym, że sygnały odbite od przedmiotów ruchomych w stosunku do sygnałów odbitych od przedmiotów stałych mają większą fluktuację i częstotliwość, krótszy czas trwania i okres powtórzenia oraz występuje przesunięcie fazowe sygnału. W układzie SCR w BNR-75W wykorzystuje się właściwość przesunięcia fazowego sygnałów odbitych od celu ruchomego. Fazy tych sygnałów są porównywane z fazą napięcia wzorcowego generowanego przez heterodynę koherentną w czasie okresu powtórzenia impulsów sondujących. Doprowadzane do układu SCR impulsy odbite od celu i od przedmiotów wywołujących zakłócenia podlegają przekształceniu do częstotliwości pośredniej i odpowiedniemu wzmocnieniu. Przy czym wzmocnienie jest wprost proporcjonalne do przesunięcia fazowego.

Dlatego też impulsy od celu ruchomego są wzmacniane bardziej niż od przedmiotów zakłócających pasywnie i dzięki temu istnieje możliwość ich wydzielenia drogą pomiaru amplitudy. Dzieje się to w ten sposób, że impulsy odbite od celu i przedmiotów zakłócających w układzie SCR są zapisywane na płytce dielektryka /potencjałoscopie/ i utrzymują się na nim przez okres powtórzenia T_p impulsów sondujących. Impulsy przychodzące w następnym okresie powodują odejmowanie sygnałów zakłóceń od sygnałów celu ruchomego. Układ SCR ma cztery stopnie odejmowania. Obłoki chmur i sztucznych dipoli mogą się przemieszczać pod wpływem wiatru, co ujemnie wpływa na pracę SCR. W celu ich "zatrzymania" zastosowano w każdej płaszczyźnie obserwacji układ kompensacji wiatru. Kompensacji dokonuje oficer naprowadzania pokrętłami, wprowadza on w ten sposób zmianę częstotliwości heterodyny koherentnej. Dodatkowym zjawiskiem niekorzystnym podczas pracy SCR są tak zwane "ślepe prędkości celu". Występują one wówczas gdy składowe promieniowa prędkości celu osiąga wartość:

$$v_d = \frac{n \cdot \lambda}{2T} ;$$

14/

wtedy cel nie jest widoczny na ekranach wskaźników.

We wzorze:

n - liczba całkowita 1,2,3...;

λ - długość fali;

T - okres powtórzenia impulsów sondujących.

Eliminowanie ślepych prędkości odbywa się w ten sposób, że podczas pracy SNR z włączonym układem SCR nadajniki stacji pracują z przemiennymi okresami powtórzenia T_p , które wynoszą:

- na zakresie 75 km - $T_{p1} = 522 \mu s$ i $T_{p2} = 566 \mu s$;

- na zakresie 150 km - $T_{p3} = 1044 \mu s$ i $T_{p4} = 1132 \mu s$.

3.14. Aparatura sterowania i kontroli SNR

Aparatura sterowania i kontroli umożliwia wykonanie następujących czynności: centralne włączanie i wyłączenie zestawu raketowego; ustalenie rodzaju pracy zestawu PB /praca bojowa/ i KS /kontrola stacji/; kontrolę funkcjonowania całego zestawu lub poszczególnych jego zespołów; sterowanie antenami i wyrzutniami; wybór odpowiedniej metody naprowadzania rakiet; określanie danych do strzelania; kierowanie przygotowaniem wyrzutni i rakiet do strzelania; prowadzenie ognia; utrzymywanie łączności głosnikowej i telefonicznej pomiędzy elementami zestawu i wiele innych czynności wchodzących w skład pracy bojowej dywizjonu.

Podstawowa część aparatury sterowania i kontroli jest rozmieszczona w szafie oficera naprowadzania i na pulpicie przygotowania rakiet /OP/. Na płytach oszłonowych bloków i pulpitych znajduje się szereg przycisków, przełączników i lampek sygnalizacyjnych, za pomocą których dowódcą, oficer naprowadzania i operator przygotowania rakiet sterują zestawem raketowym oraz kontrolują jego pracę.

3.15. Aparatura imitacyjna i treningowa SNR

Aparatura imitacyjna i treningowa jest przeznaczona do: sprawdzania gotowości bojowej SNR; wykonania prac profilaktycznych i do trenowania operatorów w śledzeniu celów powietrznych.

Zasadniczą część aparatury imitacyjnej jest rozmieszczona w szafie imitatora sygnałów celu i rakiety ustawionej w kabinie UW oraz w bloku imitacji sygnałów wizyjnych celu znajdującym się w szafie RS wstępnej odległości. Dzięki aparaturze imitacyjnej można na ekranach wskaźników zobrazować sytuację powietrzną podobną do bojowej. Dzięki tej aparaturze można na wskaźnikach zobrazować: trzy różne cele powietrzne wykonujące ruch w odległości i we współrzędnych kątowych; lot rakiety do celu; zakłócenia aktywne i zanikanie sygnałów od celu.

Obecnie aparatura imitacyjna jest przede wszystkim wykorzystywana podczas kontroli sprawności SNR. Natomiast do trenowania operatorów RS wykorzystuje się specjalną aparaturę typu AKKORD, która zapewnia dużo lepsze warunki treningu i kontrolę wyszkolenia operatorów RS. Aparatura AKKORD jest zamontowana w specjalnej kabinie, którą podłącza się do SNR.

3.16. Aparatura telewizyjna

W przeciwnolotnym zestawie raketowym S-75M zastosowano telewizyjno-optyczny kanał śledzenia celów. W skład aparatury telewizyjnej wchodzi kamera i dwa monitory /wskaźniki/ TV obsługiwane przez operatorów ręcznego śledzenia w płaszczyznach kątów ξ i β . Kamera związana jest sztywno z antenami, a jej oś optyczna pokrywa się z osią symetrii charakterystyki układu antenowego SNR. W kamerze można zdalnie zmieniać ogniskową obiektywu. I tak przy ogniskowej 150 mm kąt "widzenia" obiektywu wynosi 6° a przy ogniskowej 500 mm - 2° . Przesłona kamery regulowana jest automatycznie w zależności od oświetlenia.

Działanie kanału telewizyjnego jest następujące. Po przełączeniu SNR w "rodzaj pracy TV" operatorzy RS w płaszczyznach ξ i β obracając pokrętłami sterują kamerą TV /wraz z antenami/. Obiekty /cele/ będące w polu

widzenia kamery zostają wyświetlone na monitorach TV umieszczonych na szafach RS. Śledzenie wybranego do zniszczenia celu polega na ciągłym utrzymywaniu go na skrzyżowaniu znaczników monitora. Aby wykluczyć oślepiające działanie słońca na kamerę, kąt zawarty między kierunkiem słońca i kierunkiem celu musi być większy niż 16° . W rodzaju pracy TV rakiety są naprowadzane metodą trzech punktów.

4. ŹRÓDŁA ZASILANIA ZESTAWU W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Źródła energetyczne służą do zasilania w energię elektryczną wszystkich odbiorników zestawu podczas pracy bojowej oraz w czasie wykonywania sprawdzeń, prac profilaktycznych i napraw.

Źródła energetyczne zestawu S-75M stanowią: podstacja transformatorowa TRAF0 umożliwiająca zasilanie w energię elektryczną z sieci krajowej; trzy elektrownie polowe ESD-100 i przetwarzająca - rozdzielona kabina RW. Podczas pracy bojowej zasilanie urządzeń zestawu odbywa się z elektrowni polowych. Pełne zapotrzebowanie zestawu na energię elektryczną pokrywają dwie elektrownie, trzecia jest zapasowa.

4.1. Elektrownia polowa ESD-100

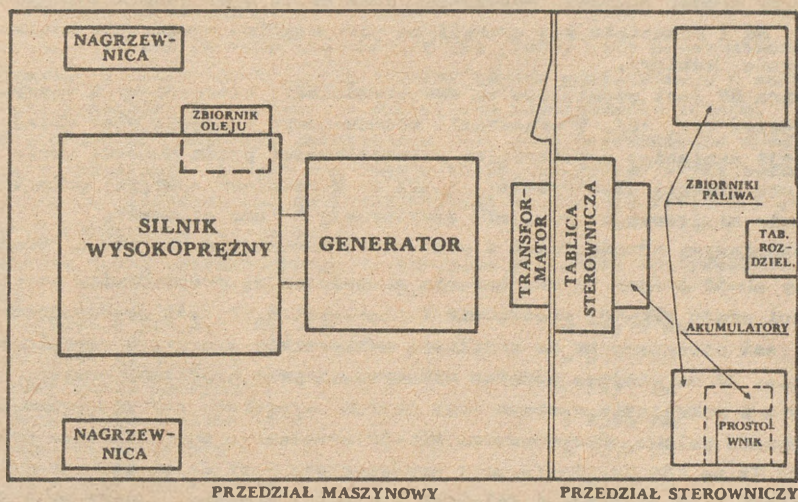
Elektrownia polowa jest przeznaczona do wytwarzania energii elektrycznej wykorzystywanej do zasilania PZR.

Elektrownię polową charakteryzują następujące parametry techniczne:

- rodzaj wytwarzanego prądu - zmienny trójfazowy;
- moc elektrowni polowej - 100 kW;
- napięcie i częstotliwość prądu - 230 V 50 Hz;
- maksymalne natężenie prądu - 314 A;
- moc silnika spalinowego zespołu prądotwórczego - 150 KM;
- obroty silnika spalinowego - 1500 obr./min;
- masa elektrowni polowej - 10 t;
- pojemność zbiorników paliwa - 450 l;
- pojemność zbiorników oleju - 83 l;
- czas nieprzerwanej pracy bez uzupełniania paliwa. - 12h.

Elektrownia polowa przedstawia sobą kabinę na kołach. Jest ona podzielona na dwa przedziały: sterowniczy i maszynowy. Rozmieszczenie zasadniczych agregatów elektrowni pokazano na rysunku 17.

Zasadniczym elementem elektrowni jest zespół prądotwórczy, w skład którego wchodzi: generator synchroniczny i spalinowy silnik wysokoprężny. Uruchamianie silnika i kontrolę pracy zespołu prądotwórczego



Rys. 17 Rozmieszczenie agregatów elektrowni polowej ESD-100

przeprowadza się zdalnie z pulpitu umieszczonego w przedziale sterowniczym lub z pulpitu miejscowego znajdującego się w przedziale maszynowym.

Czas osiągnięcia gotowości zestawu rakietowego do pracy bojowej zależy przede wszystkim od czasu włączenia zasilania. Elektrownia polowa może osiągnąć gotowość do zasilania zestawu w sposób normalny lub przyspieszony. W pierwszym przypadku zespół prądotwórczy może zasilać zestaw po podgrzaniu oleczy chłodzącej i oleju w silniku do temperatury minimum $+37^{\circ}\text{C}$ podczas jego pracy na biegu jałowym, wówczas czas przejścia zestawu z gotowości bojowej nr 2 do nr 1 wynosi 11 min. Włączenie zespołu prądotwórczego w sposób przyspieszony jest możliwe po wcześniejszym podgrzaniu /przy użyciu podgrzewaczy/ oleczy chłodzącej i oleju do temperatury powyżej $+37^{\circ}\text{C}$. Czas przejścia dr OPK z gotowości bojowej nr 2 do nr 1 w tym przypadku wynosi 4 min, dlatego podczas palenia dyżurów bojowych, w celu skrócenia do minimum czasu osiągnięcia pełnej gotowości bojowej, zespoły prądotwórcze są podgrzewane.

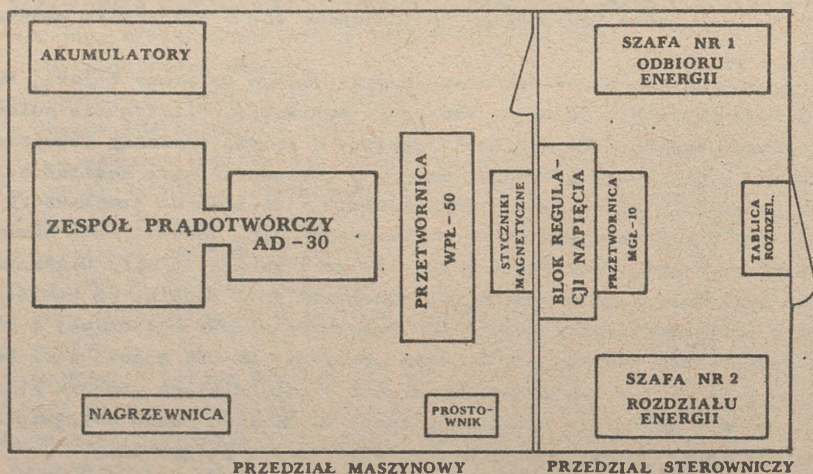
4.2. Kabina rozdzielcza RW

Kabina rozdzielcza RW jest przeznaczona do: przyjmowania energii

elektrycznej z elektrowni polowych i z sieci krajowej; synchronizowania pracy źródeł energii; przekształcania prądu o częstotliwości 50 Hz na 400 Hz i rozdziału tej energii na poszczególne urządzenia zestawu /wyrzutnie, kabiny/.

Kabina RW jest podzielona na dwa przedziały: sterowniczy i maszynowy /patrz rys. 18/. W przedziale sterowniczym znajdują się: układ regulacji napięcia; przetwornica częstotliwości prądu MGL-10; szafa nr 1 odbioru energii elektrycznej; szafa nr 2 rozdziału energii; pulpit zasilania miejscowego; grzejnik elektryczny i inne elementy.

