

NOVINSKO-IZDAVAČKA USTANOVA
„VOJSKA“

NACELNIK

Pukovnik
STANOJE JOVANOVIĆ

UREĐIVAČKI ODBOR

General-major
dr JUGOSLAV KODZOPELJIĆ, dipl. inž.
(predsednik Odbora)

General-major
dr NOVICA ĐORĐEVIĆ, dipl. inž.

General-major
MILISAV BRKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr SINISA BOROVIĆ, dipl. inž.
(zamenik predsednika)

Pukovnik
dr IVAN ĐOKIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr JOVAN TODOROVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr BORIVOJE LAZIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr NIKOLA VUJANOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr MILUN KOKANOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr MILAN SUNJEVARIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr DESIMIR BOGDANOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr DRAGO TODOROVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr SLOBODAN BURSAC, dipl. inž.

Pukovnik
MIROSLAV COJBAŠIĆ, dipl. inž.
(sekretar Odbora)

Pukovnik
MLADOMIR PETROVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr ILIJA ZAGORAC, dipl. inž.

Pukovnik
MILAN UZELAC, dipl. inž.

Potpukovnik
mr RADOMIR ĐUKIĆ, dipl. inž.

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS
VOJSKE JUGOSLAVIJE

VOJNOTEHNIČKI

GLASNIK

2

GODINA XLIV ● MART—APRIL 1996.

GLAVNI I ODGOVORNI
UREDNIK

Pukovnik
Miroslav Cojbašić, dipl. inž.
(tel. 646-277, 23-59-133 ili 33-133)

Urednik
Potpukovnik
Stevan Josifović, dipl. inž.
(tel. 23-59-323 ili 33-323)

Sekretar redakcije
Zora Pavličević
(tel. 23-59-258 ili 33-258)

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK — BEOGRAD, Biračanihova 5.
Pretpлата 645-020 i 22-584, žiro-račun: NIU
„VOJSKA“ (za Vojnotehnički glasnik)
40823-849-0-2393 Beograd. Polugodišnja
pretpлата 25,00 dinara. Rukopisi se ne
vraćaju. Štampa: Vojna štamparija —
Beograd, Generala Zdanova 40 b.

SADRŽAJ

- Dr Svetomir Minić,** 143 Model preventivnog održavanja tehničkih sistema prema
potpukovnik, dipl. inž.
Dr Jovan Todorović,
profesor, dipl. inž.
- Dr Radun Jeremić,** 149 Koncept informacionog sistema za praćenje stanja us-
major, dipl. inž. kladištenih ubojnih sredstava
- Dr Vladimir Vujičić,** 156 Uticaj provetravanja na promenu temperature i relativ-
pukovnik, dipl. inž. ne vlažnosti u objektu za skladištenje municije
- Mr Miodrag Đorđević,** 160 Značaj primene standarda, pravilnika i uputstva u ve-
potpukovnik, dipl. inž. rifikaciji razvojnih faza, osvajanja i proizvodnje sred-
Sc Sreten Selaković,
potpukovnik, dipl. inž. stava NVO
- Slobodan Vučković,** 168 Ispitivanje etalon-modela hipotetičkog projektila 122 mm
dipl. inž. u supersoničnom aerotunelu
- Mr Dušan Regodić,**
major, dipl. inž.
- Ljubiša Marković,** 177 Istraživanja niskotemperaturnih karakteristika dizel-go-
dipl. inž. riva u uslovima hladnog starta motora
- Dr Predrag Petrović,**
dipl. inž.
- Zoran Radosavljević,** 187 Simulacija vremenskih mogućnosti lovačke avijacije
kapetan I klase
Ljubiša Vasov,
dipl. inž.
- Ivan Vulić,** 196 Distribuirana obrada podataka i moguća primena u
kapetan, dipl. inž. vojsci
- Mr Branislav Todorović,** 206 Principi televizije
dipl. inž.
- Dr Milan Šunjevarić,**
pukovnik, dipl. inž.
- Dragan Stamenković,** 220 Uvod u SDH mreže — prikaz knjige
dipl. inž.

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

- Pavle Marjanović** 222 Oklopno borbeno izviđačko vozilo BRM-3K
- 226 Sistem STORA-1 za zaštitu oklopnih sredstava i letelica
od vođenih projektila

Miroslav Savanović	229	Precizna oružja
	231	Automatski bacač granata AGS-17
	233	Radar za avione tehnologije STELT
Pavle Marjanović	235	Razvoj lovačkog aviona za 21. vek
	240	Protivpodmornički raketni sistem SMERČ
Miroslav Savanović	243	STELT tehnologija i njena ograničenja

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

247	Poboljšani PVO sistem srednjeg dometa — M.S.
248	Aktivni odbrambeni sistem ARENA — M.S.
248	Ispitivanje naoružanja helikoptera TIGER — P.M.

SEDNICA UREĐIVAČKOG ODBORA

Sednica Uređivačkog odbora časopisa održana je 14. februara 1996. godine, sa sledećim dnevnim redom:

- 1. Analiza rada redakcije i Uređivačkog odbora u 1995. godini,*
- 2. Razno.*

Nakon uvodne reči predsednika Uređivačkog odbora, general-majora dr Jugoslava Kodžopeljića, izveštaj o radu redakcije u 1995. godini podneo je glavni i odgovorni urednik pukovnik Miroslav Cojbašić. U izveštaju su prezentirani podaci o tiražu, obimu i troškovima izdavanja časopisa, pretplati, vrsti i broju objavljenih članaka, kao i o autorima i organizacijama iz kojih dolaze.

Nakon toga diskutovalo se o:

- realizaciji zadataka postavljenih na prethodnoj sednici Uređivačkog odbora,*
- finansiranju časopisa i načinu pretplate,*
- sadržaju i kvalitetu objavljivanih radova,*
- mogućnosti otvaranja nove rubrike u časopisu pod nazivom »Tehnička unapređenja i patenti«,*
- odgovarajućem vrednovanju časopisa i objavljenih članaka,*
- saradnji sa organizacijama namenske industrije,*
- dostupnosti inostranih časopisa,*
- grafičkom uređenju časopisa.*

Iz diskusija i predloga proistekli su zadaci koji treba da obeleže naredni period:

- nastaviti sa aktivnostima koje su neophodne radi šire društvene verifikacije i odgovarajućeg vrednovanja objavljenih članaka,*
- kvalitetom i sadržajem članaka održati programsku koncepciju časopisa na stručnom i naučnom nivou,*
- privući nove čitaoce i saradnike.*

Redakcija

Dr Svetomir Minić,
potpukovnik, dipl. inž.
Odeljenje za naučno-
istraživačku delatnost GS VJ,
Beograd

Dr Jovan Todorović,
profesor, dipl. inž.
Mašinski fakultet, Beograd

MODEL PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SISTEMA PREMA STANJU SA KONTROLOM NIVOA POUZDANOSTI

UDC: 62-1.004:681.5.01.001.573

Rezime:

Metodologija za primenu modela preventivnog održavanja definisana je prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti. Kao izlazna operaciona karakteristika modela dobija se gornja granica regulacije nivoa pouzdanosti elemenata tehničkog sistema. Prikazani su rezultati simulacije modela na primeru preventivnog održavanja istotipskih elemenata motornog vozila.

Ključne reči: model održavanja, kontrola nivoa pouzdanosti, gornja granica regulacije, simulacija.

RELIABILITY LEVEL INSPECTION TECHNICAL SYSTEMS PREVENTIVE ON-CONDITION BASED MAINTENANCE MODEL

Summary:

The implementation methodology of the reliability level inspection preventive on-condition based maintenance model has been defined. Top regulation border of the technical system elements reliability level, as the model output operational characteristic, is determined. Simulation results of the identical vehicles elements preventive maintenance example have been presented.

Key words: maintenance model, reliability level inspection, top regulation border, simulation.

Uvod

Za analizu i optimizaciju sistema održavanja u Inženjerstvu održavanja tehničkih sistema koriste se razni oblici i vrste matematičkih modela koji se nazivaju modeli održavanja. Svi modeli održavanja počivaju na pokazateljima pouzdanosti, što znači da je bitan preduslov za analizu i optimizaciju sistema održavanja poznavanje zakona pouzdanosti tehničkih sistema koji se održavaju [1].

Model preventivnog održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti — model POPS_{knp} (Reliabi-

lity Level Inspection Preventive On-Condition Based Maintenance Model) zasniva se na karakteristikama pouzdanosti elemenata tehničkog sistema, na osnovu kojih se donose odluke o aktivnostima održavanja. Kod ovog modela kriterijum stanja sastavnih elemenata sistema jeste dozvoljeni nivo pouzdanosti (R_d) koji se izražava pokazateljem pouzdanosti — intenzitetom otkaza $\lambda(t)$.

U ovom radu razrađen je model POPS_{knp} [3] u kojem se, kao dijagnostički parametar stanja, koristi protok otkaza $\omega(t)$, na osnovu kojeg se u procesu održavanja kontroliše nivo

pouzdanosti sastavnih elemenata sistema. U slučaju kada se prilikom kontrole nivoa pouzdanosti ustanovi da se stvarni nivo pouzdanosti (R_s) nalazi u dozvoljenim granicama odstupanja, nastavlja se proces korišćenja sistema. Međutim, ako se ustanovi da je stvarni nivo pouzdanosti manji od dozvoljenog ($R_s < R_d$), obavlja se analiza uzroka odstupanja i preduzimaju mere za povećanje nivoa pouzdanosti, odnosno preduzimaju se potrebne aktivnosti održavanja.

Za simulaciju matematičkog modela POPS_{knp}, odnosno za njegovo brzo i precizno rešavanje razvijen je softver za elektronski računar [6], kojim se aproksimativno prikazuje proces operativne kontrole nivoa pouzdanosti elemenata sistema. Kao izlazna operaciona karakteristika simuliranog modela dobija se, u grafičkom i analitičkom obliku, tzv. »gornja granica regulacije« (GGR) nivoa pouzdanosti, koja predstavlja relevantnu informaciju u procesu donošenja odluke korisnika za pravovremeno i efikasno sprovođenje aktivnosti održavanja.

Postavke i definicije

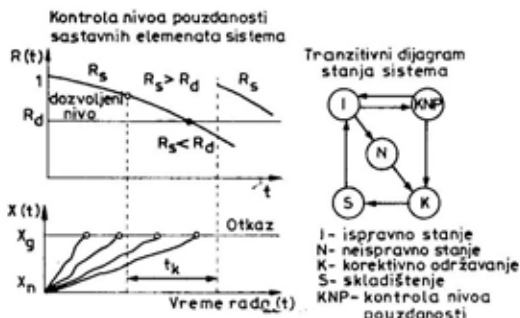
Metodologija modela POPS_{knp} svodi se na princip da se istotipski elementi sistema koriste bez ograničenja resursa za održavanje, uz izvršenje neophodnih postupaka korektivnog održavanja, sve dok je stvarni nivo pouzdanosti veći od dozvoljenog ($R_s > R_d$), što je grafički prikazano na slici 1 [6].

U ovom modelu kao pokazatelj pouzdanosti koristi se $\omega(t)$ — parametar toka otkaza (vremenski trenuci pojave otkaza formiraju tok koji može da se nazove tokom otkaza). U svojstvu toka otkaza koristi se »vodeća funkcija« $\omega(t)$ datog toka. To je matematičko očekivanje broja otkaza za vreme t :

$$\omega(t) = M \cdot r(t) \quad (1)$$

gde je:

M — matematičko očekivanje,
 $r(t)$ — broj otkaza.



Sl. 1 — Model POPS sa kontrolom nivoa pouzdanosti $R(t)$ elemenata tehničkog sistema

R_s — stvarni nivo pouzdanosti, R_d — dozvoljeni nivo pouzdanosti, t_k — periodičnost kontrole nivoa pouzdanosti, X_g — granična vrednost parametra stanja, X_n — nominalna vrednost parametra stanja

Teorijska postavka modela POPS_{knp} zasniva se na Poasonovoj raspodeli slučajno promenljive veličine [5]:

$$p = \frac{r^n}{n!} e^{-r} \quad (2)$$

Kod Poasonove raspodele (2) određuje se verovatnoća (p) da će od ukupno » r « očekivanih pojava biti » n « određenih pojava, gde je $n=0, 1, 2 \dots$; $n!$ = faktorijel bilo kojeg realnog broja n .

Posebnu pažnju kod modela POPS_{knp} zahteva izbor dozvoljenog nivoa pouzdanosti (R_d) koji se utvrđuje za svaki sastavni element sistema, uz analizu troškova održavanja [3].

Za početak primene modela moguće je određivanje dozvoljenog nivoa pouzdanosti (R_d) za istotipske sastavne elemente sistema na osnovu empirijskih pokazatelja za prethodnih 3 do 5 godina korišćenja sistema [3]. Takođe, preporučuje se primena periodične kontrole nivoa po-

uzdanosti istotipskih elemenata određenog skupa sistema, npr. kvartalno, godišnje, i sl. [3].

Opis modela POPS_{knp}

Polazni parametri za ovaj model su [3]:

n_s — stvarni broj otkaza istotipskih elemenata sistema za praćeni period korišćenja,

t_{sr} — srednje vreme »u radu« elementa,

N — broj posmatranih sistema,

a — broj istotipskih elemenata u sistemu čiji se nivo pouzdanosti kontroliše.

Nivo pouzdanosti elemenata kontroliše se upoređivanjem stvarnog broja otkaza istotipskih elemenata posmatranog skupa sistema (n_s) s gornjom granicom regulacije (GGR) nivoa pouzdanosti, u čijim granicama praćeni broj otkaza ima slučajni karakter.

Gornja granica regulacije nivoa pouzdanosti zasniva se na Poasonovom zakonu raspodele i određuje se sa usvojenom verovatnoćom (p_z) i gornjom granicom otkaza (n_{max}) [3]:

$$p_z = \sum_{n=0}^{n=GGR} \frac{(\omega_s \cdot N \cdot t_{sr} \cdot a)^n}{n!} \exp(-\omega_s \cdot N \cdot t_{sr} \cdot a) \quad (3)$$

gde je:

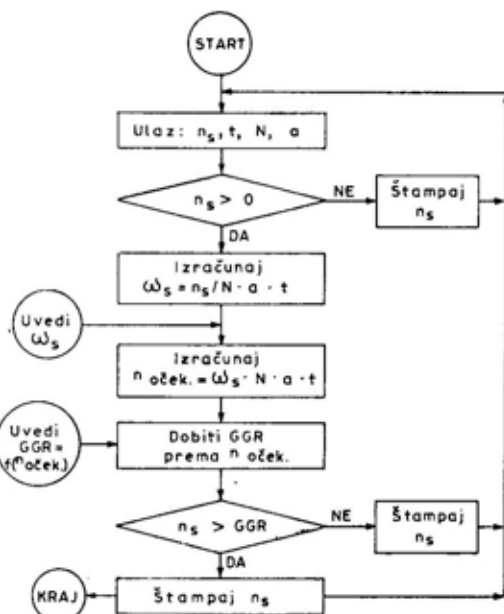
ω_s — planirani parametar toka (kretanja) otkaza (dozvoljeni nivo pouzdanosti), koji se za početak primene modela POPS_{knp} određuje na osnovu iskustva, odnosno ispitivanjem sistema u prethodnom vremenskom periodu korišćenja (3 do 5 godina) [3],

p_z — zadati nivo verovatnoće gornje granice broja otkaza.

Uvrštavanjem vrednosti polaznih parametara u jednačinu (3) i njenim rešavanjem dobija se vrednost GGR.

Kontrola nivoa pouzdanosti ostvaruje se upoređivanjem veličina n_s i GGR, što služi kao »signal modela« POPS_{knp}, na osnovu kojeg se donose odluke. Ako se konstatuje da je $n_s < GGR$, produžava se primena modela POPS_{knp}, odnosno nastavlja se korišćenje sistema do sledeće kontrole nivoa pouzdanosti. Ako je $n_s > GGR$, preduzimaju se mere za povećanje nivoa pouzdanosti elemenata (menja se periodičnost kontrole, ispituje se uzrok otkaza, menja se uslovi korišćenja, i sl.) i proverava ekonomska pogodnost tih mera. Ako preduzete mere daju nepovoljan rezultat, razmatra se konstrukcijski nedostatak elementa. U slučaju da se ne usvoji povećanje nivoa pouzdanosti elemenata, prelazi se na primenu modela preventivnog održavanja »po vremenu« ili korektivno održavanje.

Model POPS_{knp} realizuje se na osnovu obrade statističkih podataka o pouzdanosti elemenata sistema tokom



Sl. 2 — Algoritam modela POPS_{knp}

celog perioda korišćenja, primenom elektronskog računara, a postupak je prikazan algoritamski na slici 2 [6].

Primer primene modela POPS_{knp}

Pretpostavka je da bi model POPS_{knp} koji se koristi u vazduhoplovstvu [3], mogao naći praktičnu primenu i na motornim vozilima za određene istotipske sastavne elemente sa približno konstantnim intenzitetom otkaza $\lambda(t)$.

Primena modela biće pokazana na realnom primeru.

Radi obezbeđenja i održanja zadatog nivoa pouzdanosti, za skup istotipskih kotrljajnih ležišta jednog sklopa motornog vozila, na osnovu podataka o njihovim otkazima, za prethodni jednogodišnji period korišćenja, primeniće se model POPS_{knp}.

Ulazni podaci za matematički model (3) su [6]:

- $N=30$ — broj motornih vozila,
- $a=2$ — broj istotipskih kotrljajnih ležišta u sklopu,
- $n_s=3$ — stvarni broj otkaza kotrljajnih ležišta za prethodni jednogodišnji period korišćenja,
- $t_{sr}=800$ h — srednje vreme »u radu« kotrljajnih ležišta,
- $\omega=4,2 \cdot 10^{-5}$ — parametar toka kretanja otkaza kotrljajnih ležišta (dijagnostički parametar stanja), određen praćenjem trogodišnjeg perioda korišćenja skupa motornih vozila,
- $p_z=0,975$ — zadati nivo verovatnoće gornje granice broja otkaza.

Uvrštavanjem polaznih podataka u jednačinu modela (3) i njenim rešavanjem, dobija se relevantna izlazna

operaciona karakteristika modela — gornja granica regulacije (GGR) nivoa pouzdanosti kotrljajnih ležišta:

$$0,975 = \sum_{n=0}^{n=GGR} \frac{(4,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 800 \cdot 2)^n}{n!} \cdot \exp(-4,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 800 \cdot 2)^n = \sum_{n=0}^{n=GGR} \frac{(2)^n}{n!} e^{-2} = e^{-2} + \frac{2}{1!} e^{-2} + \frac{2^2}{2!} e^{-2} + \frac{2^3}{3!} e^{-2} + \dots \quad (4)$$

$$0,975 > 0,1353 + 0,2706 + 0,2706 + 0,1804 + 0,0902;$$

$$0,975 < 0,1353 + 0,2706 + 0,2706 + 0,1804 + 0,0902 + 0,0360;$$

$$GGR \approx 4,5.$$

Na osnovu stvarnog broja otkaza kotrljajnih ležišta (n_s) i dobijenog rezultata proračuna modela za gornju granicu regulacije (GGR) nivoa pouzdanosti, može se postaviti nejednačina modela POPS_{knp}:

$$n_s = 3 < GGR = 4,5 \quad (5)$$

koja predstavlja tzv. »signal modela«.

Kontrola nivoa pouzdanosti kotrljajnih ležišta ostvaruje se upoređivanjem dobijenih vrednosti n_s i GGR u nejednačini (5). U ovom primeru je $n_s < GGR$, što znači da kontrolisani nivo pouzdanosti zadovoljava, pa je »signal modela« da se nastavlja korišćenje sistema i primena modela POPS_{knp}, do sledeće kontrole nivoa pouzdanosti.

Simulacija modela POPS_{knp} primenom elektronskog računara

Na osnovu razvijenog algoritma modela POPS_{knp}, u okviru programskog paketa »DMPOPS« [6] razvijen je, u Quick Basicu, segment za simulaciju

modela $POPS_{knp}$ primenom elektronskog računara.

Koristeći podatke o ulaznim parametrima modela $POPS_{knp}$, segment programskog paketa »DMPOPS« omogućava određivanje gornje granice regulacije nivoa pouzdanosti u funkciji od željenih veličina: broja istotipskih elemenata u sistemu, zadate pouzdanosti, stvarnog broja otkaza elemenata u sistemu za dati period korišćenja, srednjeg vremena rada, broja posmatranih sistema i vrednosti dijagnostičkog parametra, odnosno parametra toka kretanja otkaza (slika 3).

U primeru je izabrano određivanje gornje granice regulacije nivoa pouzdanosti u funkciji srednjeg vremena rada za razne vrednosti pouzdanosti (R) (slika 3) [6].

Sa intervalom posmatranja:

1 Broj istotipskih elemenata u sistemu
 2 Pouzdanosti
 3 Broj otkaza elemenata za dati period
 4 Srednjeg vremena rada
 5 Broj posmatranih sistema
 6 Vrednost dijagnostičkog parametra
 Enter

Sl. 3 — Simulacija modela $POPS_{knp}$ primenom elektronskog računara

Nakon toga, segment programskog paketa »DMPOPS« automatski zahteva od korisnika da definiše sve ulazne parametre modela prikazane na slici 4 [6].

Kao rezultat automatizovanog proračuna modela $POPS_{knp}$ dobijaju se tabelarne vrednosti GGR nivoa pouzdanosti elemenata za razne uticajne parametre prikazane na slici 3. Konkretno za ovaj primer izabrano je određivanje GGR nivoa pouzdanosti u funkciji srednjeg vremena rada, za razne vrednosti pouzdanosti (R). Radi ilus-

tracije, u tabeli 1 prikazane su neke vrednosti dobijene simulacijom modela.

Maksimalna vrednost srednjeg vremena rada (h): 1600

Interval pouzdanosti:

od: 0,925 do: 0,975 korak: 0,025

Konstantne vrednosti

Broja istotipskih elemenata: 2

Broja otkaza elemenata u sistemu: 3

Broja sistema: 30

Vrednosti dijagnostičkog parametra: 0,000042

Podaci u redu (D/N)

Sl. 4 — Zadavanje ulaznih parametara za simulaciju modela $POPS_{knp}$ primenom elektronskog računara

Tabela 1

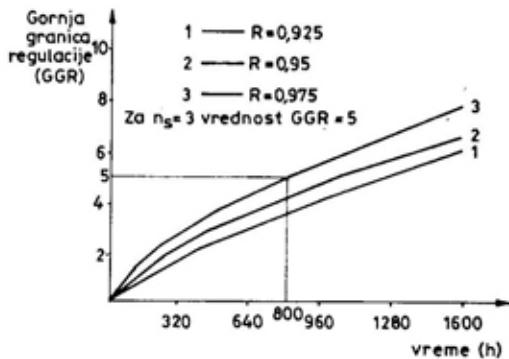
Vrednosti GGR nivoa pouzdanosti kotrljajnih ležišta sklopa motornog vozila

Redni broj	Srednje vreme rada	Gornja granica regulacije
73	300	3
74	350	3
75	400	3
76	450	4
77	500	4
78	550	4
79	600	4
80	650	5
81	700	5
82	750	5
83	800	5
84	850	5

$$R = 0,975$$

Rezultati simulacije modela $POPS_{knp}$ prikazani su na slici 5 [6], gde je za zadatu vrednost pouzdanosti $R = 0,975$ i stvarni broj otkaza istotipskih elemenata motornog vozila $n_s = 3$ dobijena izlazna operaciona karakteris-

tika ovog modela, tj. $GGR=5$, što se u potpunosti poklapa sa navedenim hipotetičkim primerom, koji je rešen bez primene računara.



Sl. 5 — Rezultati simulacije modela $POPS_{knp}$ — izlazna operaciona karakteristika

Ista automatizovana procedura važi i za ostale podatke sa slike 4, odnosno za različite elemente motornog vozila na koje je moguće primeniti model.

