

1
1992

0604

YU ISSN

VOJNOTEHNIČKI

YU ISSN 0042-8469

glasnik

IZDAVAČKI SAVET:

- General-major
DORDE ĐUKIĆ, dipl. inž.
(predsednik Saveta)
- General-potpukovnik
dr MILORAD DRAGOJEVIĆ, dipl. inž.
- General-major
mr MILAN ZAKLAN, dipl. inž.
- Pukovnik
RATOMIR MILOVANOVIĆ, dipl. inž.
(zamenik predsednika)
- Pukovnik
LJUBODRAG PAVLOVIĆ, dipl. inž.
- Profesor
dr JOVAN TODOROVIĆ, dipl. inž.
- Profesor
dr ZORAN STOILJKOVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr JUGOSLAV KODZOPELIJIC, dipl. inž.
- Pukovnik
dr NIKOLA VUJANOVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr MILOŠ ČOLAKOVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr ZAHARIJE VLASKALIN, dipl. inž.
- Pukovnik
mr DRAGO TODOROVIC, dipl. inž.
- Pukovnik
mr VIDOJE PANTELIC, dipl. inž.
- Pukovnik
mr ŽIVOJIN GRUJIĆ, dipl. inž.
(sekretar Saveta)
- Pukovnik
MILISAV BRKIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
ASIM HADŽIJEVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
MLADOMIR PETROVIĆ, dipl. inž.
- Potpukovnik
mr DRAGOMIR MRĐAK, dipl. inž.
- Major
RADOLJUB DOŠIĆ, dipl. inž.
- Major
mr MESUD HADŽIALIĆ, dipl. inž.

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Pukovnik
mr ŽIVOJIN GRUJIĆ, dipl. inž.

TEHNIČKI UREDNIK

DRAGANA LACMANOVIĆ, dipl. slikar graf.

LEKTOR

DOBRILO MILETIĆ, prof.

KOREKTOR

RAJKO VUKOTA

SEKRETAR REDAKCIJE

BRANKA STOJAKOV

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK — BEOGRAD, Bircaninova 5,
VE-1. Telefoni: centrala 656-122, lokalni:
odgovorni urednik 22-978, sekretar 23-156,
pretplata 32-937, žiro-račun: Vojnotehni-
vački i novinski centar (za Vojnotehnički
glasnik) 60823-849-2393 Beograd. Godišnja
pretplata: za pojedince — 600 dinara, a
za ustanove, preduzeća i druge organiza-
cije — 1800 dinara. Rukopisi se ne vra-
ćaju. Štampa: Vojna štamparija — Beo-
grad, Generala Ždanova 40 b.

YU ISSN 0042-8469

IZDAJE

SAVEZNI SEKRETARIJAT ZA NARODNU ODBRANU

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS JUGOSLOVENSKE NARODNE ARMIJE

VOJNOTEHNIČKI glasnik



1

GODINA XL ● JANUAR—FEBRUAR 1992.

SADRŽAJ

- Mr Zoran Ristić**,
potpukovnik, dipl. inž. 5 Određivanje radnog veka cevi oruđa primenom mehanike loma
- Dragan Karović**,
dipl. inž. 12 Neke mogućnosti povećanja efikasnosti projektila avionskog topa
- Dr Miloje Cvetković**,
pukovnik, dipl. inž. 15 Funkcija oblika cilindričnog barutnog zrna
- Mr Branko Livada**,
major, dipl. inž.
Vojislav Babić,
dipl. inž. 18 Noćne optoelektronske sprave sa pojačavačima slike
- Dr Dragoljub M. Brkić**,
dipl. inž. 35 Određivanje tačkaste ocene parametara početka a eksponencijalne raspodele primenom metode kvantila
- Goran Dikić**,
kapetan I klase, dipl. inž. 39 Problem pouzdanosti protivoklopnih raketnih sistema
- Mr Rade Stanković**,
kapetan I klase, dipl. inž. 45 Kvalitativna i kvantitativna analiza stabla otkaza tehničkih sistema
- Samir Šehović**,
poručnik, dipl. inž.

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

- 58 Cevna oruđa zemaljske artiljerije Savezne Republike Nemačke — M.M.
- 58 Globalni pozicioni sistem i selektivnost — vojni aspekt — B.B.
- 64 Protivavionski raketni sistem STINGER — Z.M.
- 66 Projekat novog britanskog lakog tenka — P.M.
- 68 Oklopna borbena tehnika Savezne Republike Nemačke — M.M.

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

- 74 Protivoklopni, protivhelikopterski i osmatrački raketni sistem »POLYPHEM« francuske firme »EUROMISSILE«
- 75 Sovjetski PVO raketni sistem »SA-5/GAMMON« u naoružanju nemačkog Bundesvera
- 75 Razvoj PVO raketnog sistema »RBS 3« švedske firme »BOFORS«
- 76 Britanska modernizacija tenkovskog topa kalibra 105 mm
- 76 Ručni bacač raketa sa posrednim gađanjem
- 77 Automatski top 25 mm »5000« švajcarske firme »OERLIKON-CONTRAVES«

- 78 Stanica »SAMANTHA« francuske firme »THOMSON-CSF« za centralizovano uzbuđivanje i upravljanje vatrom PVO
- 79 Stabilizovani optoelektronski osmatrački sistem francuske firme »SFIM«
- 80 Razvoj francuskog video-periskopa »EVE« za vožnju i osmatranje
- 80 Dnevno-noćni nišan »ASTARTE« francuske firme »SOPELEM«
- 81 Stabilizovani dnevno-noćni tenkovski nišan »SAVAN 20« francuske firme »SAGEM«
- 82 Periskop za borbena vozila sa širokim vidnim poljem »OB-60« francuske firme »THOMSON-TRT«
- 82 Američki hiperbrzi vođeni projektil »ADKEM«
- 83 Američki hiperbrzi vođeni projektil »SPIKE«
- 84 Francusko-italijanska protivraketa raketa »ASTER«
- 85 Švedske mine usmerenog dejstva »FFV 013«
- 85 Osigurač za upaljač sa rotorom
- 86 Češkoslovačka čahura metka kalibra 30 mm
- 87 Nova verzija američkog borbenog aviona »F-14D SUPER TOMCAT«
- 87 Višenamenski helikopter »AS 555 FENNEC« francuske firme »AEROSPATIALE«
- 88 Sistem za NHB-detekciju »B.S.A.310« francuske firme »BARRAS PROVENCE«
- 89 Japanski oklopni transporter »TIP 88«
- 90 Nova sovjetska amfibija na gusenicama »PTS-2«
- 90 Francusko oklopno vozilo »AMX 10 RC«
- 91 Oklopno vozilo inižnerije »DACHS«
- 93 Češkoslovačka višenamenska auto-dizalica »AV-14« na vozilu »T815«
- 94 Francusko terensko vozilo »AUVERLAND A3«
- 94 Teleskopska antena nemačke firme »DORNIER GMBH«
- 95 Francuski ekspertni program za automatsko generisanje dinamičke borbene situacije »PEGASE«
- 96 Tenkovski računar francuske firme »MARCEL DASSAULT«
- 97 Francuski integrisani navigacioni i upravljački sistem »NADIR MARD 10«
- 97 Novi grafički podsistem »AGE-II« britanske firme »AKEIBA LTD« za trenažne sisteme niske cene
- 98 Veliki autonomni mobilni šatori francuske firme »GILLARD«
- 99 Američki sistem za paletizovani utovar »PLS«

Uvod

Metodologijom projektovanja cevi artiljerijskih oruđa treba da se zadovolje brojni konstruktivni i eksploatacioni zahtevi. S obzirom na sadašnje, a posebno buduće tendencije razvoja naoružanja, ovi zahtevi su sve stroži i složeniji. Postoji više parametara na osnovu kojih se navedeni zahtevi mogu, kako u kvalitativnom, tako i kvantitativnom smislu definisati.

Među njima je, svakako, važno i pitanje pouzdanog određivanja radnog veka cevi. Kako je poznato, vek trajanja cevi oruđa ograničen je padom početne brzine projektila (dozvoljeno $\Delta V_0 < 10\%$) u odnosu na nominalnu, odnosno, veličinom dopuštenog istrošenja kanala cevi. Navedeni parametri mogu se uzeti kao valjan kriterij za ocenu tzv. balističkog veka cevi. Međutim, primenom materijala visoke čvrstoće ($\sigma_{0,2} > 1000$ MPa) za izradu cevi, zabeležena su učestala rasprskavanja i havarije cevi, iako su deformacije pri opaljenju bile u oblasti linearne elastičnosti. Stoga se, u poslednje vreme, za ocenu radnog veka cevi sve više koristi teorija mehanike loma [1], [2], [7]. U ovom radu je, primenom metoda linearno elastične mehanike loma, prikazan jedan od modela za proračun radnog veka monoblok neautofretovanih cevi u obliku pogodnom za praktičnu primenu.

Na osnovu stanja glavnih napreznja u cevi pri opaljenju i njihovog uticaja na nastojanje i širenje prslina u toku cikličnog opterećenja (gađanja), definiše se zavisnost između kritične veličine faktora intenziteta napreznja u okolini vrha prsline i njene kritične veličine dubine. Preko parametara koji definišu brzinu širenja prsline (zakon Parisa) izvršena je procena veka trajanja cevi, odnosno broj ciklusa opterećenja do rasprskavanja cevi. Na osnovu ukupnog broja ciklusa opterećenja i utvrđenog koeficijenta sigurnosti konačno se određuje radni vek cevi izražen u broju dozvoljenih opaljenja. U radu su na većem broju primera cevi oruđa analizirana tri oblika prsline: uzdužna, polukružna i eliptična. Rezultati proračuna dobijeni su simulacijom programskog modela na PC računaru, a njihov prikaz se daje tabelarno i grafički. Proračunske viličine pokazuju dobro slaganje sa podacima u literaturi i praksi.

Napreznja u cevi oruđa i nastajanje prsline

Postoji više teorija o nastajanju prsline na unutrašnjoj površini cevi. One polaze od toga da prsline nastaju usled visokih mehaničkih i termičkih napreznja i hemijskih uticaja kojima je cev izložena pri opaljenju metka.

Prisutnost prslina na unutrašnjoj površini kanala cevi ili u njenoj neposrednoj blizini redovna su pojava već posle prvih opaljenja. U početnom periodu gađanja imaju malu dubinu i najčešće su nepravilnog geometrijskog oblika. Iniciranje prslina pospešuju, takođe, površinski slojevi oksida nastali u procesu kovanja ili valjanja, dekarbonizacija (pomanjkanje ugljika), kao i moguće greške u materijalu cevi u vidu lokalnih diskontinuiteta. Širenje prslina u stenama cevi je neravnomerno i zavisiće kako od režima gađanja, tako i od promenljivih veličina delujućih naprezanja u radijalnom, tangencijalnom i aksijalnom smeru (σ_r , σ_t , σ_a). Veličine ovih naprezanja usled pritiska barutnih gasova, razlike u temperaturama unutrašnje i spoljne površine cevi, te pritiska urezivanja vodećeg prstena u odlučeni deo, određuju se na osnovu poznatih relacija u literaturi [3], [7]. Analitičkim putem može se dokazati, a i eksperimentalno je utvrđeno, da su u slučaju monoblok neojačanih cevi, veličine glavnih naprezanja, pa prema tome i ekvivalentno naprezanje (σ_{ek}), najveće na unutrašnjoj površini cevi. Ekvivalentno naprezanje definiše se na osnovu kriterija teorije čvrstoće, a, u praksi, za cevi oruđa najčešće po energetskoj teoriji Hubert-Mizes-Henkija (HMH) [3].

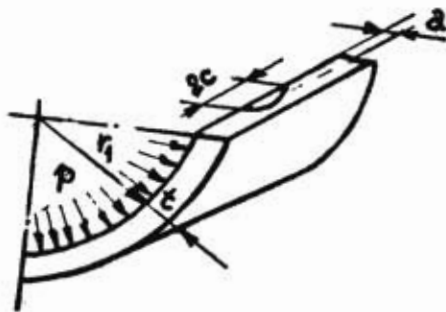
Treba napomenuti da za oruđa koja imaju veliku brzinu gađanja (automatski topovi), naprezanja koja se javljaju usled temperature bitno menjaju nivo naprezanja u cevi. Na unutrašnjoj površini ekvivalentno naprezanje se smanjuje, a na spoljnoj se povećava, čime se u znatnoj meri povećava otpornost cevi i kompenzuje smanjenje čvrstoće materijala cevi usled zagrevanja.

Na brzinu širenja prslina i određivanje parametara na osnovu kojih će se proračunati radni vek cevi, veliki uticaj ima intenzitet naprezanja u okolini vrha prslina. U ovom radu je, na osnovu analize prema [7], određen intenzitet naprezanja u vrhu prslina određen preko ekvivalentnog naprezanja.

Intenzitet naprezanja u okolini vrha prsline

Na unutrašnjoj površini cevi inicirane prslina su nepravilnog geometrijskog oblika i šire se od slobodne površine radijalno kroz zid cevi. U zavisnosti od odnosa geometrijskih veličina a-dubine i 2c-dužine (sl. 1), one se mogu svesti na:

- $a/2c = 0,012$ (duga uzdužna prslina);
- $a/2c = 0,25$ (polueliptična prslina);
- $a/2c = 0,5$ (polukružna prslina).



Sl. 1 Deo cevi pod pritiskom sa uzdužnom polueliptičnom prslinom

Za vreme opterećenja cevi (opaljenja), na vrhu prslina dolazi do koncentracije naprezanja, usled čega se prslina širi. Koncentracija naprezanja je tim veća što je prslina oštija (prema Neuberu). Intenzitet naprezanja u okolini vrha prslina (prema sl. 1) može se izraziti pomoću koeficijenta intenziteta naprezanja K_1 , [7] u obliku:

$$K_1 = 1,12 M_{k\sigma} \cdot \sqrt{\pi \cdot a/Q} \quad (1)$$

gde su:

$$\sigma = \sigma_{ek} = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_r^2 - \sigma_t \cdot \sigma_r} \quad (2)$$

σ_{ek} — ekvivalentno naprezanje u cevi (HMH) uz pretpostavku da je: aksijalno naprezanje $\sigma_a = 0$, jer je ($\sigma_a \ll \sigma_t, \sigma_r$), temperaturna naprezanja su zanemarena, jer je $\Delta T = 0$;

$M_k = 1 + 0,55 (a/t)^3$ — korekcionni faktor udela prsline;

$Q = f(a/2c, \sigma_e/\sigma_{0,2})$ — parametar prsline, određuje se iz dijagrama [7].

Ako se u (2) uvrste poznate relacije za σ_t i σ_r prema Lameu, pri čemu je: $r = r_1 + a$, nakon sređivanja izraza dobija se:

$$\sigma_{ek} = p \cdot \frac{r_1^2 \sqrt{3r_2^4 + (r_1 + a)^4}}{(r_1 + a)^2 \cdot (r_2^2 - r_1^2)} \quad (3)$$

Unošenjem (3) u (1) dobija se koeficijent intenziteta naprezanja K_I u obliku:

$$K_I = 1,12 [1 + 0,55 (a/t)^3] \cdot p \cdot \frac{\sqrt{3w^4 + [(r_1 + a)/r_1]^4}}{[(r_1 + a)/r_1]^2 \cdot (w^2 - 1)} \cdot \sqrt{\pi/Q} \quad (4)$$

gde je:

$w = r_2/r_1$ — odnos poluprečnika cevi.

$t = r_2 - r_1$ — debljina zida cevi.

Kod materijala sklonih krtom lomu (kao što je većina materijala cevi), početak nestabilne (kritične) faze širenja prsline pri cikličnom opterećenju nastupa kada dubina prsline dostigne kritičnu vrednost $a = a_c$, odnosno $K_I = K_{IC}$. Od tog trenutka prsline će se proširiti vrlo brzo do totalnog loma. Površina loma ima glatki zrnasti izgled.

Prema tome, zavisnost između koeficijenta kritičnog intenziteta naprezanja i kritične veličine dubine prsline na unutrašnjoj površini cevi može se prikazati analogno (1) u obliku:

$$K_{IC} = 1,12 M_{k\sigma} \cdot \sqrt{\pi a_c/Q} \quad (1a)$$

$$\Delta N = \frac{\Delta a}{C \left\{ 1,12 [1 + 0,55 (a/t)^3] \Delta p \cdot \frac{\sqrt{3w^4 + [(r_1 + a)/r_1]^4}}{[(r_1 + a)/r_1]^2 \cdot (w^2 - 1)} \sqrt{\pi a/Q} \right\}^m} \quad (6)$$

Koeficijent kritičnog intenziteta naprezanja K_{IC} (žilavost loma pri ravnoj deformaciji) određuje se eksperimen-

talno pomoću epruvete za ispitivanje žilavosti materijala. Eksperimentalni postupak je propisan i razrađen odgovarajućim standardom (najpoznatiji je američki standard ASTM E 399/1978).

Brzina širenja prsline na unutrašnjoj površini cevi

Brojnim opitima je utvrđeno da brzina širenja prsline zavisi od koeficijenta intenziteta naprezanja. Definiše se kao promena rasta dubine prsline od broja opterećenja (ciklusa). Za praktične proračune u literaturi se najčešće koristi Parisova modifikacija pravca zbog jednostavnog oblika, tj. zakon Parisa:

$$\frac{da}{dN} = C (\Delta K_I)^m \quad (5)$$

gde je:

N — broj ciklusa opterećenja;

$\Delta K_I = K_{I\max} - K_{I\min}$ — raspon promene koeficijenta intenziteta naprezanja pri cikličnom opterećenju;

C, m — konstante zavisne od materijala. Određuju se merenjem na epruvetama od istog materijala, mehaničke i termičke obrade kao i cev.

Nakon odgovarajućih transformacija izraza (1) i (4) za $K_I = \Delta K_I$, te uvrštavanja u jednačinu (5), njenim rešavanjem dobija se broj ciklusa pri kojem dolazi do rasprskavanja cevi [7]:

može se uzeti da je $K_{Imin}=0$. Prslina može da se širi ako je $\Delta K_I > K_{Ip}$, gde je ΔK_{Ip} prag širenja prsline koji se određuje iz uslova [7]:

$$\text{za } R = \frac{K_{Imin}}{K_{Imax}} > 0,1;$$

$$\Delta K_{Ip} = 7 \cdot (1 - 0,85R) \text{ MPa } \sqrt{m}$$

$$\text{za } R < 0,1; \quad K_{Ip} = 6 \text{ MPa } \sqrt{m}$$

Poznavanje parametara koji određuju brzinu širenja prsline omogućuje, na osnovu iznetog, procenu veka trajanja ciklički opterećene cevi.

Kako je brzina širenja prsline pri cikličnom opterećenju (5) linearno zavisna od ΔK_I , sve dok ΔK_I ne dostigne veličinu $\Delta K_I = 0,67 K_{IC}$ [7], metodologija određivanja radnog veka cevi sastoji se u sledećem:

Na osnovu poznate veličine K_{IC} , za materijal cevi treba odrediti veličinu $K_{IB} = 0,67 K_{IC}$ (B-linearno područje), a zatim, prema (4), dubinu prsline a_B . Veličina dubine prsline ($a_B - a_0$), gde je a_0 — početna dubina prsline, podeli se na n intervala i proračun broja ciklusa se vrši posebno za svaki interval prema (6).

Ukupan broj ciklusa do rasprskavanja cevi iznosi:

$$N_B = \sum_{i=1}^n \Delta N_i$$

Brojna merenja brzine širenja prsline u čelicima pokazala su da se izmere veličine brzine znatno razlikuju. I sama gađanja oruđima takođe pokazuju znatne razlike u pogledu izdržljivosti cevi. Zbog toga se pri određivanju radnog veka cevi uzima koeficijent sigurnosti $n=2$ [7]. Praktična provera radnog veka cevi izvodi se kombinovanim opitima, cikličnim opterećivanjem — gađanjem do određenog broja metaka, a zatim cikličnim hidrauličnim opterećenjima pod delovanjem pritiska.

Odnos između učinka jednog opaljenja i jednog hidrauličkog opterećenja može se izraziti preko koeficijenta $\eta = 0,85$ [7].

Uzimajući ove činjenice u obzir, konačno se radni vek cevi, izražen u broju opaljenih metaka, može odrediti na osnovu relacije:

$$N_o = \frac{N_B}{n} \cdot \eta \leq 0,425 N_B \quad (7)$$

Rezultati proračuna i zaključci

Za praktični proračun radnog veka cevi, na osnovu iznetog modela, izrađeno je programsko rešenje u PC računaru (Pascal verzija 5.5). Način rada programa i glavne procedure za proračun detaljno su objašnjene u [5]. Ulazni podaci za proračun obuhvataju tri grupe podataka:

- podaci za materijal cevi ($\sigma_{0,2}$, K_{IC} , C i m);
- podaci za cev (r_1 , r_2 , p);
- podaci za oblike prsline ($a/2c, Q$).

Izlazni rezultati proračuna (a_c i N_o) za cevi proizvoljno odabranih kalibara oruđa daju se u obliku tabela.

Proračun je izvršen za deset cevi artiljerijskih oruđa različitih kalibara ($d=76$ mm, 90, 100 (2X), 105, 122, 125, 152, 155 i 203 mm), tri oblika prsline i tri vrste materijala cevi za koje se prema [7] raspolagalo pouzdanim podacima. Za razmatrane vrste materijala uvedene su uslovne oznake ($\gg 1, 2, 3\ll$), a njihove karakteristike prikazane su u tabeli 1.

Za ilustraciju izvedenog proračuna u tabeli 2, 3 i 4 prikazani su samo rezultati u slučaju cevi oruđa TT100 mm, H122 mm i TH152 mm. U istom obliku dobijeni su rezultati i za ostale cevi oruđa.

Tabela 1

| Oznaka mat. | Čelik | | m | C | $\sigma_{0,2}$ (MPa) | K_{1C} (MPa \sqrt{m}) |
|-------------|-----------|---------------------------|------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| »1« | Č.4131 | $T_p = 540^\circ\text{C}$ | 1,95 | $1,146 \cdot 10^{-7}$ | 1032 | 113,2 |
| »2« | Č.4131 | $T_p = 650^\circ\text{C}$ | 1,41 | $7,078 \cdot 10^{-7}$ | 789 | 85,4 |
| »3« | 3%NiCrMoV | | 2,44 | $0,7587 \cdot 10^{-7}$ | 1175 | 110,0 |

Tabela 2

TT 100 mm, $r_2 = 0,094$ m, $p_m = 300$ MPa

| Duga uzdužna prslina | | | Polueliptična prslina | | | Polukružna prslina | | |
|----------------------|-------|--------|-----------------------|-------|--------|--------------------|-------|--------|
| Mat. | a_c | N_0 | Mat. | a_c | N_0 | Mat. | a_c | N_0 |
| 1 | 14,8 | 12 726 | 1 | 36,3 | 23 724 | 1 | 33,9 | 46 234 |
| 2 | 3,7 | 8 365 | 2 | 7,7 | 15 791 | 2 | 44 | 44 100 |
| 3 | 12,2 | 4 282 | 3 | 34,2 | 6 394 | 3 | 44 | 12 093 |

Tabela 3

H 122 mm D-20, $r_1 = 0,061$ m, $r_2 = 0,114$ m, $p_m = 289$ MPa

| Duga uzdužna prslina | | | Polueliptična prslina | | | Polukružna prslina | | |
|----------------------|-------|--------|-----------------------|-------|--------|--------------------|-------|--------|
| Mat. | a_c | N_0 | Mat. | a_c | N_0 | Mat. | a_c | N_0 |
| 1 | 11,2 | 12 797 | 1 | 37 | 25 005 | 1 | 53 | 46 898 |
| 2 | 3,8 | 8 774 | 2 | 7,4 | 16 075 | 2 | 32,9 | 45 178 |
| 3 | 10,6 | 4 669 | 3 | 33,6 | 6 667 | 3 | 53 | 12 493 |

Tabela 4

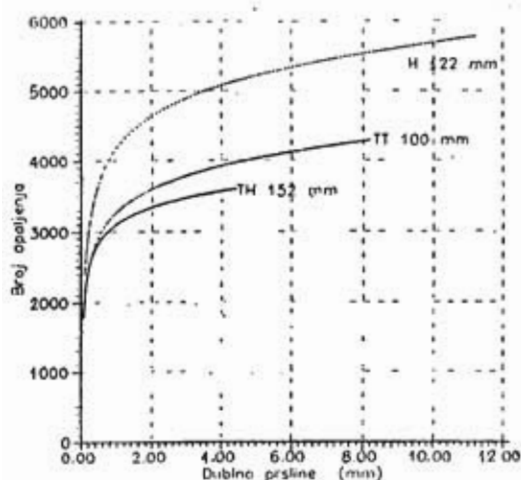
TH 152 mm, $r_2 = 0,150$ m, $p_m = 327$ MPa

| Duga uzdužna prslina | | | Polueliptična prslina | | | Polukružna prslina | | |
|----------------------|-------|--------|-----------------------|-------|--------|--------------------|-------|--------|
| Mat. | a_c | N_0 | Mat. | a_c | N_0 | Mat. | a_c | N_0 |
| 1 | 7,4 | 10 637 | 1 | 15,4 | 17 796 | 1 | 68,3 | 42 666 |
| 2 | 2,5 | 6 921 | 2 | 4,9 | 12 538 | 2 | 12,9 | 26 089 |
| 3 | 6,8 | 4 221 | 3 | 13,4 | 5 970 | 3 | 65,1 | 10 209 |

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati sledeće:

— u zavisnosti od broja opaljenja (broja cikličnih opterećenja) prslina se širi po eksponencijalnom zakonu (sl. 2), što je u saglasnosti sa podacima u literaturi [7];

— za ocenu radnog veka cevi kritičan je razvoj duge uzdužne prsline, jer se ona najbrže širi kroz zidove cevi u odnosu na druga dva oblika prslina (tab. 2, 3, 4). Čini se opravdanim da se u slučaju velikih cikličnih opterećenja sa visokim nivoom napreznja kakva su, uglavnom kod cevi artiljerijskih oruđa, kao merodavna za ocenu radnog veka uzme uzdužna prslina;

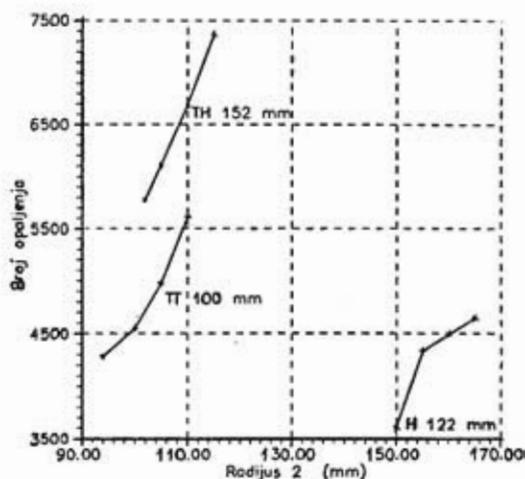


Sl. 2 Zavisnost dubine prsline i broja opaljenja

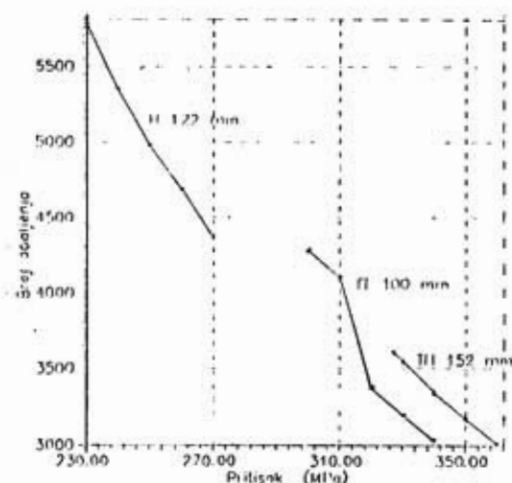
— rezultati proračuna dobijeni sa Č.4131 (koji nije tipičan materijal za izradu cevi oruđa) pokazuju relativno veliku izdržljivost cevi na ciklična opterećenja. Pri tome karakteristike čelika (C i m) nisu pouzdano određene pomoću standardnih metoda ispitivanja [7]. Otuda je i valjanost proračunskih rezultata diskutabilna. Međutim, pouzdano se može zaključiti da temperatura pri obradi materijala cevi (temperatura popuštanja) znatno utiče na veličinu

K_{IC} , pa prema tome i veličinu kritične dubine prsline, odnosno radni vek cevi;

— a obzirom na saznanja iz prakse, dobijeni rezultati proračuna sasvim su zadovoljavajući u slučaju primene čelika tipa 3% N₁C_rM₀V za izradu cevi;



Sl. 3 Zavisnost broja opaljenja i debljine zida cevi



Sl. 4 Zavisnost broja opaljenja i pritiska opaljenja

— u radu je, na osnovu modela, analiziran uticaj: promene debljine zida cevi (povećavanje spoljnog radijusa u granicama do 10% u preseku maksi-

malnog pritiska) i promene opterećenja cevi (povećanje maksimalnog pritiska do 10%) na broj dozvoljenih opaljenja. Rezultati su prikazani na sl. 3 i 4.

Uticao navedenih parametara na radni vek cevi kvalitativno potvrđuje naša očekivanja. Naime, povećanje debljine zida cevi omogućuje produženje radnog veka cevi (sl. 3) od nekoliko desetina ili stotina opaljenja. S obzirom na to da se masa cevi znatno uvećava (do 30%) i da to može biti značajno ograničenje pri projektovanju cevi, postavlja se pitanje optimalnog izbora rešenja.

Povećavanje pritiska opaljenja (uz sačuvanu otpornost cevi) negativno se odražava na radni vek cevi (sl. 4) koji se smanjuje i preko 20%. S obzirom na efekte koji se postižu povećanjem pritiska opaljenja, čini se opravdanim da se on može povećati do neke realne i prihvatljive granice o čemu treba voditi računa u fazi koncipiranja sistema artiljerijskih naoružanja.

Literatura:

- [1] Alfirević, I: Predavanja na FSB (III stupanj), Zagreb, 1988.
- [2] Đukić, V: Mašinski materijali, Naučna knjiga, Beograd, 1980.
- [3] Orlov, B i dr.: Ustrojstvo i projektovanje stvolov artiljerijskih orudij, Mašinostroenie, Moskva, 1976.
- [4] Pavličić, V: Tehnologija proizvodnje naoružanja, CVTS, Zagreb, 1988.

Na kraju, treba istaći da se navedeni model proračuna radnog veka cevi, u slučaju autofretovanih cevi, ne može primeniti. Naime, potrebna je korekcija modela s obzirom na veliki uticaj plastičnih deformacija u okolini vrha prsline.

Zaključak

Primena metoda linearno elastične mehanike loma u određivanju radnog veka cevi je opravdana i bez sumnje daleko pouzdanija u odnosu na neke empirijske proračune (metoda Justrova, Gabo-Sluhockog, i sl.) koji su se primenjivali u ranijem periodu.

Može se zaključiti da je u procesu projektovanja cevi za dati kalibar oruđa i tražene balističke karakteristike neophodno tražiti optimalno rešenje koje zadovoljava zahteve otpornosti materijala i mehanike loma.

- [5] Rep, D: Diplomski rad, VVTS, Zagreb, 1991.

- [6] Sedmak S: Pojmovi i veličine u mehanici loma, Tehnika — opšti deo 44, 1989. Beograd, str. 245—251.

- [7] Vasiljević, M: Primena mehanike loma pri određivanju radnog veka cevi artiljerijskog oruđa, NTP, Vol. XXXV, Bgd, 2/1985.

Uvod

Jedan od mogućih načina povećanja efikasnosti projektila avionskog topa jeste povećanje efikasnog dometa. Pod efikasnim dometom projektila avionskih topova; podrazumeva se domet pri kojem je brzina projektila ravna brzini zvuka. Povećanje efikasnog dometa može se postići na više načina:

- a) promenom baruta,
- b) povećanjem dužine cevi;
- c) promenom mase projektila;
- d) smanjenjem aerodinamičkog koeficijenta otpora projektila.

Sva ova razmatranja izvršena su pod pretpostavkom da se ne vrše bitnije izmene na sistemu oruđe-projektil. U ovom radu nastojali smo sagledati uticaj pojedinih parametara na povećanje efikasnog dometa, a time i efikasnosti projektila avionskog topa, korišćenjem poznatih matematičkih modela.

Unutrašnjebalistički proračun (1) izvršen je primenom metode Drozdova. Parametri potrebni za proračun dobijeni su eksperimentalnim putem iz postojeće serije baruta. Za zadate konstrukcione karakteristike cevi i date uslove punjenja rešen je sistem osnovnih jednačina unutrašnje balistike. Proračun je modeliran i izvršen na računaru.

Spoljnobalistički proračun (2) zasnovan je na Ojlerovom matematičkom modelu putanje. Diferencijalne jednačine putanje rešavane su primenom metode Runge-Kuta. Za etalon-funkciju otpora usvojena je funkcija CD43. Modeliranje i proračun putanja izvršeni su na računaru.

Korišćeni su i rezultati eksperimentalnih ispitivanja uticaja trasera na efikasan domet (3). Radi sticanja realne slike o stepenu uticaja pojedinih parametara, sve veličine su prikazane u relativnom odnosu.

Imajući u vidu specifičnu primenu ove municije, koja mora da zadovolji nešto drugačije zahteve nego klasična artiljerijska municija, kao meru povećanja efikasnosti posmatračemo smanjenje vremena koje je potrebno projektilu da dođe do cilja, a sa »zaleđenim« parametrima, osim onih čiji uticaj merimo, odnosno posmatramo.

Uticaj parametara

Promena baruta

Može se menjati vrsta i oblik baruta, ali se u ovom radu ta mogućnost ne razmatra zbog ograničavajućih faktora u razvoju novih baruta i održavanju njegovog postojanog kvaliteta u toku proizvodnje.

Povećanje dužine cevi

Povećanje dužine cevi postiže se veća početna brzina projektila, ali je povećanje početne brzine malo u srazmeri sa povećanjem dužine cevi.

Promena mase projektila

Uticao promene mase projektila na efikasan domet odražava se na dva načina. Promenom mase menja se početna brzina, ali i balistički koeficijent, tako da se može naći optimalni odnos koji će za ovu vrstu projektila pokazati najbolje rezultate, uzimajući u obzir ograničenje veličine maksimalnog pritiska u cevi na 3000 bara.

Promena aerodinamičkog koeficijenta otpora

Promenom spoljašnje trase, uz zadržavanje potrebnih parametara za ostvarenje funkcije projektila, postiže se kraće vreme leta do cilja. Spoljašnja trasa postojećeg projektila ne može se bitnije izmeniti, jer bi se tom promenom dovela u pitanje funkcija projektila na cilju. Jedna od mogućnosti je i ugradnja trasera.

Rezultati analize

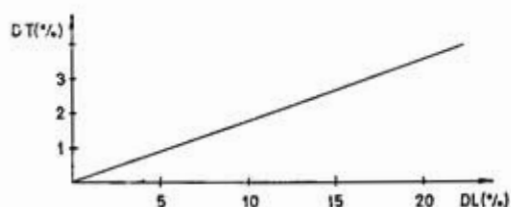
Uticao povećanja dužine cevi

Korišćen je program za unutrašnje-balistički proračun (1) i program za spoljnobalistički proračun (2). Rezultati su prikazani u tabeli 1 i na slici 1.

Tabela 1

| L(m) | DL (%) | VO (m/s) | Vp (m/s) | T2000 (s) | DT (%) |
|------|--------|----------|----------|-----------|--------|
| .93 | 0 | 718 | 948 | 4.1 | 0 |
| .97 | 5 | 725 | 955 | 4.06 | 0.97 |
| 1.02 | 10 | 733 | 963 | 4.02 | 1.95 |
| 1.07 | 15 | 739 | 969 | 4.00 | 2.50 |
| 1.12 | 20 | 746 | 976 | 3.96 | 3.41 |

- L — dužina cevi
- DL — procentualno povećanje dužine cevi
- VO — početna brzina projektila u odnosu na oruđe
- Vp — apsolutna brzina projektila
- T2000 — vreme koje odgovara predenom putu projektila od 2000 metara
- T — procentualno smanjenje vremena leta



Povećanje dužine cevi ograničeno je konstrukcionim i eksploatacionim zahtevima. Realno moguće povećanje dužine cevi do 20% daje za ovu vrstu topova relativno malo povećanje početne brzine, tako da je i skraćivanje vremena leta projektila do cilja malo.

Uticao promene mase projektila

Uticao promene mase projektila prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2

| M (kg) | DM (%) | Pm (bar) | Vpr (m/s) | DV (%) | V (m/s) | C43 | T2000 | DT (%) |
|--------|--------|----------|-----------|--------|---------|------|-------|--------|
| 0.157 | -10 | 2750 | 720.7 | 0.097 | 951.7 | 4.41 | 4.3 | 7.23 |
| 0.174 | 0 | 2960 | 720. | 0.0 | 950.0 | 3.97 | 4.01 | 3.0 |

- M — masa projektila
- DM — procentualna promena mase
- Pm — maksimalni pritisak
- Vpr — proračunska početna brzina u odnosu na oruđe

- DV — procentualna promena početne brzine
 Vp — apsolutna početna brzina
 C43 — balistički koeficijent otpora za zakon »43«
 T2000 — vreme koje odgovara pređenom putu projektila od 2000 metara
 DT — procentualno povećanje vremena leta

Konstrukcija oruđa ne dozvoljava povećanje maksimalnog pritiska preko 3000 bara, a time ni povećanje mase projektila. Smanjenjem mase projektila neznatno je povećana početna brzina, ali je zbog velike promene balističkog koeficijenta povećano vreme leta projektila do cilja. Iz rezultata proračuna je očigledno da za date karakteristike oruđa projektil ima optimalnu masu.

Uticaj promene aerodinamičkog koeficijenta otpora

Promena aerodinamičkog koeficijenta otpora posmatrana je kod projektila sa ugrađenim traserom. Na osnovu eksperimentalnih rezultata sagledan je uticaj ugradnje trasera i prikazan u tabeli 3 (3).

Tabela 3

| | T1000 (s) | T2000 (s) |
|-------------|-----------|-----------|
| Sa traserom | 1.34 | 3.61 |
| Bez trasera | 1.40 | 4.01 |
| DT (%) | 4.48 | 11.08 |

Literatura:

- [1] Milan Budiselić, Unutrašnja ballistika I i II, TSC KoV JNA, Zagreb, 1971.
 [2] Slobodan Janković, Spoljna ballistika, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1977.

- T1000 — vreme koje odgovara pređenom putu projektila od 1000 metara
 T2000 — vreme koje odgovara pređenom putu projektila od 2000 metara
 DT — procentualna razlika vremena leta projektila bez ugrađenog trasera u odnosu na projektil sa traserom.

Ugradnjom trasera postiže se znatno smanjenje vremena leta do cilja i, na taj način, povećava efikasni domet po kriterijumu krajnje brzine projektila od 340 m/s sa 1680 na 1968 metara.

Zaključak

Posmatranjem uticaja pojedinih parametara sistema oruđa — projektil na efikasan domet projektila avionskog topa došlo se do zaključka da se na efikasni domet postojećeg projektila malo može uticati promenom dužine cevi i promenom mase projektila, ako se pri tom zadrže osnovne konstrukcione karakteristike tog sistema. Najveći uticaj postiže se menjanjem aerodinamičkog koeficijenta otpora.

Uzimajući u obzir funkciju projektila na cilju, a samim tim i nemogućnost bitnije izmene spoljašnje trase, nameće se zaključak da se ugrađivanjem trasera postiže značajno povećanje efikasnog dometa sa 1680 m na 1968 m, što je povećanje od 17,1%, sa pretpostavkom da se kao efikasan domet posmatra onaj na kojem je krajnja brzina projektila 340 m/s.

- [3] Dragan Karović, Radisav Jovanović, Uticaj trasera na koeficijent otpora municije 23 mm vazduhoplovnog topa, 8. Jugoslovenski kongres aerokosmonautike, Mostar, 1987.

U klasičnoj unutrašnjoj balistici definiše se funkcija oblika barutnog zrna:

$$\sigma = \frac{S}{S_0} \quad (1)$$

gde je:

S — trenutna površina barutnog zrna u toku sagorevanja;

S₀ — početna površina barutnog zrna.

Funkcija oblika daje se u zavisnosti od relativne sagorele debljine barutnog zrna:

$$y = \frac{2e}{2e_0} \quad (2)$$

gde je:

2e — sagorela debljina barutnog zrna;

2e₀ — početna debljina barutnog zrna.

Ta zavisnost, za degresivne barute, ima oblik.

$$\sigma = 1 + 2\lambda y + 3\mu y^2 \quad (3)$$

gde su:

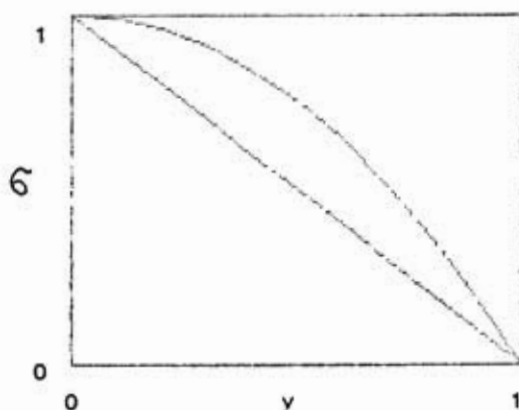
λ, μ — koeficijenti oblika.