Zasadniczymi urządzeniami w przedziale maszynowym są: zespół prądotwórczy AD-30 o mocy 30 kW; bateria akumulatorów; przetwornica częstotliwości prądu WPL-50; prostownik i nagrzewnica. Zespół prądotwórczy AD-30 jest przeznaczony do zasilania odbiorników energii w ograniczonym zakresie, co ma miejsce podczas wykonywania prac profilaktycznych, zwijania i rozwijania zestawu oraz innych wypadkach gdy nie pracują elektrownie polowe. Przetwornica WPL-50 przetwarza częstotliwość prądu z 50 Hz na 400 Hz. Szafa nr 1 przeznaczona jest do odbioru energii elektrycznej od elektrowni polowych i z sieci krajowej. Szafa nr 2 jest wyposażona w zespół przełączników i przyrządów pomiarowych, które umożliwiają oddzielne zasilanie poszczególnych kabin i wyrzutni.



Rys. 18. Rozmieszczenie wyposażenia kabiny RW

5. PRZECIWLOTNICZA RAKIETA KIEROWANA /PRK/ W-755

5.1. Charakterystyka rakiety

Przeciwlotnicza rakieta kierowana W-755 /20DP/ jest przeznaczona do niszczenia samolotów i innych środków napadu powietrznego w całym zakresie wysokości i prędkości z jakimi one wspólnie latają. Wysokie prawdopodobieństwo zniszczenia celu jest uwarunkowane mocą odłamkowo-burzącego ładunku bojowego rakiety, charakterystyką beskontaktowego zapalnika radiowego i możliwością kierowania rakieta w procesie naprowadzania jej na cel.

Rakieta W-755 charakteryzują następujące parametry taktyczno-techniczne:

- całkowita długość rakiety	- 10778 mm
- długość II stopnia	- 8172 mm
- rozpiętość skrzydeł	- 1691 mm
- rozpiętość stateczników	- 2566 mm
- rozpiętość sterów	- 1072 mm
- masa startowa rakiety	- 2397 kg
- masa I stopnia	- 1011 kg
- jednostki napełniania zbiorników rakiety:	
paliwem	169,5 kg /200 l/
utleniaczem	545 kg /346 l/
- masa ładunku bojowego	- 196 kg
- masa paliwa prochowego w silniku startowym	- 607 kg
- ciężar silnika startowego	- 35+58 t.
- ciężar silnika marszowego	- 2000 i 3500 kg.
- czas pracy silnika startowego	- 2,5+4 s.
- czas pracy silnika marszowego	- 58 s.

5.2. Ogólna budowa rakiety

Rakieta W-755 jest dwustopniowa. Pierwszy stopień stanowi startowy silnik raketowy pracujący na paliwo stałe /proch nitroglicerynowy/, natomiast drugi stopień to silnik marszowy, który w sposób kierowany z SNR podąża do celu. Jest on napędzany silnikiem raketowym pracującym na paliwo ciekłe. Człon marszowy został zaprojektowany według normalnego układu aerodynamicznego, w którym silniki znajdują się za skrzydłami. Oba stopnie rakiety są połączone w układzie tandem /I stopień znajduje się na przedłużeniu II stopnia/.

Ogólnie biorąc PRK W-755 składa się z kadłuba i opierzenia. W celu ułatwienia produkcji kadłub II stopnia składa się z siedmiu przedziałów

łów łączonych między sobą śrubami. W poszczególnych przedziałach rozmieszczona jest następująca aparatura: W przedziale nr 1 mającym kształt ostrołuku znajdują się: odbornik ciśnienia dynamicznego, zapalnik radiowy z anteną nadawczą, a na zewnątrz przedziału - cztery destabilizatory; przedział nr 2 stanowi ładunek bojowy; przedział nr 3 obejmuje zbiorniki paliwa i utleniacza, na zewnątrz których są rozmieszczone cztery anteny odbiorcze RZ; w przedziale nr 4 znajdują się: zbiornik kulisty powietrza, aparatura sterowania i śledzenia radiowego, pilot automatyczny i inne detale. Do korpusu tego przedziału są zamocowane cztery skrzydła; w przedziale nr 5 są zamontowane: bateria pokładowa, przetwornica, mechanizm sterolotek, zbiornik dodatkowy paliwa i dwie pary sterolotek; w przedziale nr 6 umieszczono: rakietowy silnik marszowy, oraz anteny nadawcza i odbiorcza aparatury kierowania i śledzenia radiowego; przedział nr 7 stanowi stożek łączący oba stopnie rakiety.

W skład opierzenia rakiety wchodzi: stateczniki /stabilizatory/; dwie pary sterolotek; skrzydła i destabilizatory. Stateczniki służą do utrzymania stateczności rakiety na odcinku pracy silnika startowego, po zakończeniu jego pracy odpadają razem z nim. Sterolotki spełniają jednocześnie dwie funkcje: raz pracują jako stery, a w innym wypadku jako lotki stabilizujące lot II stopnia rakiety wokół osi podłużnej. Destabilizatory zmniejszają stateczność rakiety a poprawiają jej sterowność, zastosowanie ich wynika z rozkładu sił aerodynamicznych. Opierzenie na kadłubie rakiety jest rozmieszczone symetrycznie według "X". Taki układ poważnie ułatwia wykonywanie manewrów rakiety w powietrzu i wygodne ułożenie jej na wyrzutni.

5.3. Silniki rakietowe

Rakieta W-755 ma dwa silniki rakietowe: silnik startowy i silnik marszowy.

Silnik startowy jest przeznaczony do nadania gwałtownego przyśpieszenia rakiecie w momencie zejścia z wyrzutni i rozpędzenia jej do dużej prędkości na początkowym etapie lotu. Silnik startowy składa się z takich elementów jak: korpus, dysza wylotowa; zapłonniki elektryczne; paliwo prochowe; podsypka prochu czarnego; ruszt i przepona.

Korpus jest komorą spalania paliwa, łączy on wszystkie elementy silnika w jedną całość. W tylnej części zakończony jest dyszą, natomiast w przednim dnie znajduje się pokrywa, której wykręcenie umożliwia załadunek silnika paliwem prochowym. Na zewnętrznej stronie pokrywy

wykonane są dwa gniazda, do których wkręca się zapłonniki elektryczne, zaś od strony wewnętrznej do pokrywy przykręca się koszyczek z podsypką prochową. Do korpusu przyspawane są uchwyty do zamocowania statoczników i dwa wsporniki z rolkami prowadzącymi rakiętę po przewodnicy wyrzutni.

Dyaza wylotowa /odrzutowa/ jest typu Laval'a i służy do zamiany energii cieplnej wypływających gazów na energię kinetyczną ruchu rakiety. Przekrój krytyczny dyszy jest regulowany dwoma pierścieniami o różnej średnicy wewnętrznej. Na okres letni zakłada się pierścień o większej średnicy, a na okres zimowy o mniejszej średnicy.

Zapłonniki elektryczne służą do zapalenia podsypki prochowej, są to dwie piroświece uzbrojone pironabojami PP-9RS.

Podsypka prochowa jest przeznaczona do wytworzenia drugiego płomienia i jednoczesnego zapalenia paliwa prochowego w całej objętości silnika. Jest to płaskie pudełko aluminiowe z otworami wypełnione prochem czarnym w ilości 2 kg.

Paliwo silnika stanowi 12 szt. lasek prochu nitroglicerynowego. Cylindryczny kształt lasek z kanałem w środku umożliwia podczas spalania w przybliżeniu równomierny przyrost ilości gazów. Prędkość spalania się prochu zależy od jego temperatury, w związku z tym, dla uzyskania możliwie jednakowego ciągu silnika w różnych temperaturach zachodzi konieczność regulowania przekroju krytycznego dyszy. Przy niskich temperaturach czas pracy silnika jest dłuższy.

Ruszt ustala położenie lasek prochowych w silniku oraz zabezpiecza przed zatkaniem dyszy kawałkami paliwa.

Przepona umieszczona jest w dyszy, zamyka ona komorę spalania, dzięki czemu poprzez wzrost ciśnienia w początkowej fazie pracy silnika, lepsze są warunki zapalenia się paliwa na całej powierzchni lasek prochowych. Drugim zadaniem przepony jest ochrona paliwa przed ujemnym wpływem warunków atmosferycznych.

Działanie silnika startowego przebiega następująco: Od impulsu elektrycznego o napięciu 26 V doprowadzonego z układu sterowania startem wybuchają zapłonniki elektryczne. Płomień od zapłonników kanałami przedostaje się na podsypkę prochową zapalając ją. Płomień z podsypki ogarnia całą objętość komory spalania, w ten sposób laski prochu zapalają się na całej powierzchni. W zamkniętej komorze ciśnienie szybko wzrasta, co sprzyja lepszemu paleniu. Przy określonym ciśnieniu zostaje wypchnięta z dyszy przepona, a gazy prochu wylatują z wielką prędkością wytwarzając siłę ciągu, która nadaje ruch postępowy rakiecie,

Silnik marszowy jest przeznaczony do napędu II stopnia rakiety. Zasadniczymi elementami składowymi silnika są: komora spalania z dyszą; wylotową; głowica wtryskowa; zespół pomp; wytwornica gazu; mechanizm programowy siły ciągu i inne detale pomocnicze.

Komora spalania stanowi jednolity zespół z dyszą wylotową. Komora ma podwójne ścianki, między nimi przepływa utleniacz, który jest doprowadzany do końcowej /od strony dyszy/ części silnika i przed wejściem do wnętrza komory spalania chłodzi ją. Głowica wtryskowa zawiera oddzielne wtryskiwacze dla paliwa i utleniacza, jej konstrukcja wyklucza wcześniejsze połączenie się paliwa z utleniaczem oraz dobre rozpylenie i wymieszanie tych składników w komorze.

Zespół pomp składa się z: pompy paliwa; pompy utleniacza i turbiny gazowej, wszystkie elementy są zmontowane na jednym wale. Przed rozpoczęciem pracy silnika marszowego dopływ paliwa i utleniacza do pomp jest zamknięty przeponami, które w końcowej fazie pracy silnika startowego zostają przerwane specjalnymi nożami. Pompy otrzymują napęd od turbiny napędzanej początkowo gazami silnika startowego, a później gazami doprowadzonymi z wytwornicy gazu, w której są spalane te same raketowe materiały napędowe /RMN/ co w silniku.

Mechanizm programowy siły ciągu jest przeznaczony do ustawiania silnika marszowego na jeden z dwóch rodzajów pracy. Podczas startu rakiety pod kątem większym niż 24° z wyrzutni jest wydawany sygnał elektryczny uruchamiający silnik mechanizmu programowego. W wyniku jego działania silnik marszowy przez 24 s. jest ustawiony na ciąg 3500 kg po czym łagodnie przechodzi na ciąg 2000 kg. Programowanie siły ciągu wprowadza ekonomię zużycia RMN na dużych wysokościach bez szkody dla utrzymania wymaganej prędkości rakiety co w konsekwencji prowadzi do zwiększenia zasięgu jej lotu. Przy starcie rakiety pod kątem mniejszym niż 24° mechanizm programowy nie jest uruchamiany i silnik cały czas ma ciąg 3500 kg.

Silnik marszowy rozpoczyna pracę w końcowej fazie pracy silnika startowego, a konkretnie wówczas gdy rakietą osiągnie prędkość, przy której ciśnienie dynamiczne wynosi $0,4$ at. Ciśnienie to z odbiornika ciśnienia dynamicznego jest doprowadzane do przekaźników ciśnieniowych, a te wydają sygnał elektryczny do pirozaworu, który otwiera drogę gazom z silnika startowego. Gazy działają na pironoże przecinające przepory przy pompach i zbiornikach paliwowych oraz na turbinę napędzającą pompy. Sprężone powietrze wyciska ze zbiorników paliwo i utleniacz, które za pomocą pomp są tłoczone do komory spalania i wytwornicy gazów,

gdzie po połączeniu się obu składników następuje samozapalenie . Wytwórca gazów przejmuje napęd pomp i silnik marszowy rozpoczyna pracę. W tym czasie zostaje odrzucony silnik startowy.

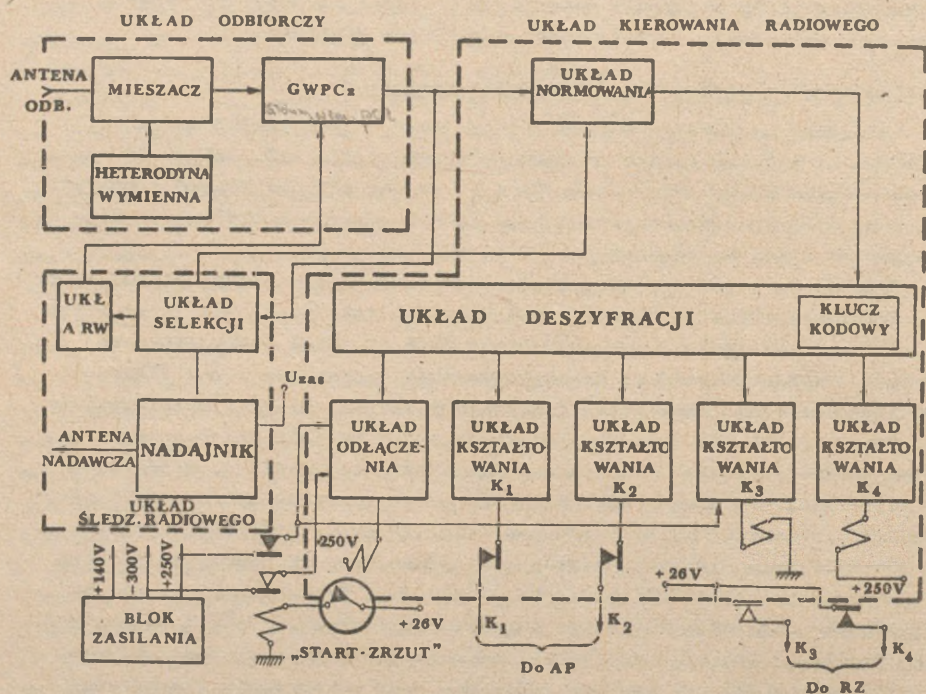
5.4. Aparatura kierowania i śledzenia radiowego

Aparatura kierowania i śledzenia radiowego jest przeznaczona do odbioru wszystkich komend i sygnałów wysyłanych z ŚNR, ich deszyfracji i rozdziału: komend kierowania K1 i K2 do autopilota; komend jednorazowych K3 i K4 do radiozapalnika oraz do wytworzenia i wysłania w kierunku SNR sygnałów odezgowych.