Literatura:

- [1] Todorović, J.: Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema — Maintainability Engineering, JUMV, Beograd, 1993.
- [2] Arsenić, Z., Vasić, B.: Efektivnost tehničkih sistema — Rešavanje karakterističnih problema primenom računara, Mašinski fakultet, Beograd, 1991.
- [3] Smirnov, N. N., Ickovič, A. A.: Obsluživanje i remont aviaconnoj tehniki po sostojaniju, Transport, Moskva, 1980.
- [4] Gertsbakh, I. B.: Models of preventive maintenance, North-Holland publishing Company Amsterdam — New York — Oxford, 1977.
- [5] Todorović, J., Zelenović, D.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [6] Minić, S.: Dinamički model preventivnog održavanja prema stanju motornih vozila, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1993.
- [7] Minić, S., Todorović, J.: Sistemski prilaz izboru koncepcije i modela preventivnog održavanja prema stanju motornih vozila, Vojnotehnički glasnik br. 3, 1993.
- [8] Minić, S.: Dinamički model preventivnog održavanja motornih vozila prema stanju, XIV Naučno-stručni skup Nauka i motorna vozila, Mašinski fakultet, Beograd, 1993.

Zaključak

Kao izlaz simulacije modela preventivnog održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti dobija se gornja granica regulacije nivoa pouzdanosti elemenata tehničkog sistema, koja predstavlja relevantnu informaciju u procesu donošenja odluke korisnika za pravovremeno i efikasno preduzimanje aktivnosti održavanja.

Primena automatizovanog modela $POPS_{knp}$ pogodna je u sistemima održavanja koji su podržani kvalitetnim informacionim sistemom, odnosno, koji raspolažu podacima o radu i održavanju tehničkog sistema i omogućavaju određivanje karakteristika pouzdanosti.

Efekti primene modela $POPS_{knp}$ ogledaju se u obezbeđenju zahtevane pouzdanosti sistema i sniženju troškova održavanja.

Definisana metodologija primene modela $POPS_{knp}$ ima opšti karakter, tj. model može biti apliciran na različite sastavne elemente u procesu održavanja tehničkih sistema.

KONCEPT INFORMACIONOG SISTEMA ZA PRAĆENJE STANJA USKLADIŠTENIH UBOJNIH SREDSTAVA

UDC: 623.451/485:681.324

Rezime:

U sistemu praćenja stanja uskladištenih ubojnih sredstava postoji potreba za velikim brojem raznovrsnih podataka i informacija. Za njihovo prikupljanje, obradu, čuvanje, ažuriranje i analizu, a radi donošenja pravovremene i ispravne odluke, neophodan je odgovarajući informacioni sistem. Na osnovu specificiranih izvora, tokova i sadržaja informacija, kao i zahteva korisnika, izrađen je koncept informacionog sistema za praćenje stanja uskladištenih ubojnih sredstava, na osnovu kojeg je realizovano i konkretno softversko rešenje.

Ključne reči: ubojna sredstva, informacioni sistem, praćenje stanja.

INFORMATION SYSTEM CONCEPT FOR MONITORING THE STORED AMMUNITION CONDITION

Summary:

There is a need for a large number of miscellaneous data and information in the system of monitoring the stored ammunition condition. In order to collect, process, store, bring-up-to-date and analyze them, it is necessary to have an appropriate information system at one's disposal. Based on specified information sources, flows and contents as well as on users' demands, a concept of the information system for monitoring the stored ammunition condition has been realized as well as the appropriate software solution.

Key words: ammunition, information system, condition monitoring.

Uvod

Ubojna sredstva (UbS) predstavljaju posebnu grupu TMS čija se specifičnost u odnosu na ostala sredstva ogleda u tome što su namenjena za jednokratnu upotrebu i to, uglavnom, u ratnim uslovima. Zato je vrlo važno, kako sa aspekta bojne gotovosti, tako i sa ekonomskog aspekta, da uskladištena UbS što je moguće duže zadrže projektovane performanse u granicama koje garantuju njihovu bezbednu primenu i pouzdano funkcionisanje.

Pod uticajem različitih faktora u uslovima skladištenja, pre svega vlage i temperature, dolazi do određenih promena na elementima i sklopovima UbS, što se odražava i na pad kvaliteta i pouzdanosti. Vlaga i temperatura imaju izrazito negativan uticaj na pirotehničke komponente, posebno na barute, raketna goriva i pirotehničke smeše, jer podstiču proces njihove hemijske dekompozicije, pa vek trajanja ovih komponenti diktira i vek upotrebe UbS. Pored toga, vlaga i temperatura podstiču koroziju i propadanje metalnih sklopova, a negativno se od-

ražavaju i na pouzdanost ugrađenih električnih i elektronskih komponenti. Ova pojava u praksi poznata je kao »starenje UbS«.

Zbog toga se u procesu skladištenja preduzimaju različite mere i postupci kako bi se eliminisao ili maksimalno umanjio uticaj različitih faktora na pad kvaliteta i pouzdanosti UbS.

Međutim, zbog prirodne nestabilnosti pirotehničkih komponenti, proces starenja UbS može se samo usporiti, a nikako zaustaviti.

Problem stabilnosti pirotehničkih komponenti posebno je značajan kod baruta i dvobaznih raketnih goriva (RG), jer zbog egzotermnog karaktera procesa dekompozicije, u određenim kritičnim uslovima može doći čak i do njihovog samozapaljenja, što može imati katastrofalne posledice na uskladištena UbS i okolinu.

Problem stabilnosti razmatra se, uglavnom, sa aspekta »sigurnosti« (mogućnost čuvanja bez opasnosti od spontanog samozapaljenja u skladištima ili neželjenog i opasnog funkcionisanja pri upotrebi) i sa aspekta »pouzdanosti«, koja se može definisati verovatnoćom funkcionisanja u granicama projektovanih performansi i nakon određenog perioda skladištenja. Prvi aspekt više se odnosi na hemijsku, a drugi na fizičku (mehaničku) i balističku stabilnost, koje dobrim delom, takođe, zavise od hemijske stabilnosti.

Zbog potencijalne opasnosti od samozapaljenja baruta i RG laborisanih u ubojnim sredstvima, u svetu, a i kod nas, uspostavljen je čitav sistem kontrole hemijske stabilnosti, koji obuhvata prikupljanje i kolekcioniranje uzoraka, njihovu analizu pomoću odgovarajućih metoda, obradu i analizu rezultata, kao i donošenje adekvatnih odluka.

Kod nas je praćenje hemijske stabilnosti baruta i RG regulisano pomoću Standarda narodne odbrane 8069/91 [1].

Prema ovom standardu metode za kontrolu hemijske stabilnosti baruta i RG u procesu skladištenja su:

- metoda grejanja na 100°C,
- metoda praćenja sadržaja stabilizatora,
- metoda mikrokolorimetrije.

U procesu osvajanja, proizvodnje ili ekspertize baruta i RG koriste se i druge metode, kao što su metilvioletna metoda, Bergman-Junkova metoda, Abelov test, Hanzenova metoda i druge.

Pored metodologije kontrole hemijske stabilnosti u završnoj fazi je i definisanje metoda za kontrolu mehaničke stabilnosti raketnih goriva [2], a radi se na razvijanju metoda za praćenje kvaliteta pirotehničkih smeša, kao i metodologije sistematskih kontrolno-tehničkih gađanja [3], čiji je cilj provera funkcije UbS ili pojedinih njihovih delova i sklopova.

Radi pouzdane ocene stanja kvaliteta uskladištenih UbS i donošenja pravovremenih i ispravnih odluka, ovim informacijama pridružuju se rezultati prijemnih ispitivanja, informacije sa tehničkih pregleda UbS, podaci o ponašanju UbS pri redovnim gađanjima, uslovima čuvanja, i drugi.

Obradom i analizom svih raspoloživih podataka i informacija donosi se adekvatna odluka o konkretnom UbS koja, u osnovi, može biti sledeća:

— *i dalje čuvati*. Ovakva odluka donosi se u slučaju kada na UbS nisu uočene značajnije promene;

— *ubrzano trošiti*. Ovakva odluka donosi se u slučaju kada je došlo do pada kvaliteta i pouzdanosti blizu dozvoljene granice, a remont UbS ekonomski nije opravdan;

— *remontovati*. U slučaju kada se radi o perspektivnim UbS i kada je to ekonomski opravdano donosi se odluka o remontu municije;

— *rashodovati*. Ovakva odluka donosi se u slučaju kada kvalitet UbS

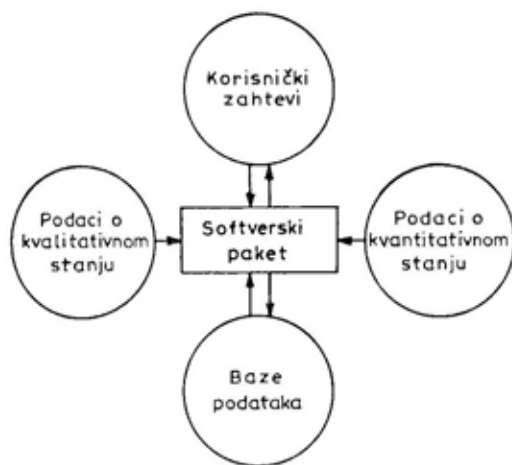
padne ispod dozvoljene granice, a remont se ne isplati zbog zastarelosti sistema naoružanja, pa je dalje čuvanje nerentabilno ili, čak, opasno.

Može se zaključiti da u sistemu praćenja stanja UbS egzistira veliki broj raznovrsnih informacija za čije je prikupljanje, obradu, čuvanje, ažuriranje i analizu, a radi donošenja pravovremene i ispravne odluke, neophodan odgovarajući informacioni sistem.

Struktura informacionog sistema

Za potrebe projektovanja različitih baza podataka i izrade konkretnog softverskog rešenja informacionog sistema, najpre su sagledani izvori i tokovi informacija i definisani maksimalni zahtevi svih mogućih korisnika informacionog sistema.

U skladu sa tim, struktura informacionog sistema može se šematski predstaviti kao na slici 1.



Sl. 1 — Globalna struktura informacionog sistema za praćenje stanja UbS

Podaci o kvalitativnom stanju dobijaju se od proizvođača ili uvoznika za nova UbS, a za uskladištena UbS od jedinica i ustanova koje su zadužene za kontrolu i praćenje kvaliteta UbS,

kako je to šematski prikazano na slici 2.

Izvori i tok informacija o kvantitativnom stanju prikazani su na slici 3.

Pošto je laboračna serija UbS osnovna jedinica za praćenje kvaliteta, to znači da se i kvantitativno stanje mora pratiti po laboračnoj seriji, što nameće potrebu da se materijalna dokumenta vode i po laboračnim serijama UbS, a ne samo po nomenklaturnom broju.

Za dobijanje željenih informacija informacioni sistem treba da omogućiti korisniku izbor sledećih opcija:

- osnovni podaci,
- podaci o kvalitativnom stanju,
- podaci o kvantitativnom stanju,
- prikaz i štampanje raznih izveštaja i pregleda.

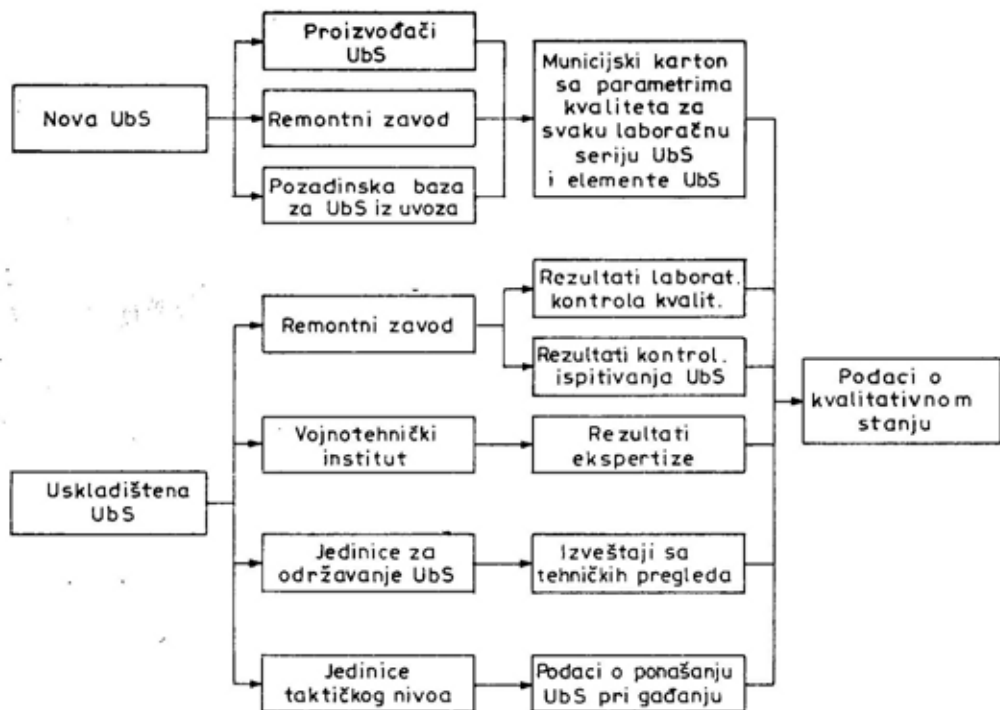
Osnovni podaci

Opcija »osnovni podaci« treba da sadrži dve podopcije. To su:

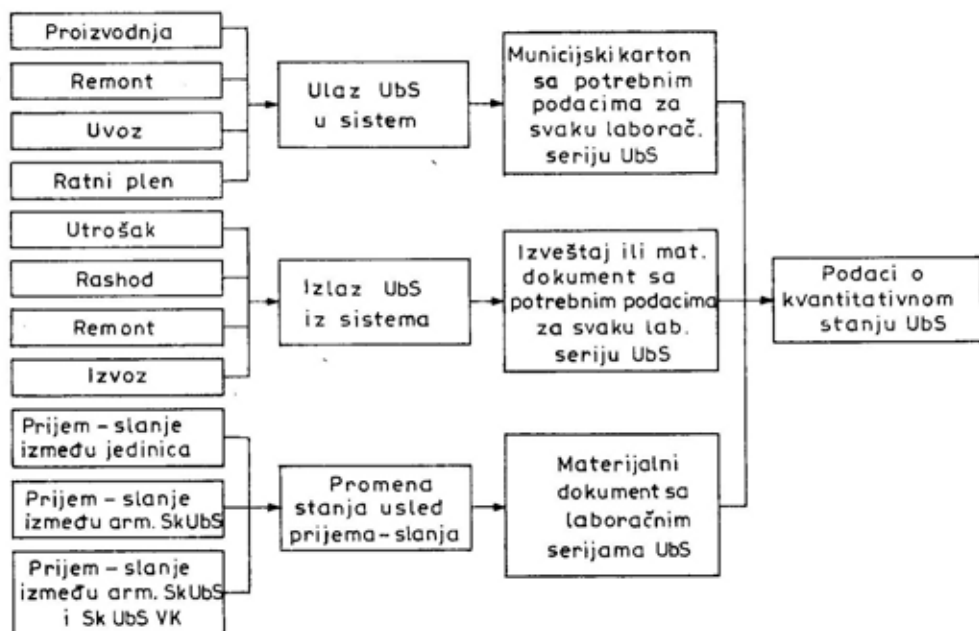
- podaci o UbS,
- podaci o elementima UbS.

Opcija *podaci o UbS* treba korisniku da pruži sve osnovne informacije o konkretno izabranom UbS, kao što su: šifra i naziv taktičkog nosioca za konkretno UbS, sistem metka, šifra UbS, šifra i naziv oružja-oruđa, nomenklaturni broj, grupa opasnosti, podaci o pakovanju, masa metka, proizvođač, broj PKP, broj SNO, broj crteža, i sl.

Opcija *podaci o elementima UbS* najpre mora da pruži popis svih elemenata i sklopova iz kojih se konkretno UbS sastoji, kao što su: zrno, upaljač, barutno punjenje, eksplozivno punjenje, pirotehničke komponente, električne i elektronske komponente, inicijalna kapsla, topovska kapsla, čaura, itd. Izborom konkretnog elementa



Sl. 2 — Izvori informacija o kvalitativnom stanju UbS



Sl. 3 — Izvori informacija o kvantitativnom stanju UbS

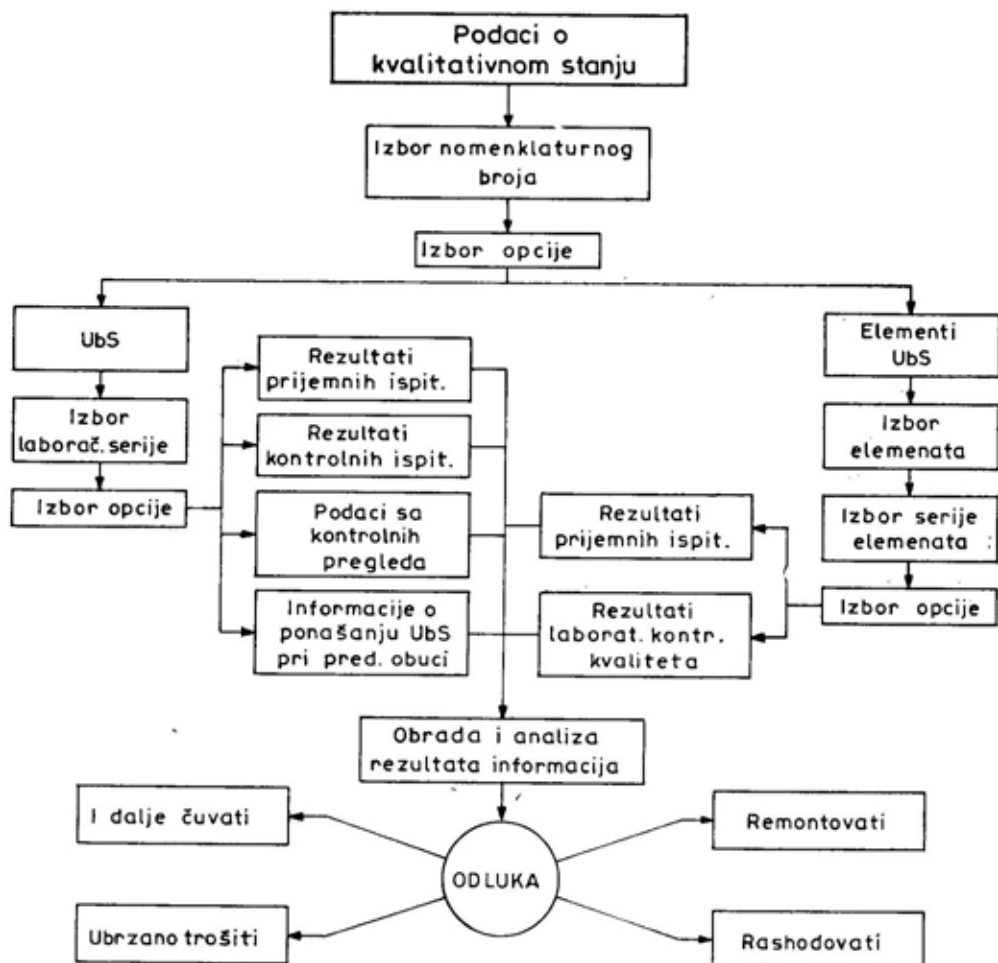
treba da se dobiju osnovni podaci kao što su: tip-model elementa, godina proizvodnje, proizvođač, serija elementa, masa, broj PKP ili SNO, i slično.

Podaci o kvalitativnom stanju

Ova opcija treba, takođe, da sadrži dve podopcije. To su:

- podaci o kvalitativnom stanju UbS,
- podaci o kvalitativnom stanju elemenata UbS.

Izborom opcije *podaci o kvalitativnom stanju UbS* za konkretno sredstvo najpre treba da se dobije popis svih laboračnih serija za odabrano UbS. Pošto se kvalitativno stanje prati po laboračnim serijama, treba odabrati konkretnu laboračnu seriju za koju informacioni sistem treba da pruži vrednosti parametara kvaliteta dobijenih na prijemnim ispitivanjima ili u toku periodičnih kontrola, kao što je šematski prikazano na slici 2. Informacije o kvalitetu treba da sadrže datum i mesto ispitivanja, broj uzoraka,



Sl. 4 — Strukturalna šema praćenja kvalitativnog stanja UbS

zatim konkretne vrednosti parametara, kao što je početna brzina, domet, rasturanje na cilju, probojnost, maksimalni pritisak, potisak, specifični impuls i druge parametre zavisno od konkretno ispitivanog UbS.

Ovim parametrima kvaliteta pridružuju se informacije dobijene kontrolnim pregledima UbS i informacije o ponašanju UbS pri redovnoj obuci.

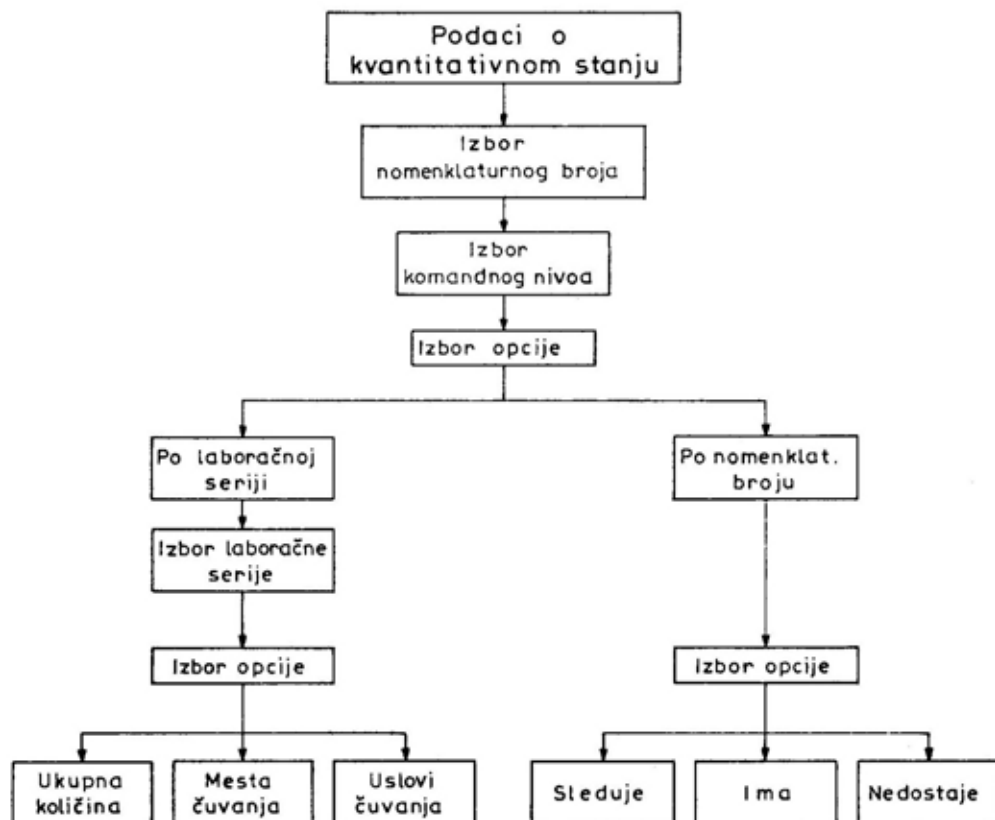
Opcija *podaci o kvalitativnom stanju elemenata UbS* treba najpre da dà popis svih elemenata za konkretno UbS. Izborom određenog elementa dobija se prikaz tipova, vrsta ili serija elementa, zatim se za konkretno odabranu seriju prikazuju rezultati prijemnih ispitivanja i rezultati laboratorijskih kontrola kvaliteta. Ove informacije moraju da sadrže podatke o datumu kontrole, kontrolnom organu, ve-

ličini uzorka, metode i rezultate pojedinih metoda ispitivanja, periodiku kontrole, termin naredne kontrole i slično.

Obradom i analizom svih rezultata i informacija donosi se ocena o kvalitetu konkretnog UbS, vrši kategorizacija i donosi odluka o daljem postupku, kao što je šematski prikazano na slici 4.

Podaci o kvantitativnom stanju

Ovi podaci neophodni su radi lakšeg donošenja odluke o konkretnom UbS, jer sadrže informacije o uslovima čuvanja i ukupnim količinama, kao i radi sticanja uvida u stanje popune jedinica i ustanova VJ, jer omogućuju uvid u sledujuće, imajuće i nedostajuće



Sl. 5 — Strukturna šema praćenja kvantitativnog stanja UbS

će stanje UbS po različitim nivoima komandovanja, kako je to šematski prikazano na slici 5.