Za cilindrično barutno zrno u postojećoj literaturi daje se izgled krive (3), kao na sl. 1.

Ovo nije ispravno. Ovakav oblik krive, uz uslov da ona prolazi kroz

tačke (0,1) i (1,0), može da se dobije samo ako je λ = 0 i μ = -1, odnosno da važi zakonitost:

$$\sigma = 1 - y^2$$



Sl. 1

Očigledno je da date vrednosti koeficijenata oblika ne mogu da se ostvare, jer, na primer, negativna vrednost za μ značila bi da je odnos prečnika baze barutnog zrna i visine negativan broj.

Da bi se analizirao stvarni oblik krive σ, razmotriće se dve konfiguracije cilindričnog barutnog zrna.

1. Za uobičajeno cilindrično barutno zrno prečnik zrna (debljina 2e₀) je manji od visine zrna (h).

Ako se uvede oznaka:

$$\beta = \frac{2e_0}{h}$$

tada je:

$$\lambda = - \frac{1 + 2\beta}{2 + \beta}$$

$$\mu = \frac{\beta}{2 + \beta}$$

Izraz (3) može da se napiše u obliku:

$$\sigma = 1 - y + y(1 + 2\lambda + 3\mu y) \quad (4)$$

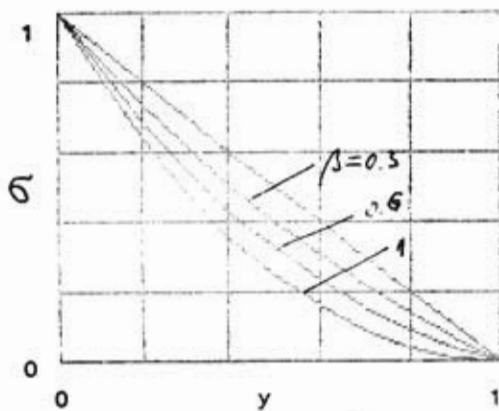
Uvodeći oznaku:

$$R = 1 + 2\lambda + 3\mu y = \frac{3\beta(y-1)}{2+\beta} \quad (5)$$

dobija se:

$$\sigma = 1 - y + Ry \quad (6)$$

Pošto je tokom sagorevanja $y < 1$, uvek važi $R < 0$, pa je kriva za σ ispod pravca $\sigma = 1 - y$ (sl. 2). Za kraj sagorevanja je $y = 1$, pa je $R = 0$ i $\sigma = 0$.



Sl. 2

Granični slučaj je za $\beta = 1$ (prečnik baze cilindra je jednak visini) i tada izraz (3) odgovara izrazu za sferno barutno zrno.

Podaci za crtanje dijagrama na sl. 2 dati su u tabeli.

Tabela

| | | σ | | | | | | | | | |
|---|-----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | β | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| y | 0.1 | 0.89 | 0.88 | 0.86 | 0.86 | 0.85 | 0.84 | 0.83 | 0.82 | 0.81 | 0.81 |
| | 0.2 | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 | 0.70 | 0.68 | 0.66 | 0.65 | 0.64 |
| | 0.3 | 0.67 | 0.64 | 0.62 | 0.60 | 0.57 | 0.55 | 0.54 | 0.52 | 0.50 | 0.49 |
| | 0.4 | 0.57 | 0.53 | 0.51 | 0.48 | 0.46 | 0.43 | 0.41 | 0.39 | 0.38 | 0.36 |
| | 0.5 | 0.46 | 0.43 | 0.40 | 0.38 | 0.35 | 0.33 | 0.31 | 0.29 | 0.27 | 0.25 |
| | 0.6 | 0.37 | 0.33 | 0.31 | 0.28 | 0.26 | 0.23 | 0.21 | 0.19 | 0.18 | 0.16 |
| | 0.7 | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.20 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.12 | 0.10 | 0.09 |
| | 0.8 | 0.18 | 0.16 | 0.14 | 0.12 | 0.10 | 0.09 | 0.08 | 0.02 | 0.05 | 0.04 |
| | 0.9 | 0.09 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.02 | 0.01 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

2. Za cilindrično barutno zrno kod kojeg je prečnik ($2r$) manji od visine (ovakvi baruti se ne rade), visina ima smisao debljine barutnog zrna ($2e_0$). Tada važi:

$$\beta = \frac{2e_0}{2r}$$

pa se dobija:

$$\lambda = - \frac{\beta(2+\beta)}{1+2\beta}$$

$$\mu = \frac{\beta^2}{1+2\beta}$$

Izraz (3) sada je identičan izrazu za oblik kvadratne pločice. Postoji granična vrednost:

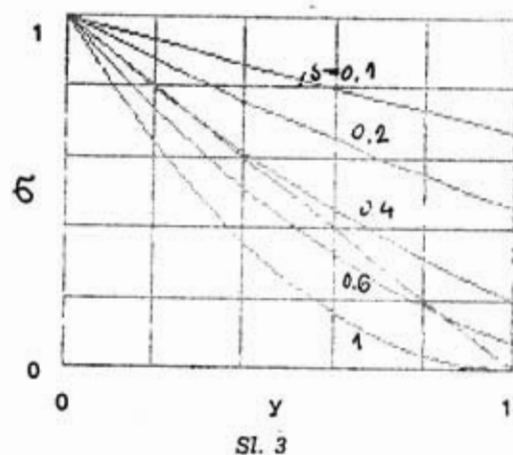
$$\sigma_k = \lim_{y \rightarrow 1} \sigma = 1 + 2\lambda + 3\mu = \frac{1 - 2\beta + \beta^2}{1 + 2\beta}$$

Za $\beta < 1$ je $\sigma_k > 0$. To znači da na kraju sagorevanja veličina σ sa konačne vrednosti σ_k ima skok u nulu (fizički nestanak barutnog zrna).

S druge strane, sada je:

$$R = \frac{1 - 2\beta(1+\beta) + 3\beta^2 y}{1 + 2\beta}$$

Iz uslova $1 - 2\beta(1+\beta) = 0$ sledi $\beta = 0.365$. To znači da za $\beta < 0.365$ važi $R > 0$, pa je kriva σ iznad pravca $\sigma = 1 - y$. Za uslov $\beta > 0.365$ kriva σ je na početku sagorevanja ispod pravca $\sigma = 1 - y$ i preseca ga negde u toku sagorevanja. To je ilustrovano na sl. 3.



Sl. 3

Zaključak

Cilj ovog rada bio je da se ukaže na određenu pogrešku u literaturi. Pored toga, potrebno je ukazati na još je-

dnu činjenicu. Naime, u stručnim krugovima, pri diskusijama o korišćenju postojeće literature, neki govore da težište treba da bude na korišćenju kvalitetnih knjiga, a drugi da to treba da se odnosi na članke. Sigurno je da treba koristiti obe literaturne grupacije i da u tome treba biti selektivan. Oni koji veću pažnju posvećuju knjigama često prihvataju tezu da je sve što je dato u njima apsolutno tačno. No, mora se priznati da se češće javljaju pogreške u knjigama nego u člancima. U obrađenom primeru pojedini autori su precrtavali dijagrame jedan od drugog, ne proveravajući njihovu ispravnost (u teoretskom smislu jednačine su korektne), misleći da prethodnik, kao priznati stručnjak iz oblasti unutrašnje balistike, ne može da pogreši.

Literatura:

- [1] M. E. Serebrjakov: Vnutrennjaja ballistika stvolnyh sistem i porohovyh raket, Moskva, 1957.
 [2] M. Budiselić: Unutrašnja balistika, TSC — Zagreb, 1971.

- [3] M. Cvetković: Unutrašnja balistika, VVTS — Zagreb, 1985.

Mr Branko Lívada,
major, dipl. inž.

Vojislav Babić,
dipl. inž.

Noćne optoelektronske sprave sa pojačivačima slike

Uvod

Prikupljanja informacija o protivniku i prostoru u kome se izvode borbeni dejstva jedna je od aktivnosti koja najkompleksnije utiče na efikasnost izvođenja borbenih dejstava. U procesu prikupljanja informacija vrlo važnu ulogu ima primena čula vida, pri čemu je osnovni nosilac informacija reflektovano zračenje Sunca, jer je ljudsko oko maksimalno prilagođeno za rad u dnevnim uslovima. Noću i u uslovima snižene osvetljenosti, mogućnosti oka su znatno smanjene, pa se takvi uslovi smatraju vrlo složenim za izvođenje borbenih dejstava zbog: otežanog osmatranja i orijentacije, otežanog uočavanja ciljeva, veće verovatnoće iznenađenja i dejstava sa bliskih odstojanja, ograničene mogućnosti upotrebe i smanjene efikasnosti tehničkih sredstava, smanjene mogućnosti kretanja i manevra. Iako su uslovi za izvođenje borbenih dejstava složeni, umanjene mogućnosti vizuelnog kontakta sa protivnikom omogućavaju postizanje iznenađenja i bolju zaštićenost sopstvenih snaga. Zbog toga postoji veliki interes za upotrebom tehničkih sredstava koja omogućuju prevazilaženje nedostataka čula vida u tim uslovima.

Među sredstvima koja omogućavaju izvođenje borbenih dejstava noću i u uslovima ograničene vidljivosti naj-

značajniju ulogu imaju optoelektronska sredstva (uređaji, sprave). Optoelektronska sredstva mogu biti aktivna i pasivna. Aktivna sredstva u svom sklopu sadrže veštačke izvore zračenja koje je za golo oko nevidljivo, ali se lako može pretvoriti u vidljivo pomoću prijemnika zračenja optoelektronskog uređaja. Pasivna sredstva koriste za svoj rad zračenje prirodnih izvora koje je za golo oko nevidljivo ili slabo vidljivo.

Za povećanje mogućnosti oka u dnevnim uslovima koriste se optički uređaji (sprave) uglavnom za povećanje moći uočavanja detalja (uvećanje) i/ili oplemenjivanje vizuelne informacije novim sadržajima (npr. končanica).

Zračenje noćnog neba (Mesec, zvezde) osnovni je izvor zračenja za pasivne optoelektronske uređaje sa pojačivačima svetlosti (slike).

Sopstveno »toplotno« zračenje objekata koristi se u termovizijskim uređajima.

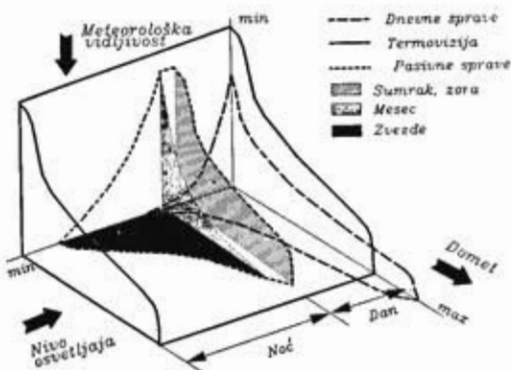
Odnos mogućnosti dnevnih optičkih uređaja, pasivnih sprava sa pojačivačima slike i termovizijskih uređaja, izražen kroz domet u zavisnosti od nivoa osvetljaja i meteorološke vidljivosti, kvalitativno ilustruje sl. 1.

Iako termovizijski uređaji imaju znatno veće mogućnosti nego uređaji sa pojačivačima slike, zbog složene tehnologije i visoke cene imaju ograničene

moogućnosti masovne primene, tako da aktuelnost i širina primene pasivnih sprava sa pojačavačima slike nije bitno ugrožena pojavom termovizijskih uređaja.

Razvoj aktivnih uređaja (pretvarači slike + IC farovi) počeo je tridesetih godina i praktično su korišćeni u II svetskom ratu, a intenzivno usavršavanje i opremanje jedinica ovom vrstom uređaja karakteriše period prvih dvadeset godina posle rata, ali se i danas mogu sresti u opremi jedinica. Krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina počinje intenzivan razvoj i primena pasivnih sprava sa pojačavačima slike, a neprekidno usavršavanje teče i danas.

Iskustva iz većine lokalnih ratova u periodu posle II svetskog rata (vijetnamski rat, foklandski sukob, rat saveznika protiv Iraka) ukazuju na izuzetan značaj i mogućnosti primene tehničkih sredstava za noćna borbeno dejstva.



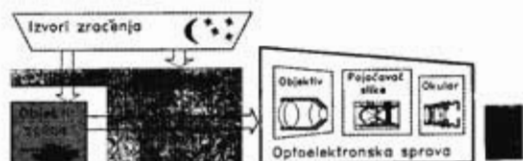
Sl. 1 Međusobni odnos mogućnosti dnevnih (optičkih) sprava, pasivnih sprava i termovizijskih uređaja

Iako su pasivni uređaji sa pojačavačima slike u operativnoj upotrebi oko dve decenije, usled relativno male rasprostranjenosti u jedinicama, specifičnosti i ukupne mogućnosti upotrebe nisu u dovoljnoj meri prisutne u taktici i obuci za izvođenje borbenih dejstava u otežanim uslovima, što za posledicu može imati nedovoljnu iskorišćenost u-

kupnih mogućnosti i neadekvatan pristup u rukovanju, osnovnom i tehničkom održavanju raspoloživih sredstava, kao i neadekvatan pristup u opremanju jedinica.

Fizički osnovi primene i konstrukcije pasivnih sprava sa pojačavačima slike

Strukturalna blok-šema koja prikazuje funkcionisanje optoelektronskih uređaja sa pojačavačima slike prikazana je na sl. 2. Konstrukcija pasivnih sprava



Sl. 2 Opšta blok šema upotrebe pasivnih sprava

va zavisi od namene sprave koja diktira izbor objektiv (refrakcioni, refleksijski, katadioptrički), tipa pojačavača slike i okulara (monokularni, binokularni, biokularno-fiberoptička konusna lupa). Za bolje razumevanje ukupnih mogućnosti i specifičnosti upotrebe pasivnih sprava detaljnije će se razmotriti uticaj pojedinih elemenata koji deluju na svojstva i karakteristike pasivnih sprava.

Faktori koji utiču na uočavanje objekta u osmatranoj sceni

Na uočavanje objekta u posmatranoj sceni, a time i na ukupne mogućnosti primene pasivnih sprava sa pojačavačima slike, utiče više faktora od kojih su najznačajniji:

- nivo osvetljenosti scene (intenzitet i spektralne karakteristike izvora zračenja);

- kontrast u sceni uslovljen refleksnim karakteristikama i geometrijom (oblik, veličina) objekta i okoline;

— *prenos kontrasta* kroz atmosferu i spravu (MTF — modulaciona prenosna funkcija);

— *transmisija* (propustljivost) atmosfere i elemenata optičkog sistema sprave;

— *rasejanje* zračenja u atmosferi;

— *relativni otvor objektiva*;

— *uvećanje* optičkog sistema sprave;

— *moć razlaganja pojačavača* slike

— *svetlosno pojačanje* pojačavača (pretvarača) slike.

Način uticaja ovih faktora prikazan je na slici 3.

Ljudsko oko, kao krajnji prijemnik pri transformaciji slike scene primenom pasivnih sprava, registruje sliku na luminescentnom ekranu pojačavača slike koja se do oka prenosi pomoću okulara. Moć razlaganja oka kompleksno zavisi od kontrasta i luminancije posmatrane slike scene (osvetljenosti mrežnjače), što ilustruje slika 4.

Uočavanje objekata u posmatranoj sceni moguće je samo kada postoji razlika u svetlosnim signalima objekta i njegove okoline, tj. ako postoji zadovoljavajući kontrast u sceni u periodu trajanja vizuelnog procesa. Kontrast se definiše na dva različita načina:

$$C = \frac{B_1 - B_2}{B_2} \quad (1)$$

$$C = \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2} \quad (2)$$

gde su:

B_1 — svetlosni signal od objekta;

B_2 — svetlosni signal od okoline i

C — kontrast.

Kako je svetlost po svojoj prirodi podložna slučajnim fluktuacijama intenziteta, to se i kontrast može smatrati statističkom veličinom (tj. pojavljuje se sa odgovarajućom verovatnoćom tokom vizuelnog procesa). Kontrast u sceni je

osnovni nosilac informacije o objektima u sceni. Kontrast slike koju registruje oko zavisi od prenosnih funkcija svih uticajnih faktora koji učestvuju u formiranju slike pri upotrebi pasivnih sprava. Smatra se da, pri normalnim (dnevnim) uslovima osvetljaja, minimalna vrednost kontrasta u slici koju oko može razlikovati iznosi 0,02 (ili 2%).

Elementi optičkog sistema optoelektronskih sprava optimiziraju se za najpovoljnije uslove prenosa kontrasta, tj. njihove prenosne funkcije moraju biti takve da unose minimalne promene u kontrast koji postoji u posmatranoj sceni.

Uticaj izvora zračenja

Uticaj izvora svetlosti tokom vizuelnog procesa pri upotrebi optoelektronskih uređaja je višestruk i izražen je kroz:

— *osvetljenost objekata u sceni* (intenzitet i spektralne karakteristike izvora);

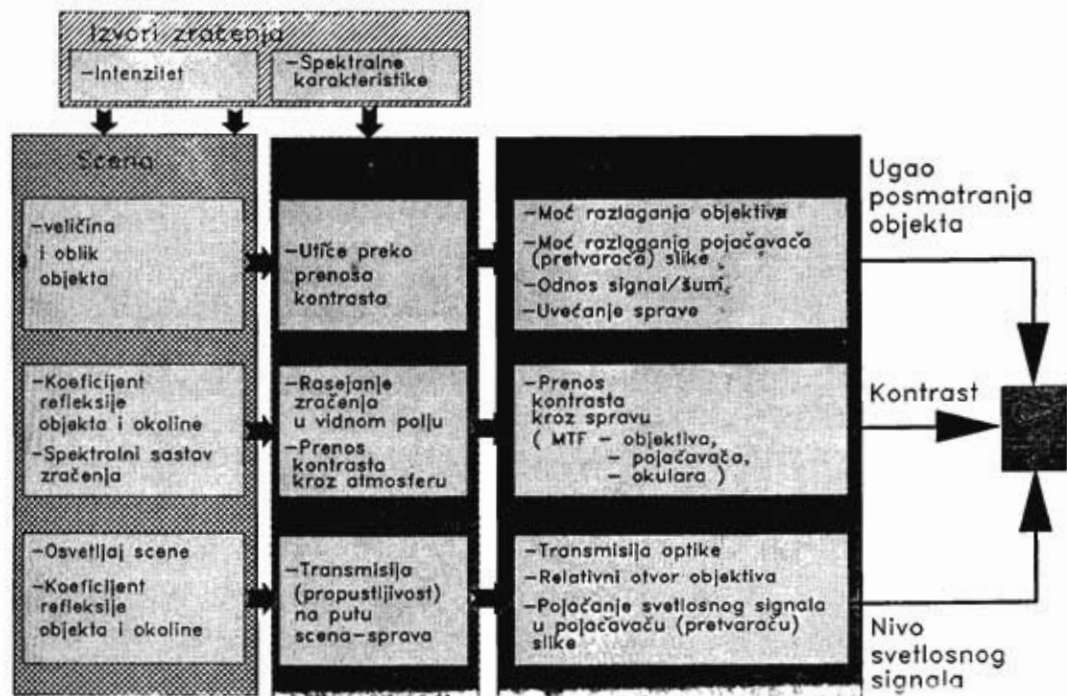
— *kontrast objekata u sceni* (prostorni raspored luminancije koji zavisi od karakteristika korišćenih izvora, oblika i refleksionih karakteristika objekata u pravcu ose optoelektronskog uređaja);

— *rasejanje zračenja u atmosferi* na putu prostiranja zračenja (aditivni izvor zračenja na trasi koji utiče na smanjenje kontrasta u sceni pri prijemu i konverziji slike).

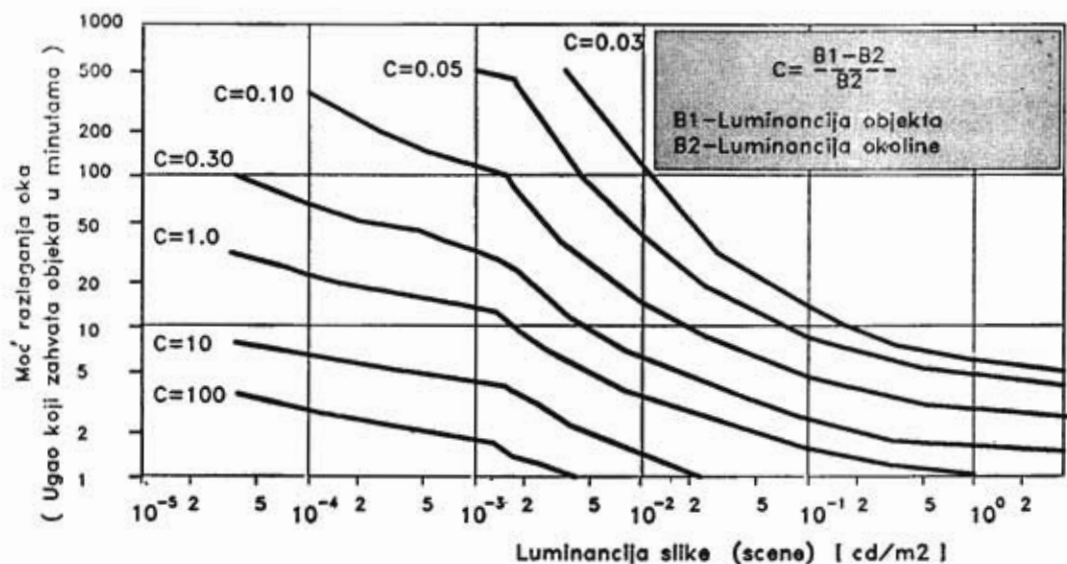
Ovi uticaji opredeljuju izbor karakteristika prijemnika i optimizaciju podsklopova optoelektronske sprave.

Izvori zračenja mogu se podeliti na prirodne (koriste se za rad pasivnih sprava) i veštačke (koriste se u aktivnim spravama).

Prirodni izvori zračenja su Sunce, Mesec, zvezde i zračenje noćnog neba. Zračenje Sunca se praktično ne koristi u pasivnim uređajima izuzev u sumraku ili zori ili kao reflektovano zračenje

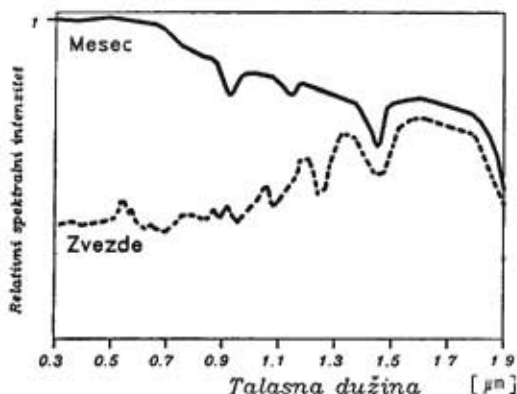


Sl. 3 Sematski prikaz delovanja uticajnih faktora na funkcionisanje pasivnih sprava



Sl. 4 Zavisnost moći razlaganja (ugla pod kojim se vidi neki objekat ili njegov detalj) u funkciji kontrasta i luminancije posmatrane slike

Meseca. Tipične spektralne raspodele intenziteta zračenja Meseca i zvezda prikazane su na slici 5 [1, 2, 6]. Osvetljenost objekata u sceni jako zavisi od doba dana ili noći i geometrijskog položaja izvora u odnosu na scenu. U tabeli 1 [3] prikazana je zavisnost osvetljenosti na površini zemlje za različite faze meseca (elongacije-ugaone udaljenosti od Sunca) i ugaone visine nad horizontom.



Sl. 5 Relativna spektralna raspodela intenziteta zračenja Meseca i zvezda

U tabeli 2 [3] prikazan je orijentacioni nivo osvetljenosti površine zemlje za različite uslove (meteorološki uslovi ili doba dana). Kako se nebeski svod, u praktičnim primenama, često pojavljuje kao pozadina ili kao izvor zračenja u noćima bez meseca i zvezda, korisno je poznavati karakteristike zračenja nebeskog svoda. U tabeli 3 [3] prikazani su nivoi lununancije neba u blizini horizonta pri različitim uslovi-ma.

Veštački izvori zračenja koriste se u aktivnim IC uređajima [5]. U ovim izvorima zračenja najčešće se koriste lampe sa usijanim volframskim vlaknom (sijalice, halogene lampe) ili ksenonske lampe visokog pritiska sa kratkim lukom, uz obaveznu primenu IC filtra koji prigušuje vidljivo zračenje (maskiranje izvora za golo oko). Takođe se koriste i poluprovodnički laseri (GaAs, GaAlAs-impulsni ili kontinualni) u nekim uređajima specijalne namene.

Tabela 1

Osvetljenost horizontalne površine pri različitim fazama meseca

| Ugaona visina centra meseca | Osvetljenost horizontalne površine, lux $\left[\frac{lm}{m^2} \right]$ | | | |
|------------------------------------|---|----------------------|--|----------------------|
| | Elongacija Φ_e (faza) Meseca | | | |
| | $\Phi_e = 180^\circ$ (pun mesec) | $\Phi_e = 120^\circ$ | $\Phi_e = 90^\circ$ (1. i 3. četvrtina) | $\Phi_e = 60^\circ$ |
| -0.8° (izlazak, zalazak) | $9.74 \cdot 10^{-4}$ | $2.73 \cdot 10^{-4}$ | $1.17 \cdot 10^{-4}$ | $3.12 \cdot 10^{-5}$ |
| 0° | $1.57 \cdot 10^{-3}$ | $4.40 \cdot 10^{-3}$ | $1.88 \cdot 10^{-4}$ | $5.02 \cdot 10^{-5}$ |
| 10° | $2.34 \cdot 10^{-2}$ | $6.55 \cdot 10^{-3}$ | $2.81 \cdot 10^{-3}$ | $7.49 \cdot 10^{-4}$ |
| 20° | $5.87 \cdot 10^{-2}$ | $1.64 \cdot 10^{-2}$ | $7.04 \cdot 10^{-3}$ | $1.88 \cdot 10^{-3}$ |
| 30° | 0.101 | $2.83 \cdot 10^{-2}$ | $1.21 \cdot 10^{-2}$ | $3.23 \cdot 10^{-3}$ |
| 40° | 0.143 | $4.00 \cdot 10^{-2}$ | $1.72 \cdot 10^{-2}$ | $4.58 \cdot 10^{-3}$ |
| 50° | 0.183 | $5.12 \cdot 10^{-2}$ | $2.20 \cdot 10^{-2}$ | $5.86 \cdot 10^{-3}$ |
| 60° | 0.219 | $6.13 \cdot 10^{-2}$ | $2.63 \cdot 10^{-2}$ | — |
| 70° | 0.243 | $6.80 \cdot 10^{-2}$ | $2.92 \cdot 10^{-2}$ | — |
| 80° | 0.258 | $7.22 \cdot 10^{-2}$ | $3.10 \cdot 10^{-2}$ | — |
| 90° | 0.267 | $7.48 \cdot 10^{-2}$ | — | — |

Tabela 2

Približni nivoi osvetljenosti pri različitim uslovima osvetljavanja scene prirodnim izvorima zračenja

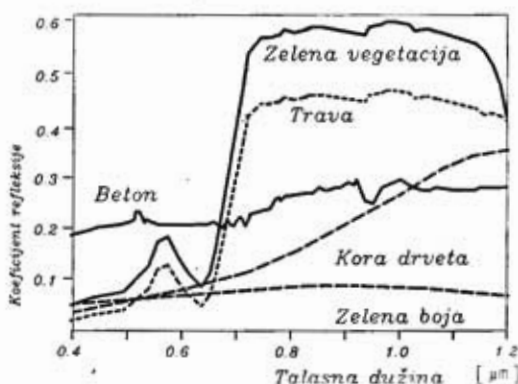
| Karakteristike stanja neba | Nivo osvetljenosti lux $\left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right]$ |
|------------------------------|---|
| Direktno zračenje Sunca | 1-1.3 10 ⁵ |
| Sunčan dan | 1-2 10 ⁴ |
| Oblačno | 10 ³ |
| Vrlo tmuran dan | 10 ² |
| Sumrak | 10 |
| Duboki sumrak | 1 |
| Pun mesec | 10 ⁻¹ |
| Četvrtina meseca | 10 ⁻² |
| Bez meseca, vedro noćno nebo | 10 ⁻³ |
| Bez meseca, oblačno | 10 ⁻⁴ |

Tabela 3

Približni nivoi luminacije neba u visini horizonta pri različitim uslovima

| Karakteristike stanja neba | Nivo luminacije neba $\left[\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right]$ |
|----------------------------------|---|
| Vedar dan | 10 ⁴ |
| Oblačan dan | 10 ³ |
| Jako oblačan dan | 10 ² |
| Zalazak Sunca, oblačan dan | 10 |
| 1/4 sata po zalasku Sunca, vedro | 1 |
| 1/2 sata po zalasku Sunca, vedro | 10 ⁻¹ |
| Jako svetao mesec | 10 ⁻² |
| Bez mesečine, vedro noćno nebo | 10 ⁻³ |
| Bez meseca, oblačno noćno nebo | 10 ⁻⁴ |

Na slici 6 [1, 2, 6] prikazane su spektralne zavisnosti koeficijenta refleksije nekih prirodnih materijala koji doprinose formiranju kontrasta u sceni.



Sl. 6 Spektralna zavisnost koeficijenta refleksije nekih prirodnih materijala

Uticaj atmosfere

Pri upotrebi optoelektronskih sprava (pasivnih i aktivnih) atmosfera deluje kompleksno, pri čemu su najznačajniji uticaji procesa koji mogu znatno degradirati karakteristike sprava:

— *slabljenje energije zračenja* koje nosi informaciju o sceni (proces apsorpcije na molekulima i atomima; proces rasejanja na submikronskim česticama — Rejljevo rasejanje, rasejanje na česticama aerosola — Mieovo rasejanje);

— rasejanje zračenja prirodnih i veštačkih izvora na putu duž optičke ose uređaja koje se pojavljuje kao dodatni aditivni izvor zračenja koji utiče na smanjenje kontrasta scene pri primenu;

— *turbulencije i slučajne nehomogenosti* optičkih karakteristika atmosfere na trasi prenosa kontrasta koje doprinose pojavi šuma i time uzrokuju smanjenje kontrasta.

Slabljenje energije zračenja jako zavisi od atmosferskih uslova, a pre svega od količine i stanja vodene pare i vode u atmosferi i utiče na domet optoelektronskih uređaja. Stanje slabljenja u atmosferi izražava se preko koe-

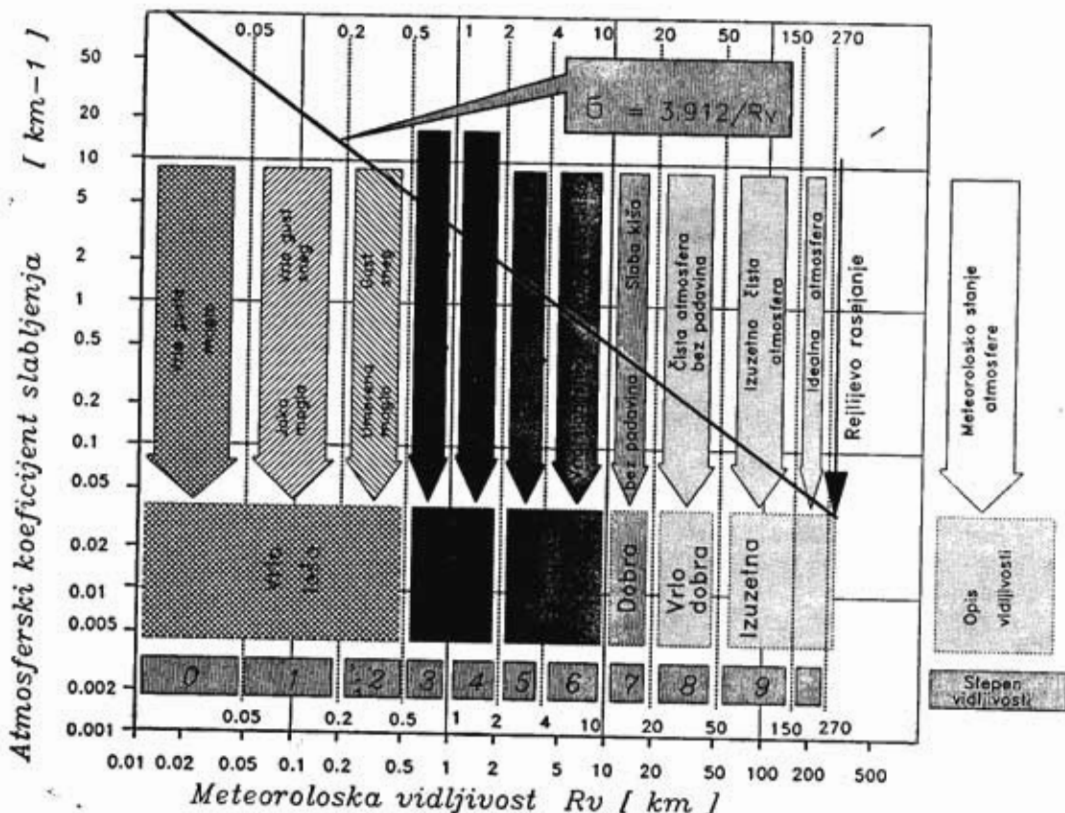
ficijenta slabljenja, a često se koristi i pojam »meteorološka vidljivost« koji izražava udaljenost na kojoj se, u normalnim dnevnim uslovima, mogu uočiti objekti po zadanom kriterijumu. Slika 7 [3, 5, 8] ilustruje međusobnu vezu meteorološke vidljivosti (R_v) i koeficijenta slabljenja (σ) za različite meteorološke uslove u atmosferi. Meteorološka vidljivost i koeficijent slabljenja vezani su preko relacije:

$$R_v = \frac{3.912}{\sigma} \quad (3)$$

koja je izvedena na osnovu minimalne vrednosti kontrasta koju oko razlikuje ($2^0/0$). Koeficijent transmisije atmosfere (τ) duž puta dužine l je:

$$\tau = \exp(-\sigma \cdot l) \quad (4)$$

Stanje meteoroloških uslova u atmosferi na domet pasivnih sprava utiče slično kao i kod optičkih uređaja i teško se može jednoznačno okarakterisati. Za procenu uticaja atmosfere koriste se prosečne vrednosti meteorološke vidljivosti za različite geografske regione u funkciji doba godine i dana i kvalitativnog opisa meteoroloških uslova. Izmerene vrednosti meteorološke vidljivosti pri konkretnim uslovima primene daju dobru osnovu i za procenu dometa pasivnih sprava u tim uslovima. Praksa pokazuje da je, pri vrednostima meteorološke vidljivosti manjim od 10 km, vidljiv uticaj stanja atmosfere pri upotrebi pasivnih sprava.



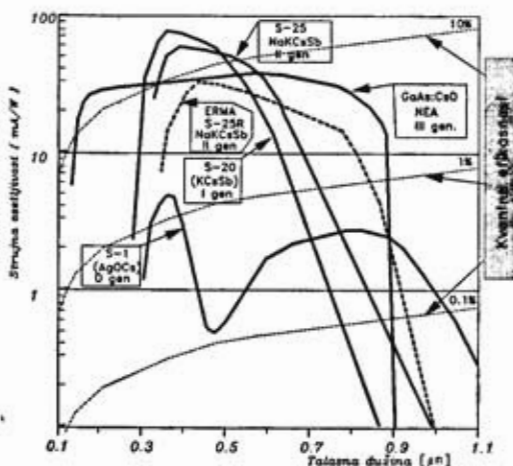
Sl. 7 Meteorološka vidljivost, atmosferski koeficijent slabljenja i uticaj meteorološkog stanja atmosfere

Konstrukcija i karakteristike pojačavača slike

Pretvarači i pojačavači slike su specijalne vakuumske elektronske cevi, koje se sastoje od sledećih osnovnih komponenti:

— *fotokatoda* čiji je osnovni element sloj fotoosetljivog materijala na kome se pomoću objektiva formira lik posmatrane scene a koji na osnovu fotoelektričnog efekta vrši transformaciju lika u elektronsku sliku (površinska raspodela fotogenerisanih elektrona je srazmerno površinskoj raspodeli osvetljenosti fotokateode). Spektralne zavisnosti strujne osetljivosti najčešće korišćenih fotokateoda prikazane su na slici 8 [3, 4], a moć razlaganja fotokateoda pojačavača slike na slici 9 [7];

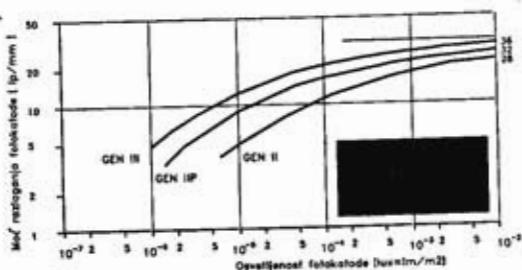
— *pojačavački sistem* u kome se vrši pojačanje i prenos elektronske slike na elektroluminescentni ekran, pomoću umnožavanja i povećanja energije elektrona, a uz minimalne deformacije površinske gustine fotogenerisanih elektrona. Umnožavanje i povećanje energije elektrona najčešće se vrši primenom visokog napona, a preslikavanje na elektroluminescentni ekran korišćenjem elektrostatičkih ili elektromagnetskih sočiva (otklonskih sistema);



Sl. 8 Spektralne zavisnosti strujne osetljivosti najčešće korišćenih tipova fotokateoda u pojačivačima slike

— *elektroluminescentni ekran* omogućava vizualizaciju elektronske slike, tako što generiše vidljivu sliku čija je luminancija srazmerna broju upadnih elektrona, a kontrast odgovara površinskoj gustini elektrona u prenetoj elektronskoj slici.

U pojačavačima slike poseban značaj ima primena komponenti od stopljenih staklenih vlakana (ploče, sočiva, obrtači slike), čijom se strukturom i načinom formiranja može doprineti poboljšanju kvaliteta cevi u celini.



Sl. 9 Zavisnost moći razlaganja od nivoa osvetljenosti fotokateode za različite generacije pojačavača slike

U zavisnosti od vrste fotokateode i pojačavačkog sistema, razlikuje se više generacija pojačavača slike:

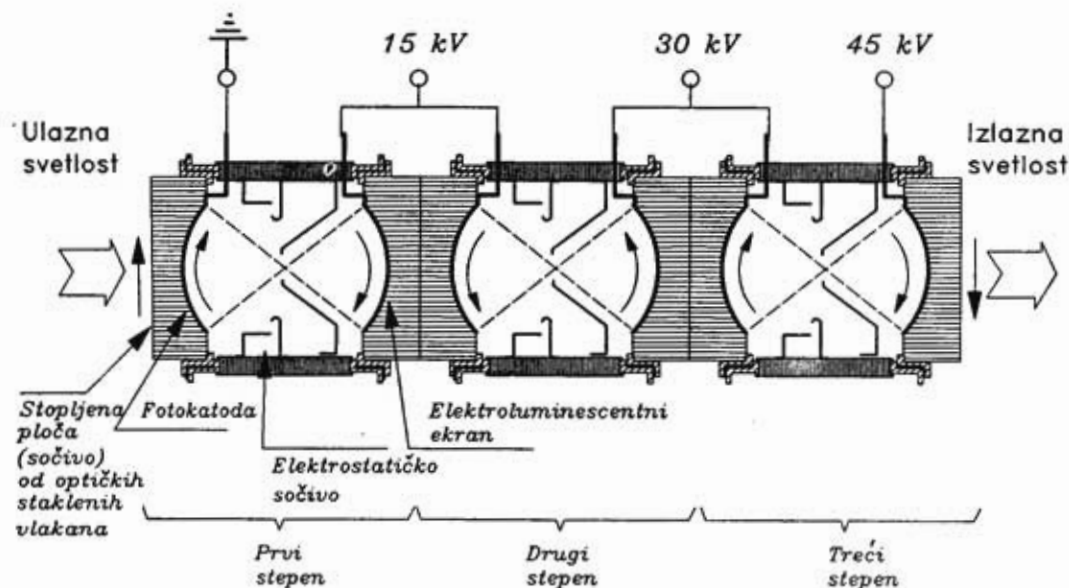
»0« generacija (pretvarači slike). Struktura pretvarača slike slična je kao kod jednostepenih pojačavača slike I generacije (prvi stepen na slici 10). Primljena je fotokatoda tipa S-1 (srebro-oksidi cesijumska) koja je osetljiva u vidljivom i bliskom infracrvenom delu spektra. Pojačanje se vrši u jakom električnom polju (radni napon 12 do 18 kV) a elektrostatička sočiva obrću sliku. Elektroluminescentni ekran je od cink-sulfida (tip P-20) sa srednjom inercijom. Zbog male osetljivosti (kvantne efikasnosti) fotokateode, pretvarači slike se koriste u aktivnim uređajima. Osetljivost fotokateode u IC delu spektra omogućava primenu filtriranja izvora zračenja, tako da je izvor nevidljiv za golo oko. Primena veštačkih izvora demaskira upotrebu uređaja i to je osnovni nedostatak aktivnih uređaja. Kod

aktivnih uređaja proces rasejanja zračenja u atmosferi može znatno degradirati ukupne karakteristike. Pretvarač visokog napona se napaja iz akumulatora (6—24 V) i nije integrisan u sklop cevi.