Podstawowa część tej aparatury jest smontowana w jednym bloku, który jest umieszczony w przedziale nr 4 rakiety, natomiast anteny nadawcza i odbiorcza znajdują się w przedziale nr 6. W skład bloku głównego wchodzi: układ odbiorczy; kanał kierowania radiowego; kanał śledzenia radiowego i układ zasilania. Uproszczony schemat blokowy przedstawiono na rys. 19. Układ odbiorczy jest wspólny dla kanałów kierowania i śledzenia i obejmuje m.in. antenę odbiorczą; odbiornik z mieszaczem i heterodyną wymienną oraz główny wzmacniacz pośredniej częstotliwości /GWPCZ/. W odbiorniku może się znajdować jeden z numerów heterodyny. Kanał śledzenia radiowego jest częścią aparatury związanej ze śledzeniem rakiety i określaniem jej współrzędnych. Zasadniczymi zespołami tego kanału są: układ selekcji impulsów zapytujących; układ automatycznej regulacji wzmocnienia /ARW/; nadajnik odezgowy i antena nadawcza.

Zadaniem kanału kierowania radiowego jest dokonywanie deszyfracji i przekształcania komend i sygnałów do postaci napięcia stałego, to znaczy przeprowadzenie procesu odwrotnego do tego jaki miał miejsce w RNK i przekazanie ich do dalszych urządzeń. Zasadniczymi urządzeniami w kanale kierowania radiowego są: deszyfrator; układ kształtowania komend i układ odłączenia. W skład deszyfratora wchodzi: linia opóźniająca z wieloma odczepami; klucz kodowy i układ zgodności.

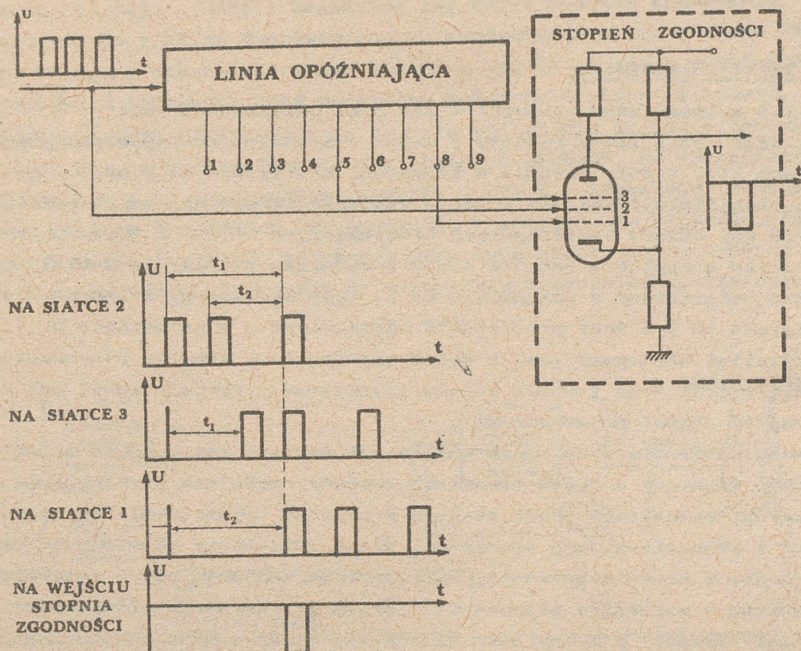
Działanie aparatury kierowania i śledzenia radiowego przebiega następująco. Zaszyfrowane komendy i sygnały wysyłane z SNR są odbierane przez antenę odbiorczą i doprowadzane do odbiornika. W mieszaczu odbiornika, w wyniku wymieszania się sygnałów WCz z częstotliwością drgań heterodyny, następuje przemiana sygnałów komend i impulsów taktowych do częstotliwości pośredniej. Następnie są one poddane wzmocnieniu i defekcji w GWPCz. W układzie selekcji następuje oddzielenie impulsów zapytujących od impulsów komend i taktu metodą czasową. Po rozdzieleniu trójki kodowej komend i taktu postępują do układu deszyfracji, natomiast



Rys. 19. Uproszczony schemat blokowy aparatury kierowania i śledzenia radiowego

każdy impuls zapytujący uruchamia nadajnik odzewowy, który za pomocą anteny nadawczej wysyła w kierunku SNR impulsy odzewowe. W celu zapewnienia stałej amplitudy sygnałów na wejściu odbiornika pokładowego zastosowano układ ARW, który reguluje wzmożenie odbiornika proporcjonalnie do odległości rakiety od SNR.

Deszyfracja odbywa się za pomocą linii opóźniającej posiadającej kilka wyprowadzeń /odczepów/ i stopni potrójnej zgodności/patrz rys.20/. Każdemu odczepowi odpowiada opóźnienie równe odstępom czasowym impulsów w trójkach kodowych. Wyboru odczepów linii opóźniającej dla poszczególnych kanałów kierowania dokonuje się za pomocą specjalnego klucza kodowego /wkładki/. W celu zdeszyfrowania jednej trójki wykorzystuje się dwa odczepy, których wartość opóźnienia doбира się w taki sposób



Rys. 20. Deszyfracja komend

aby pierwszy i drugi impuls trójki został opóźniony do momentu przyjs-
oia impulsu trzeciego, doprowadzonego bezpośrednio do układu zgodności,
z pominięciem linii opóźniającej. Przy jednoczesnym oddziaływaniu
wszystkich trzech impulsów na siatki lampy układu zgodności, zostanie
on "odetkany" i komenda zostanie przepuszczona i rozszyfrowana. W ten
sposób są deszyfrowane wszystkie komendy kierujące K1, K2, jednoraz-
owe K3 i K4 oraz impulsy taktu. Wartość komendy kierującej i jej
polaryzacja zależy od tego w jakim czasie ona wystąpi po impulsie tak-
tu /patrz p.3.8 i rys. 14/. Z układu zgodności impuls komendy podaje
się do układu kształtowania, gdzie następuje przekształcenie napięcia
impulsowego w napięcie stałe. Komendy kierujące K1 i K2 po przekształ-
ceniu w napięcie stałe, poprzez układ odłączenia, są przekazywane do
pilota automatycznego i po wzmożeniu wykorzystywane do sterowania
rakietą.

Układ odłączenia powoduje rozłączenie aparatury kierowania i śle-
dzenia radiowego od pilota automatycznego w przypadku zaniku impulsów
komend i taktu w radiolinii. W takim wypadku stery ustawiają się w
w neutralnym położeniu.

5.5. Pilot automatyczny

Pilot automatyczny /autopilot AP/ jest przeznaczony do:

1. Kierowania lotem rakiety w dwóch wzajemnie prostopadłych płaszczyznach XOZ , i XOY , zgodnie z komendami kierowania K_1 i K_2 .
2. Stabilizacji rakiety w locie względem trzech wzajemnie prostopadłych osi układu współrzędnych prostokątnych OX , OY i OZ .

W skład autopilota wchodzi takie zasadnicze zespoły jak: blok sterowania umieszczony w przedziale nr 4, trzy mechanizmy sterowe - w przedziale nr 5 i trzy przekaźniki ciśnieniowe - w przedziale nr 1.

Autopilot zbudowany jest z dwóch identycznych kanałów sterowania i stabilizacji oraz jednego kanału stabilizacji rakiety wokół osi podłużnej OX /kanał przechylenia/.

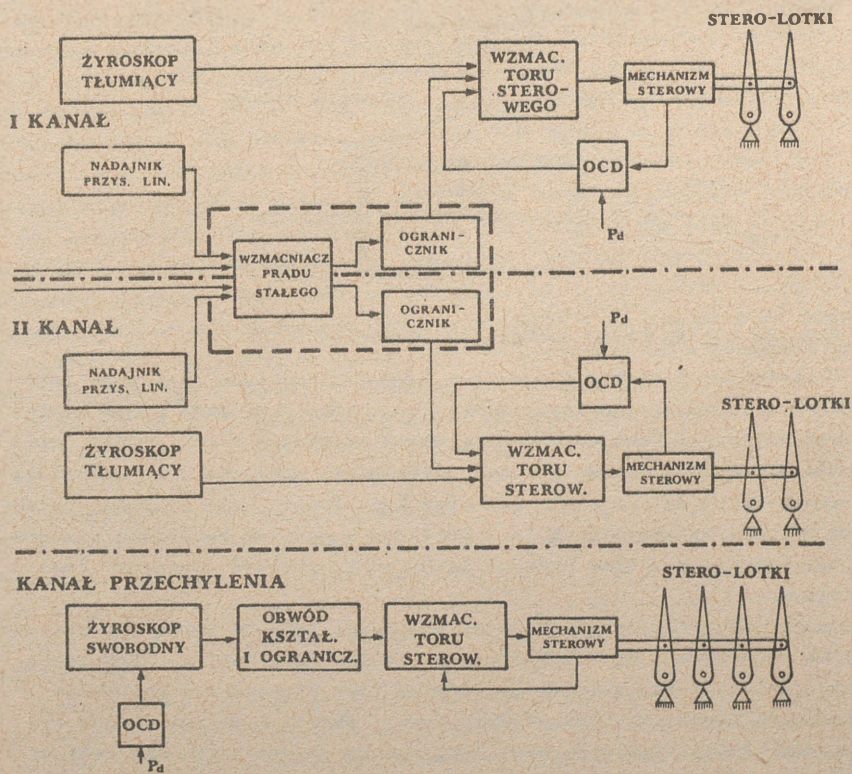
Jeden kanał sterowania i stabilizacji zawiera następujące elementy: żyroskop tłumiący o dwóch stopniach swobody; nadajnik przyspieszeń liniowych; wzmacniacz prądu stałego z układem ograniczenia napięcia komend i wzmacniacz toru sterowego. Wyżej wymienione elementy są rozmieszczone w bloku sterowania. Poza blokiem znajdują się - wcześniej wymienione - mechanizm sterowania sterami i przekaźnik ciśnieniowy.

Kanał /trzeci/ przechylenia składa się z: żyroskopu /swobodnego/ o trzech stopniach swobody; wzmacniacza toru sterowego; mechanizmu sterowania sterolotkami i przekaźnika ciśnieniowego sterowanego przez odbiornik ciśnienia dynamicznego /OCD/. Uproszczony schemat blokowy autopilota przedstawiono na rys. 21.

Działanie autopilota należy rozpatrywać dwojako: raz w aspekcie sterowania rakieta, a drugi - jej stabilizacji podczas lotu. Stacja naprowadzania raket kieruje rakieta jako punktem materialnym i nie ma wpływu na orientowanie kadłuba rakiety w przestrzeni. Prawidłowe położenie kadłuba rakiety w osi jej lotu zabezpieczają układy stabilizujące autopilota, który w tym wypadku działa niezależnie od sygnałów komend sterujących. Stabilizowanie odchyłań kątowych rakiety jest kompensowane za pomocą żyroskopów tłumiących, które wydają sygnały elektryczne proporcjonalne do prędkości kątowej obrotu kadłuba wokół osi układu współrzędnych. Przemieszczeniem liniowym rakiety /wzdłuż osi układu współrzędnych OY i OZ / przeciwdziałają bezwładnościowe nadajniki przyspieszeń liniowych. Wypracowują one sygnały elektryczne proporcjonalne do tych przyspieszeń. Nadajniki te powodują zmniejszenie krzywizny toru podczas wprowadzania rakiety na tor kinematyczny

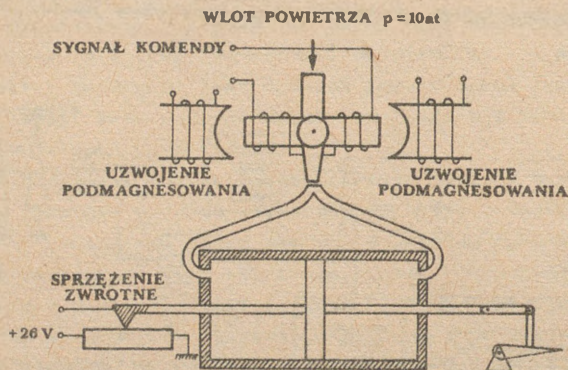
oraz zmniejszając liczbę i amplitudę jej wahań podczas sterowania.

Komendy K1 i K2 są doprowadzane do wzmacniacza prądu stałego /WPS/, który sumuje i wzmacnia sygnały komend i sygnały idące z nadajników przyspieszeń liniowych oraz ogranicza maksymalne wartości komend. Ograniczenie sygnałów komend ma na celu stworzenie zapasu kątów wychylenia sterów niezbędnych do stabilizacji rakiety. Do wzmacniacza toru sterowego są doprowadzane sygnały z WPS i z żyroskopu tłumiącego. We wzmacniaczu tym odbywa się sumowanie i wzmocnienie sygnałów. Spolaryzowane napięcia komend ze wzmacniacza toru sterowego są wykorzystywane w mechanizmach sterowych do wychylania sterolotek /patrz rys.22/



Rys. 21. Uproszczony schemat blokowy autopilota

Mechanizm sterowy zbudowany jest z: przekaźnika strumieniowego; cylindra powietrznego i potencjometru. Przekaznik strumieniowy składa się z dyszy powietrznej umieszczonej w polu magnetycznym dwóch elektromagnesów. W zależności od polaryzacji sygnału sterującego dysza powietrzna wychyla się i kieruje strumień powietrza na jedną lub drugą stronę tłoka cylindra powietrznego. Tłok przesuwając się w odpowiednią stronę, za pomocą układu dźwigni, wychyla sterolotki.