Stampanje različitih izveštaja i pregleda

Ova opcija daje mogućnost da se prema zahtevima korisnika odmah dobiju različiti izveštaji i pregledi. Specifikacija tih izveštaja i pregleda izvršena je detaljnom analizom potreba različitih nivoa komandovanja koje su se praktično iskazale u poslednjih nekoliko godina, kako u mirnodopskim, tako i u ratnim uslovima, kao što su:

- pregled UbS VJ,
- pregled UbS po nomenklaturnim brojevima (imenik UbS),
- pregled UbS za određenu grupu i podgrupu,
- pregled UbS po vrstama i serijama baruta,
- pregled starosne strukture UbS,
- pregled UbS laborisane određenom vrstom upaljača,
- pregled UbS koja podležu periodičnim kontrolama kvaliteta i laboratorijskim ispitivanjima u tekućoj godini,
- pregled stanja popune sa UbS po različitim nivoima komandovanja, i drugi.

Literatura:

- [1] SNO 8069/91: Praćenje hemijske stabilnosti baruta i raketnih goriva, 1991.
- [2] Colaković, M., Jeremić, R.: Strukturni integritet goriva u raketnim motorima, VTA VJ, Beograd, 1992.
- [3] Došić, R.: Ocena tehničkog stanja UbS na osnovu rezultata kontrolnog ispitivanja, VTG 2/1995.

Pored toga, moguće je formirati i specifične preglede stanja po zahtevu korisnika.

Prema iznetom konceptu napravljen je projektni zahtev [4] na osnovu kojeg je realizovano softversko rešenje informacionog sistema za praćenje stanja UbS [5], koje je prošlo fazu testiranja. U toku je otklanjanje uočenih nedostataka i njegovo usavršavanje na osnovu novih saznanja i iskustava.

Da bi ovakav informacioni sistem mogao u praksi u potpunosti da zaživi, neophodno je propisati obaveze svih učesnika u informacionim tokovima, opremiti ih adekvatnom računarskom opremom, sprovesti obuku i izvršiti odgovarajuća prilagođavanja propisa o materijalnom knjigovodstvu po pitanju UbS.

Zaključak

Praćenje stanja, pre svega kvaliteta UbS, složen je ali i veoma značajan proces, kako sa aspekta bojne gotovosti, tako i sa ekonomskog aspekta. Za uspešno rešavanje ovog problema, pored ostalog, neophodno je izgraditi informacioni sistem koji će omogućiti jednostavno i brzo sticanje uvida u stanje UbS i donošenje odgovarajućih odluka. Izložen koncept informacionog sistema, na osnovu kojeg je i urađeno softversko rešenje, u tom pogledu u potpunosti zadovoljava.

- [4] Projektni zahtev za izradu informacionog sistema za praćenje stanja UbS, TU GS VJ, 1992.
- [5] Uputstvo za korišćenje i izveštaj o ispitivanju softvera informacionog sistema za praćenje stanja UbS, Institut za nuklearne nauke Vinča, Laboratorija za elektroniku, Beograd, 1993.

Dr Vladimir Vujičić,
pukovnik, dipl. inž.
Tehnička uprava GS VJ,
Beograd

UTICAJ PROVETRAVANJA NA PROMENU TEMPERATURE I RELATIVNE VLAŽNOSTI U OBJEKTU ZA SKLADIŠTENJE MUNICIJE

UDC: 623.485.001.573

Rezime:

Radi ispitivanja korozije uskladištene municije, praćeni su temperatura i relativna vlažnost u jednom od objekata za skladištenje municije, kao i uticaj provetranja na promenu vrednosti navedenih parametara. Ispitivanja su pokazala da su efekti provetranja na promenu temperature i relativne vlažnosti kratkotrajni i da vrlo malo usporavaju proces korozije.

Ključne reći: temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, korozija municije, skladištenje municije, provetranje skladišta.

VENTILATION EFFECTS ON TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY CHANGE IN AN AMMUNITION STORAGE BUILDING

Summary:

Temperature and relative humidity in one of ammunition storage buildings are monitored as well as ventilation effects on the change of the given parameters values in order to investigate stored ammunition corrosion. The investigations have shown that the ventilation effects on temperature and relative humidity change are not lasting ones and that they slow down corrosion process in a very low degree.

Key words: air temperature, relative air humidity, ammunition corrosion, ammunition storage, storage building ventilation.

Uvod

Skladištenje municije vrši se u objektima koji mogu biti ukopani, poluukopani i nadzemni. Koroziju spoljnih površina uskladištene municije prouzrokuju agensi koji se nalaze u atmosferi. Od njih su najbitniji kiseonik i vodena para, dok eventualno prisustvo drugih agensa može dodatno uticati na intenzitet korozije.

Količina kiseonika u vazduhu uglavnom je konstantna, dok se količina vodene pare menja u zavisnosti od temperature, geografske širine, prisustva većih vodenih površina, površina sa bujnom vegetacijom i slično.

Korozija metala se odvija ispod tankog sloja vlage, koji se stvara pri adsorpciji ili kondenzaciji vodene pare, odnosno pri atmosferskim padavinama, a čija debljina zavisi od stanja površine metala, relativne vlažnosti i temperature vazduha.

Visoka vlažnost i povećana temperatura vazduha pogoduju i razvoju nekih mikroorganizama. Njihov rast, kao i produkti metabolizma određenih vrsta mikroorganizama mogu štetno da deluju na različite materijale, kao, na primer, na promenu njihovih svojstva: izgled, boju, sjaj, itd.

Opis eksperimenta

Kao značajni parametri korozije ispitivani su, odnosno mereni, temperatura i relativna vlažnost vazduha u spoljnoj atmosferi i u odabranom objektu za skladištenje municije. Temperatura i relativna vlažnost mereni su pomoću termohigrografa — instrumenta za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha. Istovremeno se radilo sa dva termohigrografa, od kojih je jedan bio postavljen u meteorološkom zaklonu, (neposredno u blizini objekta), a drugi u sredini ispitivanog objekta, na visini od 1,5 m.

Promena odabranih parametara (temperature i relativne vlažnosti) praćena je kontinualno u vremenu od godinu dana.

Trake na termohigrografima menjane su svakih sedam dana. Sa njih su očitavane vrednosti temperature i relativne vlažnosti vazduha radi dalje obrade.

Rezultati ispitivanja i diskusija

Sprovedena ispitivanja pokazala su da vrednosti temperature i relativne vlažnosti vazduha u skladišnom objektu zavise od spoljnih uslova i građevinskih karakteristika objekta.

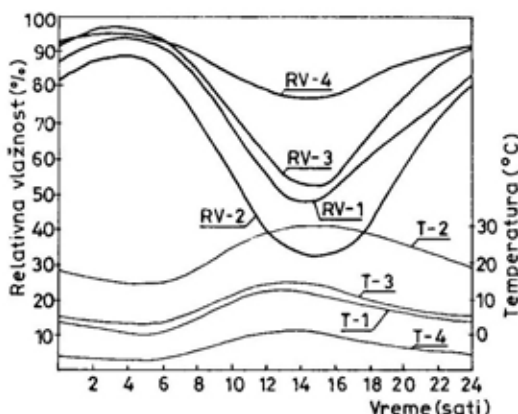
Analizom kretanja temperature u spoljnoj atmosferi i skladišnom objektu uočena je zakonitost da, dok spoljna temperatura prirodno trpi velike oscilacije u toku dana i meseca, temperatura u objektu prati te promene znatno umerenije i sa zakašnjenjem od nekoliko sati u toku dana, odnosno sa zakašnjenjem do tri dana u toku meseca.

Srednje časovne vrednosti temperature spoljnog vazduha kretale su se od minimalnih jutarnjih vrednosti, uz postepeni rast, do maksimalnih vrednosti koje su dostizale oko 14 ili 15 časova, da bi ponovo, postepeno padale

do minimalne vrednosti u jutarnjim časovima (slika 1).

Temperatura u skladišnom objektu nije pratila ovako brze promene spoljne temperature. Trend njene promene bio je isti kao i kod spoljne temperature, ali daleko umereniji i sa zakašnjenjem od oko 2 sata. Razlike do 12°C između minimalne i maksimalne spoljne temperature u objektu registrovane su kao razlike od 1°C.

Ispitivanja su pokazala da se srednje vrednosti temperature vazduha u



Sl. 1 — Srednje časovne vrednosti relativne vlažnosti (RV) i temperature (T)

1 — za mart, 2 — za avgust, 3 — za oktobar, 4 — za decembar

skladišnom objektu u toku jednog meseca neznatno menjaju, što predstavlja dobru karakteristiku objekta sa aspekta zaštite od delovanja temperature spoljne atmosfere.

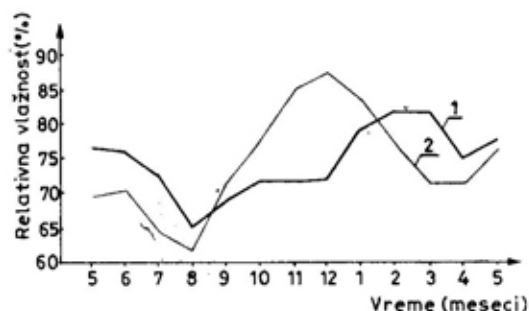
Analiza dnevnog i mesečnog oscilovanja relativne vlažnosti u spoljnoj atmosferi i u objektu dovodi do potpuno analognog zaključka u pogledu kvaliteta posmatranog objekta. Nagle i veoma izražene oscilacije u spoljnoj sredini neznatno su se odražavale na promenu relativne vlažnosti vazduha u objektu [6].

Srednje časovne vrednosti relativne vlažnosti spoljnog vazduha pokazu-

ju prirodan tok od maksimalnih vrednosti u jutarnjim časovima do minimalnih vrednosti u ranim popodnevним časovima, a zatim ponovni rast do jutarnjih časova (slika 1).

Srednje dnevne vrednosti temperature (T) i relativne vlažnosti (RV) za četiri meseca u godini: mart, avgust, oktobar i decembar u spoljnom vazduhu prikazane su na slici 1. Za ostale mesece vrednosti ovih parametara spadaju u područje koje se nalazi između grafikona datih za mesec decembar i avgust.

Temperatura vazduha u skladišnom objektu kretala se od -2°C do 22°C , a relativna vlažnost od 60 do 90%. Najveća vlažnost vazduha registrovana je u zimskom, a najmanja u letnjem periodu. U jednom periodu godine prosečna relativna vlažnost vazduha u objektu bila je veća od one u spoljnom vazduhu (slika 2).



Slika 2 — Srednje vrednosti relativne vlažnosti vazduha

1 — u skladišnom objektu, 2 — u spoljašnjoj atmosferi

Ovako visoka vlažnost vazduha iskazana je zbog toga što je ispitivani objekat sagrađen na vlažnom terenu. U vreme ispitivanja teren je bio natopljen vodom, što je, verovatno, imalo uticaja na stepen vlažnosti temelja i zidova objekta.

Visoka vlažnost i povišena temperatura štetno utiču na materijale koji se čuvaju u objektu. Visoke vrednosti

ovih parametara omogućavaju brzo odvijanje procesa korozije i rast mikroorganizama [1—4].

Radi smanjenja štetnog uticaja visoke vlažnosti vazduha u objektima za skladištenje municije, propisano je da se vrši povremeno provetravanje takvih objekata, uz ispunjenje uslova opisanih u odgovarajućem uputstvu [5].

Radi davanja preporuka o režimu provetravanja, izvršena su tri eksperimenta sa provetravanjem i simultanim merenjima temperature i relativne vlažnosti vazduha u skladišnom objektu i u spoljnoj atmosferi.

Provetravanje se sastojalo u otvaranju svih vrata i prozora u trajanju od jedan, dva i tri sata. Provetravanje je obavljano u povoljnim vremenskim uslovima, u periodu od 12 do 14 časova (slika 2).

Pre svakog otvaranja i svakog zatvaranja objekta merena je temperatura i relativna vlažnost vazduha u objektu i u spoljnoj atmosferi. Za vreme provetravanja navedeni parametri su mereni simultano na svakih pola sata radi eventualnog utvrđivanja dinamike izjednačavanja vrednosti mernih elemenata u objektu i u spoljnoj atmosferi.

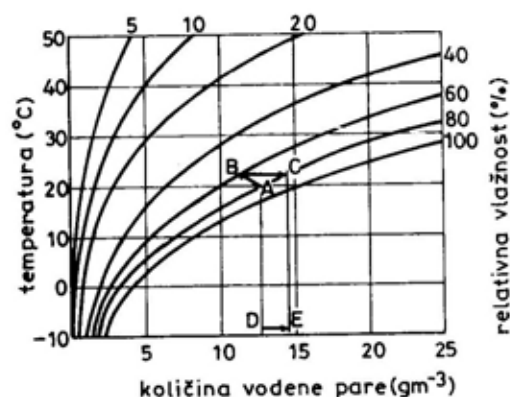
Merjenja temperature i relativne vlažnosti vazduha vršena su termohigrografima i dodatno Asmanovim aspiracionim psihrometrom.

Ispitivanja su pokazala da su promene temperature i relativne vlažnosti za vreme provetravanja objekta veoma brze i da zavise od spoljnih uslova. Pri provetravanju dolazi do povećanja vrednosti temperature i pada vrednosti relativne vlažnosti vazduha.

Nakon otvaranja objekta dolazilo je do naglog, a zatim postepenog pada relativne vlažnosti. Najveće smanjenje relativne vlažnosti (oko 10%) postignuto je pri provetravanju u najpovoljnijim uslovima, i u trajanju od tri sata. Zbog toga je bilo teško proceniti koliko je vremena potrebno, i koliko treba da bude manja relativna

vlažnost u spoljnoj atmosferi, da bi došlo do značajnijeg smanjenja relativne vlažnosti u objektu.

Nakon završenog provetravanja relativna vlažnost u objektu je relativno brzo rasla, tj. vraćala se na istu ili približnu vrednost koju je imala pre provetravanja. Nasuprot tome, i nakon nekoliko sati od provetravanja temperatura je zadržavala vrednost koja je bila veća od temperature pre provetravanja. Povećana temperatura, pri istoj relativnoj vlažnosti vazduha, dovodi do povećanja ukupne vlage, što se može objasniti pomoću dijagrama za određivanje tačke rose (slika 3).



Sl. 3 — Dijagram za određivanje tačke rose

Na slici 3 tačka A predstavlja stanje temperature ($T=20^{\circ}\text{C}$) i relativne vlažnosti vazduha ($RV=80\%$) u objektu pre provetravanja. Uz pretpostavku da za vreme provetravanja temperatura vazduha u objektu poraste za 2°C , a relativna vlažnost se smanji na vrednost od 60% , dobija se novo stanje koje je označeno tačkom B. Međutim, pošto nakon provetravanja tempera-

tura vazduha u dužem vremenskom periodu zadržava, uglavnom, nešto višu vrednost, a relativna vlažnost se vraća na prvobitnu vrednost, dobija se tačka C koja označava stanje sa većim sadržajem vlage.

Pokazalo se da su efekti provetravanja u ispitivanom objektu kratkotrajni, što dovodi u pitanje dosadašnju propisanu praksu provetravanja. Ispitivanja su pokazala da se visoka vlažnost u ovakvim objektima ne može smanjiti samo provetravanjem, bez dodatnih intervencija u objektu (izolacija poda, zidova, itd.).

Zaključak

Pokazano je da ispitivani skladišni objekat ima dobre građevinske karakteristike, jer su nagle i kratkotrajne promene meteoroloških prilika imale umereni uticaj na promenu temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektu. Međutim, nedostatak objekta bio je što zadržava visoku relativnu vlažnost vazduha, koja je u jednom periodu godine bila veća od one izvan objekta.

Provetravanjem nisu dobijeni očekivani efekti, jer su nakon zatvaranja objekta temperatura i relativna vlažnost vazduha relativno brzo poprimala iste ili približno iste vrednosti koje su imale i pre provetravanja, što ukazuje na to da se rešenja moraju tražiti u izolaciji objekta.

Sprovedena ispitivanja nisu dovoljna za davanje preporuke o režimu provetravanja objekata za skladištenje municije, pa je potrebno nastaviti sa ispitivanjem na većem broju različitih objekata.

Literatura:

- [1] Donovan, P. D.: Protection of Metals from Corrosion in Storage and Transit, John Wiley and Sons, New York, 1986.
- [2] Rosenfeld, I. L.: Atmospheric Corrosion of Metals, Nace, Houston, Texas, 1972.
- [3] Barton, K.: Protection Against Atmospheric Corrosion, John Wiley and Sons, London, 1976.
- [4] Vujičić, V., Savić, D.: Zaštita materijala, 1 (1994) 1.

- [5] TU SSNO, Uputstvo za smeštaj i rukovanje municijom i minsko-eksplozivnim sredstvima, TS — V, TU SSNO, 1970.
- [6] Republički hidrometeorološki zavod SR Srbije, Meteorološka i fizičko-hemijska merenja u cilju ispitivanja korozije u skladištu municije, Beograd, 1990, elaborat.

Mr Miodrag Đorđević,
potpukovnik, dipl. inž.
Sc Sreten Selaković,
potpukovnik, dipl. inž.
Vojna kontrola kvaliteta NVO,
SMO, Beograd

ZNAČAJ PRIMENE STANDARDA, PRAVILNIKA I UPUTSTVA U VERIFIKACIJI RAZVOJNIH FAZA, OSVAJANJA I PROIZVODNJE SREDSTAVA NVO

UDC: 623-1/9:658.51:006

Rezime:

U radu je prikazan postupak verifikacije za svaku fazu razvoja, osvajanja i proizvodnje sredstava naoružanja i vojne opreme (NVO). Izvršena je analiza nadležnosti i odgovornosti svih učesnika u opremanju Vojske Jugoslavije sredstvima NVO pri verifikaciji faza razvoja, osvajanja i proizvodnje. Detaljno su analizirane obaveze svih učesnika u opremanju NVO pri donošenju odluke o primenu nulte serije. Sagledana je dosadašnja praksa u primeni Pravilnika o opremanju OS naoružanjem i vojnom opremom u miru (UPRF-1) i dati predlozi za unapređenje postupka verifikacije razvojnih faza, osvajanja i proizvodnje NVO.

Ključne reči: verifikacija, razvoj, osvajanje i proizvodnja, kvalitet, standardi za ocenu sistema kvaliteta, odobrenje za serijsku proizvodnju.

IMPORTANCE OF APPLYING STANDARDS, REGULATIONS AND INSTRUCTIONS IN THE VERIFICATION OF PHASES IN ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT DEVELOPMENT, MASTERING THE PRODUCTION AND THE PRODUCTION ITSELF

Summary:

The paper presents a verification procedure for each phase of development, mastering the production and the production itself of armament and military equipment (AME). Competence and responsibility of all participants in supplying Yugoslav Army with AME are analyzed in the verification of development, mastering the production and production phases. Obligations of all participants in AME procurement during the decision making about O-lot acceptance are analyzed in detail. The previous experience in applying the Regulations of MF supplying with AME in peace (UPRF-1) is reviewed and suggestions for improving the verification procedure of development, mastering and production phases.

Key words: verification, development, mastering and production, quality, standards for quality system evaluation, mass production permission.

Uvod

Složenost sredstava NVO i visoki nivo zahtevanog kvaliteta proizvodnje uslovio je potrebu za uvođenjem i doslednim sprovođenjem postupka verifikacije razvojnih faza NVO.

U ugovorima je propisivana obaveza pridržavanja svih odredbi Pravil-

nika UPRF-1, ali ne i obaveza isporučioca da uvede i dosledno sprovede postupak za kontrolu i verifikaciju konstruisanja (razvoja) sredstava NVO. Taj postupak se sprovodio na insistiranje predstavnika Vojske kao kupca, a obim primene je zavisio, uglavnom, od doslednosti kupca da se to u praksi i sprovede.

Značaj primene standarda, pravilnika i uputstva

Dosledno sprovođenje propisanih aktivnosti i postupaka bitno utiče na ostvarivanje zahtevanog kvaliteta razvijenih i proizvedenih komponenata i sredstava NVO. Zbog toga Vojska Jugoslavije već tridesetak godina primenjuje pravilnike i uputstva kojima su standardizovane aktivnosti i postupci u fazama razvoja, osvajanja i proizvodnje sredstava NVO.

Usvajanjem standarda SNO 9000/90 [1] stvoreni su uslovi da se isporučilac ugovorom obaveže na kontrolu i u fazi konstruisanja — razvoja. Naime, zahtev 4.4.1 SNO 9000/90 glasi: »Isporučilac NVO dužan je da uveće i dosledno sprovodi postupak za kontrolu i verifikaciju konstruisanja (razvoja) proizvoda, radi osiguranja ispunjenja utvrđenih zahteva korisnika (TTZ).«

Termin »verifikacija« koristi se radi označavanja »procesa provere rezultata jedne ili više aktivnosti pri određivanju usaglašenosti propisanih i ostvarenih tehničkih karakteristika sredstava NVO«. To znači da je obuhvaćeno značenje dva termina iz JUS ISO 8402/95 [2]: »verifikacija« i »validacija«.

Utvrđivanje zahtevanog kvaliteta komponenata i sredstava NVO vrši se verifikacijom svake faze razvoja, osvajanja i proizvodnje prema propisanoj proceduri. Poseban osvrt posvećen je postupku donošenja odobrenja za serijsku proizvodnju NVO.

Verifikacija razvoja

Posle usvajanja programa realizacije, zavisno od složenosti sredstava i predviđenih teškoća, rezultata primenjenih istraživanja i drugih specifičnosti, razvoj sredstava NVO vrši se kroz početni razvoj posle koga sledi prototipski razvoj, ili samo kroz pro-

totipski razvoj (slika). Nadležni nivo odlučivanja, pri razmatranju i usvajanju prethodne analize (PA) i programa realizacije (PR), donosi odluku o tome koja će se sredstva NVO razvijati kroz početni, a koja kroz prototipski razvoj, kao i o načinu verifikacije izabranog modela razvoja.

Verifikacija početnog razvoja

Početni razvoj, posebno složenih sredstava i sistema NVO, obuhvata izradu idejnog projekta, preprojekta, odnosno projekta sa eventualnom izradom modela ili makete delova i/ili celog sredstva NVO. Za sredstva NVO, koja se prilikom ispitivanja uništavaju ili kod kojih se očekuju veće teškoće i problemi u prototipskom razvoju, u ovoj fazi izrađuje se probni komad [3].

Verifikacija početnog razvoja sredstava NVO vrši se završnim ispitivanjem (ZI) u odgovarajućem opitnom centru (OC) [4], ili ga obavlja Vojnotehnički institut (VTI) kao nosilac razvoja (NR).

Nadležni nivo (NN) odlučivanja, zavisno od rezultata verifikacije početnog razvoja, donosi odluku:

— da prihvata informaciju NR, kada su rezultati početnog razvoja u svemu po zahtevima PR, a prototipski razvoj nastavlja isti isporučilac;

— o usvajanju rezultata ispitivanja i verifikacije i predaji dokumentacije početnog razvoja isporučiocu koji će vršiti prototipski razvoj, ako se menja NR, a to ne izaziva izmenu TTZ;

— o prekidu početnog razvoja, u slučaju neuspeha ili znatnog odstupanja od TTZ.

Verifikacija prototipskog razvoja

Po uspešno završenom razvoju, sa potvrdom i nalazima vojne kontrole (prilog 1), shodno privremenom uput-

stvu organima VKKP za sprovođenje odredbi Pravilnika UPRF-1 [5], nosilac razvoja prijavljuje PT/PP nadležnom opitnom centru na završno ispitivanje. Uz prijavu se podnosi dokumentacija predviđena Pravilnikom UPRF-1 (prilog 2) i Uputstvom o prijavljivanju ispitivanja u OC [6].

Opitni centar proučava dostavljenu prijavu sa priloženom dokumenta-

Elaborat o ZI sa nalazom, ocenom i predlogom OC dostavlja učesnicima u realizaciji prototipskog razvoja, koji svoje mišljenje, u propisanom roku, dostavljaju TN. Na osnovu njih TN dostavlja NN predlog odluke za usvajanje sredstava NVO u naoružanje.

Odluku o usvajanju sredstava NVO u naoružanje donosi odgovarajući NN

Prilog 1

Elementi nalaza VKK NVO o kvalitetu PT/PP sredstva NVO

1. Naziv sredstva NVO.
2. Količina.
3. Broj ugovora i aneksa.
4. Datum početka i završetka učešća VKK NVO u kontroli kvaliteta.
5. Koji put se prijavljuje sredstvo NVO na ZI u OC.
6. Pripremljenost TD (pPKP, KD).
7. Zadovoljenje zahteva iz prednacrtu PKP.
8. Usaglašenost sredstva sa KD.
9. Pogodnost za proizvodnju, ekonomičnost izrade, kvalitet i pouzdanost tehničke koncepcije rešenja.
10. Ostalo.
11. Saniranje nedostataka po Elaboratu OC (ako nije prvi put na ZI u OC).
12. Rezultati pojedinačnih nalaza VKK NVO su u dokumentaciji NR/isporučioća.

cijom i procenjuje spremnost, podobnost i kompletnost sredstava NVO i njegovih elemenata za ZI. Ako je sredstvo NVO nepodobno za ZI, OC o tome izveštava NN koji donosi konačnu odluku.