I generacija. Usavršavanjem materijala za fotokatode i primenom multi-alkalnih fotokatoda (S-20, S-20R, S-25) omogućena je dovoljna osetljivost za primenu pojačavača slike u pasivnom režimu. Uz primenu elemenata od stopljenih optičkih vlakana omogućeno je optički efikasno međusobno spajanje više pojačavačkih cevi u jedan sklop, a time i realizacija višestepenih pojačavača slike I generacije (sl. 10). U višestepenim pojačavačima slike prvi stepen mora imati najveće pojačanje, dok ostali stepeni moraju imati dobre optičke karakteristike. Broj ugrađenih komponenti u višestepeni pojačavač zavisi od namene i određuje domet uređaja. Pojačavači slike I generacije se prave u dve verzije u odnosu na prečnik osetljive površine fotokatode: 18 i 25 mm. Napon napajanja cevi je visok (12-15 kV po stepenu). Pretvarači visokog napona mogu se napajati iz baterija na-

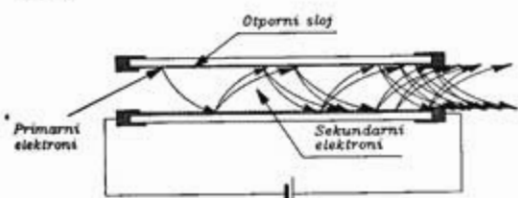
pona 2,5 do 6,5 V, a visoki napon se generiše pomoću minijaturnih poluprovodničkih pretvarača napona (diodno-kondenzatorske lestvičaste mreže). Konstrukciono su izvedeni tako da obuhvataju cev i smeštaju se u zajedničko kućište. Pretvarači visokog napona omogućavaju delimičnu automatsku regulaciju luminancije ekrana preko regulacije pojačanja cevi, što omogućava primenu pasivnih sprava i pri promenljivom i višem nivou osvetljenja scene.

II generacija. Primena tehnike umnožavanja elektrona u uskom staklenom kanalu prečnika 10-12 μm , koji na zidovima ima otporni sloj kao izvor sekundarnih elektrona (sl. 11) i odgovarajućih tehnoloških rešenja (stapanje optičkih vlakana) omogućili su formiranje pločice sa velikim brojem kanala (mikrokanalna pločica - MKP), debljine oko 0,5 mm, koja uz primenu visokog napona reda 1 kV omogućuje zadovoljavajući nivo strujnog pojačanja. Primenom MKP u pojačavačima znatno se uprošćava konstrukcija (sl. 12) i doprinosi poboljšanju karakteristika: smanjenju gabarita i veću otpornost na smetnje. Pri pojavi tačkastog snažnog



Sl. 10 Trostepeni pojačavač slike I generacije

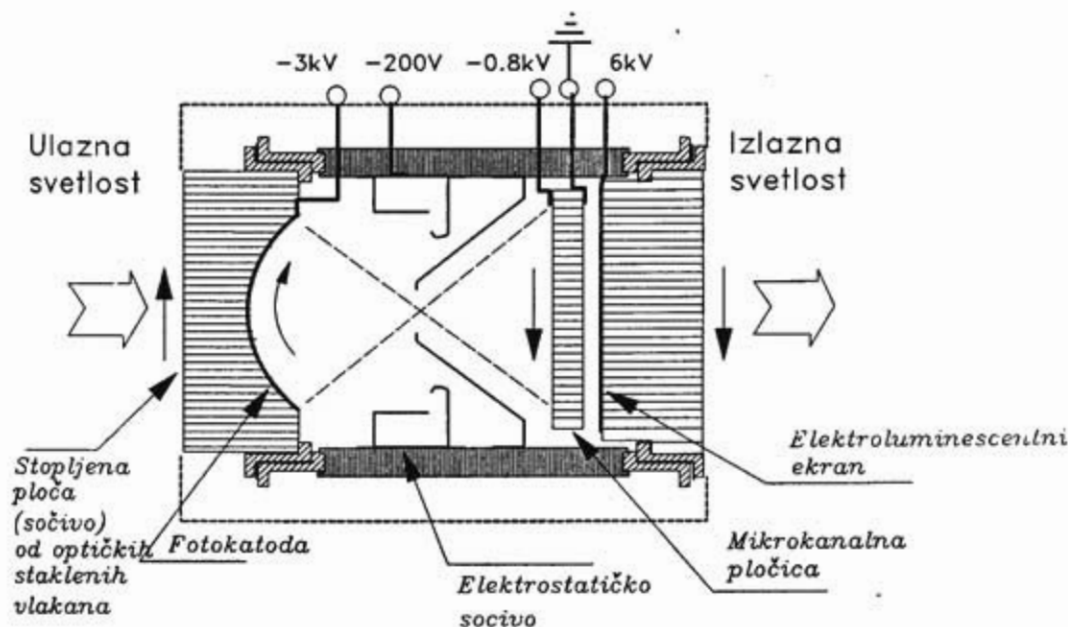
izvora svetlosti u vidnom polju sprave I generacije dolazi do gubitka slike na celoj površini ekrana (zasićenje cevi), dok je kod sprava II generacije zasićenje ograničeno na samo nekoliko kanala, odnosno na samo malom delu ekrana.



Sl. 11 Umnožavanje elektrona u kanalu mikrokanalne pločice

pona za cev pretvarač napona omogućava i druge funkcije: regulaciju nivoa luminancije ekrana (nezavisnost svetljenja od osvetljenosti fotokatode); stabilizaciju napona napajanja cevi za široki opseg napona baterije 2–3 V) i radnih temperatura kao i regulaciju svetlosnog pojačanja cevi. Fotokatoda je multialkalna (S-25, S-25R).

III generacija. Uvođenjem fotokatode sa negativnim izlaznim radom (NEA) na bazi GaAs, koja ima znatno povišenu osetljivost posebno u bliskom IC delu spektra, omogućeno je dalje usavršavanje i minijaturizacija pojačavača slike. Kod pojačavača slike III ge-



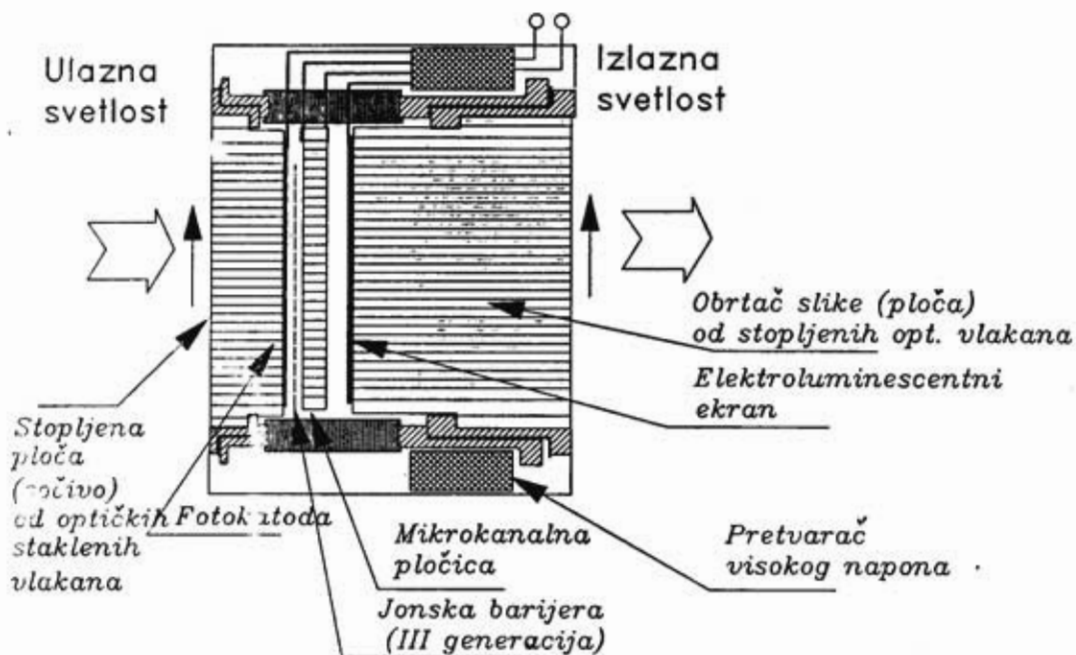
Sl. 12 Pojačavač slike sa mikrokanalnim umnoživačem elektrona (II generacija sa obrtanjem slike)

Pojačavači slike II generacije proizvode se u dve osnovne varijante: 25 mm sa obrtanjem slike (sl. 12) i 18 mm sa blizinskim fokusiranjem (sl. 13). Radni naponi su mnogo niži nego kod I generacije (vidi sl. 12). Pretvarač napona je minijturni poluprovodnički sklop smešten oko cevi u zajedničkom kućištu. Pored obezbeđenja radnih na-

neracije koristi se struktura sa blizinskim fokusiranjem (sl. 13) sa prečnikom fotokatode 18 mm. Zaštita fotokatode od erozije jonima prisutnim na MKP realizuje se nanošenjem tankog sloja Al_2O_3 , koji propušta elektrone, ali ne i jone, na MKP. Zbog savlađivanja te barijere napon između fotokatode i MKP je povećan sa 200 V (II gen.) na

800 V. Napon na MKP je oko 1kV, a između MKP i ekrana je 6 kV, što je isto kao i kod cevi druge generacije sa blizinskim fokusiranjem.

* U okviru složenih sistema pasivne sprave se najčešće ugrađuju u: *borbena vozila* (sprava komandira, nišanska sprava, podsklop SUV-a, pasivni pe-



Sl. 13 Pojačavač slike sa blizinskim fokusiranjem (II ili III generacija)

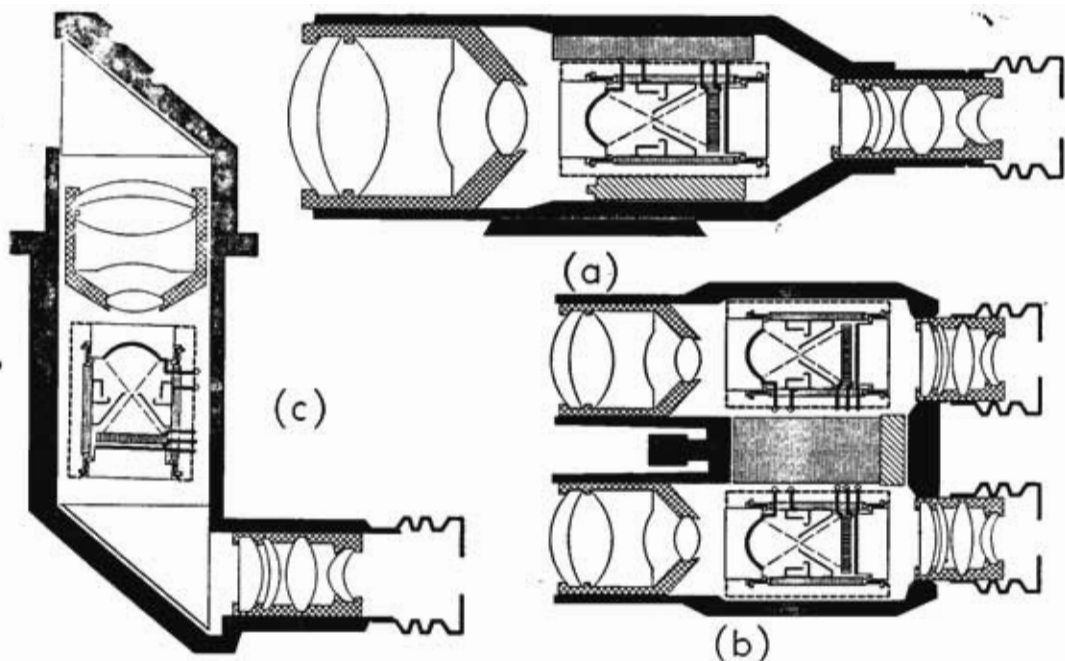
Vojne primene pasivnih sprava sa pojačavačima slike

Pasivni uređaji sa pojačavačima slike imaju vrlo široku primenu u vojnim sistemima za omogućavanje vizuelnog kontakta sa protivnikom i prostorom u kome se izvode borbena dejstva [8—14]. Primene su različite pri čemu se najčešće sreću, bilo kao individualni komplet (uz vojnika ili oruđe), bilo kao podsklop složenih sistema.

* Pasivne sprave uz vojnika ili oruđe (individualni komplet) koriste se za: *osmatranje i izviđanje* (pasivni dvogled, pasivna sprava za osmatranje), *nišanje* (pasivni noćni nišani pešadijskog i artiljerijskog naoružanja), *noćnu vožnju* (pasivni periskopi i naočare za noćnu vožnju).

riskop vozača); *artiljerijska sredstva* (SUV topa, pasivni noćni nišan u sistemu vođenih raketa); *sistemi PVO* (noćna nišanska sprava u okviru SUV PA topova ili prenosnih sistema samonavođenja raketa), *vazduhoplovstvo* (pasivne naočare za noćno pilotiranje helikoptera).

Namena i način ugradnje pasivnih sprava u sistem opredeljuje konstrukciju i izbor komponenti sprave. Najčešće konstrukcije pasivnih sprava prikazane su na slici 14. Mnoge primene zahtevaju da se prave kombinovane dnevno-noćne sprave, pri čemu konstrukciona rešenja mogu biti znatno složenija od osnovnih varijanti prikazanih na sl. 14.



Sl. 14 Primeri najčešćih primena pojačavača slike u vojnim optoelektronskim spravama
 (a) teleskop (noćni nišan, uređaji za osmatranje)
 (b) dvogled (pasivni noćni dvogled, naočare za noćnu vožnju)
 (c) periskopi (periskop za noćnu vožnju, komandirska sprava, nišanske sprave)

Specifičnosti upotrebe pasivnih sprava

Pojačanje rezidualne svetlosti osnovni je proces koji omogućava upotrebu pasivnih sprava za realizaciju vizuelnog kontakta sa okolinom i u otežanim uslovima vidljivosti, i svi faktori koji utiču na nivo osvetljenosti i proces transformacije slike utiču na efikasnost primene pasivnih sprava, a najznačajniji su:

* Meteorološki uslovi. Kako stanje i količina vlage u atmosferi bitno doprinosi slabljenju zračenja u atmosferi, to se, u uslovima kada postoji sumaglica, magla, kiša ili sneg, bitno umanjuju mogućnosti pasivnih sprava. Posebno je kritičan uticaj sumaglice i magle, i to više kod aktivnih nego kod pasivnih uređaja. Kiša deluje različito: ukoliko je kiša sitna i gusta tada su pasivne sprave praktično neupotrebljive;

ako su kapi kiše krupne i retke tada su uslovi za primenu pasivnih sprava povoljni.

* Konstrukcione karakteristike. Ukupni gabariti, mesto ugradnje i vidno polje pasivne sprave ograničavaju mogućnosti upotrebe i stoga konstrukcija mora biti prilagođena nameni.

* Karakteristike slike. Slika na elektroluminescentnom ekranu pasivnih sprava je najčešće zelene boje, a kontrast je izražen kroz nivo luminacije ekrana (nivo sivog). Iako kontrast slike koja se dobija primenom pasivnih sprava daje dovoljno elemenata prostornosti, ipak u potpunosti ne odgovara vidljivoj slici na koju smo naviknuti. Po red toga, i zrnasta struktura slike uz treperenje i bliskanje (slično »snegu« u TV slici) zahteva dodatnu obuku vojnika (operatora) radi navikavanja na sliku i uvežbavanja u uočavanju detalja slike.

* Nivo osvetljenosti. Pasivne sprave su upotrebljive i u uslovima potpunog mraka (bez Meseca i zvezda) uz korišćenje zračenja vedrog noćnog neba. Svojstva pojačavača slike novijih generacija (II i III) omogućavaju primenu pasivnih sprava i pri višem nivou osvetljenja (sumrak, zora) kada se objekti uočavaju i golim okom, ali primenom pasivnih sprava znatno se povećava domet i rezolucija pri osmatranju, pa se preporučuje primena pasivnih sprava u ovim uslovima. Međutim, pri dugotrajnom izlaganju fotokatode pojačavača slike visokom nivou osvetljenosti, dolazi do trajne degradacije karakteristika fotokatode. Pojava degradacije karakteristika (do uništenja) fotokatode izraženija je pri uključenom napajanju, ali postoji i pri isključenom napajanju, pa se u dnevnim uslovima mora obezbediti zaštita katode pojačavačke cevi.

Iako su konstrukcija i primena pasivnih sprava sa pojačavačima slike relativno jednostavni, za povećanje efikasnosti i pouzdanosti njihove primene neophodna je i posebna obučenosť vojnika (operatora) za rukovanje i osnovno održavanje sprava.

Osnovna mera efikasnosti upotrebe je domet optoelektronskih sprava [15, 16], tj. maksimalna udaljenost objekta koji se može uočiti na zadatom nivou vizuelne percepcije (detekcija, prepoznavanje, identifikacija), uz primenu pasivnih sprava u zadatim uslovima. Domet pasivnih sprava je veličina koja zavisi od više faktora, ali najviše od konstrukcije sprave, vrste osmatranog objekta i meteoroloških uslova u atmosferi. Kako je meteorološke uslove u atmosferi i njihov uticaj teško jednoznačno opisati i kontrolisati, to je domet pasivnih sprava samo verovatna veličina (očekivana vrednost) koja služi samo kao orijentir pri proceni mogućnosti upotrebe. U zavisnosti od konstrukcije objektiva (ulazna aparatura, relativni otvor, uvećanje, moć razlaganja i drugih optičkih karakteristika) domet

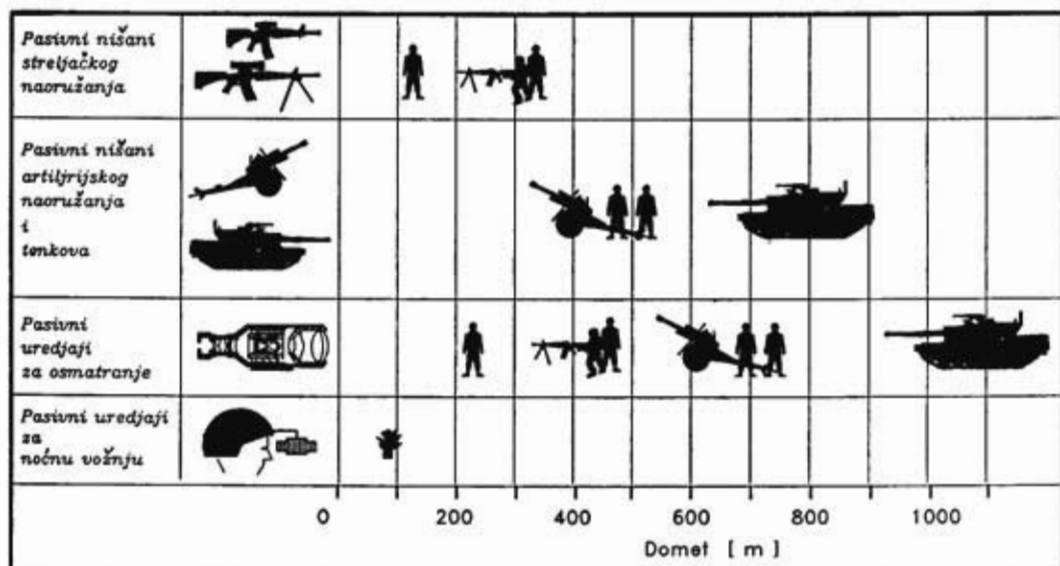
pasivnih sprava može biti u normalnim meteorološkim uslovima od 100 do 2000 m. Oriјentacione vrednosti prosečnih dometa pasivnih sprava za različite primene ilustrovane su na slici 15.

Mogućnosti izvođenja borbenih dejstava u otežanim uslovima vidljivosti zavise od pravilne upotrebe tehničkih sredstava (planiranje, opremanje, organizacija) za noćne uslove. Pored toga, na ukupnu efikasnost primene pasivnih sprava utiče i nivo poznavanja tehničkih sredstava, vezan za procenu uticaja meteoroloških uslova i osvetljenosti terena, kao i nivo obučenosti posada i tehničke ispravnosti sredstava. Pri procenama se koriste podaci o nivoima osvetljenosti i meteorološkim uslovima koji se obezbeđuju neprekidnim praćenjem ili preko prosečnih vrednosti dobijenih iz praćenja kroz duži vremenski period pojedinih značajnih parametara [17] (regionalni, dnevni, sezonski, godišnji).

Za naš geografski prostor karakteristično je nekoliko podataka vezanih za nivo osvetljenosti na godišnjem nivou: oko 50 % ukupnog broja noćnih sati je sa mesečinom. Ako se uzme u obzir i oblačnost neba, tada, u zavisnosti od geografskog položaja, u oko 17 do 27 % noćnih sati vladaju dobri uslovi za primenu pasivnih sprava; u oko 27 do 37 % noćnih sati srednji uslovi; u oko 36 do 55 % loši uslovi za primenu pasivnih sprava. Meteorološka vidljivost takođe jako zavisi od geografskog položaja: dobra vidljivost ($R_v > 10$ km) postoji u 56 do 97 % noćnih sati; srednja i promenljiva vidljivost ($1 \text{ km} < R_v < 10 \text{ km}$) 2 do 40 % noćnih sati; i loša vidljivost ($R_v < 1 \text{ km}$) do 8 % noćnih sati.

Izvođenjem napadnih borbenih dejstava u noćnim uslovima može se ostvariti: postizanje iznenađenja, održavanje i proširivanje postignutog uspeha, održavanje tempa napada, razbijanje jako utvrđenih tačaka protivnika, i dr.

Pri odbrambenim borbenim dejstvima noću, uz primenu pasivnih sprava,



Sl. 15 Prosečni domet nekih pasivnih sprava u normalnim meteorološkim uslovima

postiže se: pravovremeno otkrivanje pokreta protivnika, usporavanje tempa napada protivnika dejstvom po težištu napada, sprečavanje iznenađenja, smanjenje opasnosti od dejstva ubačenih grupa, i dr.

Svojstva pasivnih sprava moraju biti poznata komandantima jedinica, kako pri obuci, tako i pri planiranju borbenih dejstava, pa čak i pri razvoju doktrine upotrebe oružanih snaga. Poseban značaj posvećuje se upoznavanju sa mogućnostima protivnika za upotrebu pasivnih sprava pri bezbednosnim procenama protivnika.

Sve to ukazuje da je potrebno posvetiti značajnu pažnju primeni pasivnih sprava, kako na taktičkom nivou (opremanje, obuka), tako i na stratezijskom nivou (planiranje istraživanja, razvoja i opremanja jedinica). Za postizanje maksimalnih efekata primene pasivnih uređaja, moraju se dobro poznavati karakteristike uređaja kojima se raspolaže kao i prisustvo nepovoljnih uticaja u prostoru i u vremenu upotrebe jedinica, još u fazi planiranja borbenih dejstava.

Specifičnosti konstrukcije i održavanja pasivnih sprava

Na konstrukciju, upotrebu i održavanje pasivnih sprava utiče više faktora, od kojih su najznačajniji:

* Karakteristike pojačavača slike, kao što su:

— optoelektronske karakteristike (razlaganje, strujna osetljivost fotokate, pojačanje) utiču na optoelektronske karakteristike sprave (domet);

— visoki napon napajanja cevi utiče na zahteve za hermetičnost uređaja i posebne mere za zaštitu od proboja visokog napona (izolacija);

— degradacija karakteristika fotokate pri izlaganju visokom nivou osvetljenja i visokoj temperaturi zahteva preduzimanje posebnih mera pri konstrukciji, upotrebi i održavanju sprava radi sprečavanja pojava ekscenčnih situacija;

— degradacija karakteristika fotokate pri starenju, što uzrokuje potrebu za preduzimanje posebnih mera pri dugotrajnom skladištenju;

— relativno visoka cena (oko 2000 \$) zahteva da se vodi računa o racional-

lizaciji utroška i resursa rezervnih pojačavačkih cevi.

* Karakteristike elemenata optičkog sistema, kao što su lomljivost i negativan uticaj nečistoće.

* Karakteristike spoljašnjih izvora električne energije (akumulatori, baterije), kao što su kapacitet, trajnost i stabilnost.

* Specifičnosti podešavanja i montaže, kao što su visoki zahtevi za čistoću prostora (uticaj vlage i prašine) i preciznost podešavanja (podešenost fokusa, usaglašenost podsklopova, primena specijalnih pribora, alata i postupaka).

Ovi faktori uslovljavaju da se u procesu projektovanja i izrade, upotrebe, održavanja i skladištenja mora voditi posebna briga da bi se obezbedio potreban nivo ispravnosti i gotovosti za upotrebu, kao i ukupnih efekata upotrebe.

Projektovanje i izrada

U procesu projektovanja i izrade pasivnih sprava moraju biti korišćeni osnovni principi koji doprinose jeftinijoj proizvodnji i jednostavnijem održavanju, kroz primenu agregatnog principa u organizaciji održavanja, kao što su:

* modularnost konstrukcije, tako da odabrani podsklopovi čine celinu sa jasno definisanim karakteristikama (moduli) koji omogućuju jednostavno povezivanje sa drugim modulima u funkcionalnu celinu bez posebnih zahteva za dopunska podešavanja pri montaži;

* kompatibilnost konstrukcije, koja treba da omogući jednostavnu zamenu uređaja u sistemu u kome se koristi ili jednostavnu zamenu modula uređaja istog tipa, i korišćenje istih modula u više različitih uređaja;

* primena elektronike, koja treba da omogući funkciju samotestiranja ispravnosti uređaja i pravovremenu signalizaciju kvarova ili istrošenosti potrošivih podsklopova. Pored toga, pri-

menom rešenja koja pruža savremeni stepen razvoja elektronike, treba omogućiti automatizaciju zaštite uređaja od kritičnih uticaja koji izazivaju trajnu degradaciju karakteristika (npr. zaštita od izlaganja fotokatode jakom osvetljavanju ili zaštita od pregrevavanja fotokatode);

* povećavanje pouzdanosti, koje se može postići primenom mera i konstrukcionih rešenja koja doprinose dužem radnom veku (povećanje srednjeg vremena između otkaza-MTBF), kao što su: redundacija (udvajanje) kritičnih podsklopova, korišćenje komponenti sa većim stepenom pouzdanosti, primenom procedure razrade u završnoj kontroli kvaliteta, i sl.

Uporedo sa primenom ovih opštih principa pri konstrukciji i izradi pasivnih sprava mora se voditi računa i o:

— optimizaciji optoelektronskih karakteristika uređaja u pogledu zahtevanog dometa (izbor cevi, izbor i konstrukcija objektivna i sl.);

— izolaciji električnih vodova i zaštiti od proboja visokog napona;

— obezbeđenju hermetičnosti modula i sprave u celini;

— obezbeđenju zaštite unutrašnjosti sprave od prisustva vlage (primena isušivača);

— lakoj rasklopivosti uređaja (primena spojeva sa »o« zaptivkama);

— zaštiti fotokatode od izlaganja dnevnoj svetlosti, posebno kod kombinovanih dnevno-noćnih sprava;

— zaštiti od priključenja izvora sa neadekvatnim polaritetom;

— mogućnosti priključivanja alternativnih izvora napajanja;

— signalizaciji istrošenosti izvora za napajanje;

— zaštiti lomljivih podsklopova i komponenti od mehaničkih uticaja koji se mogu javiti pri eksploataciji (primena elastičnih spojeva koji amortizuju mehanička dejstva ili kompenzuju pojave deformacija u spojevima).

Upotreba pasivnih sprava

Pri upotrebi pasivnih sprava (rukovanje i osnovno održavanje) treba voditi računa o sledećem:

— redovno i pravovremeno čišćenje spoljašnjih optičkih površina;

— u dnevnim uslovima ne sme biti uključeno napajanje cevi a fotokatoda, odnosno ulazni otvor objektiva sprave mora biti zaštićen od dejstva dnevne svetlosti;

— pravovremena kontrola i zamenja izvora za napajanje, kao i provera ispravnosti konektora i prekidača;

— kontrola ispravnosti i pravovremena zamena uloška isušivača;

— pažljivo postupanje pri montaži i demontaži sprava;

— čuvanje sprava u zamračenim i hermetizovanim kutijama, ukoliko se ne koriste.

Kako je za održavanje ispravnosti sprave najkritičnija opasnost od izlaganja fotokatore povećanom nivou osetljivosti, proizvođači pojačavačkih cevi ispituju i deklarišu dozvoljene nivoe osvetljenosti i trajanja izlaganja koji bitno ne ugrožavaju vek trajanja fotokatore. Za cevi I generacije ne dozvoljava se osetljivost fotokatore veća od 25 luksa, a dozvoljava se kratko trajna osvetljenost 5 do 25 luksa u trajanju 10 sekundi ili 0,5 do 5 luksa u trajanju 60 sekundi ili 50 do 500 mililuksa u trajanju 10 min, a pri osvetljenosti fotokatore manjoj od 50 mililuksa vek cevi je 2000 sati. Cevi druge generacije su nešto manje otporne na degradaciju pri izlaganju povišenoj osvetljenosti i za njih se deklariše da trajno mogu biti izloženi osvetljenosti do 10 mililuksa.

Remont pasivnih sprava

Za planiranje i organizaciju remonta i opravki na svim nivoima održavanja značajno je obezbeđenje osnovnih preduslova:

* organizacija opravki na agregatnom principu (zamena sprave isprav-

nom i remont u specijalizovanim radionicama), što znači da treba obezbediti i ešalonirati zadovoljavajući resurs rezervnih sprava;

* remont pasivnih sprava mora da se obavlja u specijalizovanim radionicama u kojima je obezbeđen čist (bez vlage i prašine) i zamračen prostor, a koje su opremljene specijalnim alatima i priborom za podešavanje i kontrolu ispravnosti sprave i podsklopova. Radionicu opslužuje specijalno obučeni i kvalifikovani kadar;

* srednji remont (na nivou zamene modula) može se organizovati i u pokretnim radionicama;

* generalni remont (uz intervencije na modulima npr. remont pojačavača slike) najefikasnije se sprovodi u stacionarnim radionicama ili kod proizvođača.

Pri remontu posebno treba voditi računa o sledećem:

— rasklapanje i sklapanje sprava dozvoljeno je samo u čistom prostoru (bez vlage i prašine);

— demontaža pojačavačke cevi dozvoljena je isključivo kada je cev potpuno razelektrisana (po proteku najmanje 15 minuta od isključenja napajanja);

— pri sklapanju posebno voditi računa o hermetičnosti spojeva;

— pri remontu se mora voditi računa o ispravnosti i istrošenosti resursa upotrebe pojačavačke cevi.

Skладиštenje i konzervacija

Pri skladištenju i konzervaciji pasivnih sprava mora se obezbediti:

* suva i čista atmosfera (najpogodnije je vakuumsko pakovanje sa isušivačem vazduha);

* za dugotrajno skladištenje sprava i pojačavačkih cevi — primena frižera (temperatura — 20°C) zbog produženja životnog veka cevi;

* čuvanje u zamračenom prostoru;

* povremeno uključivanje pojačavača slike (kondicioniranje) zbog regeneracije fotokatore.

Zaključak

Primena pasivnih sprava za izvođenje borbenih dejstava noću i u uslovima ograničene vidljivosti omogućuje znatno povećanje efikasnosti borbenih dejstava u ovim uslovima i uzrokovala je izmene u taktici i doktrini upotrebe oružanih snaga, proširujući vremenski resurs upotrebe i povećavajući dinamiku izvođenja borbenih dejstava. Zbog toga se, u programiranju istraživanja i razvoja, i planiranju opremanja i upotrebe oružanih snaga, mora posvetiti posebna pažnja, kako ostvarivanju mogućnosti što šire primene pasivnih sprava, tako i poznavanju uslova koji ograničavaju njihovu primenu.

Faktori koji ograničavaju ukupne mogućnosti upotrebe pasivnih sprava su brojni, pa se stoga mora posvetiti posebna pažnja obrazovanju starešina i obuci jedinica za primenu pasivnih sprava kako bi se omogućilo optimalno iskorišćenje mogućnosti koje pružaju. Kako se pasivne sprave relativno kratko koriste, u jedinicama ima dosta problema u iskorišćenju ukupnih mogućnosti koje njihova upotreba pruža, kao i veliki nedostaci u organizaciji održavanja. Deo problema vezanih za upotrebu i održavanje pasivnih sprava može se lakše rešiti kroz bliži kontakt raz-

vojnih organa i jedinica korisnika (predavanja, demonstracije mogućnosti, tehničke informacije, nastavni filmovi, i dr.)

Termovizija ne isključuje dalji razvoj i primenu pasivnih sprava. Naprotiv, ovi sistemi za primenu u otežanim uslovima vidljivosti međusobno se dobro dopunjuju.

Kako je ukupna cena pasivnih sprava visoka, iako mnogo niža nego za termovizijske uređaje, a i tehnološka složenost takva da ograničava rasprostranjenost uređaja koji se primenjuju u jedinicama, ne sme se zanemariti ni primena drugih sredstava i postupaka koji podržavaju izvođenje borbenih dejstava noću (taktički postupci u noćnim uslovima, primena veštačkih izvora zračenja — reflektori, pirotehnička osvetljavajuća i obeležavajuća sredstva, i dr.)

Složenost i osetljivost pasivnih sprava zahteva da se u procesu projektovanja, upotrebe, održavanja i skladištenja koristi niz posebnih postupaka koji doprinose ukupnoj ispravnosti sprava i dugotrajnosti ugrađenih komponenti. Obuka jedinica u uslovima primene pasivnih sprava, kako u sopstvenim jedinicama tako i u jedinicama protivnika, mora biti prilagođena specifičnostima upotrebe i mogućnosti pasivnih sprava.

Literatura:

- [1] Schagen P.: »Image converters and intensifiers«, (1975), Journal of Physics E: Scientific Instruments, vol. 8, str. 153—160
- [2] Csorba I. P.: »Recent Advancement in the Image Intensification: The Generation 3 Wafer Tube«, (1979), Applied Optics, vol. 18, No1, str. 2440—2444
- [3] Gardiner F. T. (ed.): »Electro-optics Handbook«, (1965), RCA Commercial Engineering Harisson
- [4] Engstrom R. W.: »Photomultiplier Handbook«, (1980), RCA Corporation, Lancaster
- [5] Wolfe W. L., Zissis G. J. (ed.) »The Infrared Handbook«, (1978), Office of Naval Research, Department of Navy, Washington
- [6] Barrcate F., King D.: »Night Vision Tubes and Solid State Devices«, (1984), Special Electronics, No3/84, str. 45—41
- [7] Bjork L. i sar.: »Collectic System Design Maximizes Night Vision Device Performance«, (1983), Military Electronics/Countermeasures. No feb/83, str. 34—39
- [8] Beach J. B.: »Atmospheric Effects on EO/IR Propagation«, (1980), Defence Electronics, No apr/80, str. 77—85
- [9] Gourley S. R.: »Piercing the Darkness«, (1989), Defence Electronics, No jul/89, str. 85—89
- [10] Parry D.: »Night Vision Techniques and Equipment«, (1989), Armada International, No 2/89, str. 64—72
- [11] Braybrook R.: »A Survey of Modern Night Vision Techniques«, (1984), Armada International, No 3/84, str. 36—46
- [12] Kuhl W.: »Night Vision — Vital Aid to the Modern Army«, (1983), Armada International, Special II, No 5/83
- [13] ...: »Day Sights, Image Intensifiers, Thermal Imagers and Laser Range-finders: A review of British sighting equipment«, (1979), DEFENCE MATERIEL, No jan-feb/79, str. 2—22
- [14] ...: »Obscuration and Night Vision Systems«, (1985), DEFENCE MATERIEL, No sep-okt/85, str. 169—172
- [15] Bhave B. D., Monga J.C.: »A Nomograph for the Estimation of the Field Performance of Active Night Viewing Systems«, (1982), Optics and Laser Technology, No jun/82, str. 155—159
- [16] Monga J. C., Bhave B. D.: »Spectral Matching Consideration of Low Light Level Imaging Systems«, (1984), Applied Optics, vol. 23, No 10, str. 1628—1631
- [17] Holl H.: »Fundamentals of Visibility«, (1977), NTIS ADA 040838.

Određivanje tačkaste ocene parametara početka a eksponencijalne raspodele primenom metode kvantila

Uvod

U praktičnoj problematici pouzdanosti tehničkih proizvoda često se koristi jednoparameterska eksponencijalna raspodela. Međutim, u nekim slučajevima, kao, na primer, u problematici održavanja tehničkih proizvoda (uređaja), primenjuje se eksponencijalna raspodela sa parametrom početka a , gde je $a > 0$, iako u teorijskoj funkciji raspodele stoji da je $a \geq 0$. Da je $a > 0$, u praktičnom smislu, proizilazi iz činjenice da se popravka posmatranog uređaja ne može obaviti pre nekog vremena, koje predstavlja prag ili početak a ; drugim rečima, odbacuje se pojam trenutne popravke uređaja.

U ovom radu predložen je jedan postupak određivanja tačkaste ocene parametra početka, a dvoparameterske eksponencijalne raspodele primenom metode kvantila. Izveden je eksplicitni izraz za \hat{a} , kao i za kvantile \hat{T}_1 i \hat{T}_2 , koji su određeni na osnovu odabranih vrednosti funkcije raspodele $F(t)$:

F_1 i F_2 ($0 < F_1 < F_2 < 1$) i skupa uređenih vrednosti: t_1, t_2, \dots, t_n koja je slučajna promenljiva t uzela u toku nekog eksperimenta.

Praktična primena predloženog postupka određivanja tačkaste ocene \hat{a} ilustrirana je jednim primerom.

Oznake

| | |
|------------------------|---|
| t | kontinualna slučajna promenljiva (k.s.p) |
| n | broj vrednosti k.s.p (veličina uzorka) |
| $f(t)$ | teorijska funkcija gustine raspodele |
| $F(t)$ | teorijska funkcija raspodele |
| a, b | parametar početka, skale, respektivno |
| F_1, F_2 | usvojene vrednosti za $F(t)$ |
| \hat{T}_1, \hat{T}_2 | tačkaste ocene kvantila eksponencijalne raspodele sa parametrom početka a |
| \hat{a} | tačkasta ocena parametra početka a |
| $[Q]$ | celokupna vrednost broja Q |

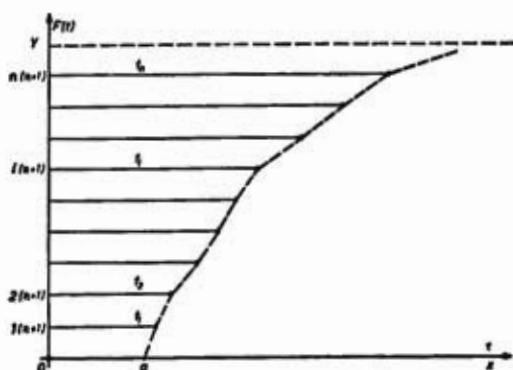
Tačkasta ocena kvantila

Neka je u toku eksperimenta slučajna promenljiva t uzela sledeće vrednosti: t_1, t_2, \dots, t_n , koje su poređane u rastućem poretku, tj.

$$t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_i \leq \dots \leq t_n,$$

gde je n ukupan broj podataka (veličina uzorka). Na slici 1 grafički su prikazani ovi podaci, tako što su vrednosti t_i nanete iznad x-ose na jednakim međusobnim rastojanjima i čiji počeci

se nalaze na y-osi. Redni brojevi podataka naneti na y-osi podeljeni su na $n+1$.



Sl. 1

Cik-cak kriva dobijena spajanjem vrhova vrednosti t_i ($i=1, 2, \dots, n$) naziva se kriva Kveteteleta [2].

Za veliki broj vrednosti n , kriva Kveteteleta skoro se podudara sa krivom funkcije raspodele $F(t)$. To je, u stvari, empirijska ili eksperimentalna funkcija raspodele

Usvojimo sada dve vrednosti funkcije raspodele $F(t)$: F_1 i F_2 ($0 < F_1 < F_2 < 1$) i odredimo odgovarajuće vrednosti kvantila: $T_1 = T_{F_1}$ i $T_2 = T_{F_2}$, na osnovu uređenog skupa podataka $\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, gde je $t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_n$.

Redni brojevi podataka t_i koji odgovaraju usvojenim vrednostima funkcije F_1 i F_2 , određuju se pomoću sledećih izraza:

$$n_1 = [F_1 \cdot n] ; n_1 \geq 1 \quad (1)$$

$$n_2 = [F_2 \cdot n] \cdot n_1 < n_2 < n, \quad (2)$$

gde je:

[Q] celobrojna vrednost broja Q.

To znači da će tačkaste ocene kvantiteta T_1 i T_2 biti jednake vrednostima slučajne promenljive t_i iz skupa uređenih podataka $\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ čiji su redni brojevi n_1 i n_2 , tj.

$$\hat{T}_1 = t_{n_1} \quad (3)$$

$$\hat{T}_2 = t_{n_2}. \quad (4)$$

Zbog zaokruživanja na celobrojne vrednosti, prema izrazima (1) i (2), preporučljivo je usrednjavanje vrednosti ocenjenih kvantila \hat{T}_1 i \hat{T}_2 , pa ih otuda treba određivati pomoću sledećih formula:

$$\hat{T}_1 = \frac{1}{2} (t_{n_1} + t_{n_1} + 1) \quad (5)$$

$$\hat{T}_2 = \frac{1}{2} (t_{n_2} + t_{n_2} + 1) \quad (6)$$

Tačkasta ocena parametra početka

Eksponecijalna raspodela sa parametrom početka data je sledećim izrazom:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-a}{b}\right)} ; t \geq a ; a \geq 0, \quad (7)$$

gde je:

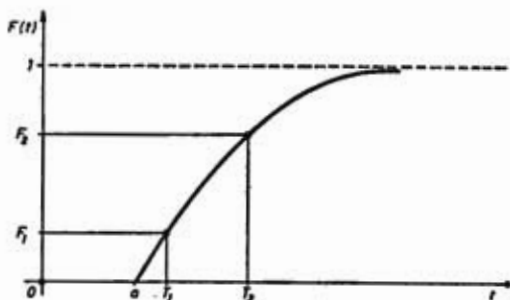
a — parametar početka,

b — parametar skale (razmere).