Rys. 22 Zasada pracy mechanizmu sterowego

Pomiędzy mechanizmem sterowym i wzmacniaczem toru sterowego jest ustanowione ujemne sprzężenie zwrotne, które jest sumą dwóch napięć pochodzących z potencjometru mechanizmu sterowego i odbiornika ciśnienia dynamicznego. Wartość tego ostatniego napięcia jest odwrotnie proporcjonalna do gęstości powietrza i prędkości lotu rakiety. Dzięki temu wychylenie sterolotek jest mniejsze w gęstych warstwach atmosfery, a większe na dużych wysokościach, gdzie gęstość atmosfery jest mniejsza.

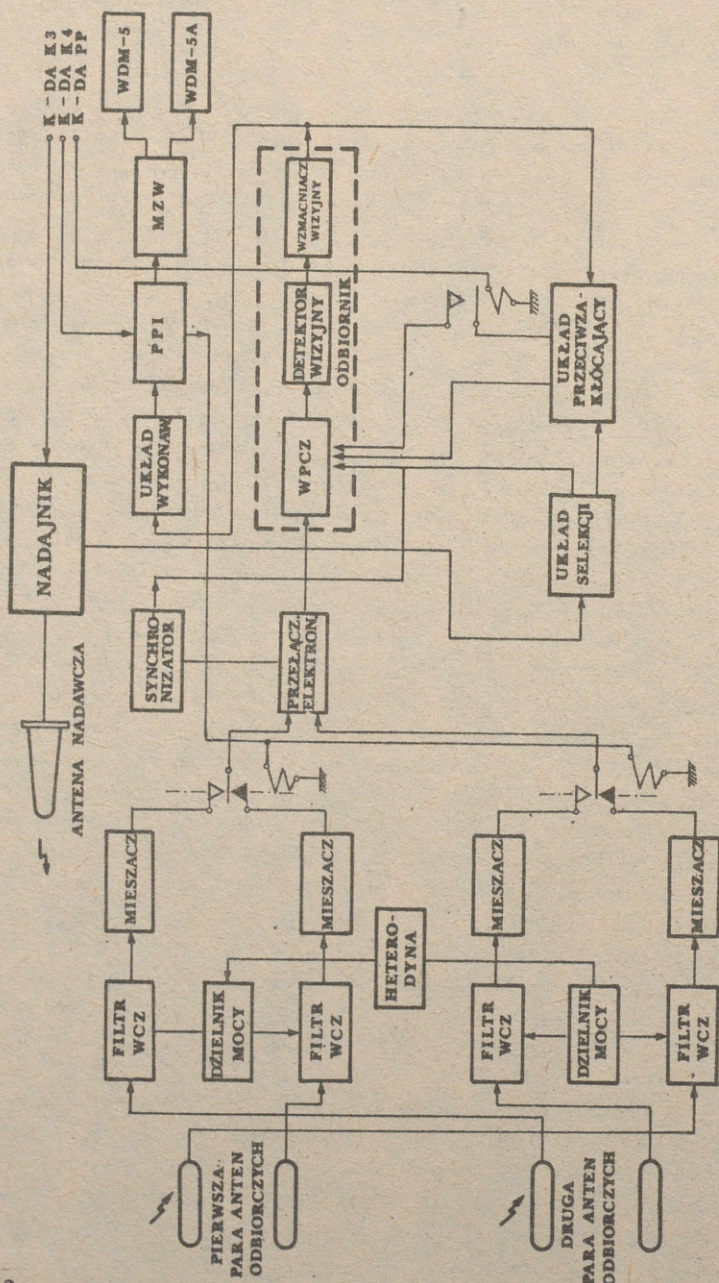
Kanał przechylenia służy do stabilizacji rakiety wokół osi podłużnej OX i utrzymuje ją w takim położeniu jak na wyrzutni. Zachowanie przez raketę niezmiennego położenia jest nieodzownym warunkiem poprawnego kierowania nią podczas lotu. Obrotowi rakiety wokół osi OX przeciwdziała żyroskop swobodny. Warunkiem wystartowania rakiety jest gotowość żyroskopu do pracy /osiągnięcie wymaganych obrotów/ i połączenie jego styków obwodu startu.

5.6. Zapalnik radiowy

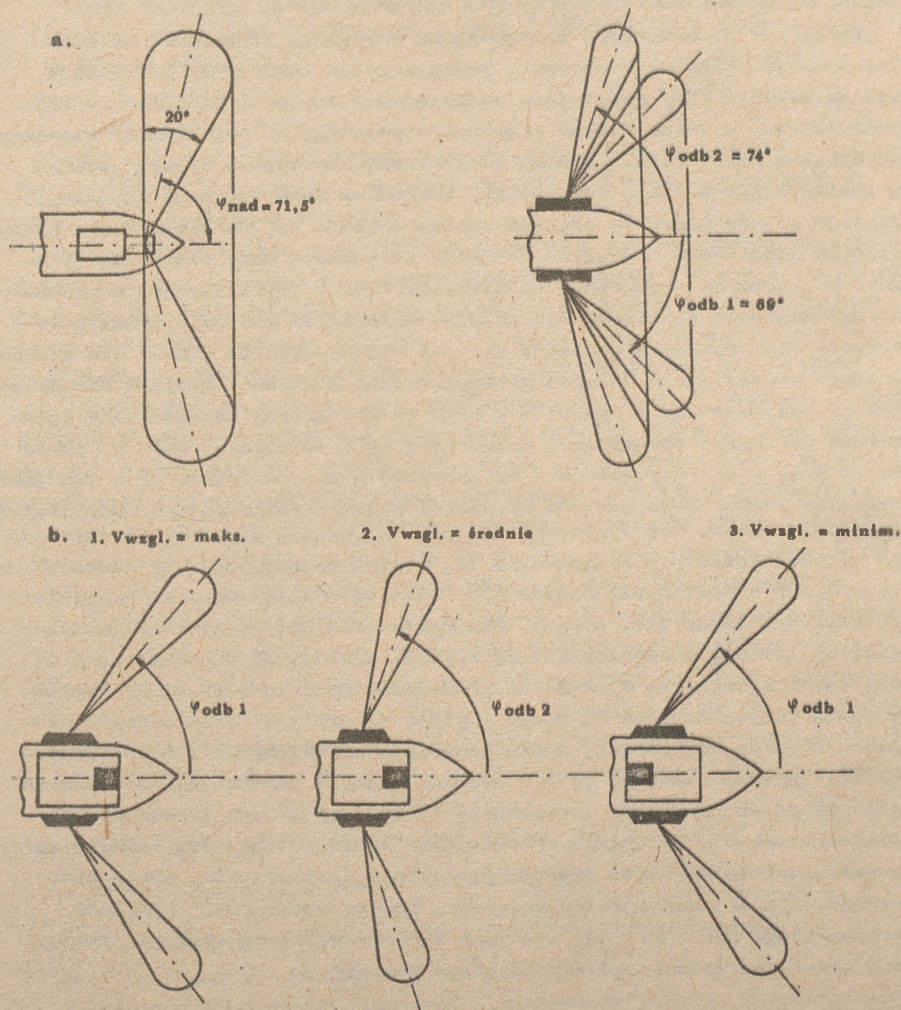
Zapalnik radiowy /radiozapalnik, RZ/ jest przeznaczony do bezkontaktowego inicjowania wybuchu ładunku bojowego /LB/ rakiety w tym momencie, kiedy jest zapewnione maksymalne rażenie celu odłamkami.

Radiozapalnik składa się głównie z: nadajnika z anteną nadawczą; odbiornika; dwóch par anten odbiorczych; układu wykonawczego; układu przeciwzakłócającego; przełącznika punktów inicjowania /PPI/ i mechanizmu zabezpieczająco-wykonawczego /MZW/. Uproszczony schemat blokowy RZ przedstawiono na rysunku 23. Zadaniem nadajnika jest generowanie impulsów sondujących, które przez antenę nadawczą zostają wypromieniowane w przestrzeń. Antena nadawcza ma charakterystykę w kształcie wydłużonego stożka /rys. 24/. Kąt nachylenia charakterystyki, w stosunku do osi rakiety, wynosi $71,5^\circ$, a jej wymiar kątowy wynosi 20° . Anteny odbiorcze są przeznaczone do odbioru energii elektromagnetycznej odbitej od celu. Cztery anteny odbiorcze pracują parami w zależności od podłączenia ich do odbiornika. Mają one charakterystyki w takim samym kształcie jak antena nadawcza, lecz dane wymiarowe są nieco inne i wynoszą: kąt nachylenia charakterystyki w stosunku do podłużnej osi rakiety pierwszej pary anten wynosi 69° , a drugiej pary - 74° , wymiar kątowy charakterystyk jest w granicach $7+8^\circ$. Odbiornik jest przeznaczony do selekcji, wzmacniania i przekształcania do częstotliwości pośredniej impulsów WCz odbitych od celu. Układ wykonawczy służy do gromadzenia energii doprowadzonej z odbiornika i do przekazania impulsu do MZW. Składa się on m.in. z lampy tyratronowej oraz kondensatorów: inicjującego i zapalowego. Układ przeciwzakłócający służy do uodpornienia RZ na zakłócenia aktywne i pasywne. Odporność na zakłócenia osiąga się poprzez: ciągłą zmianę okresu powtarzania impulsów sondujących RZ w granicach $\pm 5\%$; zmniejszanie czułości odbiornika; wygaszanie WPCz odbiornika i programową regulację wzmacnienia /wzmocnienie proporcjonalne do odległości rakiety od celu/. Przełącznik punktów inicjowania /PPI/ jest przeznaczony do podłączenia odpowiedniej pary anten odbiorczych do odbiornika i do wyboru przedniego lub tylnego punktu inicjowania wybuchu LB, w zależności od czasu trwania komendy K4.

Mechanizm zabezpieczająco-wykonawczy jest przeznaczony do: zabezpieczenia LB przed przypadkowym wybuchem w czasie eksploatacji rakiety i podczas jej lotu na początkowym odcinku; połączenia obwodu elektrycznego układu wykonawczego RZ z odpowiednim pobudzaczem LB i do wydania, przez mechanizm zegarowy, impulsu elektrycznego w celu spowodowania



Rys. 23. Uproszczonego schematu bloków zapalnika radiowego



Rys. 24. Charakterystyki anten radiosapalnika

- a/ układ antenowy RZ
 b/ kombinacje połączeń anten odbiorczych i punktów iniejowania ładunku bojowego po komendzie K4

wybuchu LB w drodze samolikwidacji rakiety po około 80 s lotu w wypadku ochybienia celu na odległości większej niż 60 m.

Działanie RZ przebiega następująco. W wypadku strzelania do celu stosującego zakłócenia pasywne, przed startem rakiety do RZ zostaje wydana komenda /PP/ powodująca zmniejszenie czułości odbiornika. Podczas startu, wskutek dużych przeciążeń podłużnych, przekaźniki bezwładnościowe w MZW zwierają obwody elektryczne powodujące wybuch splonek w wyniku czego zostaje uruchomiony mechanizm zegarowy samolikwidacji. Zostaje zdjęty pierwszy stopień zabezpieczenia RZ. Po rozpoczęciu pracy silnika marszowego i dopływu do niego składników RMN, ciśnienie utleniacza uruchamia przekaźnik ciśnieniowy, który swymi stykami doprowadza do MZW napięcie 26V. Wybuchają kolejne splonki, co powoduje zamknięcie obwodów elektrycznych pomiędzy układem wykonawczym RZ i LB. W ten sposób zostaje zdjęty drugi stopień zabezpieczenia RZ. Trzeci stopień zabezpieczenia zdejmuje się w około 10 s lotu rakiety, kiedy to ciśnienie dynamiczne powietrza odbezpiecza pobudzacze LB. W odległości 2400 m przed celem przy włączonej metodzie PW lub 9000 m przy metodzie TP z SNR jest wydawana jednorazowa komenda K4, której przeznaczenie podano wcześniej. W odległości około 400 m przed celem przy włączonej metodzie PW lub 11 s po starcie rakiety przy metodzie TP, w celu uruchomienia RZ zostaje wydana z SNR jednorazowa komenda K3. Jest to równoznaczne ze zdjęciem ostatniego, czwartego, stopnia zabezpieczenia RZ. Nadajnik generuje impulsy sondujące i przez antenę wypromieniowuje je w przestrzeń. Gdy cel znajdzie się w obszarze promieniowania, to impulsy wypromieniowane ulegną odbiciu od niego i przez anteny odbiorcze zostaną doprowadzone do odbiornika, gdzie podlegają odpowiedniej obróbce /wzmocnienie, przekształcenie do PCz itd/. Kolejnymi impulsami z odbiornika jest stopniowo ładowany kondensator inicjujący układu wykonawczego. Po doprowadzeniu do układu wykonawczego około 10 impulsów energia zgromadzona w kondensatorze spowoduje zadziałanie tyratromu, przez który rozładowuje się kondensator zapalowy. Impuls elektryczny z układu wykonawczego przez MZW zostaje doprowadzony do odpowiedniego pobudzacza powodując wybuch ładunku bojowego rakiety.

5.7. Ładunek bojowy

Ładunek bojowy rakiety jest przeznaczony do rażenia celu odłamkami i falą detonacyjną.