Kada se prijava PT/PP za ZI prihvati, OC izrađuje program ispitivanja, uzimajući u obzir predlog programa NR, i dostavlja ga na overu taktičkom nosiocu. Program ZI, u pogledu metoda i kriterijuma za utvrđivanje nivoa propisanog kvaliteta sredstva NVO, mora biti usklađen sa propisanim metodama i kriterijumima u prednacrtu propisa o kvalitetu proizvoda (PKP). Uporedo sa overom programa ZI taktički nosilac (TN) donosi odluku o potrebi i obimu trupnih ispitivanja (prilog 3).

u zavisnosti od kategorije sredstava. Odluka može da se:

— PT/PP u celini prihvata i sredstvo NVO usvaja u naoružanje;

— izvrši dorada (ispravka) PT/PP radi zadovoljenja TTZ i ispunjenja zahteva PKP;

— PT/PP odbije, sa alternativom da se kompletan prototipski razvoj ponovi ili da se obustavi dalji rad na razvoju.

Rešenje o usvajanju sredstava NVO dostavlja se učesnicima u realizaciji. Uz rešenje, u kome se mora definisati organ nadležan za izradu i overu KD i ThD, kao i uslovi za prelaz u narednu fazu razvoja, dostavljaju se konačni TTZ.

Dokumentacija uz prijavu za završno ispitivanje

1. Potvrda sa nalazima VKK NVO da je PT/PP izrađena prema TD.
2. Konstrukciona dokumentacija za PT/PP.
3. Taktičko-tehnički zahtevi (TTZ).
4. Prednacrt propisa o kvalitetu proizvoda (PKP).
5. Izvod iz ugovora (tehnički deo).
6. Rezultati internih ispitivanja:
 - funkcionalnosti,
 - svih tehničkih karakteristika (mehaničke, elektromagnetne, optičke, balističke, akustičke, itd.),
 - pouzdanosti i trajnosti.
 sa nalazom ispunjenja TTZ-a.
7. Mišljenje isporučioaca o mogućnostima proizvodnje.
8. Predlog programa ZI:
 - laboratorijska,
 - opitno-eksploataciona,
 - trupna ispitivanja.
9. Atesti o homologaciji sklopova, opreme i delova.
10. Tehnički opis sredstva NVO.
11. Spisak kompleta.
12. Privremeno uputstvo za rukovanje i održavanje.

Sadržaj trupnih ispitivanja PT/PP sredstva NVO

Trupnim ispitivanjem PT (PP) ili uzoraka proverava se:

1. Pogodnost za rukovanje.
2. Pogodnost za održavanje.
3. Ispituje se pouzdanost i trajnost.
4. Ispituje se izdržljivost na uticaje okoline (klimatski, mehanički, itd.)
5. Proverava funkcionalnost sredstva NVO.

Trupna ispitivanja vrše se na osnovu odobrenog programa, a po završetku obavezno se obavlja stručno-tehnički pregled sredstava NVO, da bi se ocenilo stanje. Izveštaj s trupnog ispitivanja sastavni je deo Elaborata o ZI PT/PP sredstva NVO.

Verifikacija nulte serije

Nulta (»0«) serija povezuje razvoj i serijsku proizvodnju sredstava NVO. Cilj izrade »0« serije jeste provera mogućnosti i procena uspešnosti namera-vane serijske proizvodnje u konkretnom tehnološkom procesu propisanim postupkom, alatima i postojećim kadrovima. Izradom »0« serije vrši se i

konačna provera valjanosti celokupne tehničke dokumentacije (TD) sredstva NVO.

Izrada, kontrola kvaliteta, ispitivanje i prijem »0« serije vrši se po overenoj TD za »0« seriju. Kontrolu kvaliteta u toku izrade »0« serije vrši VKK NVO ili njeni ovlašćeni organi ili organizacije predviđene ugovorom.

Postupak verifikacije »0« serije ima sledeće *posebnosti* u odnosu na postupak verifikacije u fazi PT/PP:

— isporučilac mora imati definisanu tehnologiju izrade i kontrole kvaliteta sredstva NVO, ako ugovorom nije drugačije regulisano;

— isporučilac mora imati propisanu evidenciju o kvalitetu, za »0« seriju, kao i za serijsku proizvodnju;

— za odstupanje od zahteva TD potrebno je da isporučilac ima saglasnost nadležnog organa;

— u ugovorima sa kooperantima neophodno je precizirati postupak odobravanja serijske proizvodnje (ko podnosi zahtev za donošenje odobrenja, ko daje ocenu spremnosti, itd.);

— postupak verifikacije čelnih serija je, u načelu, kao i za »0« seriju.

Završno ispitivanje »0« serije vrši OC po programu koji je odobrio NN, a u skladu sa već iznetim postupcima za prototipski razvoj. Rešenje o prijemu »0« serije donosi NN na osnovu ocene, zaključka i predloga OC, a po proceduri kao i za prototipski razvoj.

Rešenje o prijemu »0« serije sredstva NVO može biti da se:

— »0« serija prima i da se pređe na serijsku proizvodnju;

— izvrše ispravke ili dorade »0« serije, uz obavezu OC da kroz ponovljena ispitivanja potvrdi da su uočeni nedostaci otklonjeni;

— »0« serija odbije, s tim da se radi ili ne radi nova, druga ponovljena »0« serija.

Rešenjem o prijemu »0« serije reguliše se i veličina, postupak i način čuvanja standardnog uzorka za sredstva NVO, gde je on nužan. Rešenje dostavlja NN svim učesnicima u realizaciji »0« serije.

Donošenje odobrenja za serijsku proizvodnju

Odobrenje za serijsku proizvodnju sredstva NVO donosi se kada se obezbede sledeći uslovi:

— »0« serija je primljena, odnosno doneto je rešenje NN o uvođenju u naoružanje, opremu ili se bez izrade »0« serije prelazi na serijsku proizvodnju;

— isporučilac je podneo pisani zahtev za dobijanje odobrenja;

— sektor za Vojnoprivrednu delatnost Saveznog ministarstva za odbranu (SMO), tj. Uprava za istraživanje, razvoj i proizvodnju (UIRP) NVO, Uprava za snabdevanje (US), Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu (OSMiN) i VKK NVO, pozitivno su ocenili završene aktivnosti koje utiču na serijsku proizvodnju (prilog 4), shodno Uputstvu o postupku donošenja odobrenja (razrešnice) za serijsku proizvodnju naoružanja i vojne opreme [7].

Posle prijema »0« serije isporučilac podnosi pisani zahtev za dobijanje odobrenja za serijsku proizvodnju. Uz zahtev prilaže analizu ostvarenja aktivnosti (prilog 4) sa mišljenjem VKK NVO pri isporučiocu. Zahtev se, shodno Uputstvu za donošenje odobrenja, dostavlja određenim ustanovama SMO. One razmatraju zahtev i u propisanom roku daju mišljenje Odeljenju za obezbeđenje i nadzor nad kvalitetom NVO. Odeljenje predlaže pomoćniku saveznog ministra za odbranu za VPD da se:

— donese odobrenje za serijsku proizvodnju;

— odbije zahtev isporučioca za donošenje odobrenja;

— uslovno odobri serijska proizvodnja ukoliko u potpunosti nisu ostvarene neke aktivnosti iz priloga 4, a koje neće bitno ugrožavati stabilnost serijske proizvodnje. U odobrenju se određuje rok (vremenski, broj koma-

Aktivnosti koje se razmatraju i ocenjuje njihovo ostvarenje i uticaj na serijsku proizvodnju NVO

Red. broj	Aktivnost	Učesnici u ocenjivanju ili izvršioци					
		UIRP	OONK	OSMiN	NR	US	Isporučilac
1.	Overena KD za SP i dostavljena primaocima (po UIRP-2)	▲	△		●		○
2.	Overen specifični deo tehnološke i kontrolne dokumentacije za SP i dostavljena primaocima (po UIRP-2)		▲		●		○
3.	Regulisane nadležnosti kod isporučioца za izradu, overu i unošenje izmena u TD, shodno UIRP-2	▲	△	⊕	○		●
4.	Propisano i organizovano metrološko obezbeđenje	⊕	▲	○			●
5.	Verifikacija MerS prema Naredbi SMO (SVL br. 1/94)		△	▲			●
6.	Izrađen predlog PKP (a/s) i dostavljen na proceduru prema Pravilniku o SiM		△	▲	●		○
7.	Oformljeni tehnološki postupci za SP sredstva NVO	▲	△		⊕		●
8.	Oformljeni kontrolni postupci za SP sredstva NVO	⊕	▲		⊕		●
9.	Definisana PTD (kojom se dokazuje kvalitet u SP)		▲	⊕	⊕		●
10.	Urađeni i u »0« seriji provereni svi proizvodni alati (ugovorom predviđeni)	▲	△			○	●
11.	Urađeni (nabavljeni) i u »0« seriji provereni svi kontrolni alati i MerS	⊕	▲		⊕	○	●
12.	Ostvarenje ugovorenog stepena zamene (osvojenosti) uvoznog repromaterijala, delova, sklopova i opreme sa domaćim	▲	⊕	⊕	○	○	●
13.	Obezbeđenje sredstva NVO (delova, uređaja, opreme) koje na osnovu ugovora daje VJ radi dalje ugradnje ili SP	▲	○	⊕	⊕	●	○
14.	Obezbeđenje repromaterijala, delova, sklopova, uređaja iz uvoza radi SP sredstva NVO	▲	⊕	⊕	⊕	●	○
15.	Obezbeđenje ispitivanja pouzdanosti sredstva NVO	⊕	▲	⊕	⊕	⊕	●
16.	Obezbeđenje kadrovskih i materijalnih kapaciteta za planiranu SP	▲	⊕	⊕		⊕	●
17.	Ostvarenje zahteva SNO 9000/90	○	▲	○	⊕	⊕	●
18.	Ocena sprovođenja aktivnosti (od 10 do 17) kod kooperanata	⊕	○	⊕	⊕	⊕	▲
19.	Otklanjanje nedostataka zahtevanih rešenjem o prijemu »0« serije ili rešenjem o usvajanju u NVO	⊕	▲	⊕	⊕		●

Legenda:

▲ — nadležni za ocenjivanje

○ — obavezno učestvuje

⊕ — po potrebi učestvuje

△ — daje mišljenje

● — odgovoran za izvršenje

da ili serija) u kome je isporučilac dužan da ostvari date uslove. Posle tog roka, postupak donošenja odobrenja se ponavlja samo za aktivnosti koje su bile razlog uslovnog odobravanja.

Odobrenje za serijsku proizvodnju donosi pomoćnik saveznog ministra za odbranu za VPD, a dostavlja se isporučiocu i određenim ustanovama Vojske Jugoslavije.

Dosadašnja iskustva u sprovođenju vojnih standarda, pravilnika i uputstava dokazuju da je ostvaren visok kvalitet komponenata, a naročito složenih sredstava NVO kod kojih se dosledno poštovala propisana regulativa za razvoj, osvajanje i proizvodnju sredstava NVO.

Zaključak

Uvođenje sistema kvaliteta kod isporučilaca NVO imalo je solidnu pravnu osnovu još od 1970. godine, zasnovanu na »Opštim uslovima o načinu obezbeđenja i utvrđivanju kvaliteta materijalnih sredstava koja se nabavljaju za potrebe JNA« [8]. Od 1985. godine, donošenjem »Pravilnika o opremanju OS naoružanjem i vojnom op-

remom u miru«, stekli su se svi uslovi za planiranje, programiranje i plansku realizaciju razvoja, osvajanja i proizvodnje sredstava NVO.

Standardom SNO 9000/90 isporučioći NVO obavezani su da propišu i dosledno sprovedu postupak za kontrolu i verifikaciju konstruisanja (razvoja) sredstava NVO, kako bi obezbedili ispunjavanje zahteva kupca. Posle uvođenja i verifikacije sistema kvaliteta po izabranom modelu isporučioći sredstava NVO biće u mogućnosti da isporučuju Vojsci Jugoslavije NVO ugovorenog kvaliteta.

Kvalitet proizvedenih sredstava NVO, koji se potvrdio u mnogobrojnim borbenim dejstvima, navodi na zaključak da je tome doprineo propisani sistematski nadzor, kontrola u razvoju i proizvodnji, definisani postupci verifikacije razvojnih faza, osvajanja i proizvodnje sredstava NVO.

Vojska Jugoslavije je sigurno prva u našoj zemlji, na organizovan i sistematizovan način, počela sa uvođenjem sistema kvaliteta u razvoju i proizvodnji sredstava NVO, što je u dužem vremenskom periodu potvrđeno i značajnim plasmanom na svetskom tržištu.

Literatura:

- [1] SNO 9000/90: Obezbeđenje kvaliteta, Zahtevi za sistem kvaliteta isporučioća naoružanja i vojne opreme, 1990.
- [2] JUS ISO 8402/95: Kvalitet, Rečnik, 1995.
- [3] Pravilnik o opremanju oružanih snaga SFRJ naoružanjem i vojnom opremom u miru, (UPRF-1), 1985.
- [4] Privremeni pravilnik o nadležnostima, delatnostima i načinu rada Tehničkog opitnog centra KoV-a, 1973.
- [5] Privremeno uputstvo organima VKKP za sprovođenje odredbi Pravilnika o opremanju OS SFRJ NVO u miru, 1985.
- [6] Uputstvo za prijavljivanje ispitivanja u Tehničkom opitnom centru KoV, 1974.
- [7] Uputstvo o postupku donošenja odobrenja (razrešnice) za serijsku proizvodnju naoružanja i vojne opreme, 1986.
- [8] Opšti uslovi o načinu obezbeđenja i utvrđivanja kvaliteta materijalnih sredstava koja se nabavljaju za potrebe Jugoslovenske narodne armije, Sl. vojni list, br. 22, 1970.

Slobodan Vučković,
dipl. inž.

Vojnotehnički institut VJ,
Beograd

Mr Dušan Regodić,
major, dipl. inž.

Vojnotehnička akademija VJ,
Beograd

ISPITIVANJE ETALON-MODELA HIPOTETIČKOG PROJEKTILA 122 mm U SUPERSONIČNOM AEROTUNELU

UDC: 623.51:533.665.071/078

Rezime:

Za ostvarenje većeg dometa, sa spoljnobalističkog stanovišta, neophodno je smanjenje ukupnog otpora projektila u toku leta. Ukupni otpor projektila može se smanjiti optimizacijom njegovih dimenzija i oblika. U ovom radu prezentiran je uticaj dimenzija i oblika zadnjeg dela hipotetičkog etalon-modela projektila 122 mm na ukupan aerodinamički koeficijent otpora. Model je ispitan u trisoničnom aerotunelu T-36.

Ključne reči: Mahov broj, aerodinamika, trisonični vazdušni tunel, centar pritiska, komponente aerodinamičke sile i momenti.

EXAMINATION OF A HYPOTHETICAL 122 mm PROJECTILE REDUCED MODEL IN THE SUPERSONIC WIND TUNNEL

Summary:

From the exterior ballistics aspect, it is necessary to reduce projectile overall resistance during the flight in order to attain longer range. Projectile overall resistance can be reduced by optimizing its dimensions and shapes. This paper presents the effects of dimensions and shapes of the rear part of a hypothetical 122 mm projectile reduced model on the total aerodynamic resistance coefficient. The model is examined in the trisonic wind tunnel T-36.

Key words: Mach number, aerodynamics, trisonic wind tunnel, pressure center, components of aerodynamic force and moments.

Uvod

Cilj rada je da prikaže deo eksperimenta obavljenog radi određivanja aerodinamičkih koeficijenata za sile i momente, i raspodele pritisa na mer-nim mestima duž konfiguracije projektila.

U toku eksperimenta menjana je dužina zadnjeg dela projektila, a ras-pon Mahovih brojeva od 0,5 do 1,15 realizovan je promenom visine drugog grla i upotrebom mlaznika proračuna-tog za transoničnu (okozvučnu) oblast. Ostali Mahovi brojevi od 1,15 do 1,86

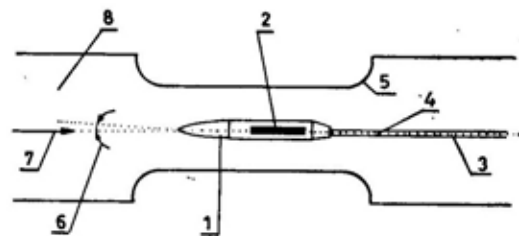
ostvaruju se upotrebom odgovarajućih mlaznika.

Meren je zaustavni pritisak u komori umirenja, zaustavna temperatura, statički pritisak na zidu radnog dela i barometarski pritisak u prostoriji postrojenja.

Merenje aerodinamičkih koeficijenata

Ispitivanje je obavljeno u aerodi-namičkom tunelu T-36, čiji je poprečni presek radnog dela 250 x 250 mm. Ras-

pon Mahovih brojeva bio je od 0,2 do 1,86 (3,24), a napadnih uglova je $\alpha = -4^\circ$ do $+18^\circ$. Aerotunel je vakuumskog tipa sa rafalnim dejstvom. Dužina rafala (u zavisnosti od vrste mere-



Sl. 1 — Merenje aerodinamičkih koeficijenata
1 — model projektila, 2 — aerovaga, 3 — držač modela, 4 — osa radnog dela, 5 — difuzor, 6 — napadni ugao, 7 — vazдушna struja, 8 — komora umirenja

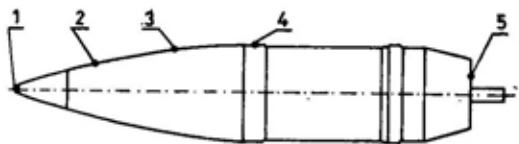
nja) iznosi do 30 sekundi. Merenje sila i momenata izvršeno je unutrašnjom aerovagom tipa FFA od 0,5" (slika 1).

Hipotetički etalon-model projektila kalibra 122 mm prikazan je na slici 2. Kod druge varijante dužina zadnjeg konusa skraćena je na 46 mm, dok su dužine cilindričnog dela pred-

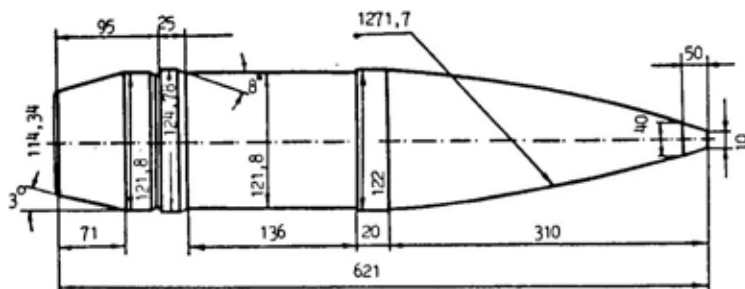
prikupljanje podataka i multipleksera izvedena je kablovima koji polaze preko aerovage.

Model projektila sastavljen je od sekantnog oživala radijusa $r = 1271,7$ mm, cilindričnog tela $d = 120,8$ mm i koničnog dela kao što je prikazano na slici 2. Kod kraće varijante dužina zadnjeg konusa je skraćena na 46 mm, a ugao zadnjeg konusa iznosi $\Theta_d = 9^\circ$. Na modelu postoji pet mernih mesta za merenje raspodele pritiska i to jedno na vrhu projektila, dva na sekantnom oživalu, jedno na cilindričnom telu, i jedno u bazi projektila. Model je izrađen u razmeri $R = 1:4,5$.

Pneumatske veze davača sa otvorima, za kraću varijantu, date su u tabeli 1 a položaji davača na slici 3.



Sl. 3 — Položaji davača pritiska na modelu projektila



Sl. 2 — Geometrijske karakteristike hipotetičkog etalon-modela kalibra 122 mm

njeg sekantnog oživala ostale nepromenjene.

Merenje raspodele pritiska

Za merenje raspodele pritiska korišćeni su diferencijalni i apsolutni davači postavljeni u kućišta i povezani na analogni multipleksor. Veza sistema za

Analiza aerodinamičkih koeficijenata

Dejstvo vazduha na projektil ispoljava se u vidu aerodinamičke sile i aerodinamičkog momenta za izabranu tačku. Aerodinamička sila i moment u opštem slučaju imaju tri komponente u jednom od uvedenih koordinatnih

Davač	Koordinate (mm)		Oznaka pritiska	Tip davača
	x	y		
1.	0	0	p_z (zaustavni)	apsolutni
2.	17,7	5,75	p_1	diferencijalni
3.	55,9	12,35	p_2	diferencijalni
4.	71,15	13,5	p_3	diferencijalni
5. (b)	132,6	11,0	p_4 (bazni)	diferencijalni

sistema. Projekcije sile obeležavaju se sa:

$[X \ Y \ Z]^T$ — u dinamičkom koordinatnom sistemu,

$[X \ \tilde{Y} \ \tilde{Z}]^T$ — u aerobalističkom koordinatnom sistemu,

$[X \ \bar{Y} \ \bar{Z}]^T$ — u strujnom koordinatnom sistemu.

Bez obzira na primenjeni koordinatni sistem, komponente sile nazivaju se:

X — aksijalna sila,

Y — bočna sila,

Z — normalna sila.

Može se reći da je \tilde{Y} bočna sila u odnosu na vertikalnu ravan koja prolazi kroz osu projektila, \bar{Y} bočna sila u odnosu na ravan strujanja, a Y bočna sila u odnosu na ravan simetrije projektila.

Projekcije aerodinamičkog momenta obeležavaju se sa:

$[L \ M \ N]^T$ — u dinamičkom koordinatnom sistemu,

$[L \ \tilde{M} \ \tilde{N}]^T$ — u aerobalističkom koordinatnom sistemu,

$[L \ \bar{M} \ \bar{N}]^T$ — u strujnom koordinatnom sistemu.

Komponente momenta, bez obzira na koordinatni sistem, nazivaju se:

L — moment valjanja,

M — moment propinjanja,

N — moment skretanja.

Oznake \approx ili — iznad komponenti M i N označavaju u kom se koordinatnom sistemu nalaze komponente momenta. Komponenta L je uvek ista bez obzira na koordinatni sistem, jer je njen položaj duž ose projektila. Pomoću matrica transformacije mogu se izračunati komponente aerodinamičke sile ili momenta u bilo kom koordinatnom sistemu ukoliko su poznate u jednom koordinatnom sistemu.

Referentna sila proizvod je referentnog pritiska i referentne površine, dok je referentni moment proizvod referentne sile i referentne dužine. U tehnici projektila referentni pritisak je dinamička veličina i iznosi:

$$q_\infty = \frac{\rho_\infty v_\infty^2}{2}$$

Referentna površina je krug prečnika jednog nominalnog kalibra projektila, i iznosi:

$$S = \frac{d^2 \pi}{4}$$

Referentna dužina je nominalni kalibar d.

Na osnovu definicije aerodinamički koeficijenti će biti:

$$c_x = \frac{X}{q_\infty S} \text{ — aksijalne sile,}$$

$$c_y = \frac{Y}{q_\infty S} \text{ — bočne sile,}$$

$$c_z = \frac{Z}{q_\infty S} \text{ — normalne sile,}$$

$$(1)$$

$$c_l = \frac{L}{q_\infty S d} \text{ — moment valjanja,}$$

$$c_m = \frac{M}{q_\infty S d} \text{ — moment propinjanja,}$$

$$c_n = \frac{N}{q_\infty S d} \text{ — moment skretanja.}$$

Aerodinamički koeficijenti, kao i komponente aerodinamičke sile i momenta, odgovaraju određenom koordinatnom sistemu, a obeležavaju se kao i komponente sile i momenta, istim znakom iznad indeksa koeficijenta. Svi aerodinamički koeficijenti u opštem slučaju su funkcije sledećih aerodinamičkih parametara:

$$M = \frac{v}{a} \text{ — Mahovog broja,}$$

$$Re = \frac{vd}{\nu} \text{ — Rejnoldsovog broja,}$$

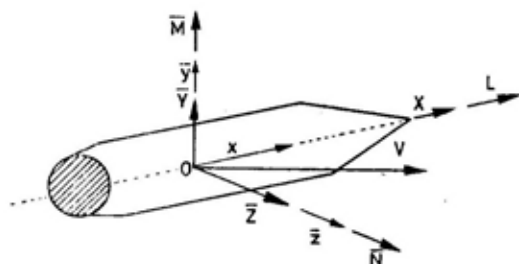
α , β , σ i φ — napadnog ugla, ugla klizanja, ukupnog napadnog ugla i ugla valjanja oko x-ose između dinamičkog i strujnog koordinatnog sistema (položaj aerodinamičke brzine u odnosu na projektil).