Grasik funkcije raspodele $F(t)$ dat je na slici 2.

Izraz (7) može se napisati u sledećem obliku:

$$\frac{t-a}{b} = \ln \frac{1}{1-F(t)} = k. \quad (8)$$



Sl. 2

Usvojene su dve vrednosti za funkciju raspodele $F(t) : F_1$ i F_2 , jer ova raspodela ima dva parametra: a i b .

Na osnovu izraza (8) i slike 2 može se napisati sledeći sistem jednačina:

$$\frac{T_1 - a}{b} = 1n \frac{1}{1 - F_1} = k_1 \quad (9)$$

$$\frac{T_2 - a}{b} = 1n \frac{1}{1 - F_2} = k_2 \quad (10)$$

U ovom slučaju, povoljno je usvojiti da je $F_2 = 1 - \frac{1}{e}$, gde je e osnova prirodnog logaritma. Tada izrazi (9) i (10) dobijaju oblike:

$$T_1 - a = bk_1 \quad (11)$$

$$T_2 - a = b \quad (12)$$

Rešavanje sistema jednačina (11) i (12) po a , dobija se tačkasta ocena parametra početka eksponencijalne raspodele:

$$\hat{a} = \frac{\hat{T}_1 - k_1 \hat{T}_2}{1 - k_1}; \quad 0 \leq \hat{a} \leq t_1, \quad (13)$$

Pošto tačkasta ocena parametra početka \hat{a} mora biti veća ili, u nekom slučaju, jednaka nuli, to pri izboru vrednosti za F_1 mora biti ispunjena sledeća nejednakost:

$$\hat{T}_1 \geq k_1 \hat{T}_2 \quad (14)$$

Ilustrativni primer

Pomoću računara generisano je $n=50$ pseudoslučajnih brojeva koji imaju eksponencijalnu raspodelu sa parametrom početka $a=250$ i parametrom skale $b=100$. Ovi brojevi, poređani u rastućem poretku, prikazani su u tabeli.

Primenom izloženog postupka i na osnovu podataka iz tabele, odrediti tačkastu ocenu parametra a .

Rešenje

Najpre se usvoje dve vrednosti funkcije raspodele $F(t) : F_1=0,25$ i $F_2=0,6321$.

Tabela

Pseudoslučajni brojevi t_i koji imaju eksponencijalnu raspodelu sa parametrom početka $a = 250$ i parametrom skale $b = 100$

| | | | | |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. 251,37 | 2. 256,37 | 3. 257,60 | 4. 259,55 | 5. 267,25 |
| 6. 272,93 | 7. 274,04 | 8. 275,79 | 9. 279,64 | 10. 279,66 |
| 11. 281,34 | 12. 283,16 | 13. 283,19 | 14. 284,73 | 15. 285,15 |
| 16. 287,27 | 17. 290,61 | 18. 303,73 | 19. 316,18 | 20. 318,38 |
| 21. 327,59 | 22. 339,09 | 23. 344,51 | 24. 345,69 | 25. 359,75 |
| 26. 365,29 | 27. 365,64 | 28. 369,94 | 29. 376,25 | 30. 376,34 |
| 31. 377,05 | 32. 386,99 | 33. 388,76 | 34. 394,00 | 35. 396,64 |
| 36. 399,99 | 37. 414,81 | 38. 415,82 | 39. 427,62 | 40. 431,99 |
| 41. 436,43 | 42. 454,82 | 43. 456,94 | 44. 457,77 | 45. 475,70 |
| 46. 476,23 | 47. 490,63 | 48. 507,39 | 49. 534,81 | 50. 620,46 |

gde su:

\hat{T}_1 i \hat{T}_2 tačkaste ocene kvantila T_1 i T_2 , a t_1 je najmanja vrednost u skupu uređenih podataka $\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$.

Tačkaste ocene kvantila \hat{T}_1 i \hat{T}_2 određuju se postupkom opisanim u podnaslovu »Tačkasta ocena kvantila«.

Na osnovu ovih vrednosti: F_1 i F_2 i izraza (1) i (2) dobijaju se redni brojevi n_1 i n_2 :

$$n_1 = [0,25 \cdot 50] = 12$$

$$n_2 = [0,6321 \cdot 50] = 31.$$

Pomoću izraza (5) i (6) dobijaju se tačkaste ocene kvantila \hat{T}_1 i \hat{T}_2 :

$$T_1 = \frac{1}{2} (t_{12} + t_{13}) = \frac{1}{2} (283,16 + 283,19) = 283,175$$

$$T_2 = \frac{1}{2} (t_{31} + t_{32}) = \frac{1}{2} (377,05 + 386,99) = 382,02.$$

Zamenom ovih vrednosti tačkastih ocena kvantila \hat{T}_1 i \hat{T}_2 u izraz (13) i koeficijenta $k_1 = -\ln(1 - F_1) = -\ln(1 - 0,25) = 0,2877$, dobija se

$$\hat{a} = \frac{283,175 - 0,2877 \cdot 2382,02}{1 - 0,2877} = 243,25.$$

Ova vrednost tačkaste ocene parametra a je prihvatljiva, jer je ispunjen osnovni uslov:

$$0 < \hat{a} = 243,25 < t_1 = 251,37,$$

Literatura:

[1] P. Chaponille et R. De Pazzis: »FIABILITE DES SYSTEMES«, Masson et Cie, Paris, 1968.

dge je:

t_1 — najmanja vrednost koju je uzela slučajna promenljiva t (prva vrednost u tabeli).

Zaključak

Kao što pokazuje ilustrativni primer, predloženi postupak tačkaste ocene parametra početka a eksponencijalne raspodele daje zadovoljavajući rezultat. To je potvrđeno i na mnoštvu drugih primera koji su urađeni primenom računara. Međutim, treba napomenuti da se za različite vrednosti F_1 dobijaju različite vrednosti za \hat{a} . Uzimajući tako mnoštvo vrednosti koje ispunjavaju uslov $0 < F_1 < F_2 = 0,6321$, dobija se mnoštvo odgovarajućih vrednosti za tačkastu ocenu \hat{a} . Srednja vrednost ovih tačkastih ocena daje dobru tačkastu ocenu za parametar početka a eksponencijalne raspodele.

[2] B. L. Van Der Waerden: »MATHEMATISCHE STATISTIK«, Springer — Verlag, Berlin, 1963.

Uvod

Pod pojmom protivoklopni raketni sistem (u daljem tekstu PORS) podrazumeva se vođena raketa i oprema koja obezbeđuje njeno uspešno lansiranje i vođenje do cilja. Analiza pouzdanosti ovakvog sistema predstavlja složen zadatak, s obzirom na to da je neophodno razmatrati pouzdanost više vrsta podsistema koji nastaju kao proizvod potpuno različitih grana industrije. Pri tome se konkretno razmatraju osobine pojedinih podsistema i sistema u celini, kao što su:

— rad bez otkaza u toku nekog vremena;

— trajnost ili očuvanje radne sposobnosti, uz odgovarajuću upotrebu i održavanje, i

— pogodnost za održavanje, skladištenje i transport.

Polazeći od definicije pouzdanosti kao sposobnosti da uređaj izvršava svoju funkciju u određenom vremenu i uslovima, neophodno je naglasiti dve važne činjenice u analizi pouzdanosti pojedinih podsistema, a to su:

— različito ukupno vreme rada pulta za vođenje i vreme leta rakete, kao i

— različita opterećenja kojima su podvrgnuti pult tokom rada i raketa tokom leta.

Vreme upotrebe rakete, kao što je poznato, treba računati od trenutka lansiranja do trenutka susreta sa ciljem. Ceo prethodni period podeljen je na vreme skladištenja i vreme održavanja. Vreme koje raketa provede izvan magacina, izuzev vremena održavanja, treba, takođe, računati kao vreme skladištenja, ali pod različitim uslovima čuvanja. Za razliku od rakete, koja predstavlja sredstvo jednokratne upotrebe, oprema za lansiranje i vođenje ima duži vek korištenja i trpi mnogo manja opterećenja od rakete u letu.

U ovom članku su na toj osnovi upoređena pojedina konstrukciona rešenja primenjena kod različitih generacija PORS sa ciljem da se istaknu neki važni činioci koji utiču na pouzdanost kompletnog sistema. U tom smislu posebno se analiziraju pouzdanost uređaja za lansiranje i vođenje i pouzdanost vođene rakete.

Pouzdanost opreme za lansiranje i vođenje rakete

Oprema za lansiranje i vođenje rakete kod starijih tipova PORS realizovana je u vidu dve celine: lanser i pult za vođenje. Kod novijih tipova PORS raketa se čuva u kontejneru iz kojeg se i lansira. Hermetičnost kontejnera omogućava bolje čuvanje raketa, što

je naročito važno kada se nalaze van namenskih magacina. Pored toga, smanjeni su zahtevi za održavanjem, jer nije potrebno menjati silikagel (sredstvo za absorpciju vlage iz ambalaže u kojoj se čuva raketa), što je obavezno kod starijih tipova PORS-a. Pre lansiranja kontejner sa raketom postavlja se na konstrukciju koja u sebi sadrži elektroniku pulta za vođenje, tako da lanser i pult čine jednu celinu. Nivo stečenih saznanja, kao i postojeća tehnologija u oblasti mašinstva, obezbeđuju proizvodnju lansera kao sklopa sa visokim stepenom pouzdanosti. Međutim, pult za vođenje zahteva više pažnje u proceni pouzdanosti celog sistema s obzirom na to da sadrži mnoštvo elektronskih komponenata u kojima koja obavljaju specifične funkcije pri različitim opterećenju.

Pri parktičnom izračunavanju intenzitet otkaza svake komponente u osnovi zavisi od:

- električnog opterećenja (snaga i pad napona na pojedinoj komponenti);
- temperature, i
- ostalih opterećenja (mehanička, hemijska, itd.).

Za ocenu pouzdanosti pulta neophodno je napraviti matematički model koji zavisi od same konstrukcije svakog elektronskog sklopa, kao i njihove međusobne povezanosti. Podatke o intenzitetu otkaza pojedinih komponenata moguće je pronaći u standardima kao što je »Military Standardization Handbook 217C, Reliability« (MIL HDBK-217C). Intenzitet otkaza pojedine komponente u opštem slučaju se izračunava prema izrazu:

$$\lambda_i = K_1 \cdot K_2 \cdot K_j \cdot K_n \cdot \lambda_0 \quad (1)$$

gde su:

λ_i — ukupni intenzitet otkaza i -te komponente, usled delovanja različitih faktora;

K_j — koeficijent koji izražava delovanje j -tog faktora na intenzitet otkaza pojedine komponente, i

λ_0 — osnovni intenzitet otkaza pojedine komponente.

U slučaju da svaka komponenta ima konstantan intenzitet otkaza, moguće je uvesti njen matematički model

$$p_i = e^{-\lambda_i \cdot t}, \quad (2)$$

gde p_i predstavlja verovatnoću otkaza konkretne komponente nakon vremena t . Međutim, ukoliko intenzitet otkaza nije konstantan, mora se uvesti novi matematički model. Za slučaj da λ_i raste linearno sa vremenom, taj model bi bio definisan kao [1]

$$p_i = e^{-\lambda_i \cdot t^{1/2}}, \quad (3)$$

Očigledno, za korektnu analizu pouzdanosti pojedinog elektronskog sklopa neophodno je:

— ustanoviti zakonitost promene intenziteta otkaza pojedine komponente, i

— ustanoviti povezanost između otkaza pojedinih komponenata, na osnovu čega se pravi matematički model pouzdanosti konkretnog sklopa.

Kvantitativna analiza pouzdanosti elektronskih sistema predstavlja složenu proceduru koju treba veoma pažljivo provesti da bi se došlo do što realnijih podataka.

Primenjujući podatke date u tabelama standarda iz oblasti pouzdanosti [2], moguće je približno odrediti intenzitet otkaza pojedinih komponenata. Podaci iz ovih tabela poslužiće za uporednu analizu pouzdanosti elektronskog podsistema kod različitih tipova PORS. Ocena intenziteta otkaza pojedine komponente u tom slučaju vršiće se prema izrazu

$$\lambda_i = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \lambda_0, \quad (4)$$

gde su:

K_1 — faktor uslova sredine u kojoj uređaj radi izuzev temperature;

K_2 — faktor opterećenja komponente, i

K_3 — faktor temperature.

Elektronika starijih sistema realizovana je primenom diskretnih poluprovodničkih komponenata, tranzistora, uz upotrebu snažnih elektronskih cevi u izlaznom stepenu.

Noviji sistemi sadrže u sebi integrisana kola koja zahtevaju primenu manjeg broja pasivnih komponenata (otpornika, kondenzatora i zavojnica) u odnosu na elektronske uređaje realizovane sa tranzistorima i elektronskim cevima, što doprinosi ukupnom povećanju pouzdanosti kompletnog bloka elektronike.

U tabeli 1 navedeni su osnovni intenziteti otkaza za pojedine elektronske komponente.

Tabela 1

| Vrsta komponente | λ_e ($10^{-6}/h$) |
|---------------------|-----------------------------|
| TRANZISTORI | |
| Si velike snage | 0.5 |
| Si male snage | 0.05 |
| ELEKTRONSKE CEVI | |
| triode | 19 |
| duple triode | 28 |
| tetrode | 21 |
| pentode | 23 |
| MIKROELEKTRONIKA | |
| Si integrisana kola | 0.2 |

Podaci iz ove tabele očigledno ilustruju u kojoj meri je poboljšana pouzdanost uređaja za vođenje rakete ugradnjom snažnih silicijumskih tranzistora umesto elektronskih cevi u njegovom izlaznom stepenu (λ_e za tranzistore je mnogo manji nego za elektronske cevi).

Obezbeđenje električne energije za napajanje blokova elektronike predstavlja poseban problem. Kod starijih tipova PORS-a korišteni su hermetički niki-kadmijumski akumulatori ukoliko se radi o prenosnoj verziji, odnosno

olovni akumulatori ukoliko je sistem ugrađen na vozilo.

Elektronika novijih PORS zahteva manju količinu električne energije za svoj rad. U skladu sa ovom činjenicom sve više se koriste termičke baterije umesto niki-kadmijumskih akumulatora za njeno napajanje. Termičke baterije predstavljaju hemijske izvore koji zahtevaju poštovanje toplotne energije. To je obezbeđeno samom konstrukcijom baterije koja se aktivira neposredno pre lansiranja rakete. Termičke baterije postižu radni napon za 0,2 do 0,5 sekundi i održavaju ga približno konstantnim u trajanju od 0,5 do 2 minute, u zavisnosti od kapaciteta. Svi proizvođači ovih baterija garantuju rok skladištenja veći od 20 godina bez promene karakteristika [3]. Uvođenjem termičkih baterija eliminisani su problemi kao što je periodično dopunjavanje akumulatora, čime je sistem postao pogodniji za održavanje. Pored toga, obezbeđena je i veća operativna gotovost sistema, jer se uz svaku raketu u kontejner smešta i odgovarajuća termička baterija, pa otkaz napajanja u pojedinom slučaju ne znači i nemogućnost lansiranja ostalih raketa. Stariji tipovi PORS-a zbog toga obavezno imaju i rezervni akumulator.

Deo elektronike nalazi se u samoj raketi. Interesantno je navesti podatke koji izražavaju uticaj sredine na pouzdanost elektronskih komponenata (tabela 2).

Tabela 2

| Uslovi okoline | Koefic. K_1 |
|-------------------|---------------|
| Na tlu, generalno | 1.0 |
| Transport | 3.0 |
| Letelice | 10.0 |
| Rakete | 100.0 |

Očigledno, elektronske komponente ugrađene u raketu su mnogo više opterećene u odnosu na one u sastavu pulta za vođenje, što je u vezi sa samom prirodom leta rakete (izrazita iner-

cijalna opterećenja). Pored toga, postoji i mogućnost znatnog zagrevanja usled rada motora, što se izražava preko koeficijenta K_3 . Međutim, veliko opterećenje je vremenski ograničeno (let traje manje od 30 sekundi), tako da specifična konstrukciona rešenja obezbeđuju pouzdan rad ugrađene elektronike tokom leta rakete.

Pouzdanost vođenih raketa

Pojedine karakteristike raketa, tokom njihovog veka, moraju ostati u granicama određenih tolerancija. Polazeći od toga, analiziraće se pojedini faktori čije delovanje postoji tokom skladištenja, ili se javlja pri eksploataciji, i njihov uticaj na pouzdanost samih raketa. Let rakete sastoji se od tri osnovne faze: lansiranja, leta do cilja i dejstva po njemu. U tom smislu biće analizirani mogući problemi u svakoj od ovih faza.

Uspešno poletanje rakete zavisi od pravilnog rada startnog motora. U trenutku paljenja, u njegovoj komori dolazi do nagle promene pritiska i temperature. Paralelno sa tim ispoljava se snažno dejstvo inercionih sila usled velikog ubrzanja pri poletanju. Sve to predstavlja specifičan šok za gorivo, kao i ostale podsisteme na raketi. Radi ilustracije ovog problema, treba istaći da maksimalni pritisak u komori motora nastaje u stotom delu sekunde.

Opterećenja u startnom i marševskom motoru su različita. Vreme rada startnog motora je mnogo kraće, a pritisak znatno viši, jer je neophodno obezbediti snažan potisak za savladavanje inercijalnih sila. Promene pritiska u komori marševskog motora treba da budu što manje radi ujednačenog leta rakete. Samo opterećenje traje duže, što znači da je okolina marševskog motora izložena povećanom zagrevanju.

Gorivo marševskog motora, valjkastog oblika, zaštićeno je posebnim omotačem, inhibitorom, sa svih strana,

osim na bočnoj strani koja je bliža mlaznici. Time je obezbeđeno ravnomerno sagorevanje i stabilan rad motora.

Tokom skladištenja dolazi do promene temperature, što ima određeni uticaj na spoj inhibitora sa površinom goriva. Zbog različitih modula elastičnosti nastaje različita naprezanja u materijalima od kojih su napravljeni gorivo i inhibitor. To može izazvati odvajanje inhibitora od goriva. U tom slučaju, površina sagorevanja nije konstantna, što dovodi do progresivnog gorenja i narastanja pritiska u komori tokom rada motora. Na ovaj način motor može da eksplodira za vreme leta, čime je onemogućeno izvršenje zadatka za koji je raketa namenjena. Verovatnoća da dođe do odvajanja inhibitora od zidova goriva raste sa učestanošću i veličinom promene temperature okoline. Očigledno, često promene temperature u toku skladištenja smanjuju pouzdanost marševskog motora.

Struktura goriva se menja tokom vremena, što predstavlja dodatni faktor rizika. Fenomen starenja još uvek je nedovoljno ispitan. Teško je uočiti uzročno-posledične veze zbog istovremenog delovanja mnogih faktora u ovom procesu. [4]

Paralelno sa paljenjem motora vrši se aktiviranje trasera i armature upaljača. Nefunkcionisanje trasera ne utiče direktno na let rakete, ali zbog nemogućnosti njenog praćenja od strane operatora kod ručno vođenih raketa, u velikoj meri se smanjuje verovatnoća uspešnog vođenja do cilja. Operator jednostavno neće moći da je vidi.

Neuspelo aktiviranje armature upaljača u potpunosti onemogućava dejstvo bojne glave po cilju. Za aktiviranje eksplozivnog punjenja kod protivoklopnih raketa primenjuju se piezoelektrični upaljači. To su veoma brzi upaljači, jer se gotovo trenutno aktiviraju, pa su pogodni za kumulativne bojne glave. Pravovremeno aktiviranje bojne glave, u ovom slučaju, od velike je važ-

nosti za ukupan efekat kumulativnog mlaza po cilju.

Poznato je da probojnost kumulativnih bojnih glava zavisi od oblika i energije mlaza metala koji se formira nakon aktiviranja detonatora. Kasnije aktiviranje dovelo bi do susreta kumulativnog mlaza sa preprekom pre nego što se završi proces njegovog formiranja, usled čega se smanjuje probojnost. To direktno smanjuje verovatnoću uništenja cilja.

Piezoelektrični upaljači napravljeni su od materijala koji reaguju na mehanička opterećenja, generišući razliku potencijala na opterećenim površinama. Ova pojava veoma je izražena kod pojedinih kristala. Veliki pritisak, kome je izložen kristal piezoelektričnog upaljača pri udaru projektila u prepreku, mogao bi da dovede do drobljenja kristala. Radi sprečavanja ove pojave, valjkasti komadi kristala stavljaju se između diskova napravljenih od aluminijuma, čime je smanjena mogućnost oštećenja upaljača pre nego što obavi svoju funkciju. Pored konstruktivnih detalja, pouzdanost aktiviranja detonatora, a time i bojne glave, povećava se ugradnjom većeg broja upaljača koji su simetrično raspoređeni u odnosu na uzdužnu osu rakete. Time se smanjuje zavisnost uspešnog aktiviranja od ugla pod kojim projektil udara u prepreku.

Pored visokog stepena pouzdanosti, uočena je i jedna mana kod piezoelektričnih upaljača. Postojanost zahtevanih karakteristika kristala pri skladištenju upaljača u otežanim uslovima nije poznata. Povišena temperatura i njena česta kolebanja izazivaju promenu osobina ugrađenih kristala. Njihove osobine u pogledu otpornosti na starenje još nisu u potpunosti utvrđene. [3]

U dosadašnjem tekstu nije analizirana pouzdanost PORS s obzirom na primenjene principe vođenja rakete do cilja. Za sisteme takozvane »prve generacije« karakteristično je ručno vo-

đenje. Operator prati kretanje rakete i cilja uočavajući veličinu ugaonog odstupanja pravca leta od linije cilja. U zavisnosti od toga zadaje se potrebna komanda preko ručice za upravljanje (komandne palice) na pultu.

Kod sistema »druge generacije« (poluautomatskih sistema) zadatak operatora je jednostavniji. Od njega se zahteva da stalno prati kretanje cilja, pokrivajući njegov lik končanicom nišanske sprave, što je daleko jednostavnije u odnosu na ručno vođenje rakete. Odstupanje pravca leta rakete od linije cilja meri specijalno konstruisan optoelektronski sistem. Veličina signala vođenja direktno je proporcionalna izmerenom odstupanju, usled čega je vođenje postalo kvalitetnije, a verovatnoća pogotka cilja veća u odnosu na sistem prve generacije.

Manji zahtevi koji se postavljaju pred operatora omogućili su da se povećava brzina poluautomatski vođenih raketa za više od 50%, čime je smanjeno vreme leta. To u izvesnoj meri dodatno utiče na poboljšanje efikasnosti celog sistema.

Međutim, treba imati u vidu i jednu manu kod sistema »druge generacije«. S obzirom na to da se položaj rakete određuje detekcijom zračenja IC fara na njoj, postoji mogućnost ometanja rada sistema vođenja. Zbog toga je dalji pravac razvoja PORS usmeren ka adaptivnim sistemima i rešavanju problema zaštite od ometanja.

Održavanje pouzdanosti PORS-a tokom skladištenja, transporta i eksploatacije

U skladu sa zahtevom da se postigne što veći nivo pouzdanosti, nameće se pitanje: »Šta učiniti u jedinicama da se obezbedi maksimalna gotovost i pouzdan rad PORS?«

Pre svega, neophodno je postojanje odgovarajućeg nivoa znanja ljudstva koje rukuje ovom tehnikom. Na

taj način izbegavaju se posledice nepravilnog rukovanja.

Potrebno je obezbediti adekvatno skladištenje projektila. Pri tome posebno treba obratiti pažnju na temperaturne uslove i stepen vlažnosti u magacinima.

Treba izbegavati premeštanje i transport raketa bez velike potrebe.

Bojna gađanja trebalo bi da budu organizovana uz obavezno prisustvo najstručnijih lica iz jedinice po pitanju raketne tehnike, kako bi se formirali kvalitetni izveštaji u slučaju nestandardnog ponašanja neke od lansiranih raketa. Kvalitet takvih izveštaja značajan je sa aspekta uočavanja problema, planiranja i izvođenja akcija radi otklanjanja eventualnih nedostataka na kompletnoj seriji raketa.

Pojedini delovi raketa su nedostupni radi provere njihovog tehničkog stanja (gorivo motora, piropatrone armature, upaljači, i slično). Razna ispitivanja radi sticanja saznanja o mogućnosti upotrebe pojedinih količina raketa, s obzirom na vreme i uslove njihovog skladištenja, bila bi moguća ukoliko se obezbedi dovoljan broj uzoraka koji bi se čuvali pod istim uslovima kao i rakete. Uz sve to, neophodno

je ažurno vođenje predviđene dokumentacije, jer samo na taj način može se doći do valjanih podataka o mogućnosti njihove upotrebe.

Pored toga, neophodno je i redovno održavanje PORS na svim nivoima. Redovni tehnički pregledi omogućavaju pravovremeno uočavanje i otklanjanje tehničkih nedostataka, što značajno doprinosi povećanju gotovosti sistema.

Zaključak

Ovim člankom istaknuti su pojedini prisutni problemi sa namerom da se skrene pažnja na važnost pravilnog odnosa prema sredstvima iz okvira PORS, kako bi se obezbedila njihova maksimalna pouzdanost. Proračun nivoa pouzdanosti konkretnog sistema zahtevao bi složenu proceduru, kao i posedovanje brojnih podataka o intenzitetu otkaza sastavnih elemenata koji se u potpunosti razlikuju po svojoj nameni, tehnologiji izrade, opterećenju, itd. Zbog toga je data samo uporedna analiza pojedinih parametara koji govore o prednostima i manama pojedinih rešenja.

Literatura:

- [1] Muždeka dr. Slobodan: LOGISTIKA — LOGISTICKO INŽENJERSTVO — pouzdanost, pogodnost za održavanje, gotovost, integralno tehničko obezbeđenje; skripta; Vojna štamparija Split, 1981, strane 26—70.
- [2] Military Standardization Handbook 217C, Reliability.

- [3] Kršić dr. Nikola: OSNOVI KONSTRUIRANJA UPALJACA, VINC, Beograd, 1986, strane 71—78.
- [4] Jugoslovenski komitet za eksplozivne materije, ZBORNIK RADOVA, XVI Simpozijum o eksplozivnim materijama; Vogošća, 29 — 31. 05. 1986.

Mr Rade Stanković,
kapetan I klase, dipl. inž.

Samir Šehović,
poručnik, dipl. inž.

Kvalitativna i kvantitativna analiza stabla otkaza tehničkih sistema

Uvod

Stablo otkaza predstavlja logički dijagram kojim se opisuju događaji i uslovi koji uzrokuju pojavu vršnog događaja, otkaza sistema. Koristi se za određivanje uzročnih veza koje dovode do datog opasnog (havarijskog) stanja sistema. Ovo stanje je konačni (vršni — top event) događaj stabla otkaza. To je jedno od mogućih stanja sistema za koji postoji razlog za istraživanje. Složeniji sistemi mogu imati mnogo različitih konačnih događaja, a time i odgovarajućih stabala otkaza. Analiza stabla otkaza zasnovana je na deduktivnom zaključivanju uz primenu Booleanove algebre. Osnovna prednost ove metode u odnosu na druge je u tome što se analiza ograničava na otkrivanju samo onih elemenata sistema i događaja koji uzrokuju konkretan otkaz sistema. Zbog toga je stablo otkaza i njegova jasna grafička interpretacija efikasno sredstvo za komunikaciju specijalista. Metoda je posebno dobila na značaju i masovno se počela koristiti s razvojem informatičke tehnologije i računara. Strukturnu formalizaciju konstrukcije stabla otkaza izvršio je David Hansl 1965. [1]. Kasnije je razvijen niz programa za automatiziranu konstrukciju stabla otkaza pomoću računara CAT (Computer Aided Construction of Fault Trees), određivanje mini-

malnih havarijskih kombinacija MOCUS (Minimal Option Cut Sets), kvalitativnu ocenu pokazatelja — koeficijenta gotovosti i koeficijenta zastoja sistema, očekivanog broja otkaza i opravki uslovnog intenziteta otkaza, itd. (KIT, KIT-1, KIT-2), ocenu značajnosti havarijske kombinacije (IMPORTANCE), itd. Korišćenjem ovih programa kasnije su izrađeni softverski paketi, kao što je, na primer, TREE — MASTER koji je prilagođen za primenu na PC računarima. Za grafičko predstavljanje stabla otkaza koriste se standardizovani grafički simboli: simboli za događaje, simboli za logičke kapije i simboli za prenos.

Radi automatizovane analize stabla otkaza na Katedri transporta VVTS izrađen je softverski paket koji omogućuje kvalitativnu i kvantitativnu analizu i određivanje značajnosti događaja i havarijskih kombinacija.

Kvalitativna analiza stabla otkaza

Kvalitativnom analizom određuju se oblici i uzroci otkaza na svim nivoima, od elementa do realizacije vršnog događaja (otkaza sistema). Pod događajem se podrazumeva moguć uslov ili moguće stanje elementa ili funkcije nekog procesa.

Realizacija vršenog (top) događaja može biti uzrokovana otkazom jednog ili više elemenata. U stablu otkaza oblici otkaza sistema jasno se mogu odrediti korišćenjem principa havarijskih kombinacija.

Havarijska kombinacija je kombinacija početnih događaja koja uzrokuje realizaciju vršenog događaja. Realizacija svih događaja u kombinaciji sigurno uzrokuje realizaciju vršenog događaja. Obrnuto, prohodna kombinacija je skup početnih događaja koji ne uzrokuju pojavu top-događaja. Ako se nijedan od događaja ove kombinacije ne dogodi, sigurno se neće realizovati ni vršni događaj.

Složeniji sistemi imaju vrlo veliki broj oblika otkaza. Na primer, sistemi koji se sastoje od 40 do 90 elemenata mogu imati stotine hiljada havarijskih kombinacija. To može bitno komplikovati analizu, pa je radi uprošćavanja neophodno smanjiti broj kombinacija. U tom smislu se primenjuje princip minimalnih havarijskih kombinacija (minimum cut set). Minimalna havarijska kombinacija je skup događaja čija realizacija je nužna za pojavu otkaza sistema. Ako se iz minimalne havarijske kombinacije odstrani bilo koji početni događaj, ostali događaji više ne čine havarijsku kombinaciju. Na ovaj način bitno se smanjuje broj havarijskih kombinacija, jer se isključuju sve kombinacije u kojima se događaji ponavljaju.

Problem konstrukcije stabla otkaza svodi se na to da se za konkretan vršni događaj definiraju sve minimalne havarijske kombinacije. Već za malo složene sisteme, izrada stabla otkaza sa minimalnim presekom havarijskih kombinacija, bez korišćenja računara, predstavlja mukotrpan i dugotrajan rad. Zbog toga je urađen softverski paket »STABLO«, korišćenjem programskog jezika TURBO PASCAL 5.0 na računaru PC M290 koji omogućuje:

- formiranje tablica rešenja;
- uprošćavanje tablica rešenja;

— formiranje tabele kritičnih prelaza;

— formiranje datoteke minimalnih havarijskih kombinacija;

— formiranje datoteke parametara za kvantitativnu analizu stabla otkaza, i

— izlaz na video ekran i printer.

Za konstrukciju stabla otkaza nužno je savršeno poznavanje razmatranog sistema.

Jedan sistem (sklop) može imati jedan ili više vršnih događaja. Svaki vršni događaj uslovljen je realizacijom događaja na nižim nivoima do elementa, pa se za svaki vršni događaj konstruiše posebno stablo otkaza. Primer jednog top-događaja sistema za kočenje motornog vozila jeste smanjen moment kočenja između doboša i obloge papuče.

Tablica rešenja je jedna od sistematizovanih pristupa za automatizovanu konstrukciju stabla otkaza [1]. Tablice rešenja sastoje se od jednog ili više ulaznih događaja i jednog i samo jednog izlaznog događaja.

Kao izlazni događaj uvek se koristi parametar koji čini vezu između dva elementa. Ulazni događaji su stanja elemenata i parametara koji imaju direktan uticaj na stanje izlaznog događaja.

U tablici rešenja formiraju se sve moguće kombinacije stanja ulaznih događaja s logičkim vezama »I«, »I-prioritetno«, »ILI« i »ILI-prioritetno«, a zatim se za svaku kombinaciju određuje stanje izlaznog događaja.

Program »STABLO« ima proceduru za formiranje kombinacija za dati broj ulaznih parametara po pravilima Booleve algebre. Tablice rešenja se formiraju počevši od konačnog događaja, sve dok u tablici kritičnih prelaza ne bude zamenjen i poslednji parametar.

Procedura uprošćavanja tablica rešenja izbacuje sve suvišne kombinacije koje se međusobno sadrže i za kon-

kretni izlazni parametar gradi tablicu minimalnih havarijskih kombinacija. Uprošćavaju se samo tabele čiji ulazni parametri zadovoljavaju n-formu. N-formu zadovoljava onaj parametar koji je zastupljen sa svim mogućim stanjima u kombinacijama date tabele. Samo u tom slučaju taj parametar nije odlučujuće bitan za izlaz konkretne kombinacije, pa se izbacuje iz nje. Procedura formiranja tabele kritičnih prelaza komponuje sve uproštene tablice rešenja u tablicu rešenja kod koje je izlazni parametar vršni događaj. Tablica kritičnih prelaza dobija se isključivanjem svih posrednih promenljivih parametara tablica rešenja do konačnog događaja. Tablica rešenja čiji je izlaz vršni događaj zove se konačna tablica rešenja.

Spajanje kolona, gde se kao ulaz u tabelu kritičnih prelaza javlja isti element ili parametar dva puta, vrši se po posebnim pravilima [1]. Izmene se vrše sve dok u konačnoj tabeli postoje ulazi koji nisu elementi sistema. Kada se i poslednji ulazni parametar u tabeli kritičnih prelaza zameni, dobija se konačna tabela kritičnih prelaza, na osnovu koje se vrši konstrukcija stabla otkaza.

Kvantitativna analiza stabla otkaza

Kvantitativnom analizom određuju se pokazatelji raspoloživosti, pouzdanosti i održavanja sistema.

Za kvantitativnu analizu stabla otkaza izrađen je program »ANALIZA« koji s programom »STABLO« čini paket programa za analizu stabla otkaza. Program »ANALIZA« koristi datoteku o ulaznim parametrima konačne tabele kritičnih prelaza i datoteku sa podacima o havarijskim kombinacijama sistema koji se analizira.

Program omogućuje izračunavanje pokazatelja raspoloživosti, pouzdanos-

ti i održavanja elemenata i strukture sistema. To su:

- pokazatelji procesa opravka-otkaz;
- pokazatelji procesa otkaz-opravka;
- pokazatelji punog procesa;
- pokazatelji za havarijske kombinacije;
- pokazatelji za sistem, i
- značajnost elemenata i havarijskih kombinacija.

Proces opravka-otkaz počinje u trenutku završetka opravke, $t=0$, kada se smatra da element ima iste osobine kao nov i završava se u trenutku ponovnog dostizanja graničnih vrednosti, odnosno otkaza. Pokazatelji pouzdanosti ovog procesa su:

- $R(t)$ — verovatnoća bezotkaznog rada;
- $F(t)$ — verovatnoća otkaza;
- $r(t)$ — intenzitet otkaza;
- $f(t)$ — funkcija gustine raspodele vremena rada do otkaza;
- m_x — srednje vreme rada do otkaza.

Pokazatelji pouzdanosti procesa otkaz-opravka računaju se u programu »ANALIZA« po poznatim jednačinama za Weibullovu raspodelu.

Proces otkaz-opravka počinje u trenutku pojave otkaza elementa ($t=0$), a završava u trenutku završetka opravke. Računaju se sledeći pokazatelji procesa:

- $G(t)$ — verovatnoća opravke u trenutku t ;
- $g(t)$ — gustina verovatnoće opravke;
- $\mu(t)$ — intenzitet opravke, i
- m_r — srednje vreme trajanja opravke.

Vrednosti ovih pokazatelja računaju se prema verifikovanim funkcijama raspodela i odgovarajućim parametrima.

Puni ciklus sastoji se od procesa opravka-otkaz i otkaz-opravka koji se ponavljaju. Pokazatelji punog ciklusa su:

- $A(t)$ — koeficijent gotovosti;
- $Q(t)$ — koeficijent zastoja;
- $\lambda(t)$ — uslovni intenzitet otkaza;
- $w(t)$ — bezuslovni intenzitet otkaza;
- $W(t, t+dt)$ — očekivani broj otkaza;
- $\mu(t)$ — uslovni intenzitet opravke;
- $v(t)$ — bezuslovni intenzitet opravke;
- $V(t)$ — očekivani broj opravke;
- m_o — srednje vreme između otkaza.

Definicije navedenih pokazatelja date su u [1]. Određuju se prema sledećim izrazima:

- uslovni intenzitet otkaza:

$$\lambda(t) = \frac{w(t)}{1 - Q(t)} \quad (1)$$

- bezuslovni intenzitet otkaza:

$$w(t) = f(t) + \int_0^t f(t-u) v(u) du \quad (2)$$

- očekivani broj otkaza u intervalu $(t, t+dt)$:

$$w(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} w(t) dt \quad (3)$$

- uslovni intenzitet opravke:

$$\mu(t) = \frac{v(t)}{Q(t)} \quad (4)$$

- bezuslovni intenzitet opravke:

$$v(t) = \int_0^t g(t-u) w(u) du \quad (5)$$

- očekivani broj opravki:

$$v(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt \quad (6)$$

- koeficijent zastoja:

$$Q(t) = W(0, t) - V(0, t) \quad (7)$$

Osnovni problem javlja se pri određivanju vrednosti bezuslovnih intenziteta $w(t)$ i $v(t)$, odnosno rešavanja integrala (2 i 5).

Korišćenjem transformacija Laplasa, problem se može svesti na algebarske jednačine sa dve nepoznate:

$$\begin{aligned} L[w(t)] &= L[f(t)] + L[f(t)] L[v(t)] \\ L[v(t)] &= L[g(t)] L[w(t)] \end{aligned} \quad (8)$$

Za neke od poznatih funkcija raspodele, funkcija obnavljanja se, međutim, ne može izračunati niti korišćenjem izraza (8) [2], a jedna od tih je Weibullova raspodela.

Zbog toga se za praktičnu upotrebu koriste izrazi za ocenu navedenih funkcija.

Na osnovu teorema [2, 3]:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} [H(t) - t/m_x] = (\sigma^2 - m_x^2)/2m_x^2 \quad (9)$$

dobija se ocena broja otkaza do trenutka t :

$$W(t) = H(t) \cong \frac{t}{m_x} + \frac{\sigma^2 - T^2}{2T^2} \quad (10)$$

pri čemu greška teži nuli ($\epsilon \Rightarrow 0$) kada $t \Rightarrow \infty$.

Verovatnoća da se element u proizvoljnom trenutku vremena t nađe u ispravnom stanju, sa zadovoljavajućom tačnošću, može se odrediti izrazom:

$$\begin{aligned} A(t) = P(u|u_g) &= \frac{1}{m_x + m_r} \int_0^{\infty} R(t) dt = \\ &= \frac{m_x}{m_x + m_r} \end{aligned} \quad (11)$$

Za promenljiv intenzitet otkaza $\lambda(t)$:

$$A(t) = \frac{1}{\frac{m_r}{1} + \lambda(t)} \quad (12)$$

Bezuslovni intenzitet otkaza i opravki:

$$w(t) = \lambda(t) A(t); v(t) = \mu(t) Q(t) \quad (13)$$

Minimalne havarijske kombinacije čine skupove događaja čijom se realizacijom uzrokuje sigurna pojava vršnog događaja. Korišteni su sledeći pokazatelji:

— Q_i^* — koeficijent zastoja:

$$Q_i^* = \prod_{i=1}^n Q_i \quad (14)$$

gde je:

n — broj elemenata minimalne havarijske kombinacije.

— w_i^* — безусловni intenzitet otkaza:

$$w_i^*(t) = \sum_{j=1}^n [1 - Q_j(t)] \lambda_j(t) \prod_{i=j}^n Q_i(t) \quad (15)$$

— λ_i^* — intenzitet otkaza:

$$\lambda_i^* = \frac{w_i^*(t)}{[1 - Q_i^*(t)]} \quad (16)$$

Isti pokazatelji koriste se i za celi sistem. Njihove približne vrednosti dobijaju se iz relacija [1]:

$$Q_s \cong \sum_{i=1}^{N_k} Q_i^*; w_s \cong \sum_{i=1}^{N_k} w_i; \lambda_{is} \cong \sum_{i=1}^{N_k} \lambda_i^* \quad (17)$$

gde je:

N_k — broj minimalnih havarijskih kombinacija.