Zasadnicze dane taktyczno-techniczne LB są następujące:

- masa ładunku bojowego

196 kg

- masa skorupy	- 77,5 kg
- masa materiału wybuchowego	- 115 kg
- skład materiału wybuchowego	- 20 % trotylu i 80 % heksogenu
- liczba odłamków	- 8000 szt.
- masa odłamka	- 8,2 g.
- liczba pobudzaaczy	- 2 szt.

Ładunek bojowy składa się z następujących elementów: skorupa; materiał wybuchowy; pobudzaacz i pokrywy /przednia i tylna/ z wręgami do samocowania ładunku w rakiecie.

Skorupa jest wykonana ze stali w kształcie cylindrycznym. Dla zwiększenia liczby odłamków na skorupę nawinięto taśmę stalową o przekroju 6x12 mm. W celu uzyskania z góry założonej liczby odłamków /frAGMENTACJA wymuszona/ zarówno skorupa jak i taśma mają od wewnątrz wykonane nacięcia rowkowe. Wnętrze skorupy jest wypełnione materiałem wybuchowym. Całość korpusu jest zamknięta pokrywami, w środkowej części których wykonano gniazda dla pobudzaaczy: przedni WDM-5 i tylny WDM-5a. Przez całą długość LB wykonany jest kanał, przez który są przeprowadzone przewody elektryczne i powietrzne do tylnego pobudzaacza. Podczas wybuchu odłamki rozlatując się tworzą okrężny obszar rażenia. Obszar ten w przekroju ma kształt stożkowy o kącie wierzchołkowym 20°. W tym obszarze rozlatuje się około 90 % odłamków. W zależności od tego, z którego końca odbywa się detonacja LB, obszar rażenia pochyla się o 5°-6° do przodu lub do tyłu. Taki sposób regulacji kąta rozlotu odłamków w połączeniu z dwiema parami anten odbiorczych RZ daje możliwość bardziej skutecznego porażenia celu. W rakiecie W-755, w zależności od prędkości względnej pomiędzy celem i rakieta, co wyrażone jest czasem trwania komendy K4, istnieje możliwość następujących kombinacji połączeń /rys. 24/.

1. Przy $V_{wzg.max}$ - pierwsza para anten $\varphi_{odb1} = 69^\circ$ / i przedni pobudzaacz
2. Przy $V_{wzg. \acute{e}r.}$ - druga para anten $\varphi_{odb2} = 74^\circ$ / i przedni pobudzaacz.
3. Przy $V_{wzg.min}$ - pierwsza para anten i tylny pobudzaacz.
4. Przy $V_{wzg.min}$ - druga para anten i tylny pobudzaacz.

Pobudzaacz WDM-5 jest przeznaczony do zapoczątkowania detonacji ładunku bojowego od impulsu elektrycznego. Pobudzaacz składa się z dwóch części, z których jedna jest ruchoma. W części ruchomej umieszczone są dwa elektrodetonatory z obwodami elektrycznymi - bojowym i kontrolnym. W części nieruchomej znajdują się dwa łączniki prądu i detonator.

W położeniu wyjściowym WDM jest zabezpieczony przez obrócenie pierścienia ruchomego o kąt 60° w stosunku do części nieruchomej.

W tym położeniu obwód bojowy jest rozarty, a obwód kontrolny zwarty. W 10 s lotu rakiety, pod działaniem ciśnienia powietrza doprowadzonego z odbiornika ciśnienia dynamicznego, pierścień ruchomy obraca się i łączy elektryczny obwód bojowy a elektrodetonatory ustawiają się na wprost łączników prochu. Po doprowadzeniu impulsu elektrycznego z RZ do pobudzacza kolejno wybuchają: elektrodetonatory; łączniki prochu; detonator i od niego ładunek bojowy.

5.8. Aparatura powietrza

Aparatura powietrza rakiety jest przeznaczona do przechowywania zapasu suchego, sprężonego powietrza, które po odpowiedniej redukcji do ciśnienia roboczego jest wykorzystywane:

- 50 at^{x/} - do regulatora siły ciągu silnika marszowego i do ochrony osłony odbiornika ciśnienia dynamicznego;
- 10 at - do zasilania mechanizmów sterowych autopilota i wyciskania z ampułek elektrolitu w baterii pokładowej;
- 5,5 at - do wytłaczania utleniacza ze zbiornika;
- 3,5 at - do wytłaczania paliwa ze zbiornika.

W skład aparatury wchodzi: zbiornik kulisty; pirozawór zamykający zbiornik; reduktory; przewody powietrzne, wskaźnik ciśnienia i inne elementy.

Pojemność zbiornika wynosi 23,2 l. Zbiornik można napełnić do ciśnienia w granicach 260+350 at. Wielkość ciśnienia w zbiorniku zależy od temperatury otoczenia. Po zmniejszeniu się ciśnienia w zbiorniku do 70 at. zostaje odcięty dopływ powietrza do zbiorników paliwa i utleniacza, pozostały zapas jest wykorzystywany wyłącznie do sterowania rakieta.

5.9. Osprzęt elektryczny rakiety

Elementy wchodzące w skład osprzętu elektrycznego są przeznaczone do zasilania aparatury pokładowej rakiety w energię elektryczną, połączenia jej w jedną funkcjonalną całość i do zapewnienia działania urządzeń w określonej kolejności.

Do najważniejszych elementów osprzętu zalicza się: ampułkową baterię pokładową; przetwornicę prądu; pironóż; pirozawory; przekaźniki; nadajniki ciśnieniowe i sieć przewodową.

x/ 1 at = 0,980665 · 10² kPa /kilopaskali/

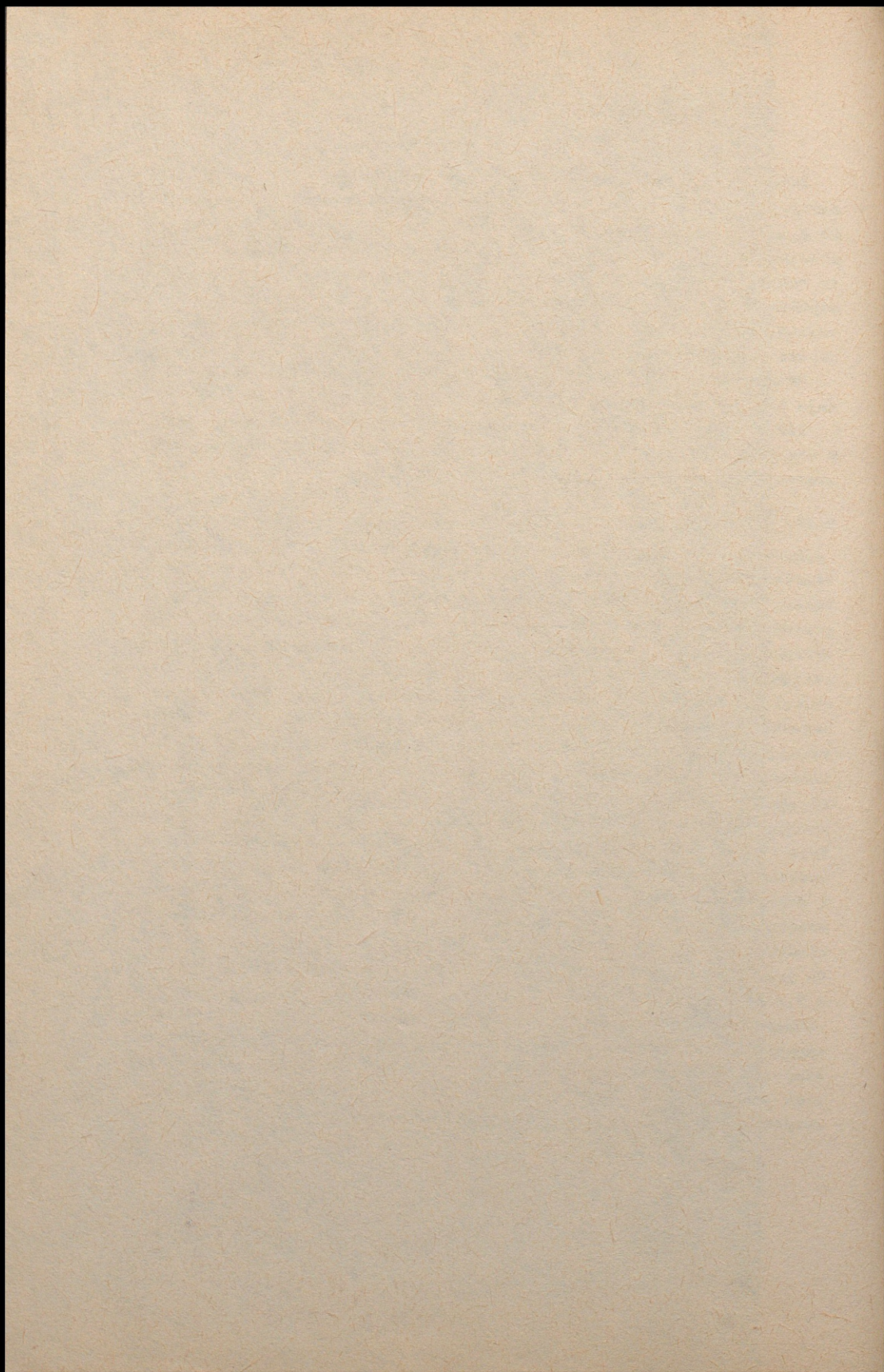
Bateria pokładowa jest źródłem prądu jednorazowego działania. Z baterii jest ozerpany prąd o napięciu 26 V i o natężeniu 50 A w czasie 60 s. Jest ona zbudowana z dwóch komór, w jednej komórce znajdują się plastikowe ampulki z elektrolitem, a w drugiej - ogniwa. Po wydaniu do rakiety komendy "START" sprężone powietrze wyciska elektrolit z ampulek zalewając komorę z ogniwami. Po około 1 s. bateria osiąga gotowość do pracy. Przy temperaturze poniżej -25°C bateria jest podgrzewana z zewnętrznego źródła prądu grzałką wewnętrzną.

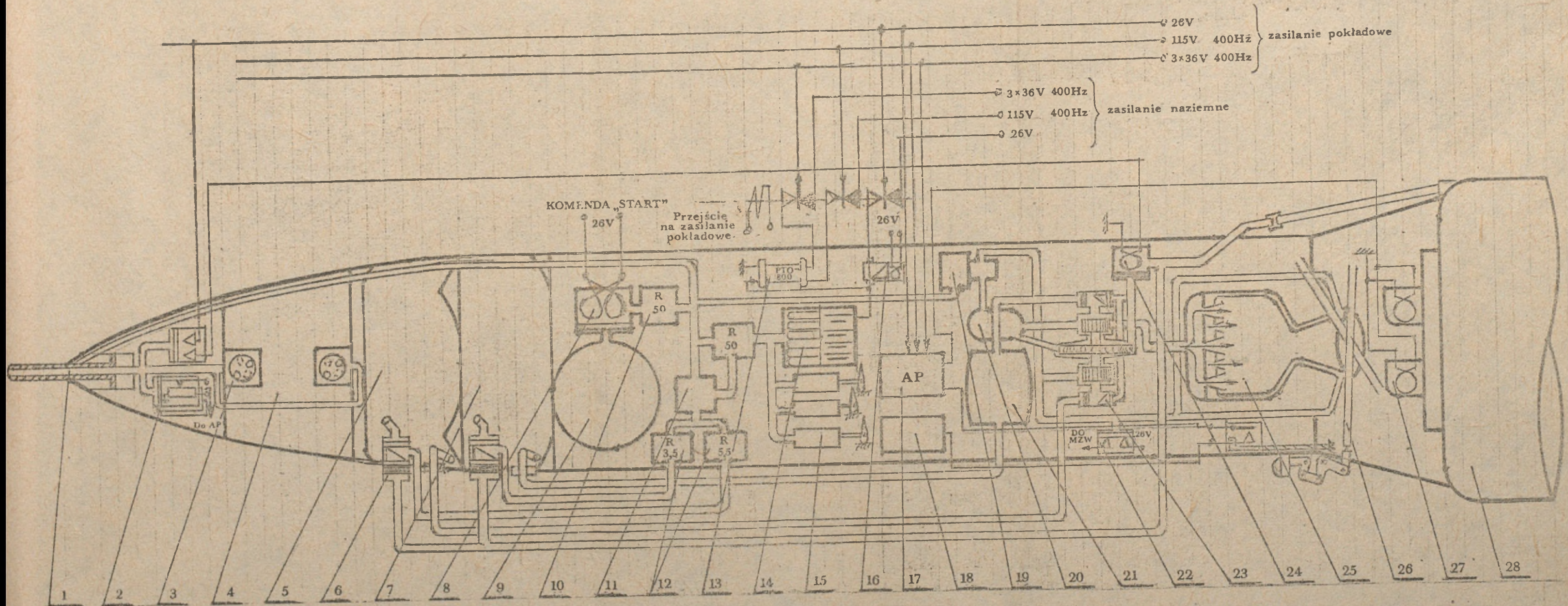
Przetwornica służy do przetwarzania prądu stałego w zmienny. Wydaje ona napięcia: zmienne 3-fazowe 36 V 400 Hz i 1-fazowe 115 V 400 Hz.

Pironóż jest przeznaczony do automatycznego przecięcia przewodów w sieci 26 V w wypadku gdy rakieta, w skutek niesprawności, nie wystartuje w określonym czasie.