$\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$, ili $\dot{\sigma}$ i $\dot{\varphi}$ — promena položaja aerodinamičke brzine,

p , q i r — ugaone brzine projektila.

Parcijalni izvodi aerodinamičkih koeficijenata po ovim parametrima na-

zivaju se »derivativi«. U ovom radu predmet analize su klasični neupravljivi projektili bez krilaca. Takvi projektili nemaju jednu određenu ravan simetrije (svaka ravan kroz osu rotacione površine istovremeno je ravan simetrije), pa se zbog toga upotrebljava strujna ravan kao reperna i strujni koordinatni sistem (slika 4).



Sl. 4 — Komponente aerodinamičke sile i momenta u strujnom koordinatnom sistemu

Komponente aerodinamičke sile i momenata proporcionalne su aerodinamičkom pritisku. Najviše zavise od brzine, kalibra, specifične mase vazduha, i aerodinamičkog koeficijenta. Komponente sile i momenata na velikim visinama biće manjeg intenziteta, jer specifična masa opada sa visinom.

Aerodinamički koeficijent aksijalne sile je $c_x = -c_A$ i zavisi od:

M — Mahovog broja,

σ — napadnog ugla,

Re — Rejnoldsovog broja,

p^* — bezdimenzionalne ugaone brzine koja iznosi:

$$p^* = p \frac{d}{v} = \frac{pd}{2v}$$

Na vrednost c_x , pri nultom napadnom uglu $\sigma = 0$, najviše utiče Mahov broj. Većina topovskih projektila koji su sličnog oblika imaju i vrlo sličnu zavisnost $c_{x\sigma}(M)$. Zbog toga se često upotrebljava tzv. etalon-funkcija $c_{x\sigma}(M)$.

Za svaku topovsku granatu $c_{x\sigma}(M)$ jednako je umnošku etalon-funkcije $c_{xe}(M)$ i »koeficijenta oblika« — i , koji je karakteristika tog projektila:

$$c_{x\sigma}(M) = i \cdot c_{xe}(M) \quad (2)$$

Vrednost koeficijenta oblika — i približno je jednaka jedinici, ali je njegova primena ograničena, jer on povećava ili smanjuje c_x za sve vrednosti Mahovog broja. Takav pristup može se koristiti samo za geometrijski slične oblike projektila. Vrednost $c_x(-\sigma) = c_{x\sigma}$ parna je funkcija od σ . Razvijanjem u red po σ ona će biti:

$$c_x = c_{x\sigma}(M) + c_{x\sigma^2}(M)\sigma^2 + \dots \quad (3)$$

Pri numeričkim proračunima za država se član uz σ^2 , dok član $c_{x\sigma}(M)$ predstavlja vrednost koeficijenta aerodinamičke aksijalne sile kada je aerodinamička brzina u pravcu ose projektila. Pri osnosimetričnom strujanju ukupni aerodinamički koeficijent otpora ima oblik:

$$C_{X0} = C_{XH} + C_{XSF} + C_{XBND} + C_{XBT} + C_{XB}$$

gde je:

C_{XH} — koeficijent otpora vrha projektila,

C_{XSF} — koeficijent otpora trenja,

C_{XBND} — koeficijent otpora vodećeg prstena,

C_{XBT} — koeficijent otpora zadnjeg konusa,

C_{XB} — koeficijent otpora dna projektila.

Promenom oblika i dimenzija zadnjeg konusa projektila menjaju se vrednosti C_{XBT} i C_{XB} , a kao posledica javljaju se i promene ostalih aerodinamičkih koeficijenata pri različitim napadnim uglovima.

Vrednost C_{XH} predstavlja deo aerodinamičkog koeficijenta aksijalne sile koji nastaje zbog različitog normal-

nog pritiska na površini projektila. Drugi član, C_{XSF} , nastaje zbog trenja vazduha pri opstrujavanju projektila, a član C_{XB} je posledica potpritiska koji se stvara iza projektila. Oblik spoljne površine utiče na veličinu prvog člana aerodinamičkog koeficijenta. Pravilnost oblika površine (kvalitet izrade) utiče na veličinu drugog člana, a veličina dna projektila bitno utiče na veličinu trećeg člana.

Rejnoldsov broj (Re) najviše utiče na C_{XSF} i donekle na C_{XB} . Eksperimentalna ispitivanja pokazala su da se zavisnost $C_{XSF}(Re)$ može pokazati preko \ln -funkcije. To znači da Re treba promeniti za red veličine da bi bitno uticao na C_x . Zbog toga se zavisnost $C_x(Re)$ ne uzima u obzir u proračunima trajektorija i stabilnosti. Međutim, pri proračunu $C_x(M)$ geometrijski sličnih projektila, Rejnoldsov broj može biti vrlo različit (topovski projektil i puščano zrno istog oblika imaju Re različit za red veličine), pa je nemoguća primena jedne etalon-funkcije za $C_x(M)$ u tako velikom dijapazonu Rejnoldsovih brojeva.

Isticanje gasova na dnu letilice bitno utiče na smanjenje C_x . Raketni projektili imaju mlaznicu (mlaznice) na dnu, i za vreme rada raketnog motora menja se C_{XB} . Ova osobina iskorišćena je za smanjenje C_x projektila, tako što se u njega ugrađuje generator gasova. Generator stvara gasove na dnu projektila, smanjuje potpritisak, a time i C_{XB} . Na taj način moguće je C_{XB} svesti na trećinu vrednosti. Zbog toga će vrednost C_x biti i funkcija vremena rada motora ili generatora gasova.

Uticao parametra p^* (bezdimenzionalne ugaone brzine valjanja) još nije dovoljno ispitan. Uticaj postoji, ali

su njegove vrednosti verovatno male pa će u ovom radu biti zanemarene. U poslednje vreme obavljaju se ispitivanja koja će dati više podataka o ovom uticaju.

Aerodinamički koeficijenti, izraženi u aerobalističkom koordinatnom sistemu, jesu [4]:

$$C_x = C_{x0} + C_{x\sigma^2} \cdot \sigma^2$$

$$C_{y\alpha} \approx C_{y\sigma} \alpha + C_{y\beta} \beta$$

$$C_{z\beta} \approx C_{z\sigma} \beta + C_{z\alpha} \alpha$$

$$C_l = C_{lp} p^* \quad (4)$$

$$C_{m\alpha} \approx C_{m\sigma} \alpha + C_{m\beta} \beta + C_{m\dot{\alpha}} \dot{\alpha} + C_{m\dot{q}} \dot{q}$$

$$C_{n\beta} \approx C_{n\sigma} \beta + C_{n\alpha} \alpha + C_{n\dot{\beta}} \dot{\beta} + C_{n\dot{r}} \dot{r}$$

Eksperimentalni rezultati

Eksperimentalni rezultati dobijeni sa kraćom varijantom modela, prikazani su u tabelama 2 i 3.

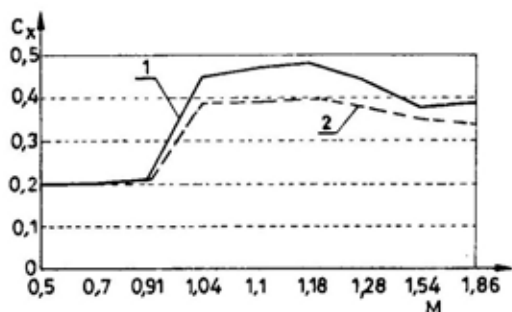
Tabela 2

Nap. ugao (°)	M	C _x	C _y	C _z	C _l	C _m	C _n
0	0,509	0,24	0	0	0	0	0
0	0,703	0,20	0	0	0	0	0
0	0,911	0,20	0	0	0	0	0
0	1,04	0,45	0	0	0	0	0
0	1,09	0,47	0	0	0	0	0
0	1,18	0,48	0	0	0	0	0
0	1,29	0,44	0	0	0	0	0
0	1,54	0,38	0	0	0	0	0
0	1,86	0,39	0	0	0	0	0

Tabela 3

Nap. ugao (°)	M	C _x	C _y	C _z	C _l	C _m	C _n
1,96	0,509	0,228	-0,014	0,027	0,0008	0,131	0,0061
2,05	0,703	0,187	-0,01	0,037	0,012	0,134	0,0009
2,09	0,911	0,197	-0,01	0,025	0,0009	0,166	0,013
2,08	1,04	0,451	-0,02	0,039	0,0005	0,144	0,0009
2,12	1,09	0,469	-0,02	0,119	0,0007	0,120	0,0099
1,90	1,18	0,487	-0,003	0,12	0,0008	0,112	0,0193
1,93	1,54	0,381	-0,004	0,08	0,0004	0,089	0,0284
1,91	1,86	0,389	0,001	0,082	0,0002	0,125	-0,021

Uporedni prikaz aerodinamičkog koeficijenta sile otpora vazduha u funkciji Mahovog broja, za eksperimentalnu metodu i poluempirijsku metodu MC DRAG pri osnosimetričnom strujanju, prikazani su na slici 5.



Sl. 5 — Zavisnost aerodinamičkog koeficijenta sile otpora vazduha od Mahovog broja
1 — eksperimentalni, 2 — proračunati

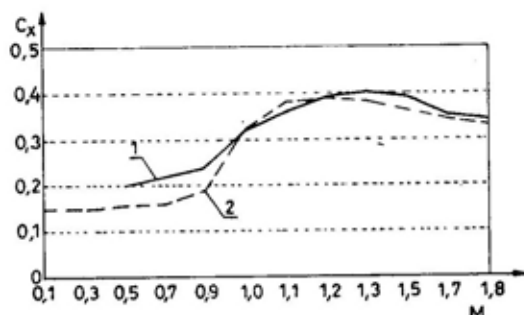
Eksperimentalni rezultati dobijeni sa dužom varijantom modela, prikazani su u tabelama 4 i 5.

Tabela 4

Nap. ugao (°)	M	C_x	C_y	C_z	C_l	C_m	C_n
0	0,513	0,268	0	0	0	0	0
0	0,703	0,251	0	0	0	0	0
0	0,903	0,128	0	0	0	0	0
0	1,02	0,310	0	0	0	0	0
0	1,06	0,310	0	0	0	0	0
0	1,16	0,345	0	0	0	0	0
0	1,28	0,394	0	0	0	0	0
0	1,55	0,408	0	0	0	0	0
0	1,85	0,412	0	0	0	0	0

Zavisnost $C_x = f(M)$, za poluempirijsku metodu MC DRAG i eksperiment sa dužim projektilom, pri osno-

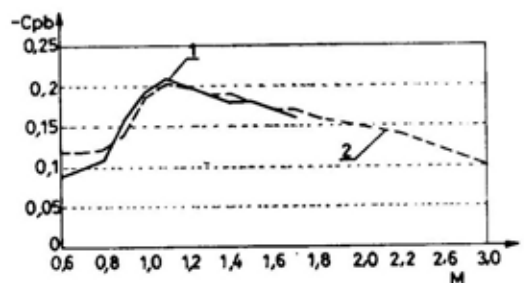
simetričnom opstrujavanju, prikazana je na slici 6.



Sl. 6 — Zavisnost aerodinamičkog koeficijenta sile otpora vazduha od Mahovog broja za dužu varijantu modela

1 — eksperimentalni, 2 — proračunati

U tabelama 6 i 7 date su vrednosti raspodele pritiska, koeficijenta pritiska baze i komponente aerodinamičkog otpora baze projektila za vrednosti Mahovih brojeva: $M = 0,503$ i $M = 1,286$. Rezultati se odnose na kraću varijantu modela i dobijeni su istovremeno sa merenjem aerodinamičkih koeficijenata.



Sl. 7 — Zavisnost koeficijenta baznog pritiska od Mahovog broja za kraći model

1 — eksperimentalni, 2 — proračunati

Zavisnost koeficijenta baznog pritiska od Mahovog broja za kraći model prikazana je na slici 7.

Tabela 5

Nap. ugao ($^{\circ}$)	M	C_x	C_y	C_z	C_l	C_m	C_n
1,89	0,513	0,254	-0,003	0,056	-0,0022	0,129	-0,0025
1,91	0,704	0,238	-0,004	0,056	0,0000	0,133	0,01
1,94	0,910	0,129	-0,008	0,075	0,0007	0,226	0,0132
1,94	1,021	0,312	-0,020	0,067	0,0005	0,096	0,0046
1,93	1,061	0,314	-0,033	0,120	0,0014	0,105	0,020
1,93	1,165	0,354	-0,006	0,112	0,0004	0,110	0,0144
1,92	1,281	0,398	-0,014	0,118	0,0005	0,079	0,0543
1,88	1,547	0,4023	-0,006	0,076	0,0009	0,133	0,0219
1,93	1,853	0,4030	-0,001	0,089	0,0003	0,123	-0,0559

$M = 0,509$; $P_{osr} = 0,982\text{bar}$; $P_{ssr} = 0,823\text{bar}$; $T_{osr} = 278,9\text{K}$

Tabela 6

$\alpha(^{\circ})$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_z	C_{pb}	C_{xb}
-2	0,0162	-0,0173	-0,0297	-0,0077	0,9901	-0,0523	0,039
0	0,0112	-0,0196	-0,0305	-0,0081	0,9902	-0,0556	0,041
2	0,0066	-0,0212	-0,0306	-0,0089	0,9902	-0,06	0,045

$M = 1,286$; $P_{osr} = 0,969\text{bar}$; $P_{ssr} = 0,356\text{bar}$; $T_{osr} = 278,9\text{K}$;

Tabela 7

$\alpha(^{\circ})$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_z	C_{pb}	C_{xb}
-2	0,0802	-0,0507	-0,0856	-0,0615	0,9225	-0,15	0,111
0	0,0564	-0,0588	-0,0935	-0,0593	0,913	-0,14	0,107
2	0,0348	-0,0632	-0,1002	-0,0675	0,909	-0,16	0,128

Zaključak

Na osnovu izvršenog eksperimenta i uporedne analize dobijenih rezultata može se zaključiti:

— dobijene vrednosti za aerodinamičke koeficijente identične su ili približne vrednostima dobijenim teorijskim metodama;

— dobijene vrednosti za aerodinamičke koeficijente mogu poslužiti za proračun leta projektila kao krutog tela;

— izmerene vrednosti raspodele pritiska mogu poslužiti za uporedne analize sa teorijskim i kao početne vrednosti za numeričke proračune strujnog polja oko projektila.

Literatura:

[1] Krasnov, N. F.: Aerodinamika, Moskva, 1980.
[2] Vučković, S., Ristić, S., Regodić, D.: Merenje ADK za projektil 122 mm, VTI, Beograd, 1995.

[3] Regodić, D.: Aerodinamika rotacionog tela, VTA, Beograd, 1994.
[4] Janković, S.: Predavanja iz mehanike leta, VTA, Zagreb, 1989.

Ljubiša Marković,
dipl. inž.

Dr Predrag Petrović,
dipl. inž.
Institut IMR, Beograd

ISTRAŽIVANJA NISKOTEMPERATURNIH KARAKTERISTIKA DIZEL-GORIVA U USLOVIMA HLADNOG STARTA MOTORA

UDC: 621.436.1.019.001.573

Rezime:

Eksploatacija dizel-motora u uslovima niskih temperatura okoline, gde je veoma izražen uticaj goriva, uvek je aktuelna. Interakcija gorivo-motor, sa aspekta upotrebnog kvaliteta u uslovima niskih temperatura okoline, predstavlja složenu funkcionalnu zavisnost. Konceptija optimalnih relacija ove veze zahteva istraživanja koja su opsežna i studiozna. Optimalizacija karakteristika dizel-goriva prema zahtevima proisteklih iz uslova korišćenja motora u eksploataciji, kao i uticajima okruženja, daje konkretne rezultate koji svoje pozitivne efekte iskazuju primenom na tržištu, sa obostranim zadovoljstvom proizvođača goriva i korisnika motora. Realizacija istraživanja niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva u uslovima hladnog starta motora daje mogućnosti poboljšanja upotrebnog kvaliteta motora i goriva ka zadovoljenju globalnih potreba za povećanjem resursa energije.

Ključne reči: niskotemperaturne karakteristike, hladan start, dizel-gorivo, ispitivanje, hladan test goriva.

EXAMINATION OF DIESEL FUEL PROPERTIES AT LOW TEMPERATURES DURING COLD STARTING

Summary:

The paper treats the problem of permanently current interest: the use of Diesel fuel at low ambient temperatures when the fuel influence is very important. The interaction fuel-engin presents a complex functional dependence from the aspect of usability at low ambient temperatures. The optimization of Diesel fuel properties according to operational demands and ambient influences brings the effects recognized at the market. The realization of the examination of Diesel fuel properties at low temperatures during cold starting opens the possibilities to improve engin and fuel usability while satisfying global needs for energy resources increase.

Key words: Diesel fuel, low temperature properties, cold starting, examination.

Uvod

Eksploatacija dizel-motora u uslovima sniženih temperatura okoline traži ispunjavanje više zahteva koji se odnose na uređaje i sisteme motora, kao što su:

- uređaj za startovanje,
- uređaj za olakšanje startovanja,

- sistem za napajanje niskog pritiska,
- sistem za ubrizgavanje goriva,
- sistem za sagorevanje.

Zahtevi su proizašli iz funkcionalnih i konstrukcionih karakteristika dizel-motora, tj. njegovih mogućnosti startovanja i rada u uslovima niskih temperatura okoline. Dosadašnja istraživanja pokazuju da presudan uticaj

na hladan start motora ima dizel-gorivo sa svojim niskotemperaturnim karakteristikama.

Sprovedena vanmotorska i motorska ispitivanja, startovanja i rada dizel-motora daju mogućnost indentifikacije parametara koji pružaju sliku

o upotrebi dizel-motora u uslovima niskih temperatura okoline. Težište istraživanja bilo je na niskotemperaturnim karakteristikama goriva, radi ocene mogućnosti i donošenja zaključaka o temperaturnim granicama primene goriva.

Tabela 1

Fizičko-hemijske karakteristike dizel-goriva

Karakteristike	Gorivo 1	Gorivo 2	Metoda ispitivanja
Gustina na 15°C (kg/m ³)	835,3	876,6	ISO 3675
Poč. destilacije (°C)	188	210	ISO 3405
10 vol. %	229	255	
30 vol. %	250	295	
50 vol. %	270	322	
70 vol. %	292	339	
80 vol. %	308	346	
90 vol. %	329	354	
95 vol. %	348	362	
kraj	368	373	
Ostatak zapremine (%)	2	2	
Sadržaj sumpora mas. (%)	0,14	0,22	ISO 8754
Zamućenje (°C)	+2	-6	
Tačka stinjanja (°C)	-10	-15	
Filtrabilnost (°C)	-6	-6	
CI	52,8	47,9	ISO 4264
Korozija na bakru	1	1	ISO 2160
Kiselost (mg KOH/gr)	0,153	0,78	
Sadržaj koksa mas. (%)			
Sadržaj koksa (10%) mas.	0,0192		
Sastav IR (Brand.)			
% C _p	63,16	55,92	
% C _n	25,06	26,41	
% C _a	11,78	17,67	
Viskoznost (mm ² /s) na 20°C	4,74	11,71	
na 40°C	3,13	6	ISO 3104
Sadržaj smola (mg/100 ml)	52,8	174,6	

Eksperimentalna metodologija

Pri definisanju programa ispitivanja niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva vodilo se računa o sagorevanju dizel-motora, koje je definisano svim uticajnim parametrima (konstrukciono izvođenje motora, karakteristike sistema za ubrizgavanje, i dr.), i o dizel-gorivu koje svojim fizičko-hemijskim karakteristikama utiče na hladan start i rad dizel-motora u uslovima niskih temperatura.

Program ispitivanja obuhvatio je vanmotorska i motorska ispitivanja, i to:

— ispitivanje dotoka goriva do sistema za ubrizgavanje dizel-motora (vanmotorska),

— ispitivanje hladnog starta motora (motorska).

Ispitivanje je obavljeno sa više uzoraka dizel-goriva, ali su u radu prezentirani rezultati za dva uzorka. Fizičko-hemijske karakteristike goriva date su u tabeli 1. Istraživanja su obavljena u mernim komorama za vanmotorska i motorska ispitivanja.

Vanmotorska ispitivanja

Dosadašnja iskustva stečena analizom niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva, određenih u laboratorijskim uslovima prema standardnim metodama za tri karakteristične tačke zamućenja, filtrabilnosti i stinjanja goriva, pokazala su raskorak između temperaturnih granica i temperatura do kojih startuje i radi dizel-motor u realnim eksploatacionim uslovima. Ispitivanja hladnog starta dizel-motora pokazala su da ključni faktor predstavlja nemogućnost dotoka goriva do sistema za ubrizgavanje, ili tzv. operativnost goriva na napojnim instalacijama dizel-motora. Da bi se pojednostavilo ispitivanje niskotemperaturnih

karakteristika razvijen je postupak vanmotorskog laboratorijskog ispitivanja koji je nazvan »hladan test goriva« — HTG [1].

HTG je zasnovan na merno-regulacionoj opremi kojom su simulirani uslovi rada napojnih instalacija niskog pritiska dizel-motora kojih ima najviše u primeni na dizel-motorima na teritoriji Jugoslavije. Fleksibilnost HTG, utemeljena na mernoregulacionoj opremi, daje mogućnost registrovanja velikog broja parametara koji su značajni za određivanje niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva. Ispitivanjem po ovom testu uz definisanje kriterijuma, određuju se temperaturne granice primene opitnog goriva pri niskim temperaturama okoline. Metoda HTG predstavlja sažeta iskustva i rezultate sopstvenih istraživanja i usvojena je za standardnu metodu Instituta IMR-a.

Uslovi i metodologija ispitivanja hladnog testa goriva

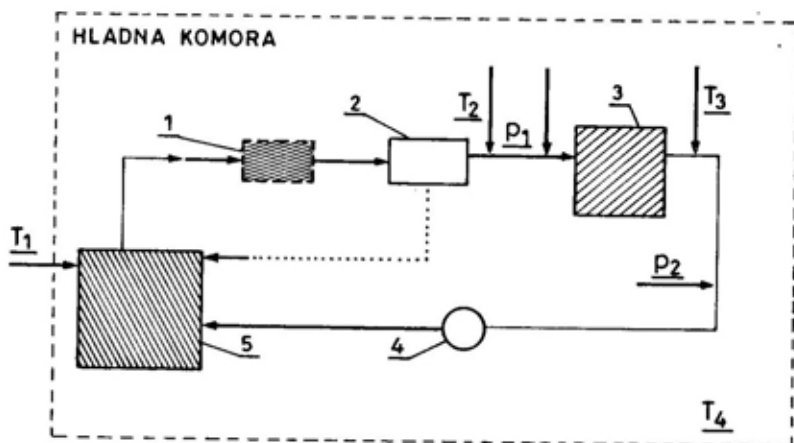
Program ispitivanja obuhvata ispitivanja na temperaturama hladne komore, počevši od viših temperatura sa tendencijom snižavanja, do granične temperature do koje gorivo ispoljava operativnost na merno-regulacionoj instalaciji. Ispitivanje počinje nakon stabilizacije temperature goriva u instalaciji, a merenja uključenjem pumpe za gorivo. Karakteristične merne veličine beleže se od trenutka uključivanja pumpe na svaka tri minuta. Ispitivanje traje 18 minuta. Na osnovu parametara napojnih instalacija niskog pritiska dizel-motora, pritiska i protoka goriva, izvedeni su karakteristični parametri pritiska goriva $p=0,5$ bar ispred filtera goriva i protoka koji iznosi $Q=30$ do 40 l/h.

Merno-regulaciona instalacija HTG i tok goriva prikazani su na slici 1. Regulacija pritiska ostvaruje se prelivnim ventilom.