Pored navedenih pokazatelja procesa za element, minimalne havarijske kombinacije i sistem, program »ANALIZA« omogućuje i ocenu značajnosti

(importance) elemenata i minimalnih havarijskih kombinacija. Ovim pokazateljem ocenjuje se uloga (doprinos) svakog elementa, odnosno minimalne havarijske kombinacije realizaciji vršnog događaja. Na osnovu vrednosti parametra značajnosti mogu se donositi odluke o redosledu dijagnostike stanja, izvršenja postupaka održavanja, i sl., a može biti i osnova za projektovanje i optimizaciju strukture sistema [2].

Problemom određivanja parametra značajnosti bavio se veći broj autora (Birnbbaum, Fussel — Vessele, Barlow — Proschan, itd.) koji su predložili modele za ocenu.

U programu se koristi pristup Fussel-Vesselea po kojem se računa verovatnoća kojom događaj (i) unosi uticaj na otkaz sistema. Polazi se od pretpostavke da i element koji nije kritičan može pridonositi realizaciji otkaza, ako se nalazi u jednom ili nekoliko havarijskih kombinacija [10,40]. Pod pojmom »nije kritičan« podrazumeva se da se obnavljanjem elementa ne utiče na promenu opšteg stanja sistema. Značajnost elementa i minimalne havarijske kombinacije određuju se prema izrazima:

$$I_i^{FV} = \frac{\sum_{k=1}^{k_j} Q_k^*}{Q_s}; \quad I_k^{FV} = \frac{Q_k^*}{Q_s} \quad (18)$$

gde je:

k_j — broj minimalnih havarijskih kombinacija koje sadrže element i.

PRIMER

Korišćenjem komentarisano softvera analizirano je stablo otkaza radne kočnice motornog vozila TAM-5000. Blok-dijagram sistema prikazan je na slici 1. Elementi i parametri sistema, bitni za analizu stabla otkaza dati su u tabeli 1.

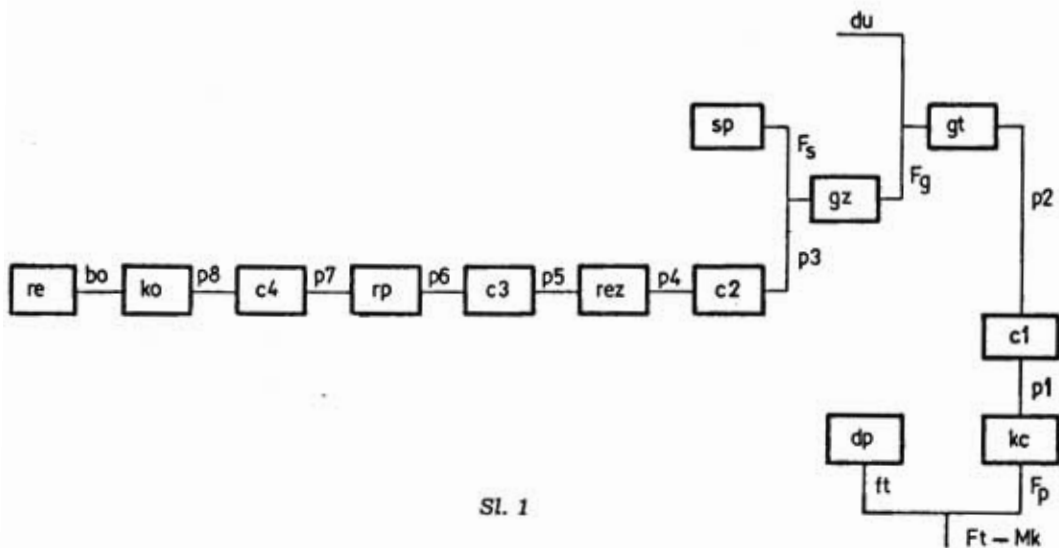
Elementi i parametri sistema za kočnje motornog vozila TAM 5000

| Br. | Naziv | Klasa | Oznaka | Rad. st. | Nepr. st. |
|-----|--|-------|--------|----------|-----------|
| 1. | Br. obrtaja radilice | P | bo | R | S,O |
| 2. | Remen | E | re | R | S,O |
| 3. | Kompresor za vazduh | E | ko | R | I,Z |
| 4. | Pritisak vazduha na izlazu iz kompresora | P | p8 | R | S,O |
| 5. | Cevi: ko-reg. pritiska | E | c4 | R | D,O |
| 6. | Pr. ulaz u reg. prit. | P | p7 | R | S,O |
| 7. | Regulator pritiska | E | rp | R | N |
| 8. | Pr. izlaz iz reg. prit. | P | p6 | R | S,O |
| 9. | Cevi: reg. pr.-rezervoar | E | c3 | R | D,O |
| 10. | Pr. ulaz u rezervoar | P | p5 | R | S,O |
| 11. | Rezervoar | E | rez | R | N |
| 12. | Pr. izlaz iz rezervoara | P | p4 | R | S,O |
| 13. | Cevi: rez.-servo cilindar | P | c2 | R | D,O |
| 14. | Pr. u servo cilindru | P | p3 | R | S,O |
| 15. | Sila na pedali kočnice | P | Fs | R | O |
| 16. | Sistem poluga | E | sp | R | N |
| 17. | Servo cilindar | E | gz | R | Z |
| 18. | Sila na klipu glavnog kočionog cilindra | P | Fg | R | S,O |
| 19. | Glavni kočioni cilindar | E | gt | R | Z,V |
| 20. | Prit. izlaz iz gl. koč. cil. | P | p2 | R | S,O |
| 21. | Cevi: gkcil-koč. cilindri | E | c1 | R | D,V,O |
| 22. | Pr. ulaz u koč. cil. | P | p1 | R | S,O |
| 23. | Kočioni cilindar | E | kc | R | Z |
| 24. | Obloge papuča | E | dp | R | P,I,M,K |
| 25. | Koeficijent trenja | P | ft | R | S |
| 26. | Sila na papuče kočnice | P | Fp | R | S,O |
| 27. | Sila trenja papuče-doboš | P | Ft | R | S,O |

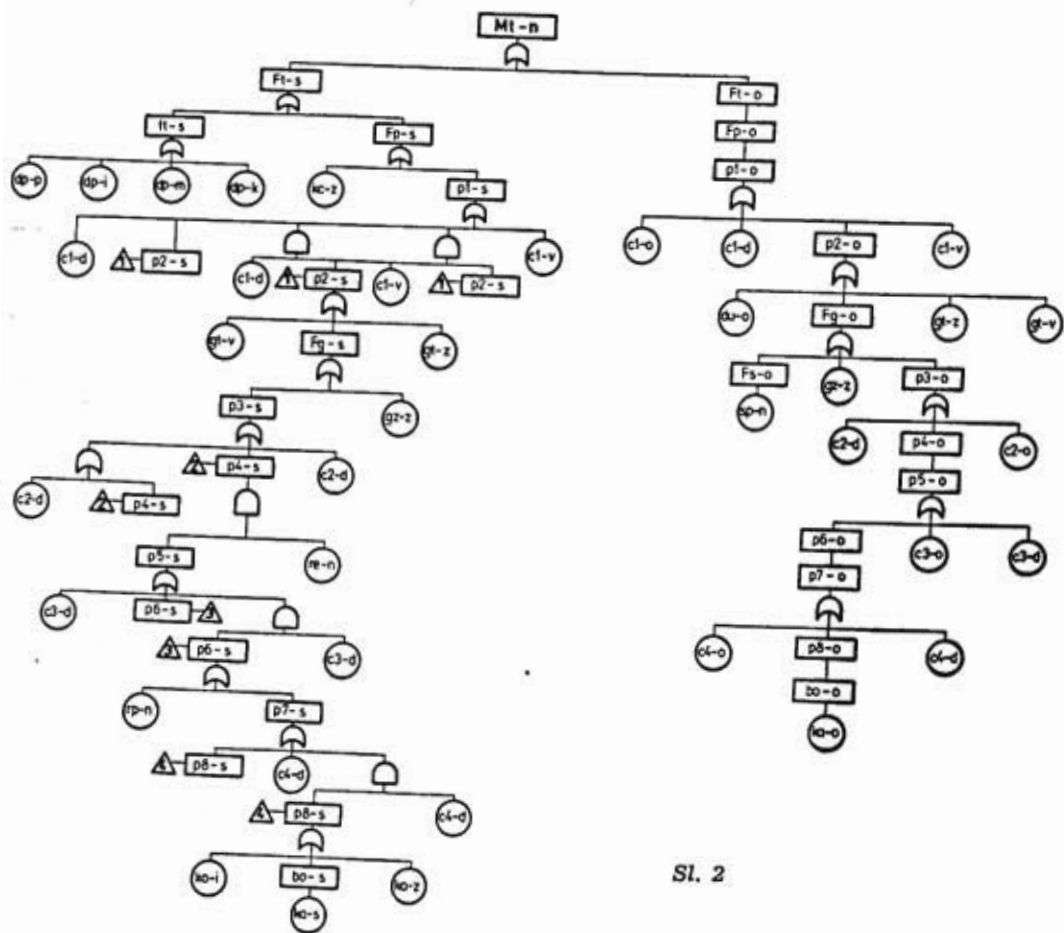
Oznakama P i E definisane su klase ulaznih parametara: »P«— kada je ulazni parametar sistema i »E«— kada je ulazni element sistema.

Oznakama S, I, D, N, Z definisana su stanja izlaznih parametara sa vred-

nostima od dozvoljenih. Oznakom »0« definisano je stanje izlaznog parametara jednako nuli. Oznake P, I, M i K imaju sledeća značenja: P— papuče su pregrejane, I — papuče su istrošene, M — papuče su zamašćene, K — veliki zazor između papuča i doboša.



SL. 1



SL. 2

Fokazatelji za puni proces

| ELEMENT | Q(t) | A(t) | w(t) | v(t) | W(t) | V(t) |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Doboš-papuče:st. | 0.00061 | 0.99939 | 0.00004 | 0.00004 | 0.33313 | 0.33252 |
| Kaiš(remen):st. | 0.00046 | 0.99954 | 0.00011 | 0.00011 | 0.99954 | 0.99909 |
| Kompresor:st. | 0.00016 | 0.99984 | 0.00001 | 0.00001 | 0.09998 | 0.09982 |
| Cevi:kompr.-reg.p:st | 0.00013 | 0.99987 | 0.00002 | 0.00002 | 0.14284 | 0.14271 |
| Regulator pritis.:st | 0.00070 | 0.99930 | 0.00006 | 0.00006 | 0.55517 | 0.55447 |
| Cevi:reg.pr.-rez.:st | 0.00011 | 0.99989 | 0.00002 | 0.00002 | 0.14284 | 0.14273 |
| Rezervoar:st. | 0.00026 | 0.99974 | 0.00001 | 0.00001 | 0.12497 | 0.12471 |
| Cevi:rez.-gkcz.:st. | 0.00018 | 0.99982 | 0.00002 | 0.00002 | 0.14283 | 0.14265 |
| Foluge:st. | 0.00013 | 0.99987 | 0.00001 | 0.00001 | 0.12498 | 0.12486 |
| Gl.koč.cil.zraka:st | 0.00071 | 0.99929 | 0.00003 | 0.00003 | 0.24982 | 0.24911 |
| Dotok ulja:st. | 0.00005 | 0.99995 | 0.00002 | 0.00002 | 0.19999 | 0.19995 |
| Gl.koč.cil.teč.:st. | 0.00082 | 0.99918 | 0.00005 | 0.00005 | 0.39967 | 0.39885 |
| Cavi:gkct.-kc.:st. | 0.00016 | 0.99984 | 0.00002 | 0.00002 | 0.14283 | 0.14267 |
| Koćigni cilindar:st. | 0.00068 | 0.99932 | 0.00005 | 0.00005 | 0.39973 | 0.39904 |

Pri definisanju vršnog događaja nije razmatrano vozilo u interakciji sa okolinom u procesu kočenja već samo parametri kočnica. Zbog toga je kao vršni, definisan događaj: »smanjen moment kočenja između papuča i doboša«.

Kvalitativna analiza stabla otkaza izvršena je korišćenjem programa »STABLO« pomoću kojeg su dobijene uprošćene tablice za sve parametre sistema i konačna tabela kritičnih kombinacija na osnovu koje je konstruisano stablo otkaza razmatranog sistema, slika 2.

Kvantitativna analiza stabla otkaza izvršena je korišćenjem programa »ANALIZA«. Program koristi datoteke podataka o ulaznim parametrima i havarijskim kombinacijama koje formira program »STABLO«. Za sve navedene elemente uneseni su podaci o

srednjim vremenima rada do otkaza i srednjim vremenima stanja »u otkazu«. Kao izlazni, dobijene su tabele pokazatelja gotovosti elementa, havarijskih kombinacija i sistema u celini. U ovom radu prikazani su pokazatelji sistema za puni proces, tabela 2.

Zaključak

Paket programa omogućuje automatizovanu kvantitativnu i kvalitativnu analizu stabla otkaza. S obzirom na to da problem takve prirode zahteva dosta memorijskog prostora, uvedena su ograničenja koja se odnose na broj stanja ulaznih parametara, broj elemenata sistema koji se analizira i broj minimalnih havarijskih kombinacija. Program može raditi sa maksimalno pet stanja ulaznih parametara (jedno rad-

koji se analiziraju i dve stotine havarijskih kombinacija. Navedena ograničenja ne predstavljaju prepreku za kvalitetnu analizu stabla otkaza, jer se sva-

no i četiri otkazna), pedeset elemenata ki element sistema može analizirati odvojeno i dobivena stabla posle toga spojiti u jedno.

Literatura:

- [1] Henley, E. J., Kumamoto, H.: Reliability engineering and risk assessment, ruski prevod, Masinstroenie, Moskva, 1984.
- [2] Beichelt, F., Franken, P.: Zuverlässigkeit und Instandhaltung, mathematische methoden, Veb Verlagstechnik, Berlin, 1983.
- [3] Druzinin, G. V.: Nadežnost avtomatizirovanih proizvodstvenih sistem, Energoatomizdat, Moskva, 1986.
- [4] Dhillon, B. S., Singh, Ch.: Engeneering Reliability, New Techniques and Applications, ruski prevod, 1981.
- [5] Rainske, K., Usakov, I. A.: Ocenka nadežnosti sistem s ispolzovanjem grafov, Radio i svjaz, Moskva, 1988.



prikazi iz inostranih časopisa

Cevna oruđa zemaljske artiljerije Savezne Republike Nemačke*)

U naoružanju poljske artiljerije Bundesvera sada se nalaze samohodne haubice kalibra 155 mm i 203,2 mm i vučne haubice kalibra 105 mm i 155 mm. Pri tome veći deo artiljerijskog parka čine samohodne haubice, koje, u poređenju sa vučnim artiljerijskim oruđima, imaju bolju zaštićenost i manevarska svojstva. Sposobna su za izvođenje borbenih dejstava na kontinentalnom zemljištu bez korišćenja sredstava lične zaštite posade. Osim toga, samohodne haubice raspolazu širokim mogućnostima mehanizacije i automatizacije gađanja i punjenja. Osnovni taktičko-tehnički podaci oruđa zemaljske artiljerije Bundesvera navedene su u tablici.

Veći deo samohodne artiljerije čine haubice 155 mm. Već više od dvadeset godina u naoružanju armije SR Nemačke nalaze se samohodne haubice M109, kupljene od SAD, na kojim je firma »Reinmetal« izvršila modernizaciju. Promene i dogradnja izvršena je, uglavnom, tako da su poboljšana balistička svojstva oruđa. Povećan je broj punjenja na osam (8) (kod M.109 bilo

je 7 punjenja), a domet za 1,3 puta. Zahvaljujući zameni klipnog zatvarača klinastim, brzina gađanja se povećala za 1,5 puta. Na modernizovanu samohodnu haubicu, koja je dobila oznaku M109 G (G-Germany) montiran je novi nišan protivavionskih mitraljeza, pribor za zadimljavanje, radio-uređaj i gusenice.

Počev od 1986. vršena je daljna modernizacija haubice M109 G. U novoj varijanti M109A36 izvršena je zamena cevi, čija je dužina iznosila 23 kalibra sa cevi dužine 39 kalibara. Domet haubice sa trenutno-fugasnim granatama povećan je na 24,7 km, a pri korišćenju kasetnih projektila domet iznosi 30 kilometara.

Opremanjem hidrauličnog sistema samohodne haubice novim filtrima, primenom novog hidrauličnog pogona za mehanizam horizontalnog navođenja od tenka LEOPARD-1, novog elektrookidača, kao i montiranjem pribora za dijagnostiku neispravnosti omogućeno je da se poveća pouzdanost i eksploatacione karakteristike haubice.

Automatizirano sredstvo za povezivanje haubice M109A36 sa novim baterijskim automatiziranim sistemom za upravljanje vatrom IFAB obezbedili su,

*) Prema podacima iz časopisa: Tehnika i vooruženje, 1991, No. 11, s. 38—39.

| Osnovne karakteristike | Samohodne haubice | | | Vučne haubice | |
|--|-------------------|---------|--------|---------------|-------|
| | M. 109 G | M110A3G | M110A2 | FH 105 | FH70 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Kalibar oruđa, mm | 155 | 155 | 203,2 | 105 | 155 |
| Masa osnovne granate, kg | 43,5 | 43,5 | 92,5 | 21,06 | 43,5 |
| Početna brzina zrna m/s | 686 | 827 | 770 | 473 | 827 |
| Maksimalni domet, km | | | | | |
| — trenutno-fugasnim zrnom | 18,1 | 24,7 | 24,3 | 14,1 | 24 |
| — trenutno-fugasnim aktivno reaktivnim zrnom | 24 | 30 | 29,1 | — | 30 |
| — najveća brzina gađanja u minuti | 6 | 6 | 1 | 10 | 6 |
| Vozeći komplet, komada | | | | | |
| — ukupno | 28 | 34 | 2 | — | — |
| — od toga u mehanizovanom (automehanizovanom) spremištu | — | 22 | — | — | — |
| Vreme prelaska, u minutama: | | | | | |
| — iz marševskog položaja u borbeni | 1 | 1 | 2,5 | 3—4 | 1,5—2 |
| — iz borbenog položaja u marševski | 1 | 1 | 2 | 3—4 | 1,5—2 |
| Uglovi za vertikalno gađanje u stepenima | | | | | |
| — ispred horizonta oruđa | —5 | —5 | —2 | — | —5 |
| — iznad horizonta oruđa | +75 | +75 | +65 | — | +70 |
| Uglovi horizontalnog gađanja, u stepenima | 360 | 360 | 30 | — | 56 |
| Masa u tonama | 24,5 | 25 | 28,3 | 2,5 | 9,3 |
| Posada (posluga) ljudi | 5 | 6 | 5(8) | 8 | 8 |
| Maksimalna brzina kretanja km/h | | | | | |
| Tehnički radijus kretanja sa jednim punjenjem rezervovara u km | 400 | 350 | 520 | — | — |

kako se tvrdi, smanjenje vremena za pripremu, pa izvršenje gađanja po neplaniranim ciljevima iznosi 3—4 puta. Zamenom starog borbenog kompleta i prelaskom na novi, broj artiljerijskih granata povećan je od 28 na 36 komada. Modernizacijom je, takođe, predviđeno uključanje u američki sistem za snabdevanje rezervnim delovima, smanjenje cene haubice putem zadržavanja niza serijskih proizvedenih sklapajućih delova i sklopova.

Samohodne haubice M110, kalibra 203,2 mm, koje je Bundesver kupio u periodu od 1966. do 1968. u SAD, nalazile su se u naoružanju armije SR Nemačke do 1981. Od 1981. do 1983. sve haubice bile su modernizovane i dobile su oznaku M110A2. Njihovo opremanje novom cevi (dužina 37 kalibara) sa usavršenim uređajima za trzanje i poboljšanje sistema za hlađenje motora omogućili su povećanje dometa gađanja i poboljšanje eksplo-

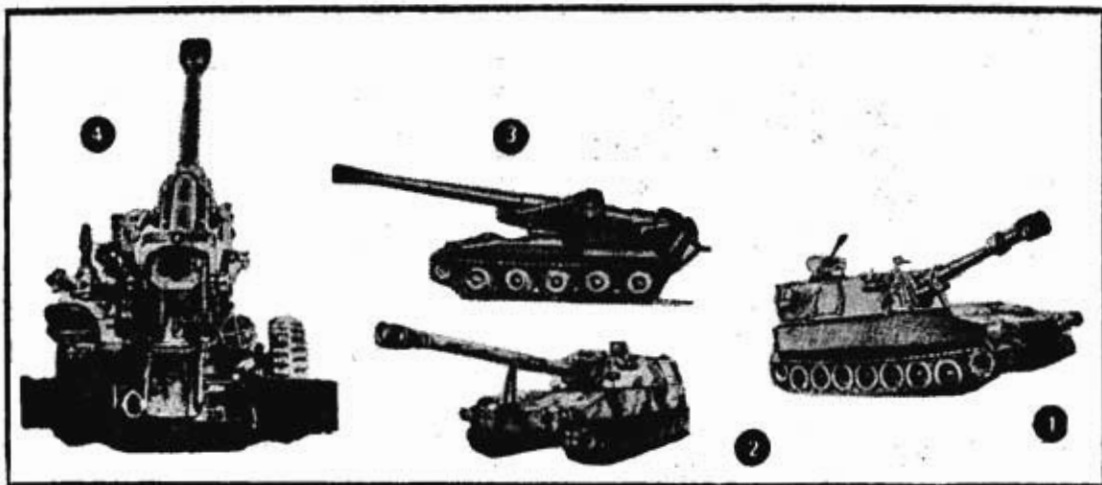
tacionih karakteristika oruđa. Prome-
nom borbenog povećanja količine no-
sećih artiljerijskih granata od 28 na 36
komada.

Uvođenjem u borbeni komplet ka-
setnih granata i vođenih projektila
M712 KOPERHED sa navođenjem na
cilj pomoću laserskih zraka, doprinelo
je, kako se tvrdi, povećanju efikasnosti
uništavanja oklopne tehnike. Po saop-
štenjima strane štampe, zajednička pri-
mena sistema za upravljanje vatrom
TACFAIR kod haubica M110A2 203,2
mm i na nivou baterije sistema BCS,
vreme pripreme za otvaranje vatre po
neplaniranim ciljevima smanjeno je go-
tovo za dva puta, kako sa uređenog po-
ložaja, tako i pri njenom razvoju iz po-
kreta. U skladu sa savremenom kon-
cepcijom razvoja artiljerije Bundesve-
ra, dalje usavršavanje haubice 203,2 mm
više se ne planira, jer se ovaj kalibar
u SR Nemačkoj smatrao neperspektiv-
nim.

Haubica FA105 predstavlja moder-
nizovanu varijantu vučne haubice M101
A1 105 mm, kupljene od SAD 1956.

Modernizacija, koja je izvršena u
periodu od 1962. do 1965. svela se na
zamenu formacijske cevi dužine 23 ka-
libra sa cevi dužine 35 kalibra, oprem-
ljene gasnom količinom na ustima cevi.
Domet formacijskom trenutnofugasnom
granatom je povećan modernizacijom
od 11,3 km na 14,1 kilometar.

Samopokretna vučna haubica FH70
rezultat je zajedničkog razvoja firme tri
zemlje: SR Nemačke, V. Britanije i Itali-
je. Ona je opremljena autofretovanim
cevnim monoblokom sa dvokomornom
gasnom kočnicom, koja amortizuje 35%
čitave energije trzanja. Klinasti polu-
automatski zatvarač otvara se nagore i
opremljen je automatskim uređajem za
paljenje sa 12 detonatorskih cevčica.
Automat obezbeđuje ubacivanje i izba-
civanje ovih cevčica, kao i punjenje u-



Sl. 1 Samohodna haubica M109G 155 mm, 2 Samohodna haubica M109A3G 155 mm
3 Samohodna haubica M110A2 203 mm, 4 Vučna haubica FH70 155 mm

Od vučnih oruđa zemaljske artilje-
rije u naoružanju divizija i brigada Ko-
pnene vojske Bundesvera nalaze se dve
vrste kalibra haubica: FH70 155 mm
(ima i mehanizam za samostalno kre-
tanje na zemljištu) i FH105 105 mm.

darača, što zajedno sa novim uređajem
za punjenje garantuje visoki tempo ga-
đanja. Motor za samostalno kretanje
omogućava postizanje brzine od 16 ki-
lometara. Haubica je sposobna da sa-
vладаje uspon do 34°. Pomoću hidrau-

ličnog pogona vrši se upravljanje točkovima lafeta pri samostalnom kretanju, podizanje i spuštanje lafeta i oslone ploče, okretanje točkova za razmičanje krakova lafeta, njegovo podizanje i spuštanje.

Počev od 1987. u okviru nacionalnog programa PH2000 radi se na razvoju perspektivne samohodne haubice, kalibra 155 mm. Kako smatraju, novo oruđe znatno će prevazići haubice koje se sada nalaze u naoružanju, kako po dometu, brzini gađanja, otpornosti na bojnom polju i zameniče, pre svega, vučna oruđa, a zatim i samohodna oruđa različitih kalibara.

M.M.

Globalni pozicioni sistem i selektivnost — vojni aspekt*)

Uvod

Odmah posle uspostavljanja selektivnosti u okviru globalnog pozicionog sistema (u daljem tekstu GPS), Ministarstvo odbrane SAD (DoD — Department of Defense) pretrpelo je znatnu kritiku. U ovom članku član Komande za borbena dejstva na širokom prostoru na primeru »Pustinjske oluje« objašnjava razloge nastanka politike »selektivnosti« (SA — selective availability) u razvoju GPS-a.

Razvoj GPS-a

Na temeljima već razvijenog »Transit« satelitskog navigacionog sistema u drugoj polovini 1960, mornarica i vazduhoplovstvo SAD, nezavisno jedno od drugog, nastavili su istraživanja radi poboljšanja i unapređenja sistema održavanja vremena i navigacije. Komanda mornarice je svoje snage, uglavnom,

skoncetrisala na razvoj visokostabilnih oscilatora, sistema za prenos podataka i dvodimenzionalnu navigaciju. Ovaj program razvoja mornaričkih snaga poznat je pod imenom TIMATION. Za razliku od napora mornarice, Komanda vazduhoplovstva usmerila je svoje snage, uglavnom, na trodimenzionalnu navigaciju u okviru projekta 621B. Aprila 1973. ove dve komande ujedinile su svoje napore u ovim oblastima u nameri da razviju jedinstven sistem, poznat pod imenom Odbrambeni navigacioni satelitski sistem (DNSS — Defense Navigation Satellite System).

Za nosioca novonastalog projekta određene su vazduhoplovne snage. Daljim unapređenjem i izmenama projekat dobija konačan naziv Navstar Globalni Pozicioni Sistem ili Navstar GPS. Odmah nakon početnih koraka, u razvoju sistema istaknute su značajne prednosti GPS-a u odnosu na dotadašnje sisteme. Preciznije bombardovanje, ušteda goriva i veća efikasnost borbenih dejstava bili su samo neke od prednosti koje pruža nova tehnologija. Pošto su ove prednosti vremenom postale tako očigledne, postavilo se pitanje da li i neprijatelj, s obzirom na slobodnu emisiju GPS podataka, može, takođe, iskoristiti pogodnosti GPS-a u borbi protiv snaga SAD. To je bio signal da se pod hitno formira posebna služba sa zadatkom da isključivo snagama SAD i njihovim saveznicima omogući pristup najtačnijim GPS podacima, ujedno nazvavši ovaj pojam preciznom službom pozicioniranja (PPS — Precise Positioning Service). Ovaj nivo obezbeđuje tačnost pozicioniranja u radijusu od 16 m.

Manje tačan, ali još uvek veoma koristan nivo tačnosti definisan je kao služba standardnog pozicioniranja (SPS — Standard Positioning Service). Ovaj nivo tačnosti dostupan je civilnim korisnicima sa definisanom tačnošću od 500 m u horizontalnoj ravni u 95% vremenskog intervala.

*) Prema podacima iz časopisa »GPS WORLD«, juli/avgust 1991.

Nekoliko godina kasnije, tačnije 1982. godine, razvijen je jedan bezbednosni plan radi sprovođenja unapred definisane politike zaštite interesa SAD. Telo koje je imalo zadatak sprovođenja ove politike sačinjavali su: predstavnici ministarstva odbrane, neke vojne službe, odeljenje vrhovnog štaba, obaveštajne agencije i odbrambena topografska agencija (DMA). Ovo telo odmah je preporučilo da tačnost SPS službe bude na nivou 100 m sa mogućnošću njegove degradacije u slučaju ugrožavanja nacionalne bezbednosti SAD.

DoD je 28. jula 1983. objavio promenu politike u smislu dovođenja SPS službe na nivo od 100 m, dok je PPS služba uglavnom bila omogućena isključivo vojnim korisnicima, izuzev nekih specijalnih civilnih savezničkih institucija.

Komercijalna avijacija, kao jedna od najzainteresovanijih strana ove tehnološke novine u navigaciji, bila je potpuno zadovoljna ovom promenom. Međutim, kasnije, sa razvojem potencijala komercijalne avijacije preciznost pozicioniranja sve više dolazi do izražaja. Tako, kada je DoD marta meseca 1990. uveo SPS, rasprava oko »selektivnosti« ima sve više sagovornika.

Pojam selektivnosti

Selektivnost je tehnika kojom se isključivo oružanim snagama SAD i njihovim saveznicima obezbeđuju precizni GPS podaci. Selektivnost se sprovodi kroz tačnost emitovane pozicije satelita ili tačnost podataka satelitskog časovnika u emitovanoj navigacionoj poruci. Mogućnost prihvatanja ovako pročišćenih podataka ostvaruje se isključivo preko posebnih prijemnika koji imaju mogućnosti dešifracije odraslih signala. Iako je SPS daleko nepreciznija u odnosu na PPS, predsednik SAD u slučaju nacionalne opasnosti može zahtevati degradaciju SPS.

Potreba za selektivnošću

Značaj primene selektivnosti vezan je za način njenog korišćenja. Rat u Persijskom zalivu dao je izvanrednu šansu SPS-u da pokaže svoju punu vojnu primenu. Jedno od najvažnijih polja primene GPS-a bila je zemaljska navigacija.

GPS u zemaljskoj navigaciji (orientacija)

Od samog početka operacija u Zalivu bilo je jasno da postojeći kartografski materijali ne mogu zadovoljiti sve potrebe i biti korisna podloga za brz i lak manevar snaga. Odjednom, potražnja za GPS prijemnicima postala je veoma aktuelna. Zbog ograničenog broja već postojećih prijemnika sa PPS mogućnostima odgovarajuće službe Armije SAD podnele su zahteve nekim civilnim firmama za nabavku nekoliko hiljada komercijalnih, lakih i malih GPS prijemnika (SLGR — Small, Lightweight Global Receivers). Prvim SLGR bile su snabdevene posade 7. i 18. vazduhoplovnog korpusa, a oni su, takođe, fiksirani na veoma pokretna vozila (tzv. humvees), helikoptere, tenkove i druga vozila. SLGR su, takođe, posedovali i vojnici što im je dosta pomagalo prilikom kretanja po terenu. Veći broj izveštaja sa ratišta govore o velikoj pomoći GPS-a prilikom iznenadnih gubitaka informacija o položaju nekih jedinica. Posade mnogih jedinica zahtevale su da budu snabdevene sa SLGR pre stupanja u borbena dejstva na nepoznatoj teritoriji. Koristeći GPS, mnoge jedinice su vršile izviđanja, vatrene podršku, pretraživanja i spasilačke akcije i mnoge druge zadatke sa većom tačnošću nego koristeći neke druge terestričke sisteme. General Norman Schwarzkopf, na jednoj od svojih kratkih konferencija za štampu, istakao je određene uspehe svojih jedinica, pre svega, avijacije u brzim bočnim zaovertima duboko unutar iračke terito-

rije, što je, pored ostalog, i posledica uspešne primene GPS-a, što je kasnije kroz analize istaknuto.

GPS u gađanju ciljeva u vazdušnom prostoru

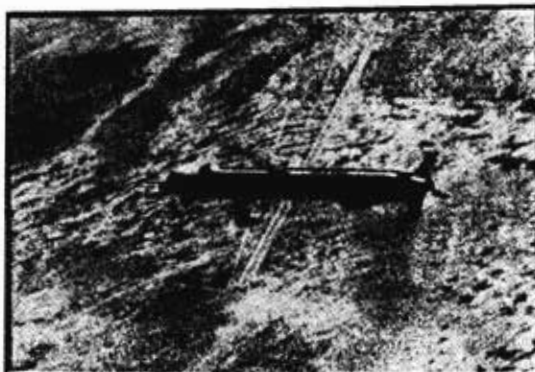
Borbene operacije u vazdušnom prostoru takođe su bile obilato obeležene primenom GPS-a. Čak su i TV posmatrači širom sveta bili svedoci uspešnog lansiranja i pogadanja sa precizno vođenim projektilima. Ti projektili bili su daljinski vođeni ka ciljevima uz pomoć lasera i uz primenu GPS-a. Zemaljski projektili dugog dometa koje je koristila mornarica SAD u napadima na iračka postrojenja su daljinsko vođeno oružje koje koristi GPS podatke dobijene od letelica iznad teritorije cilja. Zahvaljujući preciznim GPS podacima, vazduhoplovi su bili u mogućnosti da precizno lansiraju projektele van domašaja protivavionske odbrane. Većina letelica F-16 bila je opremljena pored internacionalnih sistema i sa GPS uređajima.

GPS prijemnicima bili su opremljeni i B-52 i britanski GR-1 Tornado lovci-bombarderi. U vazdušno-kopnenim borbenim operacijama GPS je imao dvostruku ulogu. Skoro svaka vazduhoplovna jedinica veze (ALO — Air Liaison Officer) u sastavu kopnenih snaga bila je snabdevena PPS, GPS prijemnicima. Namena ovih jedinica bila je da koordiniraju blisku vazdušnu podršku (CAS — close air support) sa pokretima kopnenih snaga, što se prema analizama ispostavilo kao veoma korisno.

Bojno polje budućnosti

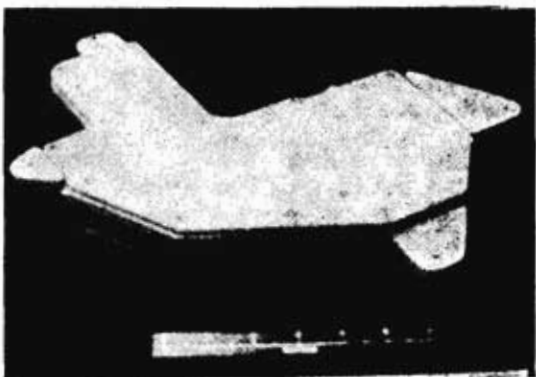
Precizni i pravovremeni GPS podaci obezbeđuju značajnu vojnu pomoć. Obezbeđujući takve podatke bez restrikcija u smislu tačnosti, jedinicama koje učestvuju u borbenim operacijama pružaju se velike pogodnosti. Uz pomoć

GPS, projektili tipa Scud bili bi znatno veća pretnja u budućem ratu.



Sl. 1 Tomahavk — zemaljski ofanzivni projektil, adaptiran za potrebe ugradnje GPS uređaja

Stoga uvođenje SA znatno umanjuje moć neprijatelja SAD u preciznom i efikasnom izvođenju borbenih dejstava. SA omogućava SAD i njenim saveznicima dobijanje preciznijih podataka o položaju, brzini i vremenu, u odnosu na protivnika.



Sl. 2 Petokanalni GPS prijemnik kao sastavni deo sistema za navođenje

Selektivnost i diferencijalni GPS

Mnogi korisnici GPS tehnologije skloni su da tvrde da je SA nemoćna u odnosu na diferencijalni GPS (DGPS), jer je ovaj zadnji u stanju da lako otkloni sve nedostatke izazvane prime-

nom SA. Međutim, Ministarstvo odbrane SAD svesno je moći DGPS-a, ali i pak smatra da DGPS sam po sebi nije razlog da se napusti politika SA.

Razlog ovakovom razmišljanju jeste u činjenici da svi oni koji žele razviti DGPS moraju biti spremni na velika finansijska ulaganja i neke druge tehničke poteškoće. Neki korisnici GPS-a tvrde da uvođenje DGPS-a ne bi zahtevalo »velika« ulaganja. Tačno je da se na tržištu mogu naći relativno jeftine referentne stanice koje su neophodne za DGPS. Međutim, kako stanice, tako i prijemni uređaji koji se primenjuju za DGPS uglavnom su namenjeni za miroljubive svrhe. Referentne stanice, kao i prijemni uređaji za potrebe izvođenja borbenih dejstava, morale bi pretrpeti velike izmene u smislu njihovog usavršavanja i zaštite, što bi zahtevalo velika dodatna ulaganja na račun razvoja nekih drugih zadataka. Međutim, istina je da su se neki sistemi naoružanja sa mogućnošću korišćenja DGPS-a već pojavili u svetu, a njihov razvoj i uključivanje u naoružanje regularnih sastava može biti izvedeno za veoma kratko vreme. U tim okolnostima SAD već razmišlja o mogućim protivmerama. Za sada, još se ocenjuje, da degradacija GPS podataka kroz primenu SA ima smisla.

Opcija GLONASS

Nasuprot GPS-u, Sovjetski Savez je razvio svoj sopstveni navigacioni sistem nazvan GLONASS. Većina civilnih korisnika GPS-a se pita ima li svrhe uvoditi SA u situaciji kada GLONASS može poništiti smisao primene SA. Naime, postoji bojazan da bi budućí korisnici ove tehnologije mogli zaobići SA odlukom o kupovini opreme koja bi koristila sistem GLONASS. Međutim, u sadašnjem trenutku GLONASS još nije dostigao mogućnosti GPS-a i u DoD-u tvrde da će promeniti politiku u smislu zaštite svojih interesa tek tada kada GLONASS po svojim karakte-

istikama bude mogao ugroziti primenu GPS-a, tj. SPS-a. Prema zvaničnim informacijama u vezi GLONASS-a može se zaključiti da će položajna tačnost koju GLONASS obezbeđuje biti oko 100 m, a da će L2 band frekvencija signala biti posebno modulisana i biti nedostupna širem broju korisnika GLONASS sistema. To znači da se pretpostavlja da će i Sovjeti imati neku vrstu SA, što će značiti da će zadržati za sebe pravo korišćenja potpunih mogućnosti GLONASS-a.

Dileme oko aktiviranja SA

Iako većina korisnika prihvata koncept SA, tvrdi se da će on biti aktiviran jedino u kriznim situacijama i konfliktima u kojima su uključene snage SAD ili njeni saveznici. Takođe, može se desiti da prođe mnogo godina a da snage SAD ne budu uključene u neki od sukoba, ako do njih dođe. U tim slučajevima posle više godina življenja bez SA, javljaju se veliki problemi u vezi nivoa nacionalne opasnosti kao razloga za uvođenje SA. Tada se postavljaju najrazličitija pitanja, počev od mogućnosti DoD-a da ubedi predsednika SAD za dozvolu aktiviranja SA pa do razmišljanja da će iznenadne odluke o aktiviranju SA kompromitovati vojnu organizaciju u situaciji kada se većina civilnih institucija već privikla na rad bez SA. Sve su to razlozi za razmišljanje o kontinuiranom prisustvu SA, što je i najrealnija opcija u ovom trenutku, tim pre, jer su sve glasnjija razmišljanja da bi obuka jedinica bez uključivanja SA imala za posledicu izazivanje velikih konfuzija u primeni tih istih jedinica u vreme ratnih operacija.

Zaključak

GPS je projektovan i namenjen da bude vojni sistem. SPS nivo tačnosti omogućava potpuno pouzdanu vazдушnu

i pomorsku navigaciju i obezbeđuje viši nivo tačnosti od do sada postojećih navigacionih sistema. Što se tiče kontrole i uvođenja participacije za korišćenje emitovanih GPS podataka, za sada se u potpunosti odbacuje kao mogućnost. Jednostavno, pristup GPS-u odnosno SPS-u je potpuno otvoren i zadovoljava sve osnovne civilne interese. Međutim, kako je ranije napomenuto, DoD je svestan da u određenim okolnostima i civilni sektor može biti zainteresovan za PPS. Zato je Savezna Radionavigaciona služba planiranja (FRP — Federal Radionavigation Plan), kako sama tvrdi, već uradila plan koji sadrži proceduru koja propisuje uslove pod kojima je moguće dobiti dozvolu za pristup PPS-u.

Vraćajući se ratu u Persijskom zalivu, zvuči malo ironično da je DoD u toku ratnih operacija deaktivirao SA. Dva glavna razloga uticala su na ovu odluku. Prvi je nedostatak robustnih, za rast pogodnih GPS prijemnika i koji su, uglavnom, skoncentrisani u sastavu SAD i njenih saveznika. Drugi razlog je nedovoljan broj prijemnika otpornih prema SA, tako da je DoD bio primoran da jedinice opremi velikim brojem komercijalnih prijemnika.

Sasvim je sigurno da neki od budućih sličnih sukoba neće proteći na ovaj način i da će SAD zadržati za sebe pravo korišćenja svih mogućnosti GPS-a, a to isto pravo uskratiti svom budućem neprijatelju.

B.B.