5.10. Działanie rakiety podczas startu i lotu

Działanie rakiety zilustrowano przy pomocy schematu nr 25. Przed startem, raketę ustawioną na wyrzutni włącza się na "przygotowanie". Polega to na doprowadzeniu do niej, z naziemnych źródeł prądu, odpowiednich napięć zasilających poszczególne urządzenia, rozkręceniu żyroskopów autopilota itp. Po 2 min. niemodernizowana rakieta W-755 osiąga gotowość do startu. Czas przebywania rakiety na przygotowaniu wynosi 25 min, po czym przechodzi ona automatycznie na 20 min. odpoczynku. Za pomocą specjalnego układu sygnalizacji operator przygotowania rakiet kontroluje sprawność obwodów elektrycznych: RZ; MZW; pobudzozy LB; pironabojów i obwodu blokady startu żyroskopu swobodnego AP. Po naciśnięciu przycisku "START" z naziemnego źródła jest doprowadzony prąd do pirozaworu rozruchowego, po zadziałaniu którego zostaje otwarty zbiornik z powietrzem. Zredukowane do 50 at ciśnienie powietrza powoduje schowanie osłony odbiornika ciśnienia dynamicznego i dopływa do regulatora siły ciągu przygotowując go do pracy. Zredukowane następnie do 10 at ciśnienie powietrza uruchamia baterię pokładową i zasila mechanizmy sterowe autopilota. Po kolejnej redukcji do 5,5 at powietrze dopływa pod zawór przeponowy zbiornika utleniacza, a 3,5 at - zbiornika paliwa i na tych zaworach zatrzymuje się. Z chwilą rozpoczęcia pracy przez baterię i przetwornicę następuje odłączenie zasilania naziemnego i przejście na zasilanie pokładowe, po czym zostaje odblokowany żyroskop swobodny w AP. Poprzez styki odblokowania prąd o napięciu 26 V dopływa do pironabojów silnika startowego, który rozpoczyna pracę i rakieta gwałtownie schodzi z wyrzutni. Gazy prochowe

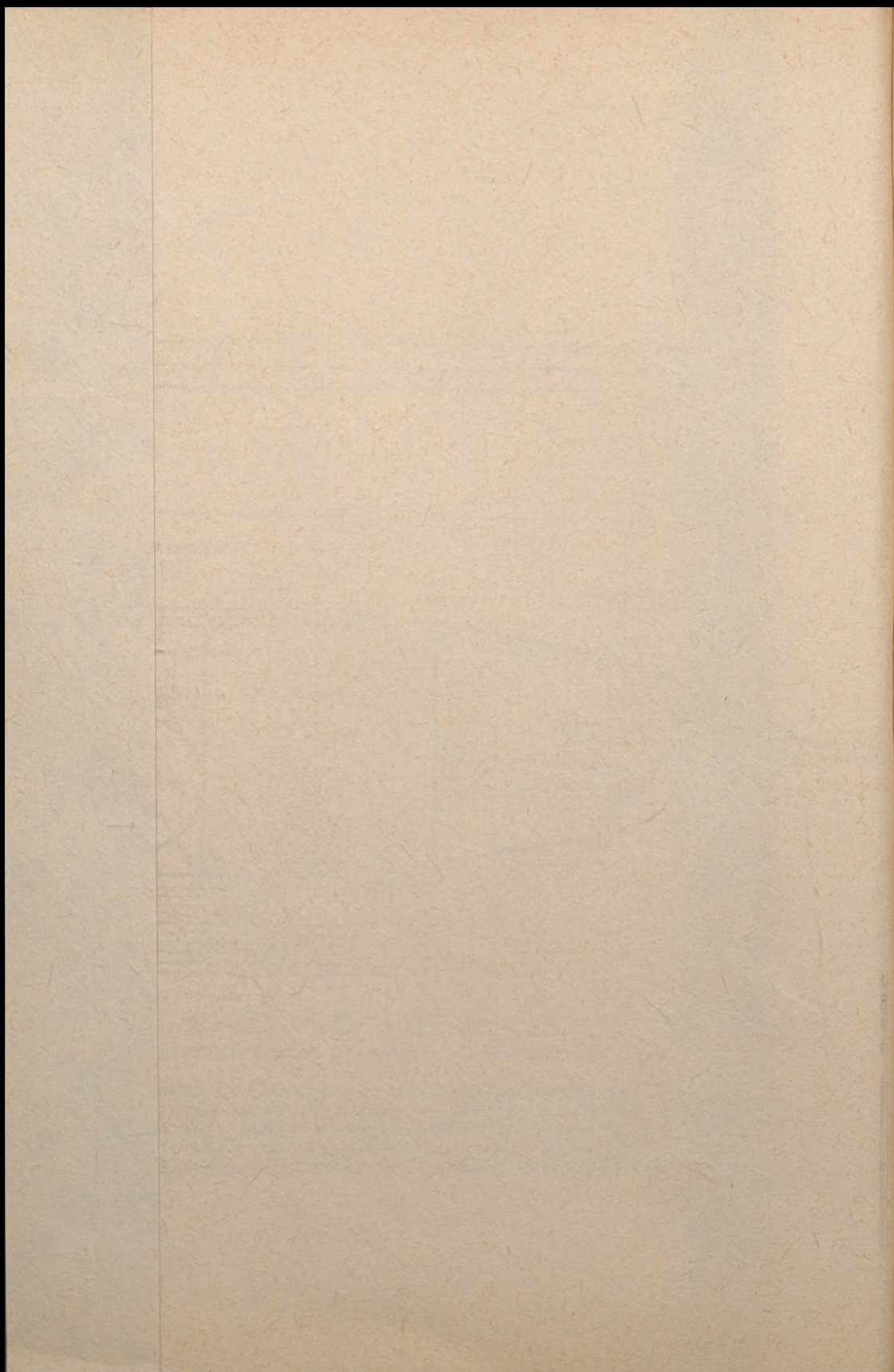




Rys. 25. Ilustracja działania rakiety W-735 podczas startu i lotu

1. Odbiornik ciśnienia dynamicznego; 2. dajniki ciśnieniowe; 3. pobudzacze WDM; 4. ładunek bojowy; 5. zbiornik utleniacza; 6. zawór przeponowy; 7. zbiornik paliwa; 8. pirozawór rozruchowy; 9. zbiornik kulisty powietrza; 10. reduktor 50 at; 11. zawór odcinający; 12. reduktory 3,5 i 5,5 at; 13. przetwornica częstotliwości prądu; 14. bateria pokładowa; 15. mechanizmy sterowe; 16. pionóż; 17. autopilot; 18. aparatura kierowania i śledzenia radiowego; 19. regulator siły ciągu 20. wytwornica gazu 21. zbiornik paliwa; 22. przekaźnik ciśnieniowy; 23. zespół pomp; 24. pirozawór gazowy; 25. silnik marzowy; 26. taśma magnezowa; 27. elektrozapłoniki; 28. silnik startowy.





z silnika startowego dochodzą do zamkniętego pirozaworu gazowego i zatrzymują się na nim, a równocześnie przedostają się do zaworów przeponowych zbiorników paliwa i utleniacza otwierając je. Wówczas sprężone powietrze przedostaje się do zbiorników i wyłacza z nich składniki RMN, które przepływają rurami do pompy i zatrzymują się na jej zamkniętych zaworach przeponowych. Gdy rakietę osiągnie prędkość, przy której ciśnienie dynamiczne osiągnie wartość $0,4$ at nadośmienia, to za pomocą przekładnika ciśnieniowego uruchomiony zostanie pirozawór gazowy otwierający dostęp gazów do turbiny i zaworów przeponowych przy pompach paliwa i utleniacza. Zawory zostają otwarte, a dzięki działaniu gazów na turbinę, pompy zaczynają się obracać w wyniku czego składniki RMN są podawane do silnika marszowego, który rozpoczyna pracę. Wypływające gazy przepalają dwie taśmy magnezowe po czym zostają uwolnione zamki łączące oba stopnie rakiety. Silnik startowy kończy pracę i zostaje odrzucony. Odblokowują się sterolatki i za pomocą przełącznika "start-erzut" następuje elektryczne połączenie autopilota z aparaturą kierowania i śledzenia radiowego. Rozpoczyna się etap kierowanego lotu rakiety, podczas którego do rakiety są wysyłane komendy kierujące K1 i K2 i impulsy zapytujące, a także kolejno są zdejmowane stopnie zabezpieczenia RZ. W określonej odległości przed celem do rakiety, drogą radiową są doprowadzane komendy jednorazowe: K3 i K4. Gdy cel zostanie opromieniowany energią elektromagnetyczną generowaną przez RZ, odbite impulsy powodują wybuch LB, którego odłamki rażą cel.

Skuteczne działanie RZ jest do odległości 60 m od celu. Przy większej odległości RZ nie zadziała, rozzerwanie LB w tym wypadku nastąpi od mechanizmu samolikwidacji po około 80 s lotu. W czasie strzelania do celów nisko lecących przed samolikwidacją rakietą przez 7 s otrzymuje komendy o wartości maksymalnej do góry i tam zostaje rozzerwana.

5.11. Przeciwlotnica rakiet kierowana W-755 SU

Rakietą W-755 SU /20 DSU/ jest to zmodernizowana rakietą W-755/20DP/. W stosunku do rakiety W-755 różni się ona następującymi cechami: przyspieszonym cyklem bezpośredniego przygotowania do startu, zwiększoną możliwością strzelania do celów nisko lecących i lepszą skutecznością strzelania przy niewielkich prędkościach względnym zbliżania rakiety do celu.

Przyspieszony cykl przygotowania rakiety do startu uzyskano przez zmodernizowanie aparatury pokładowej, wyposażenia elektrycznego rakiety i automatycznych urządzeń startowych wyrzutni. Dzięki temu czas

przygotowania bezpośredniego do startu został skrócony z 2 min do 20 s. Problem skrócenia czasu przygotowania technicznie rozwiązano w ten sposób, że do tyroskopów i do obwodów zarzucenia lamp wzmocniaczy kanału autopilota doprowadzono zwiększone napięcia, a mianowicie 50 V i 9 V zamiast 36 V i 6,3 V.

Zwiększenie możliwości ostrzelenia celów nisko lecących uzyskano przez zamontowanie uniwersalnego urządzenia selekcyjnego /USU/ pracującego łącznie z RZ rakiety. Urządzenie USU ogranicza zasięgi działania RZ i tym samym pozwala na obniżenie dolnej granicy swalozania celów z 300 m /dla rakiet niezmierzmodernizowanych W-755/ do 100 m. Ponadto 300 m i 100 m cele mogą być swalozane bez użycia RZ.

Poprawienie skuteczności ostrzelenia celów przy niewielkich prędkościach względnych zbliżenia rakiety i celu osiągnięte przez zastosowanie kolejnego /czwartego/ wariantu połączenia anten odbiorczych RZ i pobudzaczy LB. W tym wariantcie udział biorą: druga para anten odbiorczych i tylny pobudzac. Wybór i połączenie tych elementów jest realizowane za pomocą komendy K4, która w tym wypadku ma czas trwania dłuższy niż 2,1 s. To ulepszenie ma duże znaczenie przy strzeleniu do celów w pościgu.

5.12. Przeciwlotnica rakiet kierowana 5Ja-23 /W-759/

Rakietka 5Ja-23 jest ulepszoną wersją rakiet W-755 i W-755SU. Umożliwia ona, w stosunku do swych poprzedniczek zwiększenie skuteczności strzelenia do celów: bardzo szybkich; małogabarytowych; nisko lecących i manewrujących.

W rakiecie 5Ja-23 wprowadzono następujące zmiany konstrukcyjne.

1. Zastosowano nowy ładunek bojowy 5298 typu odłamkowo-miotającego z szerokim kątem rozlotu odłamków oraz nowy mechanizm zabezpieczający wykonawczy.

2. Zastosowano nowy zapalnik radiowy 5X49 z płynną regulacją nachylenia maksimum charakterystyk anten odbiorczych w zależności od zmieniającej się prędkości względnej zbliżenia rakiety z celem.

3. Dokonano szeregu zmian konstrukcyjnych zarówno płatowca jak i aparatury pokładowej, dzięki którym rakietka może pokonać o 30 % większe przecięcia niż rakietka W-755SU.

Nowy LB rakietki 5Ja-23 ma dwa razy większy kąt rozlotu odłamków i 3,5 raza więcej odłamków niż LB w rakiecie W-755SU. Dzięki temu uzyskuje się wyższą efektywność ostrzelenia celów.

Samolikwidacja rakiety 5Ia-23 w wypadku ochybienia celu następuje po $0,8 \pm 0,2$ s po przerwaniu radiosterowania lub po zamknięciu komend K1 i K2, a nie po 80 s. lotu jak to ma miejsce w rakiecie W-755SU.

Zapalnik radiowy 5X49 w stosunku do zastosowanego w rakiecie W-755SU charakteryzuje się: większą niezawodnością zadziałania przy średnich i dużych ochybieniach celu /40-50 m/; płynną zmianą kąta nachylenia charakterystyki anten odbiorczych; co zapewnia lepsze dopasowanie kąta rozlotu odłamków LB; zwiększoną odpornością na zakłócenia pasywne i aktywne. Układ selekcji odbieranych impulsów jest jednolity konstrukcyjnie z pozostałymi układami RZ, a nie w postaci oddzielnego USU jak w rakiecie W-755SU.

Aparatura kierowania i śledzenia radiowego różni się od aparatury znajdującej się w rakiecie W-755SU: lepszymi właściwościami obwodu kierowania rakiety 5Ia-23, stosownie do jej zwiększonych przeciążeń i zdolności manewrowych; zmniejszeniem czasu opóźnienia podłączenia autopilota do aparatury kierowania i śledzenia radiowego po zrzuceniu silnika startowego z 2,5 s do $1 \pm 0,3$ s. Powyższe usprawnienie ma związek z poprawą wprowadzenia rakiety na tor kinematyczny na bliższej granicy strefy ognia /7 km/.