Parametri i merna mesta su:

- merenje pritiska goriva ispred i iza prečistača goriva (p_1 , p_2),
- merenje protoka goriva (Q),
- merenje temperature u rezervoaru za gorivo

ta, prikazane su karakteristične vrednosti razlike pritiska na filteru goriva i protoka goriva, izmerene na različitim temperaturama merne komore. Tokom svakog merenja pri konstantnoj temperaturi merne komore regis-



Sl. 1 — Merno-regulaciona instalacija hladnog testa goriva (HTG)
1 — pumpa za gorivo, 2 — prelivni ventil, 3 — filter za gorivo, 4 — merač protoka, 5 — rezervoar za gorivo

voaru za gorivo (T_1), ispred prečistača goriva (T_2), neposredno iza prečistača goriva (T_3) i u mernoj komori (T_4).

U zavisnosti od niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva, određenih u laboratoriji, pristupa se određivanju početne temperature merne komore, kao i određivanju koraka njenog snižavanja. Kriterijum HTG je granična vrednost razlike pritiska na filteru goriva od 0,2 bara i veća, kao i nemogućnost protoka goriva kroz vodove merne instalacije. Saglasno sa ovim kriterijumom, rezultati ispitivanja van njegovih granica daju graničnu temperaturu primene opitnog goriva pri niskim temperaturama okoline.

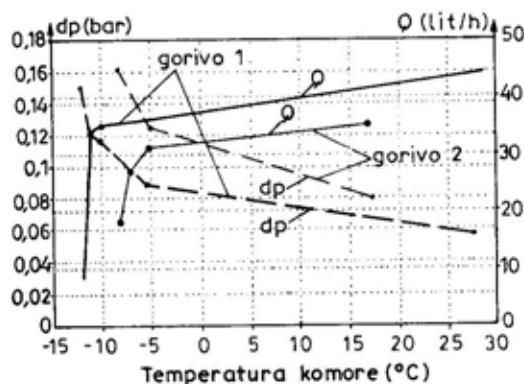
Analiza rezultata merenja

Rezultati merenja operabilnosti goriva metodom HTG prikazani su dijagramski. Radi preglednosti rezulta-

traju se karakteristične veličine kontinualno u vremenskom intervalu od jednog minuta posle uključenja pumpe za gorivo. Pošto je to veliki broj podataka, u radu su prikazane karakteristične veličine registrovane posle jednog minuta uključenja pumpe za gorivo, tj. početka merenja pri konstantnoj temperaturi merne komore.

Na slici 2 prikazani su rezultati ispitivanja razlike pritiska goriva ispred i iza filtera, i protoka goriva u zavisnosti od temperature merne komore za uzorke dizel-goriva 1 i 2. Sagledavajući rezultate ispitivanja goriva 1 može se zaključiti da je granična temperatura primene -12°C . Naime, može se uočiti da nakon temperature -11°C razlika pritiska na filteru znatno raste, a protok goriva opada. Ispitivanja su obavljena i na temperaturi merne komore od -13°C , ali na toj temperaturi od uključenja pumpe

za gorivo protok nije ostvaren. Prema rezultatima testa granična temperatura primene goriva 1 iznosi -12°C .



Sli. 2 — Rezultati ispitivanja uzoraka dizel-goriva

Ispitivanja goriva 2 pokazala su da je granična temperatura primene -8°C . Na slici 2 može se uočiti da nakon temperature -5°C počinje da opada protok goriva, a raste razlika pritiska na filteru. Na temperaturi merne komore -9°C nije ostvaren protok goriva 2, a vrednost razlike je iznad kriterijuma od 0,2 bara. To znači da granična temperatura primene goriva 2 iznosi -8°C .

Upoređujući ove rezultate ispitivanja sa niskotemperaturnim karakteristikama goriva, prikazanim u tabeli 1, dolazi se do evidentnog raskoraka. Temperatura filtrabilnosti za gorivo 1 viša je za 6°C , a za gorivo 2 za 2°C u odnosu na graničnu temperaturu dobijenu metodom HTG.

Temperatura stinjanja goriva 1 je iznad granične temperature za 2°C , a goriva 2 je za 7°C niža u odnosu na graničnu temperaturu HTG. Upoređujući karakteristike goriva 1 i 2 (tabela 1) mogu se uočiti osnovne razlike u gustini, viskoznosti, cetanskom indeksu, destilaciji i sadržaju smola. Ne ulazeći detaljnije u analizu karakteristika goriva 1 i 2 a iz navedenih razlika, može se zaključiti da na niskotempe-

rature karakteristike utiču, prema HTG, gustina goriva, viskoznost i sadržaj smola, što je karakteristično kod goriva 2. Samim tim, mogu se opravdati različita odstupanja granične temperature po metodi HTG i karakteristika prikazanih u tabeli 1.

Motorska ispitivanja

Motorska ispitivanja startnih karakteristika i rada dizel-motora u uslovima sniženih temperatura obavljena su u mernoj komori, na definisanim temperaturama ispitivanja. Metoda ispitivanja definisana je standardom koji je saglasan sa SNO i BOSCH standardom [2].

Pod startnim karakteristikama motora na niskoj temperaturi okoline podrazumeva se sposobnost pokretanja hladnog motora, opremljenog uređajima za startovanje, na temperaturi okoline ispod 0°C , korišćenjem energije druge mašine ili uređaja (elektropokretača). Pod probom startovanja motora podrazumeva se jedna operacija startovanja koja obuhvata sve radnje, od pripreme do uspešnog pokretanja.

Posebna pažnja posvećena je izboru dizel-motora za istraživanje. Motor treba da bude reprezentativni uzorak dizel-motora sa izrazito nepovoljnim karakteristikama u pogledu hladnog starta.

Za ispitivanje je izabran motor M33I, varijanta industrijske primene, sa pripadajućom opremom definisanom tehničko-funkcionalnim zahtevima koje je propisao proizvođač motora. Motor M33I pripada seriji M motora Industrije motora iz Rakovice, kojih ima najviše na teritoriji Jugoslavije. Ova serija motora ima indirektni sistem za ubrizgavanje, što se nepovoljno odražava na hladni start. Takođe, sistem za napajanje gorivom izveden je tako da predstavlja ograničavajući faktor u primeni ovih motora na niskim temperaturama okoline.

Za potrebe istraživanja postavljena je veoma složena merna oprema koja je povezana sa personalnim računarom.

Uslovi i metodologija ispitivanja

Prema standardu za ispitivanje hladnog starta motora u Institutu IMR, definisani su sledeći uslovi i metodologija ispitivanja:

— ispitivanja startnih karakteristika motora na niskoj temperaturi okoline sprovode se u hladnoj komori koja svojim dimenzijama i opremom obezbeđuje uslove za smeštaj motora sa pripadajućim uređajima. Vazduh u komori se kontroliše i ne sme imati veću vlažnost od 60%;

— na svakoj temperaturi okoline obavljaju se do tri opitna startovanja;

— pauza između svakog pokušaja startovanja iznosi jedan minut;

— trajanje pokušaja startovanja dizel-motora iznosi 20 sekundi. Pre svakog startovanja obavlja se grejanje usisnog vazduha automatskim zagrejačem u trajanju od 20 sekundi;

— ispitivanje startnih karakteristika motora obavlja se hladnim akumulatorima čija je napunjenost, kod motora opremljenog alternatorom, 75% (0,75 C₂₀) od 20-satnog nazivnog kapaciteta. To se postiže pražnjenjem 100% napunjenog akumulatora konstantnom strujom jačine I=0,2 C₂₀ u toku 1,25 sati.

Hlađenje motora sa pratećim uređajima vrši se do trenutka izjednačavanja temperatura motora (ulja u sistemu za podmazivanje, tečnosti u sistemu za hlađenje i elektrolita u akumulatoru) sa zadatom temperaturom vazduha u komori, sa produženjem 3 do 6 časova.

U toku ispitivanja pri svakom pokušaju startovanja motora treba registrovati sledeće parametre:

— vreme zagrevanja automatskog zagrejača;

— vreme trajanja startovanja (uključivanja elektropokretača);

— broj obrtaja motora;

— jačinu struje elektropokretača;

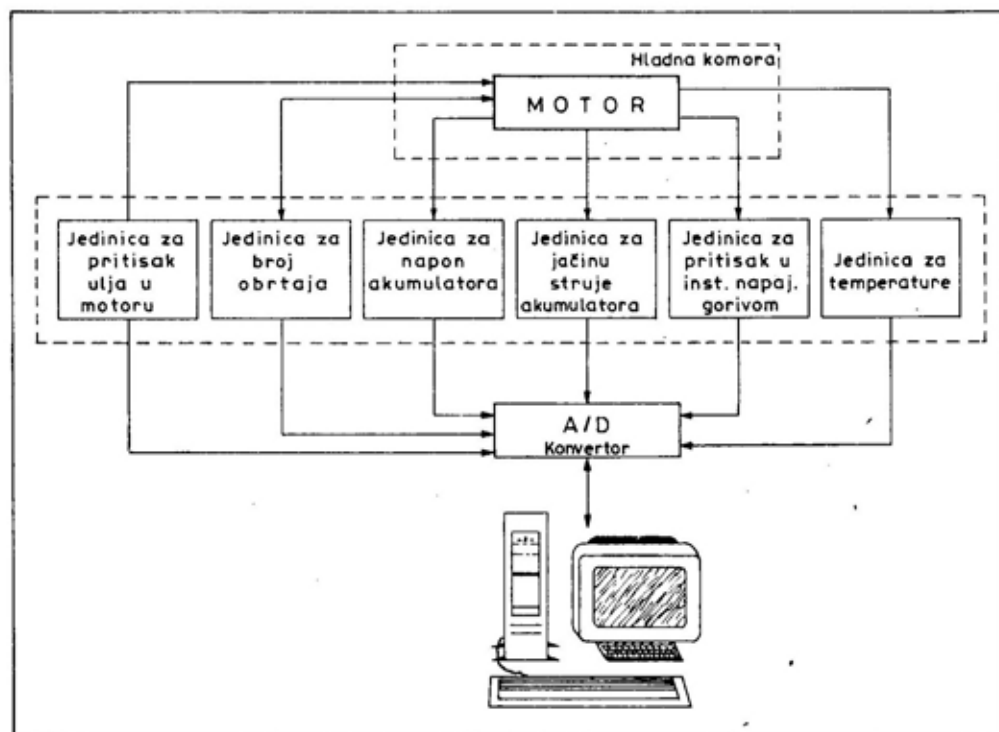
— napon struje na priključcima elektropokretača.

Za potrebe ispitivanja razvijena je merna oprema sa mogućnošću kontinualne akvizicije mernih veličina personalnim računarom. Pored navedenih mernih veličina izvedeni su merni uređaji koji prate veličinu pritiska u sistemu za napajanje motora gorivom, ispred i iza filtera goriva, pritiska ulja u sistemu za podmazivanje motora, kao i karakterističnih mernih mesta temperatura rashladne tečnosti, ulja u motoru, elektrolita u akumulatoru i temperatura hladne komore. Na slici 3 prikazana je blok-šema merne opreme koja je razvijena za ispitivanje hladnog starta motora.

Jedinicu za broj obrtaja motora čini optički davač broja obrtaja koji je povezan preko uobličivača signala i pojačavača sa A/D konvertorom. Konvertor je povezan sa personalnim računarom. Konverzija mernog signala napona i jačine struje uređaja za startovanje motora sa mernih mesta u digitalni signal, vrši se u A/D konvertoru. Merne linije za temperature sačinjavaju: temperatura komore, temperatura goriva u pumpi visokog pritiska, temperatura rashladne tečnosti na ulazu u pumpu za vodu, temperatura elektrolita u akumulatoru, temperatura goriva u rezervoaru, temperatura goriva neposredno ispred filtera goriva, i temperatura ulja za podmazivanje motora. Radi identifikacije karakteristične veličine pritiska u napojnoj instalaciji niskog pritiska, ugrađena je merna oprema koja registruje vrednosti pritiska ispred i iza filtera goriva. Za ova ispitivanja potrebno je imati u vidu da ispitivani motor M33I sa pri-

padajućom opremom uspešno startuje do temperature -15°C , pa su ispitivanja ograničena do te granične temperature merne komore.

nična temperatura primene ispitivnog goriva na dizel-motoru usvaja se ona na kojoj je motor uspešno startovao i radio.



Sl. 3 — Blok-šema merne opreme

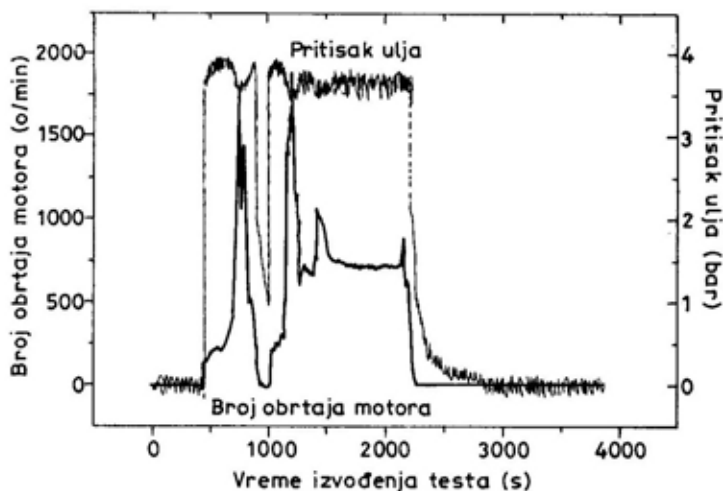
Analiza rezultata ispitivanja

Ispitivanja hladnog starta motora u mernoj komori obuhvatila su veći broj startovanja za oba goriva. Prema niskotemperaturnim karakteristikama goriva, određenim vanmotorskim ispitivanjima usvajane su temperature merne komore pri kojima se izvodi start. Sa dozom rezerve pre ispitivanja je usvojena početna temperatura merne komore za 1°C viša od granične temperature određene metodom HTG. Tendencija snižavanja temperatura bila je za 1°C . Ispitivanja su obavljena do one temperature merne komore na kojoj motor nije startovao. Kao gra-

U ovom radu prikazan je samo deo rezultata ispitivanja. Pri izboru karakterističnih parametara za prikazivanje težilo se da se daju oni parametri koji direktno utiču na zadovoljenje hladnog starta motora (broj obrtaja motora, jačina struje, napon akumulatora). Osnovni parametar koji figuriše na svim dijagramima je vreme, i ono je prikazano na apscisi. Rezultati prikazani na slikama 4, 5 i 6 odnose se na uspešan hladan start motora pri temperaturi merne komore -12°C sa gorivom 1. Na slici 4 prikazan je pritisak u glavnoj uljnoj magistrali i broj obrtaja motora tokom izvođenja testa. Prilikom startovanja di-

zel-motora pri niskim temperaturama okoline, važno je da dođe do adekvatnog porasta pritiska ulja. Uočava se da je do porasta pritiska došlo, pa se mo-

slikama 5 i 6. Mogu se uočiti, u zavisnosti od broja obrtaja motora, vrednosti jačine struje i napona tokom startovanja motora. Proračunom tih

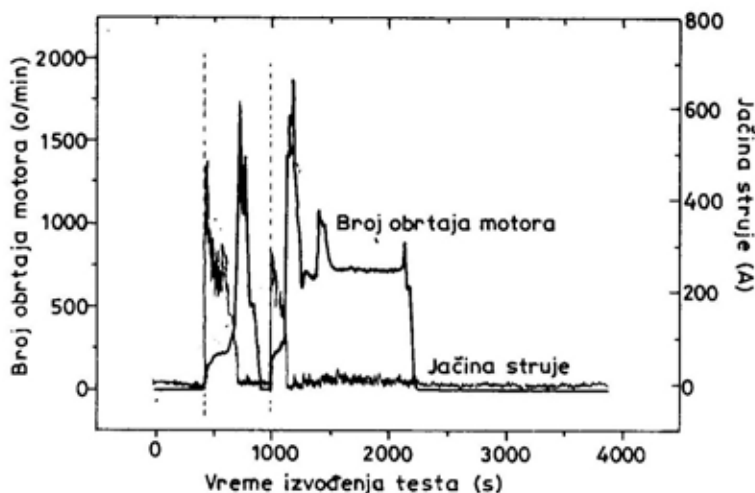


Sl. 4 — Promena pritiska ulja i broja obrtaja motora

že zaključiti da ulje koje se nalazilo u motoru svojim niskotemperaturnim karakteristikama zadovoljava primenu u motorima do temperature -12°C .

Merni parametri jačine struje i napona akumulatora prikazani su na

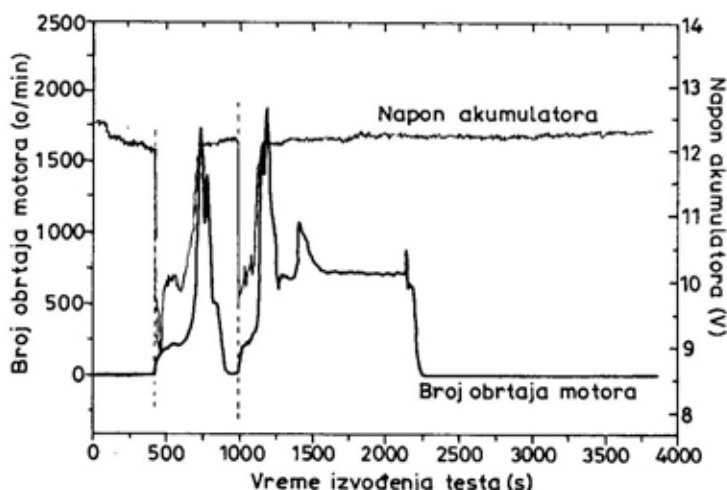
vrednosti dolazi se do parametra snage uređaja utrošene za startovanje motora. Takođe, uočava se vreme za koje je motor uspešno startovao. U ovom slučaju motor je uspešno startovao u prvom pokušaju za 4 sekunde. Vreme



Sl. 5 — Promena jačine struje i broja obrtaja motora

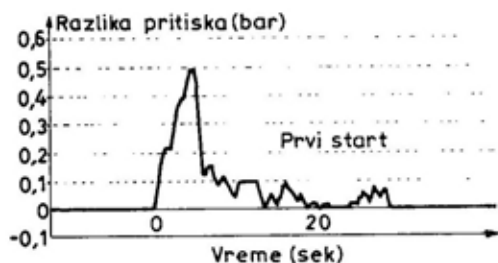
za predgrevanje usisnog vazduha bilo je u skladu sa standardom, tj. iznosilo je 20 sekundi.

je iznad ove vrednosti otežano ili nemoguće napajanje motora gorivom, što navodi na zaključak da je ta poja-



Sl. 6 — Promena napona akumulatora i broja obrtaja motora

Na slici 7 prikazana je razlika pritiska na filteru goriva tokom neuspelog prvog pokušaja startovanja sa gorivom 1, pri temperaturi merne komore -13°C . Uočava se da razlika pritiska ide do 0,5 bara u početku, a da kasnije dolazi do smanjenja razlike. Ova



Sl. 7 — Razlika pritiska na filteru za gorivo

pojava je karakteristična, i bila je registrovana u vanmotorskim ispitivanjima metodom HTG. Razlika pritiska na filteru iznad 0,2 bara pokazuje da

va uticala na neuspeo hladan start motora.

Generalno sagledavajući rezultate motorskih ispitivanja u mernoj komori, može se zaključiti da granična temperatura primene za gorivo 1 iznosi -12°C , a za gorivo 2 -8°C . Istraživanja niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva, u uslovima hladnog starta motora, potvrdila su da, u osnovi, postoji odstupanje od granične temperature primene goriva u eksploataciji, i karakterističnih niskotemperaturnih osobina određenih u laboratoriji prema standardu za dizel-goriva. Zbog toga su veoma značajni zaključci koji ukazuju do koje temperature okoline je moguća primena ispitivanih uzoraka dizel-goriva.

Rezultati ispitivanja pokazuju da nesumnjivo glavni problem neuspelog hladnog starta motora predstavlja nemogućnost protoka goriva u sistemu za napajanje motora gorivom, ili tzv. operatibilnost goriva.

Poboljšanje niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva pružiće veće mogućnosti primene u zimskim uslovima, i samim tim povećati upotrebnost vrednost dizel-goriva.

Zaključak

Rezultati vanmotorskih i motorskih ispitivanja dizel-goriva u uslovima hladnog starta motora pokazali su da se:

— gorivo 1 može koristiti za pogon dizel-motora na temperaturama do -12°C ,

— gorivo 2 može koristiti za pogon dizel-motora na temperaturama do -8°C .

Kriterijum uspešnosti starta bio je veoma strog i prilagođen kriteriju-

mima drugih proizvođača motora, IMR-a, kriterijumima proizvođača opreme za ubrizgavanje goriva (BOSCH) i postojećim vojnim standardima.

Rezultati ispitivanja dizel-goriva odnose se na postojeće dizel-motore, koji su tehnički ispravni, posebno u pogledu pravilnog funkcionisanja elektroinstalacije (uključujući i akumulator), sistema za olakšanje hladnog starta i instalacije za napajanje gorivom (što se naročito odnosi na filter za gorivo koji mora biti po deklaraciji proizvođača motora). Razvijena merna oprema, prilagođena personalnom računaru, pokazuje niz prednosti u odnosu na dosad primenjivani sistem merenja. Ona omogućava registrovanje velikog broja mernih veličina, kao i njihovo praćenje u toku testa, čime je bitno poboljšan kvalitet ispitivanja.

Literatura:

- [1] Marković, Lj., Petrović, P., Veselinović B., Dželović, S.: Laboratorijsko ispitivanje goriva dizel motora u uslovima sniženih temperatura, JUGOMA '94. oktobar 1994. Novi Sad.
- [2] Janković, S., Petrović, P., Marković, Lj. i dr., (Institut — IMR), Unković, D., Bogojević, S. i dr. (NIS), Istraživanje niskotemperaturnih karakteristika dizel-goriva, Naučnoistraživački projekat, septembar—decembar '94. Beograd.

- [3] Paramins, Diesel fuel cold flow tests status update, PBF. No: 2512Y — 93, novembar 1993.
- [4] Concawe motor vehicle emission regulations and fuel specifications 1994. update, report No. 4/94.

Zoran Radosavljević,
kapetan I klase
VP 2346 Batajnica

Ljubiša Vasov,
dipl. inž.

Saobraćajni fakultet, Beograd

SIMULACIJA VREMENSKIH MOGUĆNOSTI LOVAČKE AVIJACIJE

UDC: 623.746.3.001.57

Rezime:

Procesi koji se odvijaju u vazдушnom boju ne mogu se odrediti determinističkim modelom već se moraju simulirati. Tako se do potrebnog broja lovačkih formacija, i broja lovaca unutar pojedinih formacija, za pokrivanje određene zone očekivanja (zone slobodnog lova) može doći simulacijom leta lovaca na unapred izgrađenom modelu koji globalno preslikava sve bitne elemente realnog sistema.

Ključne reči: lovačka avijacija, simulacioni model, vremenske mogućnosti.

SIMULATION OF FIGHTER TIME POSSIBILITIES

Summary:

Processes occurring in air combat cannot be determined by a deterministic model, they have to be simulated. Thus, the necessary number of fighter formations and the number of fighters within particular formations — for covering certain waiting area (free lance area) — can be obtained by simulating fighters flight on a previously built-up model which copies all important elements of a real system.

Key words: fighters, simulation model, time possibilities.

Uvod

Prostorne mogućnosti dejstva lovačke avijacije (LA) i sistema protivvazdušne odbrane (PVO) u celini, stanje resursa i upotreba lovaca u eventualnim borbenim dejstvima, predmeti su istraživanja i napora za postizanjem najboljih rešenja. Pronaći minimalan broj lovačkih formacija za pokrivanje određenog pravca ili zone, kao i minimalan broj lovaca unutar jedne formacije, zadatak je koji dobija sve veći značaj. Veliki broj slučajnih procesa u posmatranom sistemu navodi na kreiranje simulacionih modela putem kojih se može doći do pouzdanih odgovora na određena pitanja. Pri tome najčešće se izrađuju algoritmi sistema i

konstruišu simulacioni modeli kodirani u jednom od simulacionih jezika za računare. Nakon ocene valjanosti simulacionih modela i programa (koji se vrše tokom čitavog postupka) pristupa se eksperimentisanju. Dobijeni rezultati, u vidu raspodela, tabela i slično, sistematizuju se i predstavljaju numerički radi daljih analiza. Grafički i tabelarno predstavljeni rezultati pomoći će pri donošenju odluke u kojoj su značajne vremenske mogućnosti LA. Jedan od ciljeva jeste određivanje minimalnog broja lovačkih formacija, i lovaca unutar njih, za izvršenje konkretnog zadatka koji ima svoja ulazna ograničenja i zahteve.