Protivavionski raketni sistem STINGER*)

Raketni sistem STINGER prvenstveno je namenjen kopненоj vojsci za dejstvo u okviru kompletnog sistema PVO i pokrivanja »rupa« koja druga

*) Prema podacima iz časopisa: Military technology MILTECH 7/87 i JANE'S 90691.

sredstva PVO ostavljaju, odnosno za zaštitu određenih objekata, mada se sistem može koristiti i za borbu »more-vazduh« i »vazduh-vazduh«. STINGER je prenosan. Borbenu grupu za njegovo korišćenje čine tri lica (oficir i dva vojnika), a lansira se sa ramena. Može se rasporediti na širokom prostoru i skoro na svakom terenu, sprečavajući time protivničku avijaciju da koristi pogodnosti terena i rupe u vazdušnom prostoru odbrane. Na taj način, u sadejstvu sa ostalim PVO sistemima, povećava se verovatnoća uništavanja neprijateljskih letelica.



Sl. 1 STINGER pri lansiranju rakete

Trijumf STINGERA u Avganistanu

Najbolja provera efikasnosti i mogućnosti upotrebe nekog oružja dokazuje se direktno na ratištu u realnim uslovima. Zbog toga zemlje proizvođači oružja uvek ustupaju svoja sredstva zaraćenim stranama, jer će tako uz zaradu dobiti besplatno najbolje pokazatelje o efikasnosti i moći oružja koje su proizveli. Velika Britanija je 1982. prva direktno u borbi (ratu na Folklandskim ostrvima) upotrebila manji broj STINGERA FIM-92A i oborila nekoliko argentinskih aviona. Međutim, pravu slavu i trijumf STINGER FIM-92A doživeo je u toku rata u Avganistanu. Avganistanski Madžahedini su nakon dobijanja 750 raketnih sistema STIN-

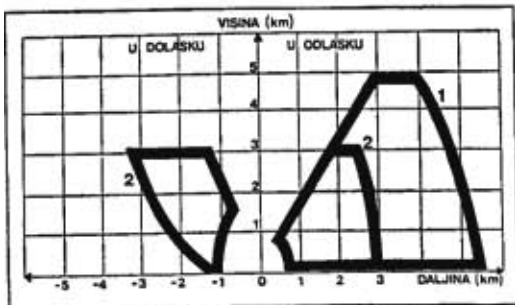
GERA FIM-92A i obuke američkih instruktora, 26. septembra 1986, u toku borbi za Džalamabad oborili prvi sovjetski helikopter Mi-24. Do kraja 1986. STINGEROM je oboreno još 3 aviona i 9 helikoptera. I u toku 1987. pa sve do kraja rata 1989. Sovjeti gube veliki broj letelica. Mudžahedini su imali posebnu taktiku za korišćenje STINGERA. Ona se sastojala u tome što je grupa boraca ofanzivno napadala aerodrome i njihovu okolinu. Posle poletanja sovjetskih letelica sa aerodroma, gde su avioni morali da lete nisko, sporije i pravolinijski, oni bi se našli pod unakrsnom vatrom nekoliko raketnih sistema STINGER raspoređenih oko aerodroma. Posle prvog iznenađenja Sovjeti su, leteći na većim visinama i upotrebljavajući IC mamce za zaštitu od vođenih raketa umnogome smanjili svoje gubitke. Osim što je nanosio direktne gubitke, značaj STINGERA je bio u tome što je primorao sovjetske pilote da lete na većim visinama (preko 3 800 m) van domašaja i izvan zone delova-

Od poznatih sovjetskih letelica STINGER je uspeo da obori avione SUHOJ 7, SUHOJ 25, MIG-17, MIG-21, MIG-25 i helikoptere Mi-8 i Mi-24.

Prva ispitivanja STINGERA XFIM-92A izvršena su 1974. i pošto je bilo mnogo problema, naročito sa elektronskim komponentama, komanda američke armije zadužena za PVO odbila je ovaj sistem sa zahtevom da se uočeni nedostaci otklone. Firma GENERAL DYNAMICS uspela je posle izvesnog vremena da otkloni uočene nedostatke i, određenim izmenama sistema, za 15% smanji broj elektronskih komponenti u njemu. Nakon ponovo izvršenih detaljnih ispitivanja nedostataka, Ministarstvo odbrane SAD prihvatilo je i usvojilo u naoružanje raketni sistem STINGER. Njegova redovna proizvodnja počela je početkom 1980. pod oznakom STINGER FIM-92A, a februara 1981. ovim sistemom je opremljena prva operativna jedinica američke vojske.

Raketni sistem STINGER FIM-92A sastoji se od nekoliko delova: rakete koja je smeštena u lansirnu cev za jednokratnu upotrebu, višekratno upotrebljivog dela lansera, argonske gasne baterije za hlađenje IC (infracrvenog) detektora i impulsnog generatora za punjenje baterija. Ceo sistem težak je 15,8 kg. Raketa sistema STINGER ima masu 10,1 kg, dugačka je 1520 mm, brzina kojom leti iznosi 2,2 Maha, maksimalni domet je 8000 m, a maksimalna visina do koje je efikasna je 3800 m. Bojna glava rakete teška je 3 kg i prilikom eksplozije ima parčadno dejstvo. Upaljač je kontaktnog tipa sa samolikvidacijom posle 20 sekundi leta rakete, tako da, ako raketa promaši cilj, neće pasti na zemlju. Raketa STINGERA u završnoj fazi samonavođenja, kada je sasvim blizu cilja (oko 100 metara), uvodi malo preticanje, tako da se usmerava ka vitalnijim delovima letelice, čime je povećana verovatnoća njenog uništenja.

Na vrhu rakete STINGERA FIM-92A nalazi se hlađena IC glava za pa-



Sl. 2 Zone uništenja (linija 1) i zona lansiranja STINGERA (linija 2)

nja STINGERA, a to se odmah odrazilo na nepreciznost pri delovanju aviona. Bila je, takođe, ograničena i sloboda kretanja helikoptera kroz planinske predele Avganistana. Prema američkim analizama, od 340 ispaljenih raketa u Avganistanu 269 je pogodilo cilj ili 79%, s tim da je od toga 90% bio pogodak sa zadnje ili bočne strane aviona, a 10% u vrh aviona.

sivno samonavođenje koja »hvata« IC izvor aviona (letelice zrače određenu toplotu, najviše putem mlaznika motora kod aviona i izduvne cevi motora kom helikoptera). Senzor IC zračenja pretvara impuls u signal na osnovu kojeg preko upravljačkog modula daje upravljački signal kojim putem pokretačkog modula zakreće dva pokretna krilca (aerodinamičke površine) na prednjem delu rakete za ugao koji raketu usmerava tačno na avion ili helikopter. Raketa STINGER ima visoke manevarske mogućnosti za ovu vrstu sistema, a njeno maksimalno bočno ubrzanje iznosi 15—17 g.

Lansirna cev STINGERA izrađena je od stakloplastike, a na njoj su smešteni: nišan, raketa, kalem za aktiviranje žiroskopa, instalacija za hlađenje IC detektora, futrola i kaiš za nošenje. Višekratni deo lansera sadrži okidač, vezu sa tragačem cilja, prekidač AN/PPX-1 radara za raspoznavanje cilja, sklopivu antenu i kontrolnu elektroniku za žiroskop rakete.

Prepoznavanje neprijatelja pomoću uređaja IFF

Upotreba STINGERA nije suviše komplikovana, uz određenu obuku i uvežbanost koja podrazumeva kvalitetnu i temeljnu obuku. Strelac pre gađanja treba da obavi sledeće pripreme radnje: da postavi lansirnu cev sa raketom na višestruko upotrebljiv deo lansera, zatim na njega postavlja argonsku bateriju za hlađenje IC detektora, da raširi antenu radara za detekciju cilja, skine poklopac sa prednjeg dela lansirne cevi i da otkrije prozirni disk tragača cilja. Još mu ostaje da nakon ovih pripremnih radnji podigne optički nišan i kablom poveže radar za raspoznavanje cilja sa lanserom. Nišaneći preko optičkog nišana, strelac je spreman da uoči cilj, oceni daljinu i proveri da li je letelica neprijateljeva. Iako strelac gađa u zoni optičke vidljivosti, zbog borbenog stresa i brzine odvijanja do-

gađanja može doći do kobnih grešaka, pa je preporučljivo da koristi uređaj za raspoznavanje cilja IFF (Identification Friend or Foe). Neophodnost korišćenja ovog uređaja pokazuje primer iz arapsko-izraelskog rata 1973. Naime, tada Arapi na svojim letelicama nisu imali uređaj IFF, pa je njihova PVO (sa ruskim raketnim sistemima koji gađaju izvan zone optičke vidljivosti), od 158 aviona, oborila 70 sopstvenih. Da strelac ne bi mnogo razmišljao i da ne bi došlo do moguće loše procene, on može da, pomoću prekidača AN/PPX-1, uključi uređaj za raspoznavanje cilja IFF. Na pravcu manjem od 10 km STINGER je u stanju da posle 0,7 sekundi jednim zvučnim signalom da odgovor strelcu da li je letelica neprijateljeva ili ne (svi avioni i helikopteri emituju određeni šifrovani signal za raspoznavanje). Ako je letelica neprijateljeva, strelac nastavlja da ga prati i aktivira sistem pritiskom okidača do prvog stepena. Time se impulsni generator uključuje i priprema argonsku gasnu bateriju za isticanje argona pod pritiskom, koji usled izjednačavanja pritiska preko instalacije za hlađenje hladi IC detektor. U tom trenutku generiše se izlazni napon od 20 V koji traje sledećih 45 sekundi i snabdeva sve podsisteme za lansiranje koji to zahtevaju: elektroniku lansera, termalne baterije, IC detektor cilja, (okretanje) žiroskopa i pripaljivanje izbacnog motora rakete. Kada zahvati cilj IC detektor cilja proizvodi zvučni signal koji obaveštava strelca da je cilj zahvaćen. Pritiskom okidača do kraja, argonska baterija aktivira bateriju rakete, a potom se pali pripala i raketa startuje iz lansirne cevi, lomeći disk na dnu lansirne cevi. Nakon napuštanja lansirne cevi raketa se potpuno samostalno navodi na cilj (sistem deluje na principu »IS-PALI I ZABORAVI«). Raketni sistem STINGER omogućava gađanje letelica kada dolaze u susret, odnosno kada su u odlasku (gađanje sa leđa).

Efikasnost raketnog sistema STINGER zavisi, kako od njegovih perfor-

mansi, tako i od načina korišćenja (taktika, uvežbanost), uslova korišćenja u odnosu na geografske i meteorološke uslove i spremnosti ugrožene avijacije da se na taktičkom i tehničkom planu suprotstavi pretnji.

Dvokanalni detektor za eliminaciju IC mamaca

Nakon prvih iznenađenja, avioni su, pored klasičnih sistema za odbranu od ovakvih raketa (let na većoj visini, manevar aviona, zaklanjanje iza određenih prepreka, let aviona gde je sunce u pozadini ili oblaganje termoizolacionim materijalom toplih delova), vrlo uspešno koristi IC mamce. Kada se nađu u opasnosti, avioni i helikopteri izbacuju IC mamce. IC mamac je, u stvari, pirotehnička smeša koja pri sagorevanju daje vrlo jak IC izvor i »skreće« na sebe raketu, sa aviona ili helikoptera. Da bi STINGER i dalje bio efikasan i otporan na IC mamce, on je nakon određenog vremena usavršen.

Početkom 1983. razrešeni su problemi i urađena je nova verzija STINGERA FIM-92B (STINGER-POST), gde detektor cilja glave za samonavođenje koristi pasivni optički sistem. Ovaj sistem poseduje dva detektora: jedan osetljiv na IC zračenje, a drugi UV (ultraljubičasti) detektor osetljiv u UV-delu spektra i radi na bazi foto-kontrasta. Oba detektora povezana su sa dva mikroprocesora koji čine jedno mikroelektronsko kolo koje obrađuje signal. Time je izbegnuto dejstvo IC mamaca. Glavu rakete više ne možete prevariti, jer ona sada poseduje UV detektor koji »vidi« siluetu letelice mnogo jasnije izraženu u odnosu na pozadinu nego što je bila u vidljivom delu spektra. Kombinacijom slike IC detektora i slike UV detektora raketa će uvek videti pravi cilj i izbeći uticaj prirodnih i veštačkih smetnji. Pored toga, firma GENERAL DYNAMICS počela je izradu još novije verzije STINGERA, pod

oznakom FIM-92C, takođe sa dvokanalnim detektorom. Novina ove varijante je u tome što će se poboljšati fleksibilnost (prilagodljivost) sistema za navođenje rakete. Zbog čestih izmena sistema za ometanje samonavođenih raketa ugrađen je mikroprocesorski sistem (PRM) koji je moguće reprogramirati (u poljskim uslovima) u slučaju pojave nekog ranije nepoznatog načina ometanja sistema navođenja. Time je omogućeno da se izmeni postojeći softver mikroprocesora i na taj način izmeni procedura navođenja bez izmene konstrukcije rakete, što bi bilo jako skupo, a i dugo bi trajalo. Ova verzija



Sl. 3 Strelac pripremljen za gađanje raketnim sistemom STINGER

STINGERA (FM-92C) proizvodi se od 1987. U sedmogodišnjem periodu predviđeno je da američka armija dobije 65.000 komada ovih raketnih sistema (FIM-92C).

STINGEROM se može gađati i u uslovima slabe vidljivosti, zahvaljujući optičkim nišanima za takve uslove, a i noću, zahvaljujući teleskopskim nišanima sa IC senzorima. Na zahtev Američke mornarice, kompanija MAGNAVOCX razvila je nišan za noćnu upotrebu, poznat kao WASP. Njegovo vidno polje je 20° po horizontali i 12° po vertikali. Masa ovog uređaja je 2,3 kg, a gabaritne dimenzije 292 × 102 × 152 mm. Zbog male mase i gabaritnih dimenzija STINGERA on se može ugraditi i na helikoptere, pa postoji i helikopterska verzija pod nazivom ATAS, koja se ugrađuje na američke helikoptere KJOVA (KIOWA), KOBRA (COBRA), APAC (APACHE), KOMANČ (KOMANCH), a omogućuje im protivavionsku i protivhelikoptersku borbu.

Zbog ovako dobrih osobina i mogućnosti upotrebe, STINGER je jedan od najtraženijih raketnih sistema za blisku protivvazдушnu borbu na svetskom tržištu vojne opreme, a firma GENERAL DYNAMICS ostvaruje ogroman profit od njegove prodaje. Nemačka firma DORINER, ispred konzorcijuma 6 zemalja NATO pakta (Nemačka, Italija, Belgija, Holandija, Grčka i Turska, kasnije su odustali Italija i Belgija), ugovorila je sa firmom GENERAL DYNAMICS da radi po licenci sistem STINGER. U celom projektu učestvovala su četiri zemlje, a kompletiranje će obaviti firma DORINER u postrojenjima u FRIDRIHSHAFENU i NURNBERGU. Predviđeno je da se prve količine proizvedu u toku 1992, a do kraja 1988. količina od 12.000 komada raketnih sistema STINGER.

Raketni sistem STINGER poseduju sve zemlje NATO, a sistem su nabavili i Švajcarska, Izrael, Iran, Južna Kore-

ja, Pakistan, Katar, Saudijska Arabija, Francuska, Japan, Čad i Bahrein.

Taktičko-tehničke karakteristike

| | |
|---|--------------------|
| — Maksimalni domet (m) — | 8000 |
| — Maksimalni efektivni domet za FIM-92A (m) — | 4000 |
| — Maksimalni efektivni domet za FIM-92B/C (m) — | 4500 |
| — Minimalni efektivni domet | 200 |
| — Maksimalna brzina (Maha) — — — — | 2,2 |
| — Maksimalna visina leta za FIM-92A (m) — — — | 3500 |
| — Maksimalna visina leta za FIM-92B/C (m) — — | 3800 |
| — Vođenje | |
| FIM-92A — — — — | pas. IC |
| FIM-92B/C — — — — | pas. IC, UV |
| — Bojna glava — — — | klasična |
| — Upaljač — — — — | kontaktni |
| — Pogon — — — — | motor na čvr. gor. |
| — Masa sistema (kg) — — | 15,8 |
| — Masa lansera sa raketom (kg) — — — — | 13,3 |
| — Masa bojne glave (kg) | 3 |
| — Masa rakete (kg) — — | 10,1 |
| — Masa višestruko upotrebljivog dela lansera (kg) | 2 |
| — Masa sistema za raspoznavanje cilja (kg) — — | 2,6 |
| — Masa argonske baterije za hlađenje (kg) | 0,4 |
| — Dužina rakete (mm) — | 1520 |
| — Prečnik rakete (mm) — | 70 |
| — Raspon krila (mm) — — | 91 |

Z.M.

Projekat novog britanskog lakog tenka*)

Britanska firma »Alvis LTD« nastavila je rad u oblasti razvoja lakog tenka sa svojim ultralakim tenkom »SCORPION« Ovak laki tenk, zajedno sa svojim derivatima, prvobitno razvijenim za KoV Britanije i Belgije, kasnije je izrađivan za 15 drugih zemalja.



Sl. 1 Vozilo za razbacivanje mina na bazi univerzalne šasije STORMER

Zbog uspeha koji je firma postigla ovim tenkom, prirodno je bilo da razvije dalju familiju vozila »STORMER«. U prvom redu, to je bio oklopni transporter »STORMER«, iz kojeg je izvedeno protivavionsko raketno vozilo za neposrednu protivvazдушnu odbranu, a koje se sada proizvodi za potrebe KoV Velike Britanije. Na osnovu vozila »STORMER« izrađeno je vozilo za razbacivanje mina u toku 14-nedeljnog hitnog programa za britanske snage u zalivskom ratu (sl. 1).

Firma sada radi na razvoju jednog novog derivata »STORMER«, koji je nazvan »STORM 105«. To je laki tenk i do sada je izrađena maketa u razmeri 1:10 (sl. 2), i maketa u prirodnoj veličini.

Da bi odgovorio nameni lakog tenka, šasija vozila »STORMER« trebalo je

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 10/1991.

da bude niža, ali je to zahtevalo i neke izmene na nadgrađu tela od aluminijumskog oklopa. Inače, šasija lakog tenka »STORM« ista je kao kod oklopnog transportera »STORMER II« i njegovih sadašnjih derivata.



Sl. 2 Maketa lakog tenka STORM 105 (1/10 prirodne veličine)

Tako laki tenk »STORM 105« treba da dobije isti dizel-motor sa vodenim hlađenjem firme »Perkins« sa 6 cilindara, zapremine 5,8 dm³, snage 223 kW, pri obrtima od 2.600 min⁻¹. Motor je ugrađen u prednji deo vozila i spojen sa transmisijom »Alvis/SCG T300« sa 7 stepeni prenosa kojom se upravlja automatski i ima trostruki diferencijalni sistem upravljanja.

Kao i »STORMER«, i »STORM 105« ima po 6 potpornih točkova sa obe strane, jedan potporni točak više nego kod vozila SCORPION a to povećava dužinu gusenice u dodiru sa zemljom, pa je zbog toga pritisak na tlo nizak. U stvari, laki tenk STORM 105 je i konstruisan da ima srednji maksimalni pritisak od 144 kN/m². Taj pritisak na tlo ipak nije toliko nizak kao pritisak vozila SCORPION koji je omogućavao njegovo uspešno korišćenje na teškom i mekom zemljištu Folklandskih ostrva u toku rata 1982. Ipak, i takav pritisak na tlo omogućuje dobre performanse van puteva.

Svi potporni točkovi postavljeni su na laktaste osovine, ali će imati hibridni sistem oslanjanja. Tako će prvi, drugi i poslednji potporni točak sa obe

strane imati hidropneumatsko opružne jedinice, a ostala tri točka sa obe strane imaće transverzalne postavljene torzione štapove.

Sistem naoružanja lakog tenka STORM 105

Sistem naoružanja lakog tenka STORM 105 sastoji se od topa 105 mm sa malim trzanjem koji je ugrađen u dvočlanu kupolu. Kupola postoji u dva oblika koji se neznatno razlikuju, a osnovna razlika je stepen oklopne zaštite, prema tome i njihova masa. Jedan sistem oružja je LAV 105 mm koji je prvobitno bio razvijen za potrebe američke mornaričke pešačije za ugradnju na borbeno vozilo na točkovima LAV (8×8 i ima masu u borbenom stanju od 3.696 kg. Drugi sistem naoružanja je AGS 105 mm koji je bio namenjen sistemu oklopnog topa AGS (Armored System) američke KoV i koji ima masu od 4.467 kg.

U oba slučaja oruđe je laki top EX35 105 mm koji može da koristi istu municiju, kao i svi drugi tenkovski topovi 105 mm sa izoliranim cevima, a pripadaju tipovima L7 i M68. Puni se municijom pomoću elektromehaničnog automatskog sistema punjenja koji je ugrađen u zadnji istureni deo kupole koja je u fazi razvoja. U automatski punjač strane 8 metaka spremnih za gađanje, a drugih 22 će se uskladiti u telu lakog tenka.

Komande za okretanje kupole po pravcu i topa po visini takođe su elektromehaničke sa rezervnim ručnim pogonom. Komanduju pokretanjem kupole i topa i nišandžija i komandir, brzina okretanja kupole po pravcu varira od 0,25 mrad/s za praćenje cilja do 750 mrad/ss za brzo okretanje kupole. Maksimalna depresija topa je -8° kao kod mnogih borbenih tenkova na Zapadu. Uprkos tome, kupola je visoka samo 773 mm, čime se smanjuje vidljivost lakog tenka kao cilja. Širina kupole od

2.036 mm takođe smanjuje čeonu površinu kupole, a prsten kupole, prečnika 1.600 mm, omogućuje ugradnju kupole u relativno usko telo lakog tenka STORM 105.

U instalaciju naoružanja lakog tenka STORM 105 spada sistem za upravljanje vatrom koji ima laserski daljinomer i stabilizovani dnevno-noćni termovizijski nišan nišandžije sa jednim monitorom za komandira. Pored topa 105 mm, ovaj laki tenk je naoružan i spregnutim mitraljezom M240 7,62 mm i bacačima bombi M257 sa obe strane.

Mogućnost parašutiranja lakog tenka STORM 105

U borbenom stanju laki tenk STORM 105 ima masu od 14,740 kg. Ova masa omogućuje prevoženje tenka avi-



Sl. 3 Lako oklopno vozilo na točkovima LAV-105 sa topom EX35 105 mm

onima HERCULES C-130 i obezbeđuje tenku veliku strategijsku pokretljivost. Takođe je moguće obaviti parašutiranje (izbacivanje) ovog tenka iz aviona koji leti na maloj visini, a da pri tome tenk ima punu borbenu masu. Time tenk zadovoljava najurgentnije potrebe 82. vazdušnodesantne divizije američke KoV — ima sistem oružja koji je trenutno spreman za borbu, a može se izbaciti iz aviona C-130.

I teški helikopteri mogu vazdušnim putem prevoziti laki tenk STORM 105. Njegova masa bila bi u granicama nosivosti helikoptera, kao što su CH-53E u mornaričkoj pešačiji koja neprestano

traži da sistem oružja može da se prevozi pomoću helikoptera radi brzog prebacivanja sa broda na obalu. Pored zadovoljavanja navedenog taktičko-tehničkog zahteva, laki tenk STORM 105 takođe predstavlja nosač topa koji je manje ranjiv i stabilniji, sa velikim performansama dejstava van puteva, za razliku od lakog oklopnog vozila na točkovima, kao što je LAV-105 (sl. 3).

P. M.

Oklopna borbena tehnika savezne republike nemačke*)

Komandovanje Bundesvera, uporedo sa provođenjem različitih mera na planu povećanja borbene moći oružanih snaga, veliku pažnju posvećuje njihovom opremanju novim efikasnim vrstama tehnike.

U stranoj štampi se ističe da je Savezna Republika Nemačka i pre ujedinjenja zauzimala jedno od vodećih mesta među kapitalističkim zemljama u oblasti razvoja i proizvodnje savremenog naoružanja. Njena industrija gotovo u potpunosti zadovoljava potrebe Bundesvera u osnovnim vrstama naoružanja i borbene tehnike, pored ostalog i u oklopnoj borbenoj tehnici.

Posle formiranja Bundesvera, sredinom pedesetih godina, njena kopnena vojska opremana je, uglavnom, američkom borbenom tehnikom pre svega — tenkovima M-47 i M-48. Tenkovi M-47 su zatim bili zamenjeni nemačkim tenkovima LEOPARD-1, a M-48 su posle modernizacije bili predani jedinicama teritorijalne odbrane (650 komada).

Donedavno, osnovu tenkovskog parka kopnene vojske SRN činili su tenkovi LEOPARD-1 različitih modi-

fikacija. U naoružanju se nalazilo 2.430 komada. Zatim su ih dopunili sa 1.800 novih tenkova LEOPARD-2, čije je uvođenje u jedinice završeno 1987

Tenk LEOPARD-1 (slika 1) koji je proizvela nemačka firma KRAUS-MAFEI, uveden je u naoružanje 1963. On se, takođe, nalazi u naoružanju osam zemalja članica NATO i Austrije.

Tenk ima klasičnu konstrukciju telo je vareno od čeličnih listova, a kupola je livena. Maksimalne debljine čeonog oklopa tela je 70 mm (pod uglom 66°).

Osnovno naoružanje tenka predstavlja britanski izolučeni top L7A3 105 mm. U borbeni komplet (60 granata) ulaze potkalibarne granate komulativne i fugasne granate punjene plastičnim eksplozivom. Jedan mitraljez 7,62 mm spregnut je sa topom, a drugi je postavljen na tureli ispred otvora punioca. Sa spoljne strane kupole montirani su bacači dimnih bombi za postavljanje dimnih zavesa.

Nišandžija se koristi stereoskopskim okularnim daljinomerom i teleskopskim nišanom, a komandir tenka panoramskim nišanom, koji se noću i u uslovima ograničene vidljivosti zamenjuje infracrvenim nišanom.

Kako se ističe u inostranoj štampi, tenk poseduje relativno visoku pokretljivost, što se obezbeđuje korišćenjem desetocilindričnog V-dizelovog motora jačine 830 KS i hidromehaničkom transmisijom. Podveska hodnog dela je torziona, a gusenice su sa gumeno-metalnim šarnirom.

Tenk je opremljen filtroventilacionim uređajem i sistemom protivpožarne opreme. Sa opremom za podvodnu vožnju tenk može savladivati vodene prepreke dubine do 4 metra.

Na bazi tenka LEOPARD-1 bila je razvijena generacija oklopnih borbenih vozila različite namene, kao što su: protivavionsko samohodno oruđe GEPARD, oklopna remontno-evakuaci-

*) Prema podacima iz: Zarubežnoe voennoe obozrenie br. 12/90.

ono vozilo STANDARD, tenkovski nosač mosta, inženjerski tenk PIONIR-PANCER-2.

Početak sedamdesetih godina u SRN, radi povećanja borbenih kvaliteta tenka LEOPARD-1 bila je po etapama izvršena njegova modernizacija. Usavršena varijanta je LEOPARD-1A1 (sa-



Sl. 1 Tenk LEOPARD-1

da broji 1845 tenkova, a razlikuje se od originala po tome što ima stabilizator oruđa). Na tenku LEOPARD-1A2 (232 komada) oklop kupole je ojačan i opremljen priborima za dejstvo noću.

Na tenkovima LEOPARD-1A3 (110 komada) i LEOPARD-1A4 (250 komada) montirana je nova varena kupola sa sendvič oklopom. Kod poslednje varijante primenjen je novi sistem za upravljanje vatrom, koji uključuje elektronski balistički računar, kombinovani (dnevni i noćni) panoramski nišan komandira sa stabiliziranom linijom nišanja i osnovni nišan nišandžije sa stereotipskim daljinomerom.

Sada se vrši daljnja modernizacija tenka LEOPARD-1A1 u varijantu LEOPARD-1A5. Do 1992. predviđeno je da se u Bundesver uvede 1.300 takvih tenkova. Osnovni radovi svode se na opremanje tenka savršenijim elementima sistema za upravljanje vatrom, pored ostalog nišanom nišandžije sa ugrađenim laserskim daljinomerom i termovizionim kanalom. Izvršeno je određeno usavršavanje stabilizatora oruđa. U budućnosti će biti zamenjen izolučeni top 105 mm topom kalibra 120 mm sa glatkom cevi.

U 1979. godini u oklopne brigade kopnene vojske Savezne Republike Nemačke uvedeni su novi tenkovi LEOPARD-2, koje je razvila firma KRAUS-MAFEJ. Do sada je uvedeno u naoružanje 1800 komada. Tenk LEOPARD-2 nalazi se, takođe, u naoružanju armije Holandije (445 komada) i švajcarske (od 380 komada 346 proizvedeno je u Švajcarskoj po nemačkoj licenci).

Tenk LEOPARD-2 (slika 2), kako smatraju inostrani stručnjaci, po svojim borbenim svojstvima približno za 1,5—2 puta prevazilazi tenk LEO-



Sl. 2 Tenk LEOPARD-2

PARD-1. On se, praktično, razvijao istovremeno sa američkim tenkom M1 ABRAMS.

Telo i kupola tenka LEOPARD-2 je vareno, a oklop je višeslojni.

Tenk je opremljen sistemom za zaštitu od oružja za masovno uništavanje.

U kupoli montiran je top 120 mm sa glatkom cevi, stabilizator u dve ravni za gađanje iz mesta i pokreta, a sa topom je spregnut mitraljez 7,62 mm. Drugi mitraljez istog kalibra montiran je iznad otvora punioca. Sa spoljne strane tela na prednjem delu nalaze se bacači dimnih bombi za maskiranje tenka u borbi. U borbeni komplet topa ulaze 42 potkalibarske univerzalne granate kumulativnog i rasprskavaju-

ćeg fugasnog dejstva. Sistem za upravljanje vatrom uključuje binokularni nišan nišandžije sa ugrađenim laserskim daljinomerom i termovizionim kanalom, panoramsko periskopski nišan komandira sa stabilizovanom linijom gađanja, elektronski balistički računar, a i različite senzore nestandardnih uslova gađanja.

Motorno-transmisiono odeljenje nalazi se u zadnjem delu tela, gde je montiran 12-cilindrični motor V oblika. Motor troši više vrsta goriva, motorni benzin 873 oktana, gorivo Ka-501. Ugrađeno je tečno hlađenje s turbo-ventilatorom. Ima hidromehaničku transmisiju HSVIL-354. Velika snaga motora od 27 KS po toni mase obezbeđuje tenku LEOPARD-2 dobru pokretljivost i na ispresecanom zemljištu.

Hodni deo uključuje sedam oslonih, tri podržavajuća točka i gusenice sa gumeno-metalnim šarnirom. Trake imaju gumene jastučiće. Podveska je torzionna, sa frikcionim amortizerima na prvom, drugom, trećem, šestom i sedmom osloncu.

Tenk je opremljen automatskim sistemom za gašenje požara, grejačem i sredstvima za radio-vezu. Za savlađivanje vodenih prepreka dubine do 5 metara predviđeno je korišćenje opreme za podvodnu vožnju.

Sudeći prema saopštenjima strane štampe, nemačke firme »Porsche« i »Krup-MAK Maschienenban« na bazi tenka LEOPARD-2 razvile su remonto-evakuaciono vozilo BERGENPANZER-3 koje se oprema specijalnom opremom.

Sada se u SRN radi na razvoju tenka sledeće generacije koji se uslovno naziva LEOPARD-3. Na konstrukciju novog tenka, oklop, naoružanje i druge sisteme svakako će uticati pouke iz poslednjih lokalnih ratova i, razumljivo, poslednja naučno-tehnička dostignuća. Strani eksperti smatraju da će novi nemački tenk biti opremljen najnovijim

automatizovanim sistemima, koji omogućuju bolje osmatranje vojišta i gađanje danju i noću u svim meteorološkim uslovima.

U novom tenku, kako se ističe, biće obezbeđeno automatsko punjenje topa. Firma »Reinmetall« već je pristupila razvoju nove municije za tenkovske topove 105 i 120 mm. Pored ostalog, razvijaju se vođeni potkalibarni projektili. Jedan od njih namenjen je za uništavanje borbenih helikoptera na daljinama 2500—5000 metara. Ovaj projektil biće opremljen glavom za samonavođenje, a drugi za gađanje (do 5000 m) biće navođen na cilj laserskim putem.

Savezna Republika Nemačka je prva na zapadu razvila borbeno vozilo pešadije. Borbeno vozilo pešadije MARDER (slika 3) uvedeno je u naoružanje Bundesvera 1971. (do sada je u naoružanje uvedeno 2.436 komada).

Telo vozila je vareno od čeličnih listova. Čeoni deo oklopa obezbeđuje zaštitu od projektila 20 mm. U njegovom prednjem delu nalaze se dva odeljenja. Dizel-motor i hidromehanička transmisija izrađeni su u jednom bloku, koji je u borbenim uslovima moguće zameniti za 30 minuta.

U oklopnoj kupoli nalazi se mesto komandira i mesto za nišandžiju automatskog topa 20 mm spregnutog mitraljeza 7,62 mm. Drugi mitraljez istog kalibra montiran je na obrtnom postolju za distanciranim upravljanjem. Vatru topom može ostvariti, kako nišandžija, tako i komandir tenka. Komandir tenka i nišandžija na svom mestu u kupoli imaju periskopske nišane, koji se noću i u uslovima ograničene vidljivosti zamenjuju noćnim infracrvenim nišanom. Komande za usmeravanje topa su elektromagnetske.

Na lafetu su montirani bacači dimnih bombi i pričvršćen je svetlosni reflektor i reflektor infracrvenog zračenja. Na zidovima desantnog odeljenja postoje otvori za dejstvo iz streljačkog

naoružanja bez napuštanja vozila. Na krovu desantnog odeljenja nalaze se kružni otvori za izlazak i ulazak posade, a u zadnjem delu rampe za prinudno iskrcavanje (u slučaju da bude pogođen, požar, i sl.) sa hidrauličnim komandama.



Sl. 3 Borbeno vozilo pešadije MARDER

Hodni deo borbenog vozila sastoji se od šest oslonih točkova i tri pridržavajuća točkica. Vodeći točkovi nalaze se napred. Podveska je torziona, sa hidrauličnim amortizerima na dva prednja i dva zadnja oslonca točka.

Borbeno vozilo pešadije MARDER opremljeno je filtroventilacionim uređajem, automatskim sistemom za protivpožarno obezbeđenje i sredstvima radio-veze. Vozilo nije osposobljeno za plovljenje. Posle kratkotrajne pripreme može savladati vodenu prepreku dubine 2 metra podvodnom vožnjom. Dublje vodene prepreke savladaju se pomoću specijalne opreme za savlađivanje vodenih prepreka (plovci koji se naduvavaju). Kretanje na vodi brzinom 6 km/h obezbeđuje se na račun premotavanja gusenica.

Početkom osamdesetih godina borbeno vozilo pešadije MARDER podvrgnuta su delimičnoj modernizaciji. Vatrena moć, kao i sposobnost za vođenje borbe za oklopnim ciljevima bila je povećana putem montiranja na lafetu (desno od topa) lansera protivoklopnih vođenih raketa MILAN. Top je oprem-

ljen usavršenim sistemom od dve trake za dodavanje municije, koji omogućuje brzo prelaženje od jedne vrste municije na drugu. Približno na 1000 borbenih vozila infracrveni nišani bili su zamenjeni termovizionim nišanima. U



Sl. 4 Oklopni transporter TPz FUKS

doglednoj budućnosti topovi 20 mm na borbenom vozilu pešadije MARDER biće zamenjeni topovima kalibra 25 mm.

Gusenična šasija borbenog vozila pešadije MARDER upotrebljena je za razvoj samohodnog protivavionskog ra-



Sl. 5 Protivavionsko samohodno oruđe WEILDKET

ketnog sistema ROLAND-2 i samohodnog radara za otkrivanje vazдушnih ciljeva. U Argentini je pomoću nemačke firme TISSEN-HEWSHELL proizveden tenk TAM i borbeno vozilo pe-

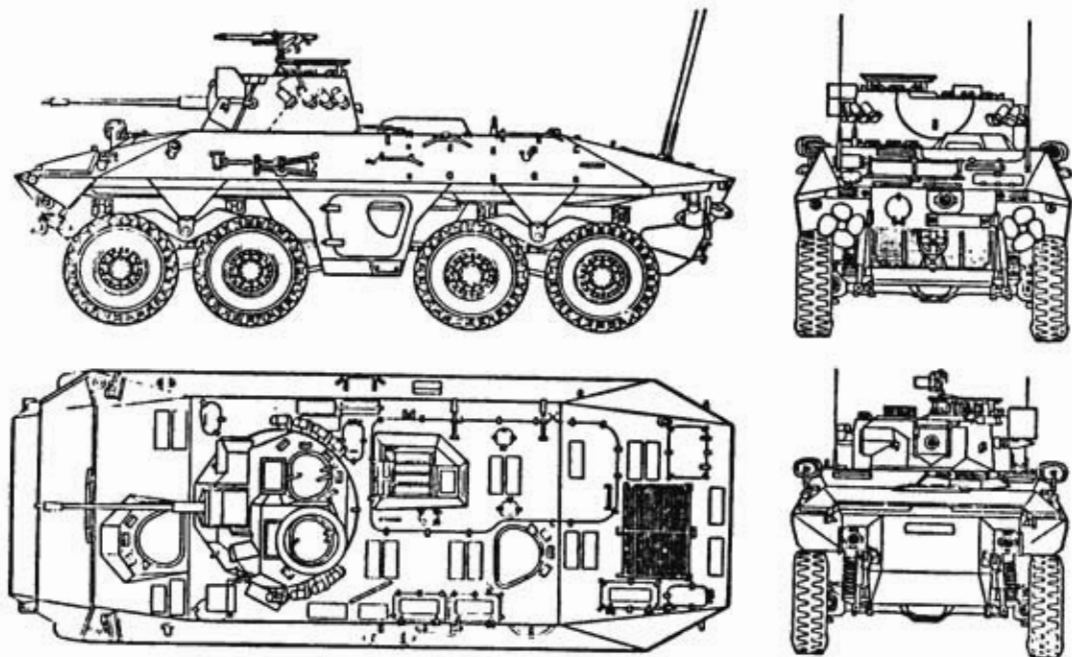
šadije VCTP. Tenk TAM (borbena masa 30 t) naoružan je izoliranim topom 105 mm.

Argentinska kopnena vojska proizvela je oko 300 takvih oklopnih transportera.

U savremenim uslovima osnovno sredstvo za prevoz pešadije predstavljaju američki oklopni transporteri M-113 i M-113A1, kojih uključujući i speci-

nim radarom RAZIT, vozilo sa ugrađenim sredstvima za radio-elektronsku borbu).

U konstrukciji datog oklopnog transportera koriste se pojedini elementi serijskih vojnih automobila. Oklop transportera štiti od streljačke vatre i parčadi granata. U njegovom prednjem delu nalaze se upravno odeljenje, gde se smešta vozač i komandir transportera. Iza njega nalazi se motorno-trans-



Sl. 6 Izviđačko vozilo LUKS

jalna vozila koja su razvijena na njihovoj osnovi, ima oko 2.600 komada. Gusenički oklopni transporteri HS-30, koji su se ranije nalazili u naoružanju, zamenjeni su borbenim vozilima pešadije MARDER.

U 1979. u naoružanje je bio uveden oklopni transporter TPz FUKS (slika 4) koji je razvila firma TISSEN-HENSCHEL. U oružane snage uvedeno je 1000 komada, od kojih veći deo čine vozila specijalne namene (komandno-štabna transportna, za radiološko i hemijsko izviđanje, vozilo sa ugrađe-

misiono odeljenje, a dalje desantno odeljenje).

Oklopni transporter naoružan je mitraljezom 7,62 mm. Na spoljnjem delu transportera su montirani bacači dimnih granata. Opremljen je filter-ventilacionim uređajem za dejstvo u uslovima biološke i hemijske kontaminacije. Vodene prepreke oklopni transporter TPz-1 FUKS savladuje bez posebnih priprema. Kretanje i upravljanje plovljenjem vrši se pomoću brodske elise koja se nalazi u zadnjem delu transportera.

Početakom osamdesetih godina firma KRAUSS-MAFFEJ na bazi ovog oklopnog transportera razvijala je i ispitivala šest protivavionskih samohodnih oruđa WEILDKET« (slika 5). Ovo oruđe naoružano je sa dva automatska topa MAUZER 30 mm, montiranih na obrtnoj kupoli. Maksimalna efikasna daljina gađanja vazdušnih ciljeva iznosi 3.000 metara. Za otklanjanje vazdušnih ciljeva koristi se impulzivno-doplerovski radar (maksimalna daljina dejstva 18 kilometara). U sistem za upravljanje vatrom je laserski daljinomer i elektronski balistički računar. Dva posljednja samohodna protivavionska oruđa, na kojima se vrše dalja ispitivanja, opremljeni su, takođe, radarima za praćenje vazdušnih ciljeva.

Vojna industrija Savezne Republike Nemačke proizvodila je i druge oklopne transportere — točkaše. Tako, firma TISSENMASCHINENBAU proizvela je više od 1000 oklopnih transportera UR-416 (4×4), čiji je veći deo izvezen u zemlje Južne Amerike i Afrike, a, takođe, u Grčku, Španiju, Holandiju i Tursku. Ovaj oklopni transporter, koji se, uglavnom, upotrebljava u policijskim jedinicama, ima oklop koji štiti od streljačke vatre i parčadi rasprsnutih granata. Naoružan je mitraljezom 7,62 mm. Firma je sredinom osamdesetih godina proizvela više od 200 plivajućih oklopnih transportera

TM-170 (4×4), koji su uvedeni u naoružanje graničnih jedinica. Godine 1981. firma TISSENMASCHINENBAU pristupila je proizvodnji plivajućih oklopnih transportera KONDOR, koji je kupila Malezija (459 komada), Turska, Urugvaj i Ekvador.