Dokonano także szeregu udoskonaleń w konstrukcji pilota automatycznego, mających związek ze zwiększonymi przeciążeniami i manewrowością rakiety. Między innymi zwiększono kąty wychylenia sterów od sygnałów komend z $13,5^\circ$ /w W-755SU/ do 18° .

W obwód regulatora siły ciągu wstawiono sygnalizator ciśnienia ZSS-3,3M, który zapewnia optymalne wykorzystanie ciągu silnika marszowego w całej strefie zastosowania rakiety 5 Ia-23. Usprawnienie to pozwala na wielokrotne przełączanie ciągu silnika z 2000 kg na 3500 kg i odwrotnie, odpowiednio do zmiany wysokości rakiety. W rakietach W-755 i W-755SU istnieje możliwość tylko jednokrotnego przełączenia ciągu z 3500 kg na 2000 kg w wypadku gdy rakieta startuje pod kątem $\epsilon > 24^\circ$. Jeżeli ciśnienie dynamiczne będzie większe niż 3,3 at, to silnik rakiety 5 Ia-23 zawsze będzie ustawiony na ciąg 3500 kg.

W płatowcu rakiety 5Ia-23 w stosunku do rakiety W-755SU dokonano następujących zmian konstrukcyjnych: przedział nr 1 został zbudowany z materiału bardziej odpornego na korozję; przedział nr 2 jest konstrukcji spawanej, bardziej sztywnej w porównaniu z nitowaną w rakiecie W-755SU; przedział nr 3 wykonano z materiału o podwyższonej charakterystyce wytrzymałościowej; osłonę anteny nadawczej RZ wykonano z laminatu szklanego; w celu zamontowania LB, rakiety 5 Ia-23 rozłącza się

na styku przedziałów 2 i 3 zamiast 1 i 2 w rakietach W-755 i W-755SU; grubość skrzydeł zwiększono z 36 mm do 39 mm, wzmocniono także wnęki skrzydeł; poprawiono wyważenie rakiety 5Ja-23 przez zamontowanie dodatkowego obciążenia.

6. URZĄDZENIA STARTOWE PZR

6.1. Wyrzutnia raketowa SM-90

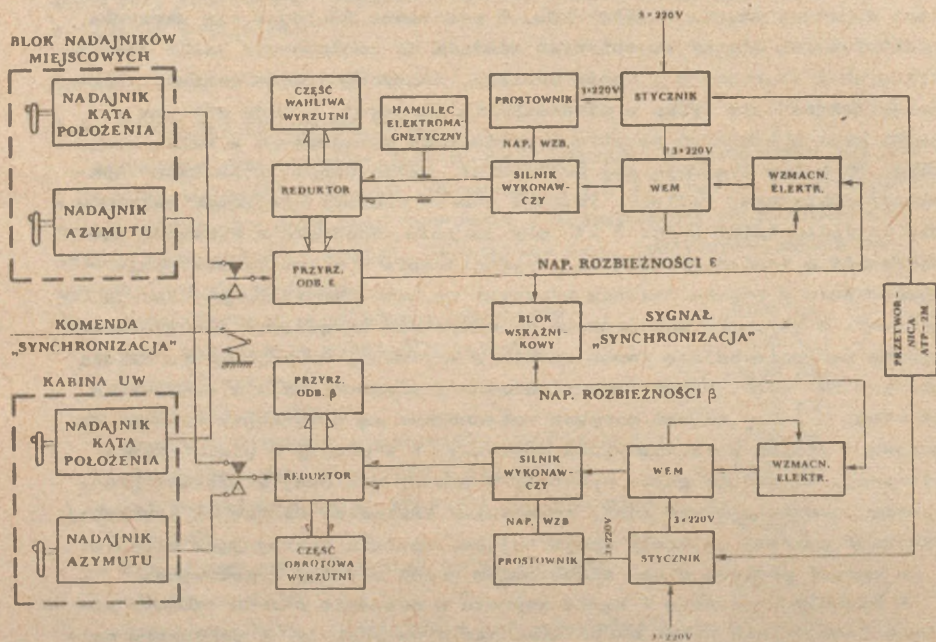
Wyrzutnia przeznaczona jest do przygotowania i utrzymania rakiety w gotowości bojowej do startu, skierowania jej w azymucie i kącie położenia w kierunku celu oraz dokonania startu rakiety po komendzie ze stacji naprowadzania rakiet. Zasadnicze dane taktyczno-techniczne wyrzutni są następujące:

- masa wyrzutni w położeniu marszowym	- 14200 kg;
- masa wyrzutni w położeniu bojowym	- 11100 kg;
- długość wyrzutni	- 10200 mm;
- szerokość wyrzutni	- 2675 mm;
- wysokość wyrzutni w położeniu marszowym	- 3800 mm;
- minimalny promień skrętu z ciągnikiem	- 8,3 m;
- kąt ustawienia belki wyrzutni do ładowania rakiety	- 1°30';
- kąt odchylenia /łamania/ belki podczas startu rakiety	- 3°25';
- graniczne kąty strzelania w kącie położenia	- 10°-75°;
- prędkość naprowadzania w płaszczyźnie pionowej	- 2,3°/s ;
- prędkość naprowadzania w płaszczyźnie poziomej	- 7°/s.

Wyrzutnia może występować w dwóch położeniach: bojowym i marszowym. W położeniu bojowym wyrzutnia jest zdjęta z podwozia, ustawiona na podporach i przytwierdzona do podłoża ostrogami. Doprowadzenie wyrzutni do położenia marszowego polega na podłączeniu podwozia, podniesieniu odrzutnika gazów, zamocowaniu części wahliwej i przykryciu pokrowcem. Płaszczyzna startowa wyrzutni powinna być wyrównana z dokładnością do 1,5°. Wyrzutnia składa się z podwozia, podstawy, platformy, korpusu obrotowego, części wahliwej, mechanizmów i urządzeń elektrycznych oraz wyposażenia pomocniczego. Podstawa wyrzutni jest identyczna jak w armacie 100 mm. W położeniu marszowym podstawa stanowi ramę pojasdu. Na podstawie zamontowana jest platforma łącząca część obrotową wyrzutni z nieruchomą podstawą. Platforma składa się

z wieńca zębatego, bieżni kulowej i dwóch podnośników śrubowych służących do poziomowania części obrotowej. W osi obrotu umieszczone jest obrotowe złącze elektryczne. W podstawie znajduje się skrzynka elektrycznych złączy wejściowych służąca do podłączenia kabli energetycznych i sterujących. Część wahliwa, stanowiąca łożo rakiety, może przemieszczać się tylko w płaszczyźnie pionowej. Składa się ona z belki wraz z sektorem zębatym i wysięgnika połączonego z belką zawiasowo. Na belce znajdują się prowadnice, zamek stopki i imitator aparatury pokładowej rakiety. Podczas startu rakiety wysięgnik załamuje się względem belki o kąt $3^{\circ}25'$, aby rakietą schodząca z wyrzutni nie zaważyła o koniec wysięgnika. Wyprostowanie wysięgnika następuje samoczynnie w czasie zejścia wyrzutni na kąty ładowania po starcie rakiety. W korpusie umieszczone są wszystkie urządzenia elektromechaniczne zabezpieczające funkcjonowanie wyrzutni. Funkcjonalnie dzieli się one na: elektryczne napędy nadążne i elementy układu sterowania startem. W lewej części korpusu umieszczone są urządzenia służące do napędu wyrzutni w płaszczyźnie poziomej, a w prawej w płaszczyźnie pionowej. Odrzutnik gazów wykonany z blachy stalowej w postaci grzeblenia rozdzielającego gazy, zamocowany zawiasowo do części obrotowej wyrzutni poprzez elementy sprężymujące, spełnia następujące zadania:

- ochroni podłoże przed strumieniem gazów silnika startowego;
- blokuje wyrzutnię w kącie azymutu w momencie startu rakiety poprzez dociśnięcie stopy odrzutnika gazów do podłoża. W położeniu marszowym odrzutnik jest podnoszony do góry i podtrzymywany na łożyskach. Dwa odciążacze sprężynowe przeznaczone są do kompensowania ciężaru rakiety ustawionej na części wahliwej i odciążenia tym samym pracy napędów. Mechanizmy naprowadzania pionowego i poziomego wyrzutni oparte na reduktorach planetarnych o dużej przekładni, posiadają napęd elektryczny i ręczny. Włączenie napędu ręcznego powoduje wyłączenie napędu elektrycznego. Działanie napędów elektrycznych w obu płaszczyznach jest identyczne. Uproszczony schemat blokowy napędu nadążnego w jednej płaszczyźnie przedstawiono na rys. 26. Wyrzutnia może być uruchamiana i sterowana z kabiny UW lub od nadajników miejscowych na niej umieszczonych. Po włączeniu w kabinie UW komendy "przygotowanie" na wyrzutni zostaje uruchomiona przetwornica prądu stałego i silniki wzmacniaczy elektromaszynowych /WEM/. Jednocześnie selsyny odbiorników zostają podłączone do selsynów nadajników miejscowych. Rozbieżność kątowa między położeniem selsynów wywołuje sygnał błędny. Sygnał błędny proporcjonalny do tej rozbieżności wzmacniony jest



Rys. 26. Uproszczony schemat blokowy napędu nadążnego wyrzutni /jedna płaszczyzna/

przez wzmacniacz elektroniczny, skąd w postaci prądu stałego o polaryzacji zależnej od kierunku rozbieżności podawany jest do wejścia WEM. Napięcie wyjścia WEM odpowiednio wzmacnione steruje pracą elektrycznego silnika wykonawczego, który przez reduktor obraca wyrzutnię w kącie położenia lub asymutcie. Selsyny odbiorcze są mechanicznie sprzężone z reduktorami, dzięki czemu w miarę odpracowywania przez wyrzutnię zadanego kąta rozbieżności różnica kątowa między położeniem wirników selsynów nadawczych i odbiorczych maleje osiągając zero w momencie pełnego odpracowania zadanego kąta. Wówczas sygnał błędny jest bliski zera i wyrzutnia zatrzymuje się. Po wydaniu komendy "synchronizacja" z kabiny UW do selsynów odbiorczych wyrzutni zostają podłączone selsyny nadajnika kabiny UW. Dalsze działanie napędów jest analogiczne.

Kiedy napęd odpracuje rozbieżność między położeniem kabiny antenowej i wyrzutni, z odpowiednią dokładnością, blok sygnalizacji na wyrzutni zamyka obwód przechodzenia komendy "synchronizacja", która powraca do kabiny UW w postaci sygnału "synchronizacja".

6.2. Układ sterowania startem /USS/

Układ sterowania startem przeznaczony jest do automatycznego, zdalnego sterowania cyklem przygotowania do startu oraz startem rakiety.

USS zapewnia:

- przygotowanie do startu do 6 rakiet w ciągu 20 s /dla rakiet W-755 z normalnym cyklem przygotowania - 2 min./;
- niezależny start trzech rakiet z minimalnym odstępem między startami 6 s w trzech kanałach kierowania;
- automatyczne przerwanie obwodów startu w przypadku niesprawności rakiety;
- automatyczne zdjęcie rakiety z przygotowania po 5 min nieprzerwanej pracy /po 25 min dla rakiet W-755/;
- kontrolę sprawności obwodów pirotechniki rakiety przed startem;
- ogrzewanie baterii pokładowych rakiet znajdujących się na wyrzutniach i STZ przy temperaturze poniżej -25°C .

Aparatura układu sterowania startem rozmieszczona jest w kabinie UW, na wyrzutniach i w ukryciach plutonów. W kabinie UW znajdują się: blok sygnalizacji i pulpit operatora przygotowania rakiet /OP/. Na wyrzutniach umieszczone są bloki automatyki, przetwornice ATP-2M i A-2T, transformatory układów ogrzewania, mechanizmy złącz OSZ-10, imitatory pokładu rakiet, syreny alarmowe.

W ukryciach STZ znajdują się bloki ogrzewania, służące do ogrzewania baterii pokładowych rakiet zainstalowanych na STZ. Blok sygnalizacji przeznaczony jest do włączenia aparatury USS oraz do odbioru komend dotyczących przygotowania rakiet do startu.

Pulpit przygotowania rakiet składa się z trzech jednakowych bloków podzielonych na dwie identyczne części. Każda z tych części przeznaczona jest do sterowania cyklem przygotowania jednej rakiety. Na płycie ozolowej każdej części bloku znajdują się przyciski: "przygotowanie" i "zmiana"; zegar odmierzający czas przygotowania rakiety oraz lampki sygnalizujące aktualny jej stan: "rakietka załadowana", "niesprawność"; "gotowe"; "przygotowanie"; "PP i RZ sprawne", "uwaga 4,5 min /2,2 min/"; "synchronizacja" i "strefa zakazu" oraz "dopalenie". Przed włączeniem przygotowania operator kontroluje, wykorzystując obwody

komutacji, sprawność obwodów elektrycznych pironaboi i radiózapalnika. O sprawności tych obwodów informuje zaświecenie się lampki "PP i RZ sprawne". Włączenie rakiety na przygotowanie odbywa się przyciskiem "przygotowanie" a zdjęcie jej z przygotowania przyciskiem "zmiana". Złącze OSz-10 jest przeznaczone do elektrycznego połączenia rakiety z wyrzutnią.