Korišćenje simulacionog modela i programa omogućiće i dobijanje odgo-

vora na mnoga druga pitanja, kao što su npr. opsluživanje avijacije, što je zadatak vazduhoplovnotehničke službe (VTSI).

Model simulacije leta lovačke formacije

Konstrukcija modela simulacije leta lovačke formacije (SLLF) zahteva: snimanje sistema koji model treba da prezentuje, projektovanje dijagrama toka transakcije kroz model, definisanje vremenskih blokova i tabela u simulacionom modelu i, na kraju, verifikaciju samog modela.

Verodostojan model zahtevao je dugotrajno snimanje i proučavanje sistema. Vremena sa taktičkih uvežbavanja i vežbi, uz pregled normi lovačkih eskadrila, potvrđuju tačnost predstavljenih vrednosti pojedinih vremenskih faza. Norme vezane za rad tehničke službe dodatno su uobličene u anketnim razgovorima sa stručnjacima iz te službe.

Verovatnoće otkaza tehnike u pojedinim fazama leta i pripreme vazduhoplova date su, takođe, kao veličine određene pregledom tehničke dokumentacije. Osim toga, dobijene vrednosti delimično su korigovane za uslove stvarne borbene situacije prema proceni stručnjaka tehničke službe, na osnovu literature, iskustva iz sličnih dejstava i na drugi način. Model je napravljen tako da eliminisanje jednog ili više vazduhoplova unutar formacije ne iziskuje povlačenje celokupne formacije iz modela, već samo njenog dela.

Verovatnoća sopstvenih gubitaka u eventualnoj vazdušnoj borbi sa ciljem (objektom dejstva) iskazana je u modelu kroz tri funkcije. Cilj je definisan kao: bezopasan, opasan i veoma opasan. Bezopasan cilj nema nikakav uticaj na angažovanu formaciju, a zamišljen je kao predstavnik vazduhoplova koji nisu u stanju da nanesu gu-

bitke lovcima i nemaju neposrednu lovačku zaštitu. Opasan i veoma opasan cilj prema određenoj, unapred definisanoj verovatnoći nanese određene gubitke angažovanim lovcima i tako umanjiti formaciju za određeni broj vazduhoplova. Prema tim funkcijama, formacije će biti diskretno umanjene za određeni broj lovaca po određenoj verovatnoći, zavisnoj od vrste cilja. To će omogućiti formiranje zasebnih odnosa verovatnoće i broja eliminisanih lovaca za svaki tip cilja definisan na osnovu vazduhoplova unutar formacije cilja.

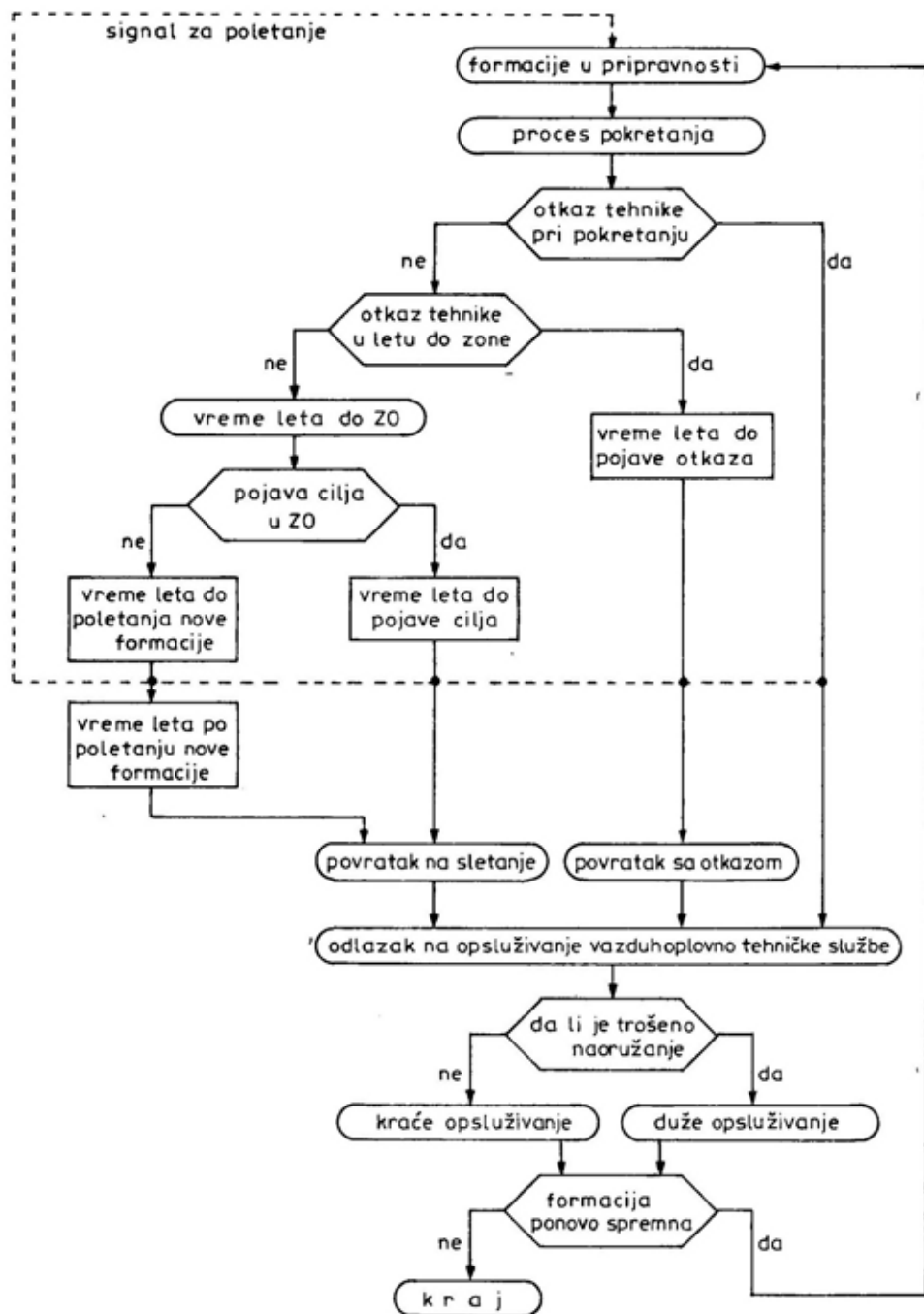
Vrednosti unete u model zasnovane su na karakteristikama lovca III generacije. Za potrebe ovog rada, radi ilustracije, podaci su hipotetički.

Programski model sadrži navigacijske norme vezane za različite visine leta i udaljenosti zona očekivanja (ZO). Obradeni su i podaci za zone udaljene 100, 150 i 200 km od aerodroma baziranja lovačke avijacije i za visine leta od 1000, 3000, 5000 i 9000 m.

Formacije koje zbog tehničke neispravnosti ili nanošenja gubitaka od strane protivničkih vazduhoplova izgube sve lovce unutar grupe (formacije), gube se iz simulacionog toka (procesa patroliranja) i broj formacija se smanjuje za jedan.

Proces patroliranja lovačkih formacija jasniji je ukoliko je predstavljen grafički u obliku dijagrama toka. Na slici su predstavljeni vremenski blokovi kroz koje jedna formacija (u simulacionom modelu transakcija) prolazi ili po određenoj verovatnoći može da prolazi. Neizvesnost vezana za ovu problematiku nameće zaključak da vremenske faze u pojedinim blokovima neće biti determinističke veličine već će, po nekoj empirijskoj, neravnomernoj raspodeli, predstavljati stohastičke vrednosti.

Pravougaoni zaobljeni oblici u dijagramu predstavljaju vremenske faze (blokove) kroz koje formacija (transakcija) prolazi. Romboidni oblici pre-



Dijagram toka simulacionog modela leta lovačkih formacija

dstavljaju uslovnosti vezane za pojedine događaje sa određenom verovatnoćom. Puna linija predstavlja mogući tok formacije kroz model, a isprekidana tok informacije koja ima za cilj pobuđivanje nove formacije — davanje signala za poletanje.

Model je kodiran u GPSS,* pri čemu su korišćeni blokovi: GENERATE, ADVANCE LOGIC, QUEUE — DEPART, ASSIGN, TEST, TRANSFER, SEIZE — RELEASE, TABULATE, TERMINATE, GATE, SAVEVALUE, MARK, kao i korisnički lanac LINK — UNLINK blokovi. U korisnički lanac 1 postavljaju se raspoložive formacije, a prema potrebi oslobađaju se iz tog lanca (komandom UNLINK). Vremenska jedinica u modelu, koja sasvim zadovoljava tačnost, jeste minut. Odatle je i definisanost startnog sata (START) onolika koliko se minuta pokriva ZO, povećana za vreme dolaska prve formacije do te zone.

Signalom (SIG) formaciji koja čeka u korisničkom lancu 1 saopštava se podatak o trenutku početka pokretanja aviona radi poletanja i odlaska u ZO. Formacija u pripravnosti dobiće taj signal u slučaju: isteka vremena patroliranja prethodne formacije u ZO, smanjenog za vreme dolaska nove formacije; neispravnosti prethodne formacije pri procesu pokretanja; neispravnosti prethodne formacije u letu do ZO ili pojave cilja radi kojeg je prethodna formacija utrošila svoje resurse (naoružanje). Te jednostrane komande izvodiće se pomoću blokova LOGIC S/R, (u dijagramu toka, simulacije prikazani su isprekidanim linijama).

Transakcije koje u modelu predstavljaju formacije imaju svoje elemente definisane parametrima transakcije, a u modelu ih je ukupno šest.

* GPSS — General Purpose Simulation System — opštenamenski simulacioni sistem.

Parametrom jedan (P1) omogućeno je definisanje svake formacije (grupe vazduhoplova) i njeno praćenje kroz više letova u toku simulacije. Na taj način prvenstveno je moguće pratiti gubitke i otkaze pojedinih jasno definisanih formacija. Parametar dva (P2) označava broj aviona unutar formacije i biće određen pre startovanja simulacije, i to za svaku formaciju posebno. Za te potrebe definisana je funkcija (FN\$BRAV). Treći parametar transakcije (P3) služi za određivanje tipa cilja i uslovljavanje gubitaka zbog dejstva protivničkih vazduhoplova definisanih funkcijama (FN1 i FN2). Parametar četiri (P4) prati i broj oboreni lovaca u formaciji i spreman je da formaciju bez lovaca izbacila iz modela. Jedan od najvažnijih je parametar pet (P5) kojim se, u obliku šifre, unose podaci o udaljenosti zone i visini leta. U četvoro cifrenom kodu tog parametra prve tri cifre označavaju udaljenost u kilometrima, a poslednja, četvrta, visinu leta u hiljadama metara ($1003 : D = 100 \text{ km}, H = 3000 \text{ m}$). Na osnovu šifre, transakcija će očitavati vrednosti za pojedine ADVANCE blokove. Poslednji, šesti parametar (P6), zavisi od toga da li formacija ima cilj u zoni, i značajna je pri određivanju vremena zadržavanja formacije zbog tehničkog opsluživanja.

Program SLLF ima i dva korisnička lanca. Prvi je onaj u kome su smeštene sve formacije kojima započinje eksperiment (simulacija), a drugi prikuplja formacije koje su zbog tehničke neispravnosti (koja se ne može otkloniti u vremenu predviđenom za redovno opsluživanje) ili gubitka u vazdušnoj borbi izgubile sve vazduhoplove iz formacije.

Rezultati simulacije se prikazuju blok-pregledom, korišćenjem tabela (TABULATE), podacima o redu (QUEUE) za tehničko opsluživanje i uređaju (SEIZE) koji simulira rad VTSL.

*Komponente, promenljive i
numerički definisane funkcije
u simulacionom modelu*

- FRM — formacija,
- PLLF — početak leta prve formacije, startovanje procesa patroliranja,
- BRAV — broj lovaca unutar formacije,
- PFRM — postavljanje lovaca u red pripravnosti za poletanje,
- SIG — signal za poletanje iz pripravnosti formacije koja se nalazi na redu za poletanje,
- ZAST — zastoj u procesu patroliranja javlja se kada ne postoji formacija spremna za poletanje po dobijenom signalu (SIG) za poletanje,
- TERM — terminate — uklanjanje transakcije koja ne predstavlja jednu od formacija, već služi za definisanje vremena trajanja procesa patroliranja,
- VPZ — vreme početka zastoja — karakteriše trenutak po simulacionom satu u kojem je došlo do pojave zastoja (ZAST),
- POKR — proces pokretanja, vremenski definisan od parametra transakcije (P2) koji govori o veličini formacije (broju lovaca),
- OTPP — verovatnoća otkaza tehnike pri procesu pokretanja,
- SLET — verovatnoća otkaza tehnike u letu do zone,
- VOZO — vreme odlaska do ZO, vremenski definisan od parametra transakcije (P5) koji govori o udaljenosti ZO i visini patroliranja,
- CILJ — verovatnoća prolaska cilja kroz rejon u kome se nalazi ZO,
- LZON — vreme leta formacije u ZO do slanja signala (SIG) za poletanje nove formacije, vremenski definisan od parametra transakcije (P5) koji govori o udaljenosti ZO i visini patroliranja,
- LZPP — vreme leta formacije u ZO nakon slanja signala (SIG) za poletanje nove formacije, vremenski definisan od parametra transakcije (P5) koji govori o udaljenosti ZO i visini patroliranja,
- LPSL — vreme leta formacije pri povratku na sletanje, vremenski definisan od parametra transakcije (P5) koji govori o udaljenosti ZO i visini patroliranja,
- VTTO — odlazak na opsluživanje formacija od strane VTSl,
- VTS — pristup »uređaju« za opsluživanje — VTSl,
- NAOR — provera istrošenosti naoružanja, po parametru transakcije (P6) koji ispituje da li je formacija imala cilj u ZO,
- TESL — rad VTSl na opsluživanju formacije bez potrebe naoružavanju (P6=0),
- NEOP — odlazak na proveru ispravnosti vazduhoplova unutar formacije nakon završenog rada VTSl,
- RVTS — rad VTSl na opsluživanju formacije sa potrebom naoružavanja (P6=1),
- PRAZ — prazne formacije, koje ne sadrže nijedan ispravan i neoboren vazduhoplov,
- OTZL — let formacije ka ZO do pojave otkaza tehnike,
- ODSL — let formacije od pojave otkaza tehnike do sletanja,

- LZPC — let u ZO do pojave cilja,
 POVR — povratak na sletanje, odlazak na LPSL.

Korisnički lanci

- PFRM — lanac postavljenih formacija u red pripravnosti za poletanje,
 PRAZ — lanac koji prikuplja prazne formacije (lovci neispravni ili oboreni).

Tabele

- TAB 1 — vreme trajanja leta u ZO,
 TAB 2 — vreme zastoja nakon signala za poletanje,
 TAB 3 — vreme odlaska do ZO — kontrolni podatak,
 TAB 4 — vreme početka zastoja,
 TAB 5 — broj neopravljenih lovaca po formaciji,
 TAB 6 — broj oborenih lovaca.

Numerički definisane funkcije

- FN 1 — zavisnost broja oborenih lovaca od vrste cilja — cilj opasan,
 FN 2 — zavisnost broja oborenih lovaca od vrste cilja — cilj veoma opasan.

Komentar rezultata programa

Nakon utvrđivanja valjanosti modela i verifikacije programa izvršeni su određeni eksperimenti. Pored ostalog, programski model SLLF ostvaruje uvid u scenario zaštite određene zone ili pravca određenom taktičkom jedinicom LA (eskadrila, puk) za određeni vremenski period.

Serijska simulacija na modelu SLLF dala je podatke za ispitivanje relevantnih atributa, čime je omogućen izbor minimalnog broja formacija sa minimalnim brojem lovaca unutar tih formacija.

Jedna od mogućnosti za korišćenje modela prikazana je na primeru šest ujednačenih lovačkih formacija od po dva aviona. Njihov zadatak bio je da šest sati pokrivaju zonu slobodnog lova udaljenu sto kilometara od aerodroma baziranja, na visini od tri hiljade metara. Očekivani ciljevi okarakterisani su kao opasni.

Propuštanjem određenog broja simulacija konkretne situacije i analizom njenih prosečnih blok-rezultata došlo se do sledećih zaključaka:

— formacije su dobile prosečno jedanaest signala za poletanje. U ovom slučaju, to znači da je poletelo svih šest formacija i da je naknadno, posle završenog tehničkog opsluživanja, poletelo još pet formacija u drugom izlazu;

— tehnika je otkazala samo u jednom slučaju, i to prilikom procesa pokretanja;

— lovačke formacije su u četiri leta imale ciljeve u zoni;

— zastoja nije bilo, što je jedan od najbitnijih pokazatelja simulacije;

— devet formacija završilo je sa tehničkim opsluživanjem, a još dve su čekale u redu. Od toga su tri ponovo naoružane, a jednu još čeka taj proces. Jedan avion nije se mogao popraviti u toku startnog vremena;

— nije bilo formacija koje su ostale bez vazduhoplova.

Osim ovih rezultata, blok-pregled pruža i niz drugih pokazatelja koji bi, možda, za neke druge korisnike bili značajni.

Na simulacionom modelu SLLF sprovedena je serijska simulacija, pri čemu su promenljive veličine bile: broj

formacija (od 7 do 3), udaljenost ZO — ZSL (100, 150 i 200 km) i visina leta lovačkih formacija (1000, 3000, 5000 i 9000 m). Sve formacije startovale su sa po dva lovca. Cilj je okarakterisan kao opasan u svim kombinacijama navigacijskih elemenata i broja formacija.

Uvidom u rezultate ove serije simulacija, moguće je odrediti koliko je najmanje formacija potrebno za pokrivanje ZSL na određenoj udaljenosti i zadatoj visini. Takođe, može se saznati na kojoj udaljenosti treba da se formira zona ukoliko se raspolože ograničenim brojem vazduhoplova, ili na kojoj visini se moraju držati lovci u ZO — ZSL. Nalaženje pariteta u tom min.-maks. odnosu broja formacija i navigacijskih elemenata, imaće značaj u donošenju efikasnije odluke o vremenskim mogućnostima LA.

Rezultati serije simulacija prezentovani su u tabelarnom obliku, uz kratak komentar.

Oznakom *NZ* u tabelarnom pregledu naznačeno je da ponuđena kombinacija ne prouzrokuje zastoj sistema. Tamo gde u toku simulacije dolazi do zastoja naznačeno je prosečno vreme ukupnog zastoja, a u zagradi prosečno vreme pojave prvog zastoja. Posebno istaknuto vreme ukupnog zakašnjenja smatra se tolerantnim. Tolerantno vreme zakašnjenja biće ono koje se javilo posle 355 min (jer je poslednji lovac i dalje u zoni 15 do 22 minuta) ili ukupno vreme zakašnjenja koje nije veće od 5 minuta.

Grafički prikaz sadrži samo prosečno vreme ukupnog zakašnjenja u odnosu na udaljenost zone i visinu leta.

U slučaju da se zona pokriva sa sedam formacija zastoj nastaje jedino ukoliko je ZSL locirana na udaljenosti od 200 km, a lovci lete na visini 1000 m. To saznanje navodi na zaključak da je na visini od 3000 m moguće slobodno

Ukupno zakašnjenje poletanja — sedam formacija po dva aviona (min)

Daljina do ZO (km)	100	150	200
Visina u ZO (m)			
1000	NZ	NZ	66(220)
3000	NZ	NZ	NZ
5000	NZ	NZ	NZ
9000	NZ	NZ	NZ

postavljanje ZSL, čak i na udaljenosti od 200 km. Takođe, zona postavljena 150 km od aerodroma baziranja omogućava patroliranje i na visini od 1000 m.

Tabela 2

Ukupno zakašnjenje poletanja — šest formacija po dva aviona (min)

Daljina do ZO (km)	100	150	200
Visina u ZO (m)			
1000	NZ	44(300)	64(290)
3000	NZ	19(348)	28(343)
5000	NZ	NZ	3(368)
9000	NZ	NZ	NZ

Šest formacija može pokrivati ZSL — ZO udaljenu 200 km i 150 km na visini 5000 m i više. Zonu udaljenu 100 km mogu pokrivati na bilo kojoj visini. Zaključak je da je na visini 5000 m i više nepotrebno formirati zonu na 150 km od aerodroma baziranja, ako taj broj formacija omogućava i pokrivanje zone udaljene 200 km.

Tabela 3

Ukupno zakašnjenje poletanja — pet formacija po dva aviona (min)

Daljina do ZO (km)	100	150	200
Visina u ZO (m)			
1000	39(284)	55(180)	100(160)
3000	NZ	58(200)	50(190)
5000	NZ	NZ	16(280)
9000	NZ	NZ	NZ

U slučaju pet formacija nije moguće pokrivati visinu od 1000 m, bez obzira na udaljenost zone. Visina od 3000 m uslovljava lociranje zone do 100 km, 5000 m do 150 km, a visina od 9000 m dozvoljava udaljenost zone i do 200 km. Ravnomerni, stepenasti raspored odnosa visine i udaljenosti uprošćava izbor tih parametara u slučaju pet formacija.

Tabela 4

Ukupno zakašnjenje poletanja — četiri formacije po dva aviona (min)

Daljina do ZO (km)	100	150	200
Visina u ZO (m)			
1000	54(280)	90(160)	111(170)
3000	30(300)	70(170)	83(180)
5000	3(369)	38(220)	57(230)
9000	NZ	NZ	24(240)

Raspologanje sa samo četiri formacije prilično sužava polje delovanja. Evidentno je, na primer, da ne dolazi u obzir postavljanje zone na daljini od 200 km. Jedino visina od 9000 m, koja

je teško pogodna za izvođenje standardnih zadataka, zadovoljava udaljenost od 150 km. Čak i lociranje zone od 100 km jedva može da podržava visinu od 5000 m.

Tabela 5

Ukupno zakašnjenje poletanja — tri formacije po dva aviona (min)

Daljina do ZO (km)	100	150	200
Visina u ZO (m)			
1000	67(190)	90(50)	146(40)
3000	36(210)	93(120)	90(50)
5000	27(280)	38(210)	60(120)
9000	NZ	NZ	42(220)

Tri formacije gotovo samo simbolično mogu pokrivati ZSL — ZO u periodu od šest sati. Jedino na visini od 9000 m može se zatvoriti sistem, i to pri udaljenosti od 150 km i manje. Međutim, ukoliko nema više formacija na raspolaganju, lovačka zaštita moraće se ostvariti sa tri formacije. Tada su mogućnosti, recimo pokrivanje zone udaljene 100 km na visini 5000 m — 5 sati (300 min) ili na visini 3000 m — gotovo 4 sata (230 min).

Zaključak

Programski realizovan model leta lovačkih formacija ostvario je postavljeni cilj. Simulacijom na modelu stvoren je, pored ostalog, i uvid u globalnu sliku vremenskih mogućnosti LA određivanjem minimalnog broja formacija za određene navigacijske parametre zone slobodnog lova ili zone očekivanja. Imajući rezultate serije simulacija za realni skup ulaznih podataka, dono-

silac odluke bitno će smanjiti verovatnoću greške pri izboru najmanjeg broja formacija koje će uspešno odgovoriti na konkretan zadatak. Takođe, u odnosu na opasnost dejstva protivnika moguće je odrediti i najmanji potreban broj lovaca unutar jedne formacije.

Tabela 6

Minimalni broj formacija

Daljina do ZO (km)	100	150	200
Visina u ZO (m)			
1000	6	7	>7
3000	5	6	7
5000	4	5	6
9000	3	3	5

Minimalni broj formacija iz hipotetičkog primera koji ispunjava uslov — bez zastoja (NZ) jeste broj formacija koji će se poslati na zadatak ukoliko je cilj obavljanje zadatka sa što manjim naprezanjem snaga i sredstava.

Ovakav pregled minimalnog broja formacija, i lovaca unutar njih, sa konkretnim, realnim podacima, treba da bude na raspolaganju donosiocu odluke pre izdavanja naređenja o lovačkoj zaštiti određene zone.

Jasno predočeni rezultati simulacije govore o tome da je vredelo izraditi dobro projektovani model. Nadogradnja ovog simulacionog modela moguća je u dva pravca. Prvi je u detaljnijoj konstrukciji svih elemenata leta i tehničkog opsluživanja (voženja po rulnim stazama, promena starta — pravca poletanja, problemi vezani za rad VTSl, i slično), a drugi — proširivanje modela na veće jedinice, uključujući i ostale segmente sistema PVO.