Za izviđanje u kopnenoj vojsci Savezne Republike Nemačke upotrebljavaju se borbeno izviđačka vozila LUKS (u naoružanju se nalazi oko 408 komada). Ovim borbenim vozilima zamenjeni su zastareli guseničari — oklopni transporteri SP1A.

Izviđačko vozilo »LUKS (8×8) (vidi sliku 6) je razvijala firma TISSENHENENSHELL početkom sedamdesetih godina. Njegova specifičnost jeste da se može kretati napred i nazad velikom brzinom (90 km/h), jer se i u zadnjem delu vozila nalazi drugo odeljenje za upravljanje, a funkciju vozača izvršava radista. Telo je vareno od čeličnih listova, a čeonni deo oklopa štiti od projektila 20 mm. Izviđačko borbeno vozilo opremljeno je filtraventilacionim uređajem za dejstvo na radiološko i hemijsko kontaminiranom zemljištu. U oklopnoj kupoli smešta se komandir i nišandžija. Osnovno naoružanje čini automatski top 20 mm (borbeni komplet 375 granata). Iznad komandirskog otvora montiran je mitraljez 7,62.

M. M.



tehničke novosti i zanimljivosti

Protivoklopni, protivhelikopterski i osmatrački raketni sistem »POLY- PHEM« Francuske firme »EUROMISSILE«¹

Francuska firma EUROMISSILE razvija protivoklopni, protivhelikopterski i osmatrački sistem POLYPHEM sposoban da djeluje u režimu direktne vidljivosti i iza prirodnih zaklona, a koji je namenjen za borbu protiv kopnenih ciljeva (naročito tenkova) i helikoptera, kao i za zadatke izviđanja terena. Moguće su razne primene ovog sistema, na raznovrsnim nosačima, počev od lakih terenskih do teških guseničnih vozila, od helikoptera do podmornica.

POLYPHEM je sistem koji obuhvata projektil sa daljinskim upravljanjem povezanim optičkim kablom sa upravljačkim punktom. Ovo sredstvo nosi optički (vizuelni ili IC) ili milimetarski senzor, koji omogućuje prenošenje upravljačkom punktu (preko optičkog kabla), u realnom vremenu, slika nadletanih zona. Istim optičkim kablom upravljački punkt prenosi projektilu komande. Sistem je otporan na protivielektron-

ska dejstva. Projektil može da nosi specifično eksplozivno punjenje.

Algoritmi koje koristi upravljački punkt obezbeđuju automatsko funkcionisanje uključujući i rafalnu paljbu. Operator ostaje u zaklonu, ali može intervenisati u svakom momentu. Zavisno od odabranog projektila, maksimalni dometi mogu se postizati od nekoliko km do preko 100 km, a brzina leta od nekoliko m/s (za vreme čistog osmatranja) do 300 m/s.

Tehnički podaci za rakete:

| | |
|---------------------------|-----|
| — raketa POLYPHEM 20: | |
| — dužina (m) — — — | 2,4 |
| — prečnik (mm) — — — | 200 |
| — startna masa (kg) — — — | 90 |
| — bojna glava (kg) — — — | 20 |
| — domet (km) — — — | 20 |
| — brzina leta (m/s) — — — | 150 |
| — raketa POLYPHEM 60: | |
| — dužina (m) — — — | 3,1 |
| — prečnik (mm) — — — | 245 |
| — startna masa (kg) — — — | 112 |
| — bojna glava (kg) — — — | 20 |
| — domet (km) — — — | 60 |

¹ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str 1—54.

— brzina krstarenja (m/s) 300
 — maksimalna brzina
 leta (m/s) — — — — — 150

Sovjetski PVO raketni sistem »SA-5/GAMMON« u naoružanju nemačkog bundesvera²

Sovjetski PVO raketni sistem SA-5 (NATO oznaka GAMMON) ušao je u naoružanje nemačkog Bundesvera. Ovaj



raketni sistem usvojen je 1967. godine u operativnu upotrebu i otada više puta modernizovan, a bio je 1983/84. stacioniran u tadašnjim socijalističkim zemljama NDR, ČSSR i Mađarskoj. U sastavu opreme dosadašnje Narodne armije Dr Nemačke, nedavno je prešao u naoružanje Nemačke.

² Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 12, str. 907.

Prema raspoloživim podacima GAMMON, čija je dužina rakete 10,80 m, ima maksimalan kosi domet oko 250 km, maksimalan vertikalni domet oko 30 km i postiže brzinu leta preko 4 Maha.

Razvoj PVO raketnog sistema »RBS 3« švedske firme »BOFORS«³

Švedska firma BOFORS započne razvoj novog PVO raketnog sistema srednjeg dometa. Firma je zaključila ugovor u vrednosti od 15 miliona dolara za izradu studije ovog sistema, koja treba da bude završena do kraja 1991. godinc.



³ Prema podacima iz: DÉFENCE & ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1990, br. 101, str. 80.

Novi raketni sistem klase zemlja-vazduh, čija je sadašnja oznaka RBS 3 ili BAMSE, pokrivaće na velikoj visini dometa do 15 km po svakom vremenu. On će obezbeđivati, u prvom redu, zaštitu vazduhoplovnih i pomorskih baza, važnih komunikacionih linija, gusto naseljenih zona, kao i različitih vojnih operacija.

BOFORS će isporučiti glavni sistem, dok će firma ERICSSON RADAR ELECTRONICS obezbediti senzore za osmatranje i upravljanje vatrom. Sistem RBS 3 sastoji se od osmatračkog radara i dve prikolice sa raketama. Svaka prikolica ima visoki jarbol na čijem je vrhu montiran radar za upravljanje vatrom, da bi se smanjili uticaji spoljnih prepreka (npr. drveće) koji bi mogli uticati na sistem, naročito pri gađanju niskoletućih ciljeva.

RBS-3 biće snabdeven najsavremenijom radarskom i komunikacionom opremom za rad u vrlo teškim uslovima okoline. Kompletan sistem moći će se transportovati železnicom ili vazдушnim putem da bi se omogućilo rešavanje raznovrsnih problema protivvazdušne odbrane. Planirano je da RBS 3 postane operativan krajem 90-tih godina.

Britanska modernizacija tenkovskog topa kalibra 105 mm⁴

Veliki broj zemalja ima u naoružanju tenkova opremljene britanskim topom L7 kalibra 105 mm. Umesto nabavke skupih novih tenkova, ili topova kalibra 120 mm, za modernizaciju tih tenkova britanska firma ROYAL ORDNANCE u svojoj fabrici u Nottinghamu razvila je modernizovanu varijantu topa kalibra 105 mm.

Od visokolegirano čelika, izrađeno elektrolučnim postupkom pretapanja pod zaštitnim slojem troske (ESR),

⁴ Prema podacima iz: DEFENCE 1990, oktobar, str. 13.

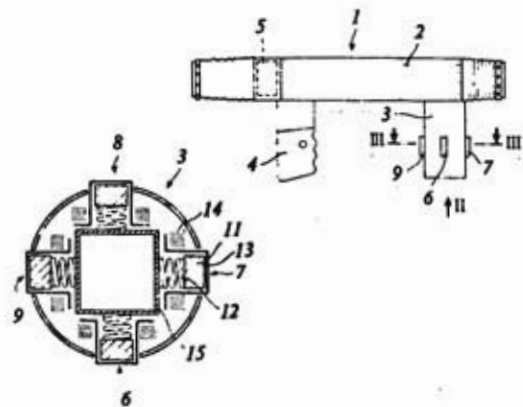
izrađena je i hromirana nova izljudbena cev sa četvorokomornom gasnom kočnicom na ustima, uz zadržavanje kulevke i protivtrzajućeg uređaja sa postojećeg topa L7. Novi APFSDS metak ima delimično sagorljivu čahuru i projektil od volfram-nikl legiranog čelika 30% veće efikasnosti od standardog NATO projektila, tako da na 2 km probija čeonu oklop novog sovjetskog tenka FST-1. Iz razloga bezbednosti, ovaj metak je konstrukciono izveden tako da se ne može ispaljivati iz postojećeg topa L7.

Novo rešenje prezentirano je predstavnicima osam NATO zemalja, a serijska proizvodnja se očekuje za dve godine.

Ručni bacač raketa sa posrednim gađanjem⁵

— nemački patent —

Pronalazak se odnosi na oružje sa ručnim aktiviranjem, koje se sastoji od cevi i dva rukohvata namenjeno za lansiranje PO i PVO raketa.



Do sada se iz oružja sa ručnim aktiviranjem gađalo na taj način, što je vojnik nišanio kroz vizir ili neku sličnu

⁵ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 12, str. 913.

pravu prema cilju, pratio cilj u visini očiju i u momentu pokrivanja sa ciljem ispaljivao projektil. Neprohodan teren, loša vidljivost i iznenadna pojava cilja, npr. u niskom letu, stvarali su pri tome niz problema. Zadatak pronalaska — da se razvije vatreno oružje, koje omogućava besprekorno »hvatanje« cilja i u nepovoljnim uslovima — rešen je na sledeći način:

— u cev (2) ugrađen je deo (5) sa kružnom platformom i procesorom, pomoću koga se podaci o cilju, dobijeni radio-vezom sa komandnog mesta, pretvaraju u naizmeničnu struju različitih frekvencija;

— u prednjem rukohvatu (3) smešteni su vibracioni elementi (6, 7, 8, 9) koji reaguje na naizmeničnu struju.

Oružje, prema ovom pronalasku, daje nišandžiji bitnu prednost u odnosu na napadače, odnosno pomaže mu da ne mora sam da otkriva cilj, već ga spoljašnje kompjuterizovano komandno mesto navodi na cilj različitim reagovanjem vibracionih elemenata, a komandno mesto uvek zna gde se nalazi nišandžija sa oružjem. Na taj način vojnik može brže da »uhvati« cilj i da deluje, i to pre nego što neprijatelj može njega samog da otkrije i napadne, naročito u oblastima sa gustim preprekama, kao što je to u Srednjoj Evropi.

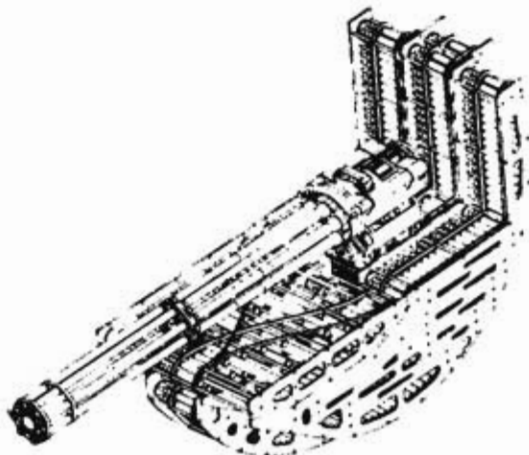
Vibracioni elementi (6, 7, 8, 9) sa stoje se od željeznog jezgra (11), koje slobodno osciluje na opruzi (12) i od električnog namotaja (14) oko jezgra, pri čemu se jezgra nalaze u pokrivenom delu (13) koji strči iznad rukohvata (3), a namotaj (14) ih privlači pri protoku struje odgovarajuće frekvencije. Četiri vibraciona elementa (6, 7, 8, 9) razmeštena su oko rukohvata (3), tako da su dva u smeru ose oružja (1), a dva popreko na nju.

Vibracioni elementi (7 i 9) nalaze se u smeru ose i aktiviraju se kada nišandžija treba da pomeri oružje po elevaciji. Elementi (6 i 8) smešteni popreko na osu aktiviraju se kada oružje treba

pomeriti po pravcu, a pri tom aktivirani vibracioni element uvek daje i smer pomeranja.

Automatski top 25 mm »5000« švajcarske firme »OERLIKON-CONTRAVES«⁶

Švajcarska firma OERLIKON-CONTRAVES ponudila je mornarici SAD novi automatski top kalibra 25 mm oznake 5000. Firma predlaže da se njen top ugradi u sistem BLOCK 2 za blisku protivraktnu odbranu, koju za potrebe mornarice realizuje firma GENERAL DYNAMICS (u okviru projekta PHALANX). Do sada su ovaj sistem sačinjavali automatski topovi 20 mm VULCAN, američke firme GENERAL ELECTRIC.



Automatski top švajcarske firme je, kao i sistem VULCAN, razvijen na principu GATLING. Osnovne odlike topa su visoka brzina gađanja (5000 metaka/minut) i sklop za hranjenje kapaciteta 1000 metaka. Sklop za hranjenje je izrađen kao kompaktna celina, zasnovana na jednostavnom konstrukcionom rešenju. Uvođenje metaka u top vrši se pomoću dva kanala, tako da je omogućeno da

⁶ Prema podacima iz: DÉFENSE & ARMEMENT INTERNATIONAL 1991, br. 102, str. 80.

se pri gađanju vrši trenutna promena vrste municije. Ispaljeni meci se lako zamenjuju novim. Protivoklopna municija se odlikuje velikom početnom brzinom: početna brzina projektila AMDS je 1260 m/s, a projektila APDS/T je 1285 m/s.

U firmi OERLIKON-CONTRAVES smatraju da predloženi program može da bude dobra osnova za efikasnu zaštitu objekata kopnene vojske od napada raketnih projektila. Isto mišljenje imaju i u firmi GENERAL DYNAMICS. Ova firma predlaže da se jedna varijanta projekta PHALANX ugradi na komione i da služi za zaštitu raketnih sistema PATRIOT.

Stanica »SAMANTHA« francuske firme »THOMSON-CSF« za centralizovano uzbunjivanje i upravljanje vatrom PVO⁷

Francuska firma THOMSON-CSF (Odeljenje za elektronske sisteme) razvila je stanicu SAMANTHA za centralizovano komandovanje, uzbunjivanje i upravljanje vatrom oružja PVO jedinica (ASPIC, topovi, MANPADS), koja se može integrisati u sistem višeg nivoa PVO, za komandovanje i upravljanje vatrom.

Opšte karakteristike

Operativne funkcije:

— izvršavanje taktičkih zadataka: efikasno pokrivanje zone od 50 do 100 km²

— održavanje režima stražarenja u kretanju: uzbunjivanje trupa, smanjeno vreme pripreme baterije

— komandovanje: trenutno obrađivanje podataka o ugroženosti — definisanje situacije u vazduhu (zaštita prijatelja, procena opasnosti itd.)

⁷ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 1—24.



— upravljanje koridorima i instrukcijama za gađanje

— uzbunjivanje i označavanje ciljeva za oružne sisteme, uključujući identifikovanje cilja, njegovog kursa, daljine itd.

— koordinacija i upravljanje: automatsko procesiranje cilja — upravljanje oružjima

— veze u realnom vremenu prema gore, prema dole i druge C2 veze.

Tehničke karakteristike:

— impulsivni DOPPLER radar, predajnik u poluprovodničkoj tehnici/planarna antena,

— integrisani sistem radarskog identifikovanja IFF (»prijatelj-neprijatelj«),

— softer za operativno upravljanje,

— povezivanje sa 8 sitsema u poluprečniku 3 do 5 km,

— automatska predaja podataka (VHF) oružjima i sistemu komandovanja višeg nivoa,

— integrisani modul za testiranje ispravnosti.

Performanse

— detekcija: avion 18 km; helikopter u stacionarnom letu 8 km,

— označavanje ciljeva: istovremeno označavanje 4 cilja u vremenu 1,5 s ili u TDMA,

— vreme izvršavanja komande:

— priprema i razvijanje baterije u borbeni poredak: manje od 5 minuta

— posada:

— 1 starešina stanice (komandir voda ili odeljenja), 1 operator, ili:

— 1 vozač, 2 operatora za oklopnu verziju,

— pokretljivost:

— transportno vozilo za svaki teren,

— prevoz avionom (avionima C130, C160).

Stabilizovani optoelektronski osmatrački sistem francuske firme »SFIM«⁸

Francuska firma SFIM razvila je stabilizovani optoelektronski osmatrački sistem prečnika 400 mm, namenjen helikopterima (ili borbenim vozilima) za izviđanje bojnog polja, osmatranje, lokalizaciju i markiranje ciljeva, kao i za pomoć u pilotiranju po danu i noći.

Ova žirostabilizovana platforma, koja se može pomerati po elevaciji i pravcu, izoluje vibracije i pokrete vozila-nosača optoelektronskih uređaja i čiju integraciju obezbeđuje SFIM.

Karakteristike:

— stabilizaciju obezbeđuje žiroskop sa dva stepena slobode kretanja

— orijentacija po pravcu i elevaciji ostvaruje se precesijom žiroskopa

— ugaona skretanja (°):

— po elevaciji — +10 do —55

— po pravcu — — — — ±175

— maksimalna brzina skaniranja (elevacija i pravac) rad/s — — 1

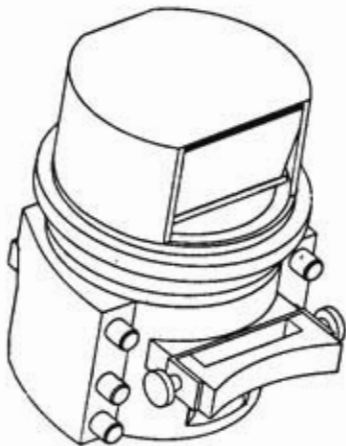
— primarna stabilizacija je bolja od ± 1 rad/s. (Po zahtevu, primarna stabilizacija može biti dopunjena »finom« stabilizacijom, koja može biti specifična za svaki korišćeni optoelektronski uređaj)

⁸ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 1-442.

| | |
|--|------|
| — dimenzije (mm) — — — | Ø400 |
| — raspoloživa zapremina (l) — — — — — | 23 |
| — masa optoelektronskog uređaja (kg) — — — — — | 30 |
| — ukupna maksimalna masa (kg) — — — — — | 50 |

Razvoj francuskog video-periskopa »EVE« za vožnju i osmatranje⁹

Francuska firma SOPELEM razvija periskop EVE za pomoć u upravljanju vozilom i osmatranja po danu ili noći. On obuhvata dva video-kanala i jedan klasičan dnevni periskop za vanredne situacije. Gledanje noću obezbeđuje CCD kamera spojena sa pojačava-



čem svetlosti, dok upotrebu danju omogućuje druga CCD kamera. Elektronika i optika za vizualizaciju su zajedničke za oba kanala. Optika za vizualizaciju sastoji se od binokulara, koji omogućuje periskopu da se prilagodi postojećim

⁹ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 2—410.

uređajima za upravljanje vozilima. Njena modularna koncepcija dozvoljava integrisanje terminalnih senzora.

Tehničke karakteristike:

- dnevni i noćni video-kanali:
- vidno polje — — — 40°
- CCD senzor 550×576 piksela
- pojačavač svetlosti: 18 mm elektronska cev druge generacije (samo za noćnu vizualizaciju)
- dnevni kanal za vanrednu situaciju:
- ukupna polja:
- po vertikali (°) — — — 23
- po horizontali (°) — — — 60

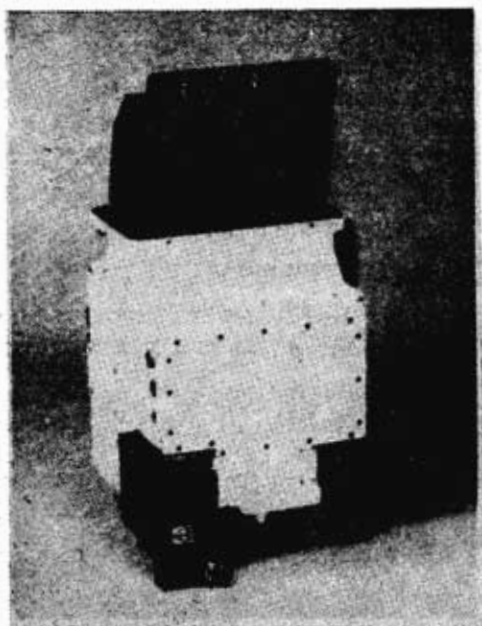
Dnevno/noćni nišan »ASTARTE« francuske firme »SOPELEM«¹⁰

Francuska firma SOPELEM razvija je dnevno/noćni nišan ASTARTE namenjen opremi nišandžije i komandira oklopnih borbenih vozila. Kompaktna koncepcija nišana omogućuje laku ugradnju u većinu postojećih kupola. Kanal za noćnu vizualizaciju funkcioniše sa pojačanjem svetlosti (postoji i termalna verzija MITHRIDAT sa odgovarajućim karakteristikama termalnog kanala).

Tehničke karakteristike:

- glava:
- ugao nišanjenja (°) od —10 do +35 ili 55
- dnevni kanali:

¹⁰ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 2—254.



- periskopski kanal — xl, vidno polje 40°
- nišanski kanal — x8, vidno polje 7°
- noćni kanal:
- noćni nišan — — — x8
- vidno polje — — — 7°
- rezolucija — — — 0,5 m
- domet — — — 600 do 2000 m
- cev 25 mm invertorskog tipa, druge ili treće generacije

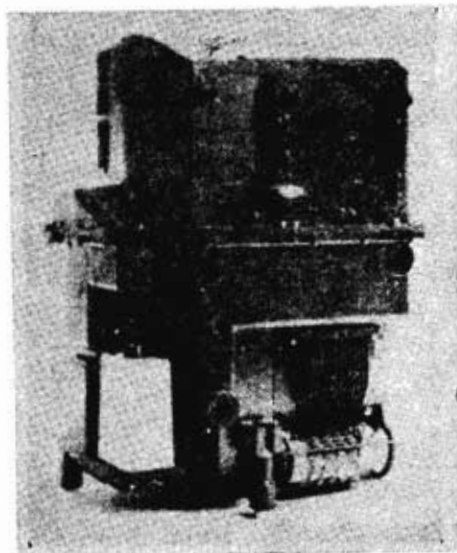
— opcija: ovaj nišan i njegovi priključni moduli formiraju deo sistema za upravljanje vatrom SOPTAC.

Stabilizovani dnevno-noćni tenkovski nišan »SAVAN 20« francuske firme »SAGEM«¹¹

Francuska firma SAGEM razvila je višekanalni dnevno-noćni nišan SAVAN 20 stabilizovan u 2 ose, koji osim toga obezbeđuje vertikalnu na maršu i

¹¹ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 sl. 2-370.

poziciju. On predstavlja glavni nišan tenka AMX-LECLERS i pogodan je za sve dnevno-noćne nišanske operacije nišandžije na savremenom tenku.



SAVAN 20 je deo familije nišana za stabilizovano nišanje, vertikalnu osetljivost i navigaciju SAVAN (Stabilized Aiming, Vertical Sensing and Navigation). Opremljen je ogledalom stabilizovan u dve ose sa upravljanjem preko mikroprocesora, kombinovanim sa uređajem za optičku separaciju, koja omogućuje akviziciju i procesiranje slike na različitim kanalima. Broj ovih kanala zavisi od zadatka nišana, koji može biti:

- dnevni kanal sa jednim ili više uveličanja,
- termalni kanal 8—12 μm, prečnik sočiva 150 mm,
- laserski daljinomer,
- CCD TV-kamera,
- minimonitor i simbologija.

Nišan obezbeđuje informacije o mestu i ugaonoj brzini cilja, a takođe prema opciji i:

Performanse

| | |
|--|--------------|
| — nišanjenje: | |
| — po pravcu (°) | — — — 7 |
| — po elevaciji (°) od —10 do +20 | |
| — prečnik terminalnih sočiva (mm) | — — — — 150 |
| — brzina nišanjenja (rad/s) | — 1 |
| — tačnost stabilizacije (μrad) | 50 |
| — tačnost merenja nišanske linije (μrad) | — — — — <100 |
| — tačnost vertikale (mrad) | 1 do 5 |
| — tačnost određivanja severa (mrad) | — — — — <10 |
| — tačnost navigacije (%) | — <2 |

Periskop za borbena vozila sa širokim vidnim poljem »OB-60« Francuske firme »THOMSON-TRT«¹²

Francuska firma THOMSON-TRT razvila je periskop sa širokim vidnim poljem OB-60, koji omogućuje upravljanje tenkom AMX LECLERC i drugim borbenim vozilima po danu i noći i sa trenutnim prebacivanjem sa jednog na drugi režim rada (bez demontiranja ili narušavanja hermetičnosti).

Dnevna vizualizacija zasnovana je na konvencionalnom sistemu prizmi, a noćna na primeni principa pojačanja svetlosti (cev za pojačanje druge generacije). Slika se tada prikazuje preko binokularne optike koja obezbeđuje veliku udobnost gledanja. Okretanje noćnog kanala po pravcu, ručnom komandom, omogućuje pokrivanje širokog horizontalnog vidnog polja.

Karakteristike i performanse

- dnevna vizualizacija:
- horizontalno polje (°):

| | | |
|--|----------------|------|
| — ukupno | — — — — | 80 |
| — trenutno | — — — — | 50 |
| — vertikalno polje (°): | | |
| — ukupno | — — — — | 25 |
| — trenutno | — — — — | 11 |
| — noćna vizualizacija: | | |
| — horizontalno polje (°): | | |
| — ukupno | — — — — | 100 |
| — trenutno | — — — — | 45 |
| — vertikalno polje (°): | | |
| — ukupno | — — — — | 35 |
| — trenutno | — — — — | 20 |
| — uveličanje | — — — — | 0,92 |
| — rezolucija | — <1,5 mrad/pl | |
| — automatsko isključenje cevi za pojačanje u slučaju zaslepljivanja. | | |

U toku je razvoj za potrebe francuskih OS. Početak serijske proizvodnje planiran je u 1991. godini.

Američki hiperbrzi vođeni projektil »ADKEM«¹³

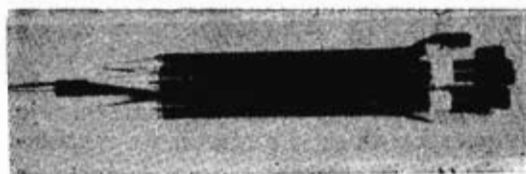
Istraživačko-razvojni centar američke raketne komande ispituje nekoliko tipova hiperbrzi vođenih projektila koji bi se mogli koristiti za buduće protivavionske ili protivoklopne sisteme.

Program ADKEM (Advanced Kinetic Energy Missile), započet u budžetskoj 1988. godini i očekuje se da traje do 1993—1994, namenjen je da prikaže tehnologiju koja obezbeđuje visoki stepen ubojnosti protiv tenkova, aviona i helikoptera za koje se očekuje da će biti u upotrebi početkom sledećeg veka. Cilj je da se najmanje udvostruči stepen nanošenja gubitka u odnosu na sadašnje sisteme koji se vode na nišan-

¹² Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 2—406.

¹³ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1991, br. 1, str. 81.

skoj liniji, kao što su TOW na vozilu BRADLEY i helikopteru AH-1, tako što će se moći lansirati sa potpuno maskiranog položaja. U kandidate sistema oružja sa ovom tehnologijom spadaju TACAWS (The Army Counter-Air Weapon System) i helikopter LH u verzijama vazduh-vazduh i vazduh-zemlja. Vođeni projektil ADKEM se, takođe, može lansirati meko u vertikalnom smeru iz budućih borbenih vozila ili lakih platformi, kao što je HMMWV, a takođe je kandidat za predloženo oružje ARMADILLO za napad na protivradarske vođene projekte.



Vođeni projektil ADKEM, koji se naziva i KILLER BEE (»proždrljiva pčela«) ima do šest puta veću ukupnu energiju i dva puta veću energiju probijanja (16—18 Mj) nego sadašnji projektili koji dejstvuju kinetičkom energijom, ispaljeni iz tenkovskog topa. Lansiranje projektila sa vođenjem trebalo je da počne marta 1991. Na početku će se koristiti vođenje po nišanskoj liniji, a kandidovane tehnologije za ovo su radar u milimetarskom talasnom području i CO₂ laser. Za dve godine očekuje se da glava za samonavođenje zameni ovaj metod vođenja projektila. ADKEM može da napadne ciljeve na zemlji na daljinama od 200 m pa do 5—6 km, a protiv aviona domet se povećava do 10 km. Posle vertikalnog lansiranja pomoću opruge, vazdušnog jastuka, ili izbacivača na bazi pogonskog punjenja, vođeni projektil se penje pomoću raketnog motora sa nekoliko mlaznica, koji je deo sistema za usmeravanje. Ovaj sistem se zatim odbacuje, a četiri busster-motora sa čvrstim punjenjem (svaki

proizvodi potisak od 26,4 kN) gore 300 ms i ubrzavaju projektil do brzine od 1.800 m/s u prvih 300 m leta projektila, pre nego što budu odbačeni. Centralno telo vođenog projektila, koje se obrće velikom brzinom radi stabilnosti na putanji, a upravlja se pomoću krilaca, imaće probojno jezgro dužine 91,4 mm i prečnika 22 mm, a njegova masa i materijal još nisu odabrani.

Američki hiperbrzi vođeni projektil »SPIKE«¹⁴

Hiperbrzi vođeni projektil sa odvojitim probojnim jezgrom, koji dejstvuje kinetičkom energijom, SPIKE (Separated Penetrator, Kinetic Energy), prikazan je u toku programa američke raketne komande CIAD (Close-In Air Defense). SPIKE je bio prvi put razvijen polovinom osamdesetih godina po programu za isturenu protivvazdušnu odbranu FAADS (Forward Air-Defense System), ali je u konkursu sa projektilom STINGER izgubio. Vođeni projektil SPIKE ima efektivan domet do oko 3 km u protivavionskoj ulozi i koštao bi oko 750 dolara po komandu u serijskoj proizvodnji. Ovaj projektil je ispitan na vozilu HMMWV, koje bi nosilo šest paketa sa po 9 projektila. Sam vođeni projektil ima prečnik 48 mm i masu 2,1 kg i može se ispaljivati plotunski sa intervalima od 0,1 s radi stvaranja baražnog efekta. Svaki vođeni projektil SPIKE ima raketni motor sa čvrstim gorivom koji ubrzava projektil do 1.000 g, omogućujući mu da postigne brzinu 1.450 m/s za samo 0,25 s. Pri ubrzanju potiskuje se nazad jedna opruga koja oslobađa 88 probojnih jezgara od volframa, smeštenih oko tela projektila. Ova jezgra se razleću pod dejstvom centrifugalne sile (krilca projektila SPIKE su ukošena za 10°, obezbeđujući brzinu

¹⁴ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1991, br. 2, str. 167.

obrtnja oko 55 s^{-1} , kada je projektil udaljen oko 180 m od bacača). Pri tome se formira ubojni mlaz prečnika 25 m na daljini od 2 km. Ovakvo ustrojstvo inercijalnog armiranja i oslobađanja probojnog jezgra eliminiše potrebu za tempiranim ili pirotehničkim mehanizmima. Svako probojno jezgro ima masu 5 g i može da probije oklop debljine preko 35 mm.

Francusko-italijanska protivraketa raketa »ASTER«¹⁵

Francuska firma AEROSPATIALE razvila je raketu klase zemlja-vazduh ASTER namenjenu za presretanje raketa vazduh-zemlja i zemlja-zemlja nove generacije, koje se odlikuju velikom brzinom, slabom radarskom signaturom i uvećanom manevarskom sposobnošću, a koje je potrebno temeljno uništiti. Zbog toga je ASTER vrlo efikasan i protiv savremenih borbenih aviona velikih manevarskih sposobnosti i malih signatura.



ASTER je koncipiran za široki opseg upotrebe da bi mogao zadovoljiti, uz prihvatljive troškove, potrebe PVO

¹⁵ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 1-10.

na kopnu (zemlja-vazduh srednjeg do- na raketa more-vazduh srednjeg dome- meta SAMP/T) i na moru (protivraketa SAMP/N i more-vazduh SAAM). Razvoj rakete obavlja se u francusko-italijanskoj kooperaciji u okviru konzorcijuma UEROSAM, formiranog od firme AEROSPATIALE, THOMSON-CSF i SELENIA.

Oba sistema uključuju višefunkcionalni radar sa elektronskim skaniranjem i vertikalne lansere koji obezbeđuju PVO u svim pravcima protiv masovnih napada. Familija ASTER zasnovana je na dvostepenoj raketi sa čvrstim gorivom, koja se sastoji od terminalne rakete nazvane ASTER i bustera za ubrzavanje prilagođenog operacionim zahtevima.

Dvostepena koncepcija nastala je iz potrebe da se za presretanje raspolaže vrlo žustrom raketom, koja bi se mogla suprotstaviti manevrima napadača i da u svim slučajevima postiže vrlo kratak razmak od cilja pri eksploziji ($< 2 \text{ m}$) radi obezbeđenja njegovog uništenja. Raketa ima inercijalno vođenje po srednjem kursu, a zatim, u završnoj fazi, aktivno radarsko samovođenje.

Drugi stepen karakteristike se vrlo visokom manevarskom aerodinamičkom sposobnošću i vrlo kratkom vremenskom konstantom vođenja, što se postiže novim komandnim sitsemom (PIF-PAF) kombinovanim od pilotaže klasične aerodinamike (PAF) i direktnog upravljanja silom (PIF) dejstvom bočnih dopunskih mlaznih ubrzivača u težištu.

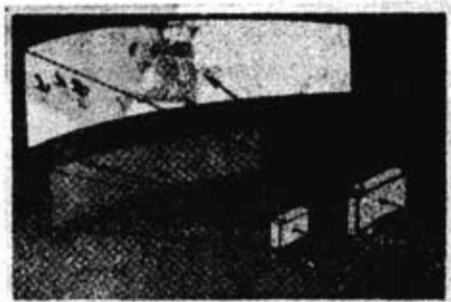
ASTER sadrži bojnu glavu rasprskavajućeg dejstva, marševski raketni motor sa mogućnošću usporenog paljenja radi optimiziranja uslova presretanja, inercijalni merni uređaj visokih performansi i jedan prijemnik koji u letu obezbeđuje ažuriranje podataka o cilju. Municija rakete ASTER je tipa »sjedineni metak«.

Performanse:

- brzina na kraju sagorevanja bustera (m/s) — — 1400
- domet presretanja (km):
- nadzvučnih visokomanevrišućih raketa — — — 20
- nadzvučnih aviona — — — 45

Svedske mine usmerenog dejstva »FFV 013«¹⁶

Švedska firma FFV razvila je minu usmerenog dejstva, koja je namenjena za borbu protiv komandosa i neprijateljskih helikoptera kada se spuštaju na tlo. Na slici su naznačeni maksimalni parametri dejstva za dve verzije nove mine: FFV 013 i FFV 013 R. Masa prve mine je 13 kg, ona sadrži 1.200 fragmenata mase po 6 g, koji na udaljenosti od 150 m raspoložu udarnom energijom 150 J i gustinom 2/m²



Druga varijanta mine je FFV 013R. Njena masa je samo 10 kg, sadrži 840 fragmenata mase po 3 g, koji na udaljenosti od 100 m imaju istu energiju udara i gustinu parčadi kao varijanta FFV 013.

¹⁶ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 12, 906.

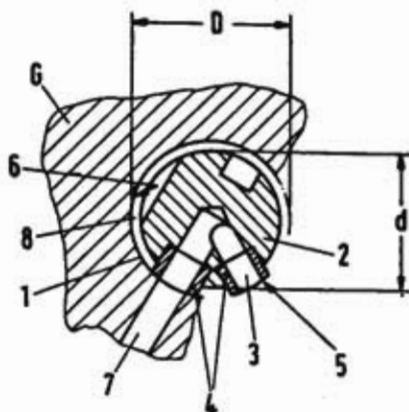
Kućište obe mine je plastično. Kao držač, odnosno oslonac, služi tronožac. Mine se aktiviraju raznim tipovima upaljača sa zateznom žicom, električnim, vibracionim i dr. Obe mine su već uvedene u naoružanje jedinica švedske armije.

Osigurač za upaljač sa rotorom¹⁷

— nemački patent —

Pronalazak se odnosi na osigurač za upaljač sa većim brojem lanaca paljenja, koji se prekidaju pomoću rotora. Upaljač ima osovinu, koja se obrće u otvoru kućišta i koja sadrži veći broj zakrivljenih ili savijenih kanala, koji u armiranom položaju odgovaraju otvorima u zidu kućišta.

Zadatak pronalaska je da se osigurač tako oblikuje, da i posle više palje-



nja obezbeđuje sigurno okretanje osovine iz osiguranog u armirani položaj i zatim opet u osigurani položaj.

¹⁷ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1991, br. 2, str. 147.

Zadatak je rešen na taj način, što je između osovine (2) prečnika (d) i otvora u kućištu (1) unutrašnjeg prečnika (D) ostavljen prstenasti procep (8), i što kanali za prenos plamena (3) sa prstenastim prirubnicama, koje strče i čije radijalno zakrivljenje spoljašnje površine (5), naležu na unutrašnji zid (6) otvora u kućištu (1).

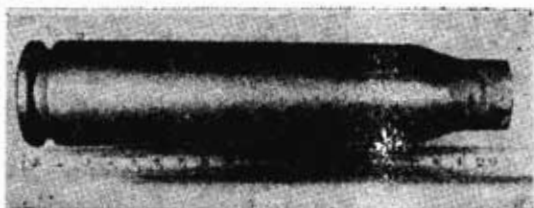
Posebna prednost ovog osigurača sastoji se u tome, što je zbog manje kontaktne površine između spoljašnjih površina prirubnica i unutrašnjeg zida znatno smanjeno trenje između osovine i kućišta i što ivice prirubnice pri okretanju osovine pospešuju samočišćenje.

Na crtežu je šematski pojednostavljeno prikazan presek osovine (2) i jednog od kanala za prenos plamena (3). Osovina je postavljena tako, da se može obrtati, a pokreće je motor. U osovini (3) nalazi se veći broj kanala za prenos plamena, koji su zakrivljeni za oko 60° do 90°. U nacrtanom armiranom položaju kanal za prenos plamena (3) odgovara otvoru (7) u kućištu (G), kroz koji se uvode produkti sagorevanja neprikazanog sredstva za paljenje.

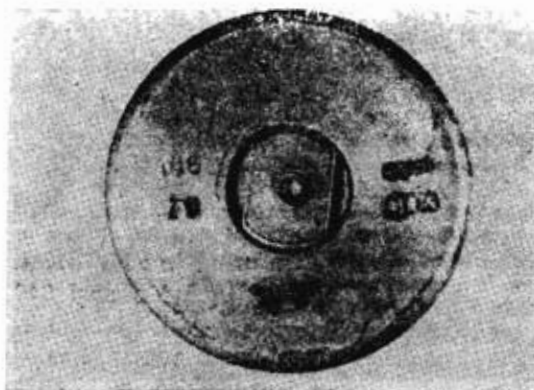
Prema ovom pronalasku prečnik osovine (2) je manji od unutrašnjeg prečnika (D) otvora u kućištu (1), pa se stvara prstenasti procep (8). Kanal paljenja (3) zaptiva prema unutrašnjem zidu (6) kućišta (G) umetnuta čahura (4) čija spoljašnja prirubnica strči iznad osovine. Prirubnica je tako izbrušena, da se stvori prstenasta spoljašnja radijalna površina (5), koja nalaže na unutrašnji zid (6). Na taj način je znatno smanjena površina trenja između osovine (2) i unutrašnjeg zida (6), a produkti sagorevanja protiču bez smanjenja pritiska kroz kanal za prenos plamena (3).

Češkoslovačka čahura metka kalibra 30 mm¹⁸

U zemljama Istočne Evrope običaj je da se nova vojna oprema drži u tajnosti što je duže moguće, pa neki delovi vojne opreme mogu biti u naoružanju godinama pre nego što se otkriju javnosti. Zbog toga su detalji koji se objavljuju u zapadnim publikacijama, često nekompletni i netačni.



Takav jedan deo je metak kalibra 30 mm za češkoslovački dvocevni protivavionski top, koji postoji u vučnoj verziji M 53 i u samohodnim verzijama M53/59 i M53/59/70. Mada su se automatski top M53 i njegova municija pojavili prvi put početkom pedesetih godina, i korišćeni su u Češkoslovačkoj i nekim drugim zemljama, još uvek ima nepoznanica što se tiče 30 mm metka.



¹⁸ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1991, br. 1, str. 81.

Prema nekim publikacijama metak je označen kao 30×220 što znači da je čahura dugačka 220 mm, a to nije tačno. Stvarna dužina čahure je 210 mm, pa je zbog toga tačna oznaka češkoslovačkog metka 30×210.

Na sl. 1 prikazana je čelična čahura oblika flaše, smeštena na lenjir, a na sl. 2 prikazane su osnovne oznake na dnu metka 30×210 mm, izrađenog u Češkoslovačkoj. Čahura bez venca je prilično masivna (masa je 530 g) i ima karakterističan obod debljine 5,5 mm. Paljenje je udarnog tipa, a kapisla se uvrtce u dno čahure.

Treba primeniti da češkoslovačka čahura 30×220 nije zamenljiva sa metkom 30×210 B sovjetskog porekla, koji je namenjen brodskim i protivavionskim topovima: sovjetski metak se pali električnim putem, a čahura je izrađena od mesinga.