Załadowanie rakiety na wyrzutnię jest sygnalizowane zaświeceniem lampki "Rakieta załadowana". Po włączeniu rakiety na przygotowanie na wyrzutni zostają uruchomione przetwornice: ATP-2M przekształcająca prąd trójfazowy zmienny 220 V 50 Hz na prąd stały o napięciu 26 V oraz A-2T, która przekształca prąd trójfazowy zmienny 220 V 50 Hz na trójfazowy zmienny 36 V 400 Hz i jednofazowy 115 V 400 Hz. Włącza się syrena alarmowa informująca obsługę o konieczności udania się do ukryć. Lampka "synchronizacja" sygnalizuje uzgodnione położenie anten i wyrzutni. W przypadku, gdy wyrzutnia jest skierowana na kabinę PW a kąt podniesienia jest mniejszy niż 45° , automatycznie zablokowane zostają obwody startowe i świeci się tabliczka "strefa zakazu". Lampka "gotowa" sygnalizuje o gotowości rakiety na wyrzutni do startu. Przed zakończeniem okresu nieprzerwanej pracy rakiety włączonej na przygotowanie świeci się lampka "uwaga 22 min" "uwaga 4,5 min" dla rakiet z przyśpieszonym cyklem przygotowania/. Tabliczka "dopalanie" sygnalizuje o przyśpieszonym przygotowaniu rakiety do startu.

6.3. Samochód transportowo-załadowczy /STZ/

Samochód transportowo-załadowczy przeznaczony jest do transportu rakiety wraz z jedną dozą utleniacza umieszczoną w oddzielnym zbiorniku, napełnienia rakiety utleniaczem oraz do załadowania rakiety na wyrzutnię i jej rozładowania.

Zasadnicze dane techniczne STZ są następujące:

- masa STZ z rakieta	- 12016 kg;
- masa naczepy	- 3535 kg;
- długość naczepy	- 10400 mm;
- całkowita długość STZ	- 14620 mm;
- szerokość naczepy	- 2210 mm;
- wysokość naczepy przykrytej pokrowcem	- 3200 mm;
- pojemność zbiornika utleniacza	- 478 l;
- pojemność butli sprężonego powietrza	- 40 l;
- ciśnienie powietrza max/robocze	- 160 at/2,8 at.

- najmniejszy promień skrętu

- 11200 mm;

STZ składa się z ciągnika siodłowego typu ZIL-157 i naczepy PR-11B. Zasadniczymi elementami naczepy są: układ jezdnny, belka obrotowa, układ napełniania rakiety utleniaczem, wyposażenie elektryczne, pokrowiec maskujący z pałkami oraz ZCZ.

Układ jezdnny naczepy składa się z ramy, dwukołowego podwozia, podstawki kołowej, układu hamulcowego i innych elementów.

Belka obrotowa, na którą układa się raketę zawiera wózek z obejmami i ściągnące mocujące raketę do belki i belkę do ramy. Jest ona osadzona obrotowo na trzpieniu we wspólnym środku ciężkości belki i rakiety. Z przodu rakieta utrzymuje się na belce za pomocą chwytających obejm wózka, który połączony jest łańcuchem Galla z dwustopniowym reduktorem mechanizmu napędu wózka /karetki/. W celu przeładowania rakiety na wyrzutnię, STZ wjeżdża na specjalne mostki i ustawia się pod kątem prostym do osi wyrzutni. Po zdjęciu ściągnaczy i odblokowaniu belki raketę wraz z belką obraca się ręcznie o kąt 90° , tak aby osie rakiety i wyrzutni pokrywały się. Obroty korby reduktora w początkowym etapie powodują połączenie belki STZ z wysięgnikiem wyrzutni za pomocą urządzenia zwanego murnikiem. Dalsze obroty korby powodują przesuwanie się wózka wraz z raketą, która przemieszcza się po specjalnych prowadnicach na wysięgniku wyrzutni. Czas przeładowania rakiety nie przekracza 1,5 min. Układ napełniania rakiety utleniaczem składa się ze zbiornika, z układu powietrznego, pulpitu sterującego i węży zakończonych odpowiednimi króćcami. Utleniacz jest przelewany do zbiornika rakiety /lub słewany z niego/ za pomocą sprężonego powietrza o ciśnieniu roboczym 2,8 atm. Na małe odległości można przewozić rakietę napełnioną wcześniej utleniaczem na stanowisku technicznym, wówczas układ napełniania STZ nie jest wykorzystywany.

6.4. Pojazd PS-6R

Pojazd samochodowy PS-6R przeznaczony jest do transportu do sześciu rakiet typu W-755 w dwóch warstwach po 3 sztuki. Rakiety przewożone są bez opakowania, przy czym oba stopnie są połączone a skrzydła i stateczniki zdemontowane i przewożone w czterech typowych opakowaniach i skrzydłach naczepy. Pojazd może być wykorzystywany w charakterze ruchomego magazynu, umożliwiającego przechowywanie rakiet w warunkach pomieszczeń stacjonarnych i polowych. Po zdemontowaniu oprzyrządowania naczepa może być wykorzystana do przewozu innych ładunków, a zdjęte oprzyrządowanie może spełniać rolę stelaży do składowania rakiet w

magazynach. Zasadnicze dane techniczne pojazdu PS-6R są następujące:

- masa pojazdu załadowanego /ciągnik, naczepa i 6 rakiet/	- 29 ton;
- masa naczepy z rakietami	- 21 ton;
- ładowność naczepy	- 14 ton;
- długość naczepy	- 14 m;
- wysokość naczepy	- 3,3 m;
- szerokość pojazdu	- 2,6 m;
- promień skrętu	- 12,5m;
- ilość przewożonych rakiet	- 6 szt;
- ilość osób do załadunku /rozładunku/	- 6 osób;
- czas załadunku 6 rakiet	- 80 min;
- czas rozładunku 6 rakiet	- 60 min;
- dopuszczalna prędkość jazdy:	
po dobrych nawierzchniach	-do 50km/h
po drogach polnych	-do 20km/h

W skład pojazdu PS-6R wchodzi ciągnik siodłowy oraz naczepa ND-160R z oprzyrządowaniem specjalnym. W przedniej części naczepy znajdują się dwie podpory służące do zabezpieczenia naczepy po odłączeniu od niej ciągnika. W tylnej części podłogi naczepy oraz w środkowej części ramy umieszczone są wodoszczelne skrzynie na skrzydła i stateczniki rakiet. W skład oprzyrządowania specjalnego wchodzi szereg podpór, podstawk, uchwytów i lin ze ściągaczami które umożliwiają odpowiednie rozmieszczenie i zamocowanie ładunku. Dokładny opis pojazdu PS-6R czytelnik znajdzie w wydawnictwie OPK pt. "Opis techniczny i eksploatacja pojazdu PS-6R" nr bibl. ASG WP-014462.

7. CHARAKTERYSTYKA PRZECIWKŁÓCENIOWA PZR

7.1. Odporność przeciwzakłóceniewa linii obserwacji celu

Wobec ciągłego rozwoju środków przeciwdziałania radioelektronicznego praca bojowa PZR w warunkach stosowania przez nieprzyjaciela różnego typu zakłóceń stała się zasadniczym rodzajem działalności bojowej. Stosowanie zakłóceń przez nieprzyjaciela utrudnia wykrycie i śledzenie celu oraz zwiększa błędy naprowadzania rakiet obniżając skuteczność PZR. Dlatego współczesne PZR powinny charakteryzować się wysoką odpornością na zakłócenia radioelektroniczne. Miarą takiej odporności jest współczynnik przeciwzakłóceniewy K_{pz}

$$K_{pz} = \frac{S}{S}$$

gdzie: S_z - skuteczność bojowa zestawu w warunkach zakłóceń
 S - skuteczność bojowa zestawu przy pracy bez zakłóceń.

Wpływ zakłóceń na urządzenia odbiorcze PZR z czysto technicznego punktu widzenia charakteryzuje współczynnik tłumienia K_p , zabezpiecza przed zakłóceniami o długim czasie trwania sygnału. Odporność linii obserwacji celu na zakłócenia pasywne uzyskano przez zastosowanie:

- układu selekcji celów ruchomych;
- układu małej stałej czasowej i natychmiastowej automatycznej regulacji wzmożenia.

7.2. Odporność przeciwzakłóceniowa linii kierowania radiowego rakiety

Odporność przeciwzakłóceniową linii kierowania radiowego rakiety charakteryzuje gęstość mocy zakłóceń szumowych, które mogą spowodować zerwanie przechwyty i śledzenia sygnału rakiety.

Gęstość mocy zakłóceń szumowych \mathcal{S} / określana jest stosunkiem mocy nadajnika zakłóceń P_z / do szerokości widma zakłóceń szumowych ΔF_z /.

$$\mathcal{S} = \frac{P_z}{\Delta F_z} \left[\frac{W}{\text{MHz}} \right]$$

Dla PZR S-75M \mathcal{S} wynosi $0,64-23 / \frac{W}{\text{MHz}}$ przy odległości celu zakłócającego kanał kierowania rakiety $10-60 / \text{km}$. W celu uodpornienia na zakłócenia i poszerzenia zakresu dynamicznego toru odbiorczego, wprowadzono czasową regulację wzmożenia odbiornika, która zmienia automatycznie wzmożenie odbiornika w zależności od odległości rakiety od SNR eliminując odbiór sygnałów zakłóceń. Stabilny przechwyt sygnału rakiety przez bloki śledzące jest zabezpieczony przez trzy rodzaje pracy ARW odbiornika pośredniej częstotliwości kanału rakiety: "ARW1", "Pamięć" i "ARW". Przy ARW, wzmożenie odbiornika zależy od poziomu szumów i przypadkowych sygnałów. Dzieje się tak do momentu poprzedzającego przechwyt rakiety. W czasie przechwyty układ ARW przechodzi w rodzaj pracy "pamięć" /wzmożenie odbiornika nie zmienia się/. Po przechwycie włącza się rodzaj pracy ARW i odbiornik pracuje z automatycznie ustalonym współczynnikiem wzmożenia. W celu zmniejszenia wpływu zakłóceń generowanych przez źródła przemieszczające się w różnych kierunkach i z różnymi prędkościami, zastosowano selekcję sygnałów odzewowych we współrzędnych kątowych oraz analizę sygnału wejściowego pod względem prędkości i kierunku. Dzięki takiej analizie przechwycone będą tylko takie sygnały zakłóceń, których źródło porusza się z

prędkością rakiety w kierunku zgodnym z jej lotem, co jest praktycznie mało prawdopodobne. Dużą odporność przeciwzakłóceńową linii kierowania radiowego uzyskano ponadto zapewniając:

- dużą moc RNK;
- kierunkowość anten odbiorczych PRK;
- kodowanie komend kierowania;
- szeroki roboczy zakres częstotliwościowy RNK.

7.3. Odporność przeciwzakłóceńowa zapalnika radiowego

W zapalniku radiowym 5E11U znajduje się układ przeciwzakłóceńowy przeznaczony do ochrony przed oddziaływaniem zakłóceń aktywnych i pasywnych. Odporność przeciwzakłóceńową zapalnika radiowego uzyskano dzięki następującym funkcjom układu przeciwzakłóceńowego:

- bramkowanie odbiornika;
- programowa regulacja wzmocnienia;
- selekcja czasowa;
- dodatkowe zmniejszenie czułości odbiornika.

Impuls bramkujący odtyka odbiornik na czas $/0,7-1,1/ \mu s$ który jest określony odległością działania zapalnika. Programowa regulacja wzmocnienia odbiornika ma na celu utrzymanie stałej amplitudy sygnałów odbitych od celów, znajdujących się na różnych odległościach od rakiety. Zmniejszenie czułości odbiornika przy oddziaływaniu zakłóceń aktywnych i pasywnych realizowane jest w kanale zakłóceń. Czas trwania impulsów zakłóceń aktywnych oraz sygnałów zakłóceń pasywnych jest z zasady dłuższy od czasu trwania impulsów sondujących. Na tej podstawie odbywa się selekcja sygnałów zakłóceń. Ich obecność jest sygnałem do zmniejszenia czułości odbiornika, co z kolei zmniejsza prawdopodobieństwa samoczynnego uruchomienia układu wykonawczego zapalnika radiowego. Podczas strzelania do celów lecących pod przykryciem zakłóceń pasywnych bezpośrednio przed startem rakiety istnieje możliwość wydania komendy powodującej zmniejszenie czułości zapalnika radiowego o $8+12$ dB.

BIBLIOGRAFIA

1. Podręcznik, sygn. 892/81 "Przeciwlotniczy zestaw raketowy S-75M" nr bibl. ASG PF-21028.
2. Instrukcja, sygn. 506/72 "Opis techniczny rakiety W-755SU", nr bibl. ASG 016059.
3. Instrukcja, sygn. 152/66 "Przeciwlotnicza rakietka kierowana W-755". Nr bibl. Pf 17284
4. Instrukcja "Budowa i zasada pracy układu określania współrzędnych SNR-75W". Nr bibl. PF 15959.
5. Instrukcja "Budowa i zasada pracy aparatury układu wypracowania komend SNR-75W". Nr bibl. ASG WP Pf 15883.
6. Instrukcja "Opis techniczny aparatury pokładowej raket W-755 i W-755SU". Nr bibl. ASG WP Pf 16997.
7. Instrukcja "Budowa i zasada pracy kabiny UW-SNR-75W". Nr bibl. ASG WP Pf 15225.
8. Instrukcja "Budowa i zasada pracy aparatury kabiny PW SNR-75W". Nr bibl. ASG WP Pf-14699.
9. Instrukcja. Sygn. 553/73 "Opis techniczny i eksploatacja naczepy PR-11B STZ". Nr bibl. ASG WP Pf 16938.
10. Instrukcja. Sygn. 416/70 "Opis techniczny i eksploatacja pojazdu PS-6R". Nr bibl. ASG WP Pf 14462.
11. R. PARADOWSKI, Skrypt "Przeciwlotnicze zestawy raketowe typu S-75M i SA-75M". Nr bibl. ASG WP 0183.

Wydrukowano w 20 egz.

Egz. nr 1-20 Bibl. Nauk. DZS
Wyk. plk Paradowski, mjr Stachowski
Druk. A. W1, K. P.
Druk. ASG WP nr pf 260/pf1250/WW
Kor. G. J.