Nova verzija američkog borbenog aviona »F-14D SUPER TOMCAT«¹⁹

Američka firma GRUMMAN isporučila je RM SAD prve avione F-14D SUPER TOMCAT. Do kraja 1990. isporuka treba da dostigne 12 aviona, u okviru porudžbine od ukupno 27 vazduhoplova ovog tipa. Pored toga, RM planira preoružanje svih svojih (oko 400) aviona F-14A po D-standardu.

F-14D ima: pojačane motore (GENERAL ELECTRIC F110-GE-400), koji pri startu katapultiranjem aktiviraju uređaj za naknadno sagorevanje; infracrveni sistem za traženje i praćenje ciljeva; dvostruki informacioni sistem DATA BUS prema vojnom standardu MIL-STD-1353B; digitalnu vazduhoplovnu elektronsku opremu; poboljšani radar (HUGHES APG-71) i savremene avionske instrumente u pilotskoj kabini.

¹⁹ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1991, br. 1, str. 78.



Sposobnost preživljavanja ovog aviona povećana je zahvaljujući radarskom prijemniku za upozoravanje ARL-67 i opremi za protivielektronska dejstva ALQ-165.

Nakon navedenih modifikacija avion F-14 biće sposoban i za dejstva vazduh-zemlja. Prva ispitivanja obuhvatiće opite sa raznim tipovima nevođenih vazduhoplovnih bombi i raketama HARM.

Višenamenski helikopter »AS 555 Fennec« francuske firme »AEROSPATIALE«²⁰

Francuska firma AEROSPATIALE prikazala je vojnu verziju (u mornaričkoj konfiguraciji u prirodnoj veliči-



ni) AS 355 ECUREUIL svoga helikoptera AS 555 FENNEC. Ovaj dvomotorac može da operiše i sa brodova manje to-

²⁰ Prema podacima iz: DÉFENSE & ARMEMENT HÉRACLÉS INTERNATIONAL 1990, br. 101, str. 71.

naže i da obezbeđuje ekonomično izvršavanje širokog raspona zadataka. Intenzivna primena kompozitnih materijala za krakove glavnog i repnog rotora, oplata itd. doprinosi niskim troškovima održavanja, jer ti materijali nisu osetljivi na koroziju.

Verzije AS 555 MR i MN posebno su namenjene za pomorska patroliranja, za označavanje ciljeva preko horizonta i za zadatke traganja i spasavanja, dok su verzije SR i SN izvrsne za borbu protiv podmornica i površinskih brodova. Verzije MR i SR opremljene su sa dva turbo motora ALLISON 250 C 20R jedinačne maksimalne snage 343 kW, odnosno maksimalne kontinualne snage 383 kW. Verzije MN i SN snabdevene su sa po dva turbomotora TURBOMÉ-CA TM 319 nešto veće snage (368 odnosno 294 kW).

Helikopter AS 555 postiže maksimalnu brzinu 278 km/h, brzinu kretanja na nivou mora 225 km/h, vertikalnu brzinu penjanja na istom nivou 6,5 m/s i praktičan vrhunac 3630 m. Njegov vrhunac u stacionarnom letu sa efektom tla je 2500 m (1520 m bez tog efekta) a dolet na nivou mora sa standardnim rezervoarima 717 km. Dugačak 12,94 m (sa obrtnim rotorom) on ima visinu 3,43 m, prečnik glavnog rotora 10,69 m i prečnik repnog rotora 1,86 m. Maksimalna masa helikoptera je 2540 kg, masa u praznom stanju 1560 kg i maksimalna masa sa visećim teretom 2600 kg. Helikopter nosi jednog pilota i pet ljudi, ili viseći teret obešen za užu.

Osnovnu opremu helikoptera sačinjavaju:

— troosni automatski pilot SFIM 85-T31 i radio-visinomer THOMSON-TRT vojnog tipa AHV-B,

— navigacijski sistem NADIR Mk 10, firme SEXTANT AVIONIQUE, udružen sa radarom DOPPLER RDN 85, firme DASSAULT ELECTRONIQUE, i radarom-detektorom BENDIX RUR 1500,

— magnetodetektor MAD MkIII, firme SEXTANT AVIONIQUE,

— naoružanje komponovano od jednog 20 mm topa M621 GIAT ili 12 raketa 68 mm THOMSON-BRANDT ili topa i jednog lansera, kao i (zavisno od zadatka) jenog ili dva laka torpeda DCN MURENE.

Sistem za NHB-detekciju »B.S.A.310« francuske firme »BARRAS PROVENCE«²¹

Francuska firma BARRAS PROVENCE S.A. razvila je sistem B.S.A. 310. (Beide de Synthese Air) za NHB-dekontaminaciju na bazi skupnog prikaza podataka kontaminacije vazduha. Namenjen za obezbeđenje nuklearne i hemijske dozimetrijske kontrole vazduhoplovne baze, ovaj sistem obuhvata sledeće osnovne komponente:

— centralni ormar smešten u prostoriju koju treba štiti,

— dve nuklearne sonde,

— deset hemijskih interfejsa povezanih sa detektorima tipa DETALAC AIR.

Nuklearne sonde i hemijski interfejsi instalirani su na terenu i spojeni su sa centralnim ormarom telefonskim kablovima.

Osnovne karakteristike

Ormar za grupno prikazivanje:

— Dijalog operator-mašina:

— klavijatura komandi funkcija,

— kolor-monitor visoke rezolucije,

— Upravljanje nuklearnim i hemijskim senzorima:

²¹ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 4-94.

- centralizovano merenje,
- prikazivanje uzbune ili neispravnosti,
- daljinsko upravljanje sensorima (startovanje, zaustavljanje, testiranje ispravnosti funkcija),
- merenje i registrovanje podataka (disketa).
- Kompjuterska funkcija:
- procesiranje senzorskih podataka (prognoziranje, doza itd.),
- podrška operatoru u okviru primene TTA 617.

Interfejs DETALAC AIR:

- upravljanje interfejsom DETALAC AIR (startovanje, testiranje itd.),
- transmisija podataka (merenja, defekata itd.),
- napajanje jednosmernom strujom 24 V preko DETALAC AIR.
- modularni tip zaštite od uticaja zračenja i udara munje.

Nuklearna sonda:

- brzina merenja doza (0,1 do 999,9 cGy/h),
- detektor — Gajger-Milerov brojač
- napajanje — 220 V naizmenična struja
- modularni tip zaštite od uticaja zračenja i udara munje.

Japanski oklopni transporter »TIP 88«²²

U okviru razvoja novog japanskog transportera bila su od 1984. godine isprobana četiri prototipa. Izabran je

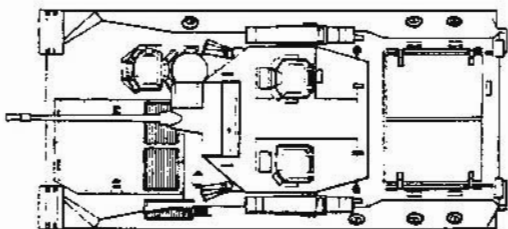
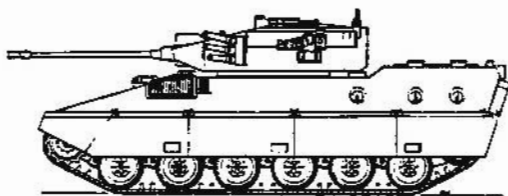
²² Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 4, str. 284.

transporter sa oznakom TIP 88 sa savremenom koncepcijom: prednji pogon, kupola sa dva člana posade na sredini vozila, a u zadnjem delu borbeni prostor za pešadiju. Posadu sačinjavaju 3+7 osoba, tako da ukupna borbena masa iznosi 26 t. Prvi put je na japanskim ok-



lopnim vozilima u izradi korpusa primenjena legura aluminijuma. Kupola je opremljena topom kalibra 35 mm i mitraljezom 7,62 mm. Na boku kupole instalirana su dva lansera za nove japanske laserski upravljane rakete tipa CHYU-MAT. Top ima brzinu gađanja 200 granata u minuti i veliku preciznost. Za upravljanje vatrom služe infratoplotni uređaji i laserski daljinomer.

Hodni deo transporta ima klasično oslanjanje sa torzionim oprugama. Mo-



tor je šestocilindrični, dizel, snage 442 kW, koji preko savremene transmisije ostvaruje maksimalnu brzinu 70 km/h.

Tri otvora sa kugličnim blendama na svakoj strani borbenog prostora potvrđuju da Japanci još predviđaju mogućnost vođenja borbe iz transportera, što su neke armije kao koncept već napustile. Zbog izuzetno visoke cene ugrađenog oružja i opreme predviđena je serijska proizvodnja za japansku armiju od 50 komada godišnje.

NOVA SOVJETSKA AMFIBIJA NA GUSENICAMA »PTS-2«²³

Razvoj sovjetskih transportera sa mogućnošću plivanja započeo je odmah posle drugog svetskog rata razvojem »malog amfibijskog vozila« oznake



MAV i »velikog amfibijskog vozila« oznake BAV. Oba vozila rađena su po ugledu na američke amfibije GPA (4×4) firme FORD i DUKW (6×6) firme GM i STUDEBAKER.

Naslednik ovih sovjetskih amfibija bilo je prvo gusenično amfibijskog vo-

zilo oznake K-61. Godine 1969. amfibijsku K-61 zamenjuje novo amfibijsko vozilo na gusenicama oznake PTS-M.

Od 1985. započinje razvoj treće generacije sovjetskih amfibijskih transportera. Prvo zvanično prikazivanje novog vozila pod oznakom PTS-2 održano je 1988. godine u oktobru u okviru vežbe sovjetskih trupa u Nemačkoj.

Razlika između PTS-2 i njegovih prethodnika ogleda se, pre svega, u izvođenju hodnog dela. Hodni deo PTS-2 sastoji se od sedam potpornih točkova i četiri točka-nosača gusenice i gusenice sa gumi-metalnim šarmirom. Dodata je i ABH-zaštita u vozačkoj kabini. Novi motor PTS-2 je četvorotaktni, dizel, sa turboprehranjivačem, vođeno hladeni, sa mogućnošću korišćenja više goriva.

Kod ovog modela zadnji deo izveden je kao utovarna rampa sa novim hidrauličnim uređajem za samoukopavanje.

Korisna utovarna površina PTS-2 je nešto veća od PTS-M i ima dimenzije 8,3×2,6 m. Visoke bočne strane i moderan pogonski sistem omogućavaju novoj amfibiji, kako odlične plivajuće karakteristike, tako i dobru pokretljivost na zemlji (maksimalna brzina na zemlji 40 km/h).

Francusko oklopno vozilo »AMX 10 RC«²⁴

Francuska grupacija za naoružanje GIAT razvila je točkaško oklopno izviđačko vozilo AMX 10 RC. Sa vozilom su izvršena ispitivanja u Čadu i

²³ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1989, br. 6, str. 398.

²⁴ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1990, br. 100, str. 82.

Maroku, a predstavljeno je i u Saudijskoj Arabiji. Nakon ovih ispitivanja vozilo je nazvano »Pustinjski lav«.

Vozilo AMX 10 RC namenjeno je za izvidanje, a sposobno je za borbu protiv tenkova. Borbena masa vozila iznosi 16 t, a ima amfibijska svojstva bez prethodne pripreme.



U vozilo je ugrađena pogonska grupa od 220 kW pri 3000 min⁻¹, uređaj za upravljanje »skid steering« i hidropneumatski sistem za oslanjanje sa promenljivim klirensom. Maksimalna brzina kretanja vozila na putu je 85 km/h po terenu, a brzina kretanja na vodi je 2 m/s (pogon hidropropulzorima). Autonomija kretanja je 1000 km, ili 26 h borbe, a savlađuje uspon od 50% i bočni nagib od 30%.

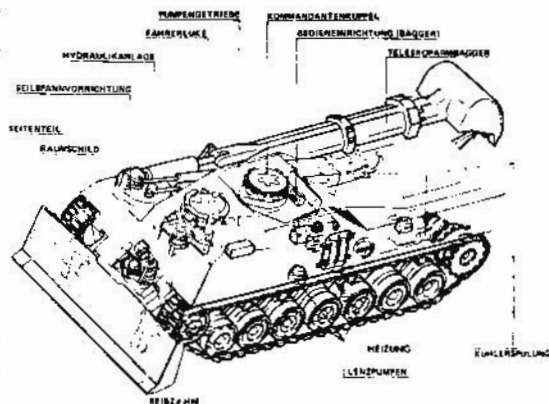
Osnovno naoružanje vozila je top kalibra 105 mm iz kojeg se gađa različitim municijom, uključujući i projekte sa kinetičkom energijom. Uređaj za upravljanje vatrom je automatski tipa COTAC, sa nišanskom spravom u koju je ugrađen laserski daljinomer, uvećanja 10× i sa automatskom korekcijom vatre. Komandir ima nišansku spravu sa uvećanjem ×2 i ×8, sa mogućnošću osmatranja u svim pravcima (nezavisno od pokretanja kupole). Pored toga, komandir može da prati isti cilj kao nišandžija. Televizijski uređaj nis-

kog nivoa svetlosti omogućuje osmatranje noću, kao i iz sprave nišandžije.

Posada vozila sastoji se od 4 člana, a vozilo je snabdeveno NHB-uređajem i uređajem za klimatizaciju.

Oklopno vozilo inženjerije »DACHS«²⁵

Aprila 1989. prikazano je nemačko inženjersko oklopno vozilo druge generacije DACHS, čime je završen višegodišnji razvoj ovog vozila.



Razvoj inženjerskih oklopnih vozila za potrebe Bundeswehra započet je još 1969. poznatim vozilima APM (amfibijsko višenamensko inženjersko vozilo), zatim GPM (oklopno inženjersko oruđe), koje je bilo ugrađeno na vozni postroj tenka LEOPARD 1. Kasnije je ovo inženjersko oruđe ugrađeno i na postroj tenka LEOPARD 2. Koristeći ova prethodna iskustva, razvoj vozila DACHS trajao je relativno kratko, od 1981. do 1985. godine.

²⁵ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1989, br. 9, str. 664—666.

Osnovne karakteristike i poboljšanja u odnosu na prethodnu generaciju su sledeća:

— Bagerski uređaj sastoji se od teleskopske mehaničke ruke sa kašikom, čija je zapremina 1,1 m³. Maksimalni kapacitet bagerskog uređaja je 140m³/h, pri čemu je maksimalni radni radijus 9,2 m i maksimalna dubina kopanja 5 m. Kada se teleskopska ruka koristi kao dizalica, moguće je prenošenje tereta od 2,5 do 7,7 t. Radni ugao teleskopske ruke je 195,5°.

— Preko produžnog komandnog kabla moguće je korišćenje bagera i u vodi do dubine 2,25 m, pri čemu se rukovalac nalazi u posebnoj platformi-korpi iznad vode. U posebnim uslovima moguć je rad bagera i vitla u vodi do dubine od 4 m.

— Dodatne pumpe za prečišćavanje omogućavaju povećanje radne sposobnosti pri korišćenju pod vodom. Uređaj za pranje, kojim se mogu aktivno čistiti hladnjaci za transmisiono i hidraulično ulje, omogućava duži boravak i rad vozila u uslovima veoma zaprljane vode.

— Na prednjem delu vozilo je snabdeveno raonikom sa posebnom režućom kantom za ravnjanje i čišćenje zemljišta. Kapacitet pri zemljanim radovima iznosi 270 m³/h, a širina raonika je 3750 mm.

— Bager i raonik dobijaju potrebnu energiju preko novog hidrauličnog uređaja sa električnom pumpom konstantnog protoka i radnim pritiskom od 300 bar.

— Za zavarivanje i sečenje postavljn je uređaj koji koristi struju 24 V, a za posebna zavarivanja postoji priručni generator od 50 V.

Cena cele količine naručene u 1990. godini, koja se sastoji od 140 opremljenih vozila DACHS, iznosi ukupno 190 miliona DM.

Osnovni tehnički podaci

Vozilo:

| | | |
|------------------------|---------|------|
| — dužina (mm) | — — — — | 9010 |
| — širina (mm) | — — — — | 3250 |
| — visina (mm) | — — — — | 2570 |
| — klirens (mm) | — — — — | 440 |
| — sopstvena masa (t) | — — — — | 42,5 |
| — ukupna masa (t) | — — — — | 43,0 |
| — snaga motora (KW) | — — — — | 610 |
| — brzina (km/h) | — — — — | 62 |
| — ridijus dejstva (km) | — — — — | 650 |

Bagerski uređaj

| | | |
|--------------------------------------|---------|-------|
| — ugao rada (*) | — — — — | 195,5 |
| — ugao izdizanja ruke (*) | — — — — | ± 60 |
| — daljina zahvata (m) | — — — — | 9,2 |
| — radni hod ruke (m) | — — — — | 2,1 |
| — radna visina (m) | — — — — | 8,3 |
| — radna dubina (m) | — — — — | 5,05 |
| — granične vrednosti dizanja tereta: | | |
| — pri rastojanju 7,9 m (t) | — — — — | 2,6 |
| — pri rastojanju 2,9 m (t) | — — — — | 7,7 |

Raonik:

| | | |
|---------------------------------|---------|------|
| — širina (m) | — — — — | 3,25 |
| — visina (m) | — — — — | 0,94 |
| — dubina rezanja (mm) | — — — — | 400 |
| — brzina rukovanja (km/h) | — — — — | 8 |
| — kapacitet (m ³ /h) | — — — — | 270 |

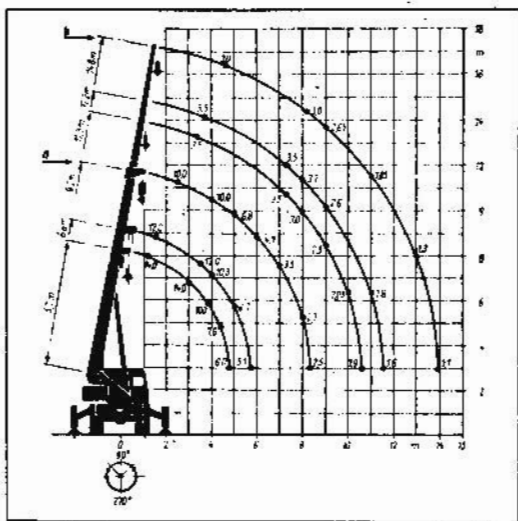
Glavno vitlo

| | |
|------------------------------|-----|
| — vučna sila max. (kN) — — — | 350 |
| — dužina sajle (m) — — — | 90 |
| — prečnik sajle (mm) — — — | 33 |

Češkoslovačka višenamenska auto-dizalica »AV-14« na vozilu »T815«²⁶

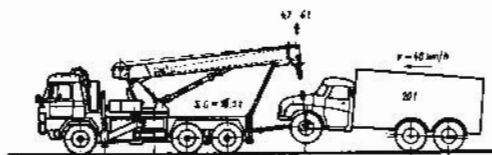
Stručnjaci češkoslovačke namenske industrije ČKD SLANY razvili su terensku višenamensku mobilnu dizalicu AV-14. Ovo sredstvo predviđeno je za sledeće radove:

- rad sa kranom do 14 t;
- vuča oštećenih vozila ili vozila čiji je pogonski agregat u kvaru;
- izvlačenje vozila na terenu sa nagibom do 45° i tereta do 6 t;
- transport i pretovar kontejnera i drugog tereta do 10 t.

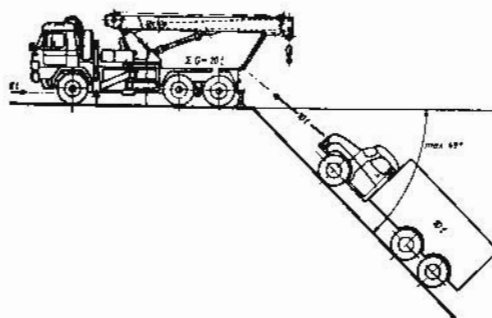


²⁶ Prema podacima iz: MILITARTECHNIK 1990, br. 1, str. 46-47.

Dizalica je ugrađena na šasijsu poznatog terenskog automobila TATRA oznake T815, 6×6.



Visina koju doseže kran, uz montažu posebnih dodataka, iznosi 13,7 m. Iz bezbednosnih razloga dizalica ima ugrađen sistem za pogonsku sigurnost, koji se sastoji od sigurnosnog ventila i elek-



tronskog ograničavača maksimalnog momenta. Kada u toku rada dođe do prekoračenja opterećenja, ili gubitka stabilnosti, ovaj sigurnosni sistem automatski iskopčava dizalicu iz rada. Pored toga, postoji i akustični indikator, koji obaveštava rukovođu da je dalji rad sa dizalicom opasan. Teleskopska ruka kрана sastoji se iz sekcija koje se aktiviraju hidraulično. Protivteg je postavljen horizontalno i sastoji se iz dva dela.

Pomoću AV-14 moguć je rad sa ISO kontejnerima tipa 1D i 1C, kao i drugim teretima do mase 10 t. Mogućnosti kрана prikazane su na dijagramu, sl. 1, gde su karakteristike nošenja kрана date zavisno od visine i dužine strele kрана.

Dizalicom AV-14 mogu se vući prikolice do ukupne mase 18 t, kao i šleповati oštećena vozila. Na sl. 2 prikazan je način vuče vozila izdizanjem prednjeg dela vozila pomoću kрана, pri čemu je vučeno vozilo oslonjeno na zadnje točkove.

Na zadnjem delu ovog višenamenskog sredstva ugrađeno je hidraulično vitlo, čija maksimalna vučna sila iznosi 10 t. Ovim vitlom moguće je izvlačenje vozila na usponima do 45°, kako je to prikazano na sl. 3. Na terenu vozilo AV-14 može, pomoću vitla, izvršiti samoizvlačenje na nagibu do 15°.

Francusko terensko vozilo »AUVERLAND A3«²⁷

Francuska firma AUVERLAND proizvela je 12 terenskih vozila A3 formule pogona 4×4. Vozila se nalaze u operativnoj upotrebi aeromobilnih jedinica francuske armije.



²⁷ Prema podacima iz: DÉFEISE & ARMEMENT HERACLÉS INTERNATIONAL 1980, br. 100, str. 70.

Vozilo je opremljeno dizel-motorom PEUGEOT XUD 9, snage 47 kW pri 4600 min⁻¹, a maksimalna brzina na putu mu je 115 km/h. Motor je spregnut sa mehaničkom transmisijom sa 5 stepeni prenosa i prenosnikom za hod unazad PEUGEOT BA 7/5.

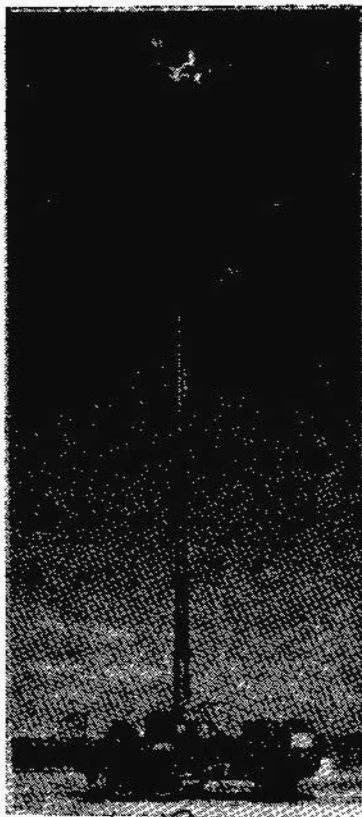
Pored ovoga, postoji i prenosnik za blokiranje i deblokiranje prednjeg mosta AUVERLAND A80. Oslanjanje vozila je sa gibnjevima i hidrauličnim amortizerima. Ukupna dužina vozila je 3,85 m (u verziji dugačke šasije) ili 3,65 m (u verziji kratke šasije). Masa neopterećenog vozila je 1230 kg, a koristan teret 490 kg.

Vozilo savlađuje uspon od 100% i vodeni gaz dubine 0,58 m, a klirens vozila je 0,25 m. Na šasiju može da se ugradi automatsko naoružanje AA 52 i nosač za pt rakete MILAN. Vozilo AUVERLAND može da se prenosi helikopterima PUMA II. Konstrukcija vozila je modularnog tipa i pored ove verzije postoji oklopna verzija, 4×2. Od ove familije u naoružanju se nalaze dve verzije; jedna u žandarmeriji, a druga u vazduhoplovstvu.

Teleskopska antena nemačke firme »DORNIER GMBH«²⁸

Ovo je jedina teška (»heavy-duty«) teleskopska antena trenutno dostupna na tržištu. Antenski sistem je mobilan, a antena vrlo stabilna. Dovoljna je posada od jednog do dva čoveka za postavljanje antene na bilo kojoj lokaciji do koje može da je doveze terensko vozilo. Masa antene sa sensorima je do 700 kg. Podiže se do visine od 40 m pomoću teleskopskog antenskog stuba i pri vrlo jakim udarima vetra. Sistem je opremljen me-

²⁸ Prema podacima iz: MILITARY TECHNOLOGY 1990, septembar, str. 20.



hanizmom za obrtanje antene. Ovu antenu već koriste snage NATO-a u Holandiji, a koristi se i u američkim PATRIOT stanicama stacioniranim u Nemačkoj. Pored toga, koriste ih nemačke vazduhoplovne snage i italijanska armija.

Francuski ekspertni program za automatsko generisanje dinamičke borbene situacije »PEGASE«²⁹

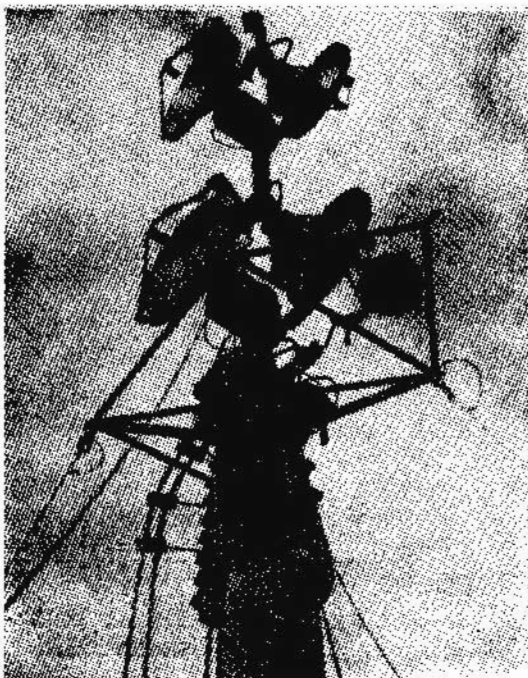
Francuska firma MARCEL DASSAULT razvila je ekspertni sistem koji se koristi za automatsko generisanje dinamičke borbene situacije PEGASE. Namenjen je da u okviru programa za osmatranje i izviđanje ratišta ORCHIDEE, automatski generiše borbenu situaciju, simulirajući pokrete jedinica KoV-a. Izvršava se u usklađenom borbenom poretku na bazi ekspertskih informacija koje se nalaze u odgovarajućim bazama podataka. PEGASE se koristi za validaciju softverskih paketa ORCHIDEE zemaljskih stanica. Može poslužiti i za obuku operatora koji koriste ORCHIDEE. Takođe, PEGASE se može koristiti i u simulaciji kombinovanih kopnenih i vazdušnih borbenih dejstava, obezbeđujući kontekst scenarija pokreta vojnih jedinica.

Karakteristike:

— automatski generiše borbene situacije na svim nivoima, od taktičkog do stratejskog, kao i pokrete i napredovanje, odnosno stvarno angažovanje Crvene armije,

— dozvoljava stalnu izmenu taktičke situacije u skladu sa događajima na terenu,

²⁹ Prema podacima iz: KATALOG LATORY 90 str. 4-30.





— generiše i prikazuje rezultate simulacije sa promenljivim opsegom odabiranja,

— radi na seriji 3 SUN radnim stanicama.

Tenkovski računar francuske firme »MARCEL DASSAULT«³⁹

Militarizovani računar francuske firme MARCEL DASSAULT namenjen je za obradu u realnom vremenu u sistemu za upravljanje vatrom.

Opšte karakteristike:

Modularna arhitektura tipa PMF (francuski militarizovani procesor) koja obuhvata:

— osnovnu centralnu jedinicu 68020, na 16,7 MHz, sa dva koprocesora 68881,

— operativnu memoriju 512 Kbajta sa mogućnošću proširenja do 1 Mbajt,

³⁹ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 2-468.

- 1 Mbajt UV-REPRO,
 - 16 Kbajta EE-PROM,
 - RS232 priključak,
 - RS422 priključak,
 - DIGIBUS sprežnik sa pretprocesorom 68000,
 - diskretni ulazno-izlazni sprežnik,

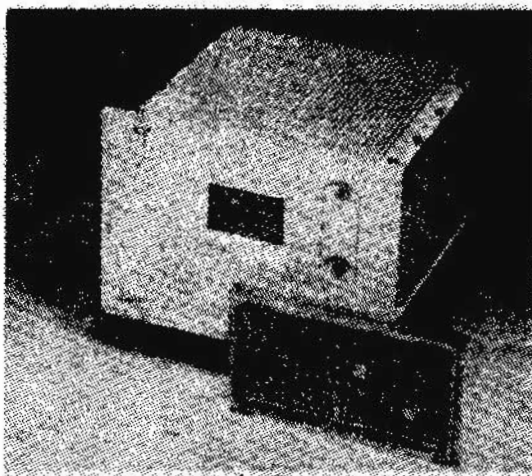
Komunikacija između centralne jedinice i memorije obavlja se preko posebnog basa (nije multipeksiran),

Komunikacija između centralne jedinice i sprežnika obavlja se preko VME-M basa (militarizovana verzija).

Tehnologija izrade:

— centralna jedinica i memorija realizovani su na E162 standardnom formatu, dvostrana štampa, makrohibridne strukture,

— DIGIBUS sprežnik je realizovan na E162 standardnom formatu jednostrana štampa, mikrohibridne strukture.



Tehničke karakteristike:

— primarni izvor napajanja 18 VDC na 32 VDC,

— smešta se u kućištu sa 10 re-kova, prema AMX-APX standardu,

- postoji razvojno okruženje za razvoj aplikativnog softvera,
- jezik visokog nivoa LTR3,
- monitoring operacija obavlja se preko ugrađenog WATSCHDOG-sistema, kao i samotestiranja,
- performanse: 68020 sa 1.2 MIPSa i operacijama u pokretnom zarezu sa brzinom odvijanja od 300 KF-lopsa (68881).

Francuski integrisani navigacioni i upravljački sistem »NADIR MARK 10«³¹

Francuska firma MEXTANT AVIOIQUE razvila je integrisani navigacioni i upravljački sistem NADIR MK 10, namenjen za korišćenje u helikopterima. To je računar koji je projektovan da zadovolji zahteve različitih operativnih zadataka: mobilnost u vazduhu, tak-

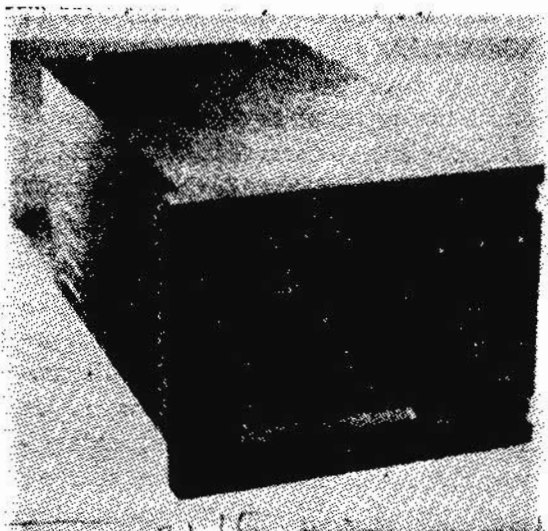
tički transport, misije tipa vazduh-zemlja, vazduh-vazduh, kao i posebne misije.

Opšte karakteristike:

Sistem NADIR MK 10 sastoji se od računara koji je integrisan u kućištu, posebno namenjenom da zadovolji navigacione i upravljačke zahteve misije u modernim helikopterima. Modularni dizajn omogućava proizvodnju nekoliko različitih verzija sistema NADIR MK 10 kako bi se podržale i najjednostavnije i najkompleksnije misije.

Performanse:

- višesenzorsko okruženje,
- vođenje i navigacija,
- totalno upravljanje misijom,
- računar integrisan u jednom kućištu, kompaktan, sa ukupnim dimenzijama na instrumentacionom panelu,
- savremena tehnologija (ICD ekran, 68020-ADA, unutrašnji komunikacioni bas, modularni dizajn),
- odgovara standardima AIR i MIL,
- dimenzije (mm) 146×112×234
- masa osnovne verzije (kg) 3



Novi grafički podsistem »AGE-II« britanske firme »AKEIBA LTD« za trenažne sisteme niske cene³²

Za potrebe razvoja trenažnih sistema niske cene, britanska firma AKEIBA LTD razvila je grafički podsistem

³¹ Prema podacima iz: KATALOG SATORY 90 str. 2-516.

³² Prema podacima iz: DEFENCE DMA BULLETIN No 23 1990, oktobar, str. 1.

otvorene arhitekture, visokih performansi i modularnog tipa. Grafički pod-sistem je organizovan oko transpjutera firme INMOS na VME magistrali. Transporter moduli obezbeđuju vrlo brze animacije na bazi računarski generisanih slika u realnom vremenu, koje se »panuju« preko digitalizovane foto-slike pozadine.

Osnovni modul podstistema, koji je firma razvila, omogućava generisanje metne situacije preko digitalizovane foto-slike pozadine za fiksni vatreni položaj. Tipične primene ovako konfigurisanog podstistema su treneri za obuku:

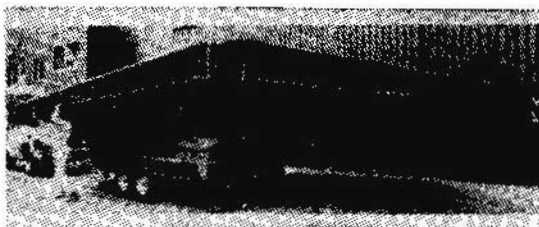
- nišandžija na oruđima sa položenom putanjom;
- operatora u vođenju PO i PA raketa;
- kontrolora vazdušnog saobraćaja i
- agregatora na periskopu podmornica.

Velike mogućnosti podstistema su u primenama digitalnih karata kod kojih je moguće, u realnom vremenu, sa punim kolorom, sumirati delove digitalizovane karte.

Osnovni modul sistema koristi transpjuter T800 i grafički procesor AMD QPDM, firme INMOS, što omogućava generisanje trodimenzionalnih ciljeva u realnom vremenu sa rezolucijom od 1280×1024 piksela. Kako je osnovni modul na VME magistrali, to je pod-sistem otvorene arhitekture i obezbeđenje jednostavno proširenje sistema. Time je omogućeno povezivanje grafičkih podstistema, tako da se mogu kombinovati treneri za individualnu obuku pojedinca u složene trenere za obuku posada.

Veliki autonomni mobilni šatori francuske firme »GILLARD«³⁸

Francuska firma GILLARD, specijalizovana u proizvodnji velikih šatora za civilne i vojne potrebe, razvila je novi tip autonomnog velikog šatora (površine osnove 60 m^2), koji se može postaviti za samo nekoliko minuta. Sklopljeni šator se sa stožerom transportuje tandem-dvoosovinskim kolicima koja može da vuče svako točkasto vozilo. Podiže se na mestu postavljanja pomoću



hidraulike, pri čemu se njegova krovna konstrukcija raiširi u vidu lepeze. Montirani šator ima prečnik 9 m. Noseća konstrukcija sastoji se od pocinkovanih čeličnih cevi i podešavajućih podupirača. Šatorske trake izrađene su od poliestera visoke otpornosti, klase M2, i mogu se po želji obojiti. Osim toga, na zahtev, isporučuju se i verzije šatora veličine 120 m^2 i 250 m^2 .

Veliki mobilni šatori firme GILLARD zaštićeni su internacionalnim patentom. Radi proširenja izvoznih mogućnosti, firma je zainteresovana da stupi u saradnju sa stranim prodavcima. Šatori se, za hitne državne potrebe, mogu direktno nabaviti iz fabrike.

³⁸ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 11, str. 836.

Američki sistem za paletizovani utovar »PLS«³⁴

Firma OSHKOSH TRUCK Co. proizvodi za utovar i istovar paleta pomoću kuka, za potrebe logistike i za transport dobara masovne potrošnje. Vrednost ugovorenog posla je preko milijardu američkih dolara, a radi o isporuci 2.606 vozila u toku sledeće četiri godine. Firma OSHKOSH ugrađuje sistem za utovar britanske firme MILTLIFT MARK V po licenci, koji se koristi za teretno vozilo i za pripadajuću prikolicu. Budući da je dozvoljeno optere-

ćenje po osi teretnog vozila od 15 t bilo premalo, dodata je peta osovina teretnom vozilu od 10 t. Vozilo sistema PLS ima dizel-motor 92 TA, firme DETROIT, snage 331 kW i transmisiju CLT-755, firme ALLISON, sa automatskim menjačem i pretvaračem obrtnog momenta. Na vozilu je kran od 1769 t, firme GROVE. Troosovinsku prikolicu francuske firme LOHR proizvodi OSHKOSH, takođe, po licenci.

Isporuka po prvom ugovoru uslediće od jula 1991. godine do maja 1995. godine.

³⁴ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 12, str. 905.

Vojnotehnički glasnik je stručni i naučni časopis JNA.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem tehničkog obezbeđenja, tehniku vidova, rodova i službi, razvoj, proizvodnju, upotrebu, tehnologiju, metodologiju, obuku, organizaciju i sva stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli i obrazovanju pripadnika oružanih snaga.

Članak koji se dostavlja Redakciji mora biti kompletan, tj. treba obavezno da sadrži: propratno pismo sa kratkim sadržajem članka, članak, spisak grafičkih priloga, spisak literature i podatke o autoru. U propratnom pismu treba istaći da li se radi o originalnom, naučnom, stručnom radu ili kompilaciji, koji su grafički prilozi originalni, a koji pozajmljeni. U kratkom sadržaju — sižeu, treba izneti suštinu članka, najviše u desetak redova.

Članak treba da sadrži uvod, kratak sadržaj, razradu i zaključak. Njegov obim treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa novinskim proredom). Tekst članka mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, sa jasnim mislima, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenića (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u zakonski dozvoljenim mernim jedinicama, prema »Službenom listu SFRJ« br. 13/76. Matematičke izraze, koji se ne mogu pisati mašinom, ispisati rukom, pri čemu voditi računa o tačnom pisanju slova grčke azbuke, o velikim i malim slovima, o indeksima i eksponentima. Redosled obrazaca (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Ne treba ih lepiti, već samo naznačiti njihovo mesto u tekstu. Crteže treba raditi tušem na paus-papiru, a brojčane i slovne oznake ispisati grafitnom olovkom. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane. Članak se obavezno dostavlja u dva primerka.

Spisak grafičkih priloga sadrži naziv slike — crteža i nazive pozicije na njima.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama, a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima u JNA.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, titulu, adresu radne organizacije (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni telefon, žiro račun banke i SO mesta stanovanja.

Rukopis slati na adresu: Redakcija »Vojnotehničkog glasnika«, 11000 Beograd, Birčaninova 5, VE-1.

NARUDŽBENICA

VOJNOIZDAVAČKI I NOVINSKI CENTAR,
11002 BEOGRAD, Birčaninova 5

- Pretplaćujem(o) se na časopis(e) za 1992. godine, i to: kompleta
1. VOJNO DELO (opštevojni, teorijski časopis) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 600,00 dinara, a za ustanove (pravna lica) 1.800,00 dinara; _____
 2. VOJNI GLASNIK (stručni časopis Kopnene vojske) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 600,00 dinara, a za ustanove (pravna lica) 1.800,00 dinara; _____
 3. POZADINA (časopis za pozadinsko obezbeđenje i ekonomiku u oružanim snagama) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 600,00 dinara, a za ustanove (pravna lica) 1.800,00 dinara; _____
 4. GLASNIK RV i PVO (časopis Ratnog vazduhoplovstva i protivvazdušne odbrane) izlazi tromesečno, godišnja pretplata za pojedince 400,00 dinara, a za ustanove (pravna lica) 1.200,00 dinara; _____
 5. VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (stručni i naučni časopis) izlazi dvomesečno, godišnja pretplata: za pojedince 600,00 dinara, a za ustanove (pravna lica) 1.800,00 dinara; _____
 6. MORNARIČKI GLASNIK (časopis Ratne mornarice) izlazi tromesečno, godišnja pretplata: za pojedince 400,00 dinara, a za ustanove (pravna lica) 1.200,00 dinara; _____
 7. VOJNOISTORIJSKI GLASNIK (časopis Vojnoistorijskog instituta) izlazi četvoromesečno, godišnja pretplata: za pojedince 510,00 a za ustanove (pravna lica) 1.530,00 dinara. _____

Broj primeraka časopisa koji se naručuje upisati u narudžbenicu, i to dostaviti Službi pretplate VINC-a na adresu: 11002 Beograd, Ul. Birčaninova 5.

Za pojedinačne pretplate ne dostavljamo fakture. Poručioци uplaćuju na žiro-račun VINC-a: 60823-849-2393 (sa naznakom za koji časopis).

U slučaju spora, nadležan je Drugi opštinski sud u Beogradu.

Casopis slati na adresu:

Kupac
(prezime i ime, naziv ustanove i broj telefona)

Mesto ul. br.

Dana 199.....

M.P.

.....
Potpis naručioca