Literatura:

- [1] Avramović, Z.: Simulacije na digitalnim računarima, Saobraćajni fakultet, skripta, Beograd, 1994.
- [2] Banks, J., Carson, J. S. i Ngo Sy J.: Getting Started With GPSS/H, Wolverine Software Corporation, Annandale, 1989.
- [3] Maksić, R.: Pristup određivanju resursa za snabdevanje TMS u borbi, VT glasnik, 2/194—204, Beograd, 1993.
- [4] Mišković, V.: Model sistema snabdevanja municijom artiljerije za podršku, VT glasnik, 1/25—35, Beograd, 1995.
- [5] Radenković, B.: GPSS, FON, skripta, Beograd, 1992.
- [6] Radosavljević, Z.: Visine leta aviona MIG-29 u zoni samostalnog traženja, Novi glasnik, 6/19—26, Beograd, 1995.
- [7] Radovanov, S., Milojević, M. i Petje, J.: Taktika lovačke avijacije, SSNO, Beograd, 1984.
- [8] Radovanov, S.: Samostalno traženje i uništavanje ciljeva u vazduhu — slobodan lov, KSA RV i PVO, skripta, Beograd, 1975.
- [9] Žiljak, V.: Simulacija računalom, Školska knjiga, Zagreb, 1982.

Ivan Vulić,
kapetan, dipl. inž.
VP 2822 Prokuplje

DISTRIBUIRANA OBRADA PODATAKA I MOGUĆA PRIMENA U VOJSCI

UDC: 623.618:681.324

Rezime:

U radu je opisana distribuirana obrada podataka i mogućnost njene primene u vojsci i obrađena je mogućnost fragmentacije i replikacije baze podataka. Navedene su i razlike između sistema za distribuiranu obradu i računarskih mreža. Na kraju je dat predlog jednog od načina organizovanja sistema za distribuiranu obradu podataka u vojsci.

Ključne reči: distribuirana obrada, računarske mreže, baze podataka, fragmentacija baze, replikacija baze.

DISTRIBUTED DATA PROCESSING AND ITS POSSIBLE MILITARY APPLICATION

Summary:

Distributed data processing and the possibility of its military application is described as well as the possibility of data base fragmentation and replication. Differences between distributed data processing systems and computer networks are given. Finally the paper suggest one of possible ways of organizing the distributed data processing system in the army.

Key words: distributed processing, computer networks, data bases, data base fragmentation, data base replication.

Uvod

Baze podataka sa softverom za manipulaciju, koje se nalaze na računarskoj mašini kojoj je pridružena sekundarna memorija u vidu diskova i magnetnih traka, čine centralizovani sistem za obradu podataka. Iako se podacima može pristupiti i preko udaljenih terminala priključenih na glavni računar, softver za rad sa podacima i baze podataka i dalje ostaju na istoj strani. Centralizovani sistemi za obradu podataka postaju sve manje interesantni, a sve više se razvijaju organizacije računarskih sistema sa većim brojem manjih, ali međusobno povezanih računara.

Pod računarskom mrežom podrazumeva se skup međusobno povezanih i nezavisnih računara [1]. Dva računara su međusobno povezana ukoliko imaju mogućnost razmene informacija. Povezivanje može biti izvedeno kablovskim radio ili optičkim putem. Obrada podataka u takvom računarskom sistemu predstavlja distribuiranu obradu podataka, a softver koji se koristi naziva se sistem za upravljanje distribuiranom bazom podataka (SUDBP) [2].

Veliki računari sa udaljenim stanicama i terminalskim mrežama ne predstavljaju računarske mreže [1].

Distribuirani sistem je specijalan slučaj računarske mreže koja ima vi-

sok stepen kohezivnosti i transparentnosti. On ima jedinstven operativni sistem, tako da se zahtev usluga obavlja navođenjem imena zahteva, a ne imena lokacije. Korisnik u distribuiranom sistemu »ne vidi« veći broj računarskih jedinica, nego takav sistem »vidi« kao virtualni jednoprocorski sistem. Dodeljivanje poslova pojedinim procesorima obavlja jedinstveni operativni sistem.

Računarska mreža može, ali ne mora, biti distribuirana, što zavisi od načina kako se koristi. Pod računarskim mrežama se, većinom, podrazumevaju i računarske mreže i distribuirani sistemi [1].

Razlozi za uvođenje distribuirane obrade podataka

Distribuirana baza podataka je skup podataka koji logički pripadaju istom sistemu, ali su fizički podeljeni i nalaze se na različitim čvorovima sistema za distribuiranu obradu. Više faktora daje prednost razvoju i upotrebi distribuirane obrade podataka. Neke od prednosti su [3]:

— distribuirana priroda nekih aplikacija vezanih za obradu podataka: mnoge aplikacije za rad sa bazama podataka su prirodno podeljene na više različitih lokacija. Na primer, neka firma može imati predstavništva na različitim mestima, ili banka može imati više grana. Firma može držati bazu podataka na svakoj od lokacija u kojoj će biti smešteni podaci koji se odnose na tu lokaciju. Mnogi lokalni korisnici pristupaju samo podacima na svojoj lokaciji, ali globalni korisnici, kao što je uprava firme, mogu tražiti pristup podacima smeštenim na nekoliko različitih lokacija. Svaki lokalni čvor tipično za njega opisuje »mini svet« na tom čvoru. Izvori podataka i većina korisnika i aplikacija koji koriste lokalnu bazu podataka fizički se nalaze na istoj strani. S druge strane, global-

ni korisnici imaju jedino s vremena na vreme pristup lokalnim podacima;

— povećana pouzdanost i raspoloživost: to su dve važne prednosti vezane za distribuirane baze podataka i njihovu obradu. Pouzdanost se definiše kao verovatnoća da sistem funkcioniše u određenom momentu, dok je raspoloživost verovatnoća da sistem neprekidno funkcioniše u određenom vremenskom intervalu. U slučaju kada su podaci i softver za upravljanje distribuirani na više strana ili čvorova, jedan čvor može ispasti iz rada dok ostali nastavljaju sa radom. Ne može se pristupiti jedino softveru i podacima na čvoru koji je ispao iz rada, dok su ostali podaci i softver na ostalim čvorovima i dalje raspoloživi za rad. Ova osobina povećava pouzdanost i raspoloživost. Poboljšanje se postiže i kopiranjem podataka i softvera na više različitih čvorova distribuiranog sistema. U centralizovanom sistemu ispadanje jednog čvora dovodi do ispadanja celog sistema;

— dozvoljeno deljenje podataka uz podršku određene vrste lokalne kontrole: u nekim vrstama SUDBP moguće je kontrolisati podatke i softver lokalno na svakoj strani. Pristup podacima od drugih udaljenih čvorova moguć je preko SUDBP. Na taj način distribuirani sistem vrši kontrolu pristupa podacima;

— poboljšane performanse: distribucijom velikih baza podataka na svakom čvoru postoje manje baze podataka. Lokalni upiti i transakcije podataka na svakom čvoru pokazuju bolje performanse zato što se obrada vrši nad manjom količinom podataka. Za transakcije koje uključuju pristup većem broju čvorova obrada na različitim čvorovima može teći paralelno, čime se smanjuje izvršenje transakcije i vreme odgovora.

Pored prednosti koje nudi, distribucija vodi ka povećanju kompleksnosti u projektovanju i implementaciji sistema. Da bi zadovoljio navedene po-

tencijalne prednosti, SUDBP mora da omogući dodatne funkcije u odnosu na softver za centralizovano upravljanje bazama podataka. Neke od njih su:

- pristup udaljenim čvorovima i prenos upita i podataka između različitih čvorova preko komunikacijske mreže,

- upisivanje informacija o distribuciji i kopiranju podataka u katalog SUDBP,

- osmišljavanje izvršne strategije za upite i transakcije podataka koji se nalaze na većem broju čvorova,

- odlučivanje kojoj kopiji podataka pristupiti,

- održavanje konzistentnosti kopija podataka,

- omogućavanje oporavka od ispadanja pojedinih čvorova i od novih tipova prekida, kao što su prekidi na komunikacionoj mreži.

Arhitektura distribuiranog sistema za obradu podataka (DSOP)

Gledajući sa stanovišta hardvera, glavni faktori koji razdvajaju DSOP od centralizovanog sistema su [4]:

- postoji veći broj računara, koji se nazivaju stranama ili čvorovima;

- čvorovi moraju biti međusobno povezani nekom vrstom komunikacione mreže koja služi za prenos podataka i komandi između čvorova, kao što je prikazano na slici 1. Čvorovi mogu činiti lokalnu mrežu (LAN — local area network) ako se nalaze u istoj zgradi ili na relativno bliskim rastojanjima. Lokalna mreža za povezivanje obično koristi kablove, dok mreža u kojoj su rastojanja između čvorova mnogo veća može koristiti telefonske ili satelitske veze.

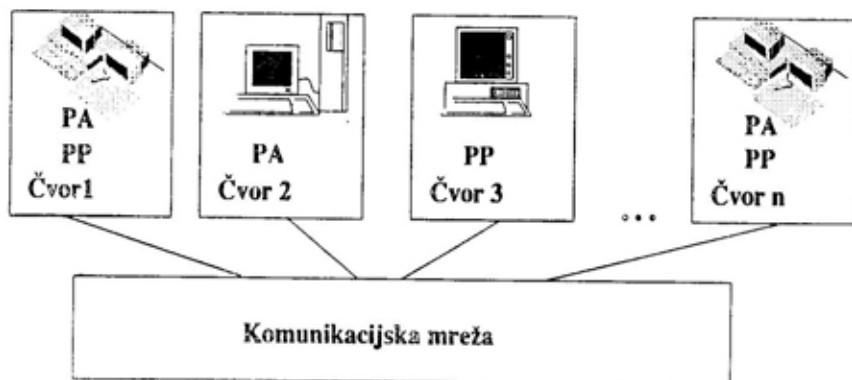
Topologija mreže može biti različita, što nije bitno za funkcionisanje sistema. Za mrežu je bitno da li jedan čvor može komunicirati sa bilo kojim čvorom direktno ili indirektno.

Procesori aplikacija i procesori podataka

SUDBP se, obično, deli na tri glavna modula:

1. procesor podataka (PP) — softver koji je sposoban za lokalno upravljanje podacima na jednom čvoru, slično centralizovanom sistemu,

2. procesor aplikacija (PA) — softver omogućava izvođenje velikog broja



Sl. 1 — Pojednostavljeni prikaz arhitekture distribuiranog sistema za obradu podataka

ja distribuiranih funkcija za pristup distribuiranim podacima, kao i obradu svih zahteva za koje je neophodan pristup većem broju čvorova u sistemu,

3. softver za komunikaciju (ponekad u vezi sa distribuiranim operativnim sistemom) — omogućava komunikaciju između čvorova i koristi ga PA za prenos komandi i podataka između različitih čvorova.

U distribuiranom sistemu baza podataka moguće je da neki čvorovi imaju i PA i PP softver, a da neki imaju samo jedan ili drugi softver, što se vidi na slici 1.

Čvor koji se, uglavnom, koristi za obavljanje funkcija PP često se naziva back-end mašina, a čvor koji se primarno koristi za PA funkcije zove se front-end mašina.

Važna funkcija PA je da sakrije detalje o distribuciji podataka od korisnika. Na taj način korisnik piše globalne upite i zahteve za transakcijama kao da je baza centralizovana bez navođenja čvora na kojem se nalazi deo baze koji sadrži tražene podatke. Takva osobina naziva se transparentnost distribuirane obrade [3].

Neki SUDBP ne podržavaju transparentnost, zahtevajući od korisnika da poznaje detalje oko distribucije podataka. U tom slučaju, korisnici moraju tačno odrediti čvor na kojem se nalaze podaci ili čak moraju navesti ime čvora, ime fajla ili vrstu rekorda.

Fragmentacija podataka i tehnike replikacije i alokacije

Da bi se baza podataka smestila na veći broj različitih čvorova distribuiranog sistema mora se podeliti na delove koji se nazivaju fragmenti. Pri razmatranju tehnika fragmentacije, koristiće se terminologija relacionih baza podataka, jer se one najčešće koriste u distribuiranim sistemima.

Prilikom fragmentacije baze nastaju tzv. logičke jedinice baze. Najprostija logička jedinica je cela relacija neke baze. Kod takve fragmentacije svaka relacija će biti smeštena na različitom čvoru distribuiranog sistema. Međutim, u mnogim slučajevima relacija može biti podeljena i u manje logičke jedinice koje su pogodnije za distribuciju [5].

Horizontalna fragmentacija

Horizontalni fragment relacije je podskup zapisa u toj relaciji. Zapisi koji pripadaju horizontalnom fragmentu određeni su preko uslova koji moraju ispunjavati jedan ili više atributa relacije. Često se radi samo o jednom atributu.

Horizontalna fragmentacija deli relaciju horizontalno grupisanjem redova relacije ili kreiranjem podskupova zapisa, gde svaki podskup ima logičko značenje [6]. Fragmenti koji nastaju ovakvom fragmentacijom mogu se dodeliti različitim čvorovima distribuiranog sistema.

Ako postoji neka relacija R, čiji su atributi i neke od njihovih vrednosti prikazani u tabeli 1, jedna od mogućih

Tabela 1

Prezime	Ime	Mesto stan.	God. rođ.	Zanim.
Mikić	Mika	Niš	1968.	radnik
Perić	Pera	Beog.	1972.	pekar
Lazić	Laza	Niš	1952.	limar
Markov	Mile	Stalać	1975.	krojač
Krstić	Krsta	Beog.	1978.	pekar
Simić	Sima	Niš	1960.	student

horizontalnih fragmentacija nastala bi kada bi se izdvojili svi zapisi koji za vrednost atributa *Mesto stan.* imaju

»Niš«. Horizontalni fragment bi onda izgledao kao u tabeli 2.

Tabela 2

Prezime	Ime	Mesto stan.	God. rođ.	Zanim.
Mikić	Mika	Niš	1968.	radnik
Lazić	Laza	Niš	1952.	limar
Simić	Sima	Niš	1960.	student

Vertikalna fragmentacija

Vertikalni fragment relacije zadržava samo nekoliko atributa iz relacije i to one koji su međusobno povezani na neki način. Ali, da bi se početna relacija mogla rekonstruisati iz vertikalnih fragmenata, potrebno je u svaki fragment uključiti primarni ključ relacije, jer fragmenti nemaju zajedničke attribute koji bi omogućili rekonstrukciju relacije iz njenih fragmenata.

Vertikalna fragmentacija deli relaciju »vertikalno«, po kolonama [6].

Ako bi se iz prethodno definisane relacije uzele sve vrednosti atributa *Zanimanje*, nastao bi vertikalni fragment relacije R prikazan u tabeli 3.

Tabela 3

Prezime	Ime	Zanimanje
Mikić	Mika	radnik
Perić	Pera	pekar
Lazić	Laza	limar
Markov	Mile	krojač
Krstić	Krsta	pekar
Simić	Sima	student

Iz priložene tabele vidi se da su pored vrednosti atributa *Zanimanje* sastavni deo fragmenta i atributi *Pre-*

zime i *Ime*, jer ova dva atributa zajedno predstavljaju ključ relacije R.

Da bi se izvršila rekonstrukcija relacije R iz kompletne horizontalne fragmentacije, potrebno je izvršiti operaciju unije među fragmentima.

Mešana fragmentacija

Kombinacijom vertikalne i horizontalne fragmentacije dobija se mešana fragmentacija.

Na već pomenutom primeru relacije R mešana fragmentacija dobija se kada se uzmu sve vrednosti atributa *Zanimanje* u onim zapisima u kojima je vrednost atributa *Mesto stan.*, »Niš«. U tabeli 4 prikazan je mešani fragment relacije R.

Tabela 4

Prezime	Ime	Mesto stan.	Zanimanje
Mikić	Mika	Niš	radnik
Lazić	Laza	Niš	limar
Simić	Sima	Niš	student

I u ovom slučaju, kao u slučaju vertikalne fragmentacije, atributi *Prezime* i *Ime* su sastavni deo fragmenta jer oni zajedno čine ključ relacije R i omogućuju rekonstrukciju početne relacije.

Sema fragmentacije [6] baze podataka je definicija skupa fragmenata koji uključuju sve attribute i zapise u bazi i zadovoljavaju uslov da se baza može rekonstruisati iz fragmenata korišćenjem sekvence operacija unije i spajanja između fragmenata.

Sema alokacije [6] opisuje razmeštaj fragmenata na čvorovima distribuiranog sistema. Ona određuje, za svaki fragment, čvor na kojem je smešten. Ako je fragment smešten na veći broj čvorova kaže se da je repliciran.

Replikacija podataka i njihova alokacija

Replikacija je korisna za poboljšanje raspoloživosti podataka. Najekstremniji slučaj replikacije nastaje kada je baza replicirana na svim čvorovima distribuiranog sistema, čime se dobija puna replikacija distribuirane baze podataka. Ovakva replikacija može primetno povećati raspoloživost zato što sistem može nastaviti sa radom sve dok i jedan čvor distribuiranog sistema funkcioniše. Takođe, povećava se i brzina odgovora na globalne upite, jer se rezultat bilo kog globalnog upita može dobiti lokalno na svakom čvoru. Mana pune replikacije je drastično usporavanje operacije pamćenja podataka, zato što se ta operacija mora izvršiti na svakom čvoru da bi sve kopije bile konzistentne. Puna replikacija usložava kontrolu konkurencije i oporavka i čini ih puno skupljim nego u slučaju kada nema replikacije.

Drugi ekstremni slučaj nastaje kada nema replikacije. Tada je svaki fragment alocirani na tačno jednom čvoru sistema. U tom slučaju svi fragmenti moraju biti deljivi, izuzev primarnog ključa koji se ponavlja kod vertikalne (ili mešane) fragmentacije. Takva alokacija naziva se neredundantna alokacija.

Između ova dva navedena ekstremna slučaja postoji širok spektar parcijalnih (delimičnih) replikacija podataka. Neki fragmenti baze podataka mogu biti negde replicirani, a negde ne. Broj kopija svakog fragmenta može se kretati od jedne do broja čvorova u distribuiranom sistemu. Opis replikacije fragmenta ponekad se naziva šema replikacije.

Svaki fragment, ili svaka kopija fragmenta, mora biti pridružena pojedinačnom čvoru distribuiranog sistema. Taj proces naziva se distribucija podataka (ili alokacija podataka) [6]. Izbor čvora i stepena replikacije zavisi od osobina i namene sistema, kao i

od tipa i frekvencije transakcija na svakom čvoru. Na primer, ako se zahteva velika raspoloživost i ako transakcije mogu biti potčinjene jednom čvoru, a zahtevaju čitavu bazu, puna replikacija je dobar izbor.

Pronaći optimalnu i dobru soluciju za distribuiranu alokaciju podataka složen je problem optimizacije.

Vojna organizacija i obrada podataka

Vojna organizacija kao sistem sa velikim brojem ljudi i materijalno-tehničkih sredstava, raspoložuje velikom količinom podataka. Dobro poznavanje svih podataka i mogućnost njihovog pravilnog i atraktivnog prikaza, omogućuje i poznavanje prave snage i mogućnosti vojske.

Obrada podataka u vojsci uglavnom se vrši uz pomoć velikih računara na kojima je priključen veći broj terminala. Svaki od tih računara predstavlja sistem za centralizovanu obradu podataka. Podaci koji su potrebni višem hijerarhijskom nivou fizički se prenose uz pomoć magnetnih traka. Ako su mesta udaljena, traka može putovati i nekoliko dana, a za to vreme mogu nastati promene. Tako, u trenutku kad traka stigne podaci već nisu ažurni i kompletni, a samim tim gube na vrednosti. Trenutno sagledavanje stanja u celoj vojsci na ovaj način nije moguće.

Ovakva organizacija obrade podataka u vojsci predstavlja labavo povezani manji broj centralizovanih sistema za obradu podataka. Sistem je uslovno slabo povezan, jer jedina veza koja se ostvaruje između tih centralizovanih sistema je putem magnetnih traka koje se fizički prenose od sistema do sistema. Bez obzira na veliki broj jedinica i njihovu lokaciju, podaci o njima unose se na nekoliko mesta. S obzirom na to da se sa jednog mesta unose podaci za relativno veliki broj

jedinica, a da je broj terminala ograničen, to znači da se podaci o nekoj jedinici uvek unose sa zakašnjenjem, pa ažurnost podataka nije na najvišem nivou. Podaci koji se nalaze na računaru u najvećem delu se ne slažu sa stvarnim stanjima u jedinicama baš zbog lošeg ažuriranja podataka.

Vojska predstavlja jednu od organizacija koje imaju distribuiranu prirodu podataka sa kojima rade. Pored toga, hijerarhijska struktura vojne organizacije takođe pogoduje distribuiranoj obradi podataka. Sve to, kao i potreba da podaci budu unošeni tamo gde nastaju, navodi na potrebu uvođenja sistema za distribuiranu obradu podataka u vojsci.

Navedene prednosti distribuirane obrade podataka takođe pogoduju vojnoj organizaciji. Pored distribuirane prirode podataka, povećana pouzdanost i raspoloživost podataka uklapaju se u vojni princip da svi resursi u slučaju rata moraju biti što pouzdaniji i što više raspoloživi. Ispadanjem jedne strane u distribuiranom sistemu sa upotrebom replikacije, sistem i dalje ostaje aktivan. U slučaju ispadanja centralizovanog sistema dolazi do nemogućnosti praćenja velikog broja podataka, što može imati nesagledive posledice za organizaciju koja se bavi bezbednošću zemlje.

Dozvoljeno deljenje podataka, uz mogućnost kontrole pristupa, još jedna je osobina koja ide u prilog uvođenju sistema za distribuiranu obradu u vojnu organizaciju. Podaci koji su unešeni i ažurirani na jednom čvoru biće dostupni hijerarhijski višim jedinicama na uvid, pa će stanje stalno biti ažurno. Sve promene koje nastanu biće unete na mestu nastanka i odmah dostupne višim nivoima, što će isključiti neslaganje u stanjima. Uspostavljanjem lokalne kontrole pristupa podacima onemogućilo bi se da hijerarhijski niže jedinice imaju pristup lokalnim podacima, čime se vrši zaštita podataka od neovlašćenih pristupa.

Distribucijom i fragmentacijom velikih baza podataka, koje su karakteristične za velike sisteme kao što je vojska, na svakom čvoru distribuiranog sistema postoje manje baze koje utiču na poboljšanje performansi sistema u pogledu brzine baratanja podacima. Na taj način, za transakcije i upite koji uključuju pristup većem broju čvorova, obrada može teći paralelno na svakom čvoru, ali sa mnogo manjom količinom podataka.

Na primer, ako bi se podaci o ljudstvu u vojsci koja ima 100 000 ljudi čuvali u centralizovanom sistemu, i ako bi za svakog čoveka bilo potrebno 50 atributa za njegov kompletan opis, a dužina svakog atributa bila minimum 4 bajta memorije, onda je potrebno ukupno:

$$100\ 000 \times 50 \times 4 = 20\ 000\ 000 \text{ bajtova.}$$

U vojsci su svi ti ljudi raspoređeni u jedinice koje su distribuirane po teritoriji. Ako se uzme da je osnovna veća jedinica koja se može naći na relativno kompaktnoj teritoriji brigada, i da ona ima oko 5 000 ljudi, znači da vojska koja ima 100 000 ljudi ima $100\ 000 : 5\ 000 = 20$ brigada. Kad bi svaka brigada predstavljala jedan čvor u distribuiranom sistemu i kada bi se na svakom čvoru čuvali podaci vezani za nju, onda bi na svakom čvoru bilo potrebno po $20\ 000\ 000 : 20 = 1\ 000\ 000$ bajtova memorije (približno 1GB), što nije velika memorija, s obzirom na to da već konfiguracija personalnog računara sadrži disk kapaciteta 1 GB.

Pošto je brzina pretraživanja podataka obrnuto proporcionalna veličini baze, to znači da bi pretraživanje baze na svakom čvoru sistema bilo oko 20 puta brže u odnosu na celu bazu u centralizovanom sistemu. Ovolika ušteda u vremenu je vidljiva i korisna čak i kod prostijih upita, a naročito kod složenijih gde se vreme odgovora meri desetinama minuta, pa čak i satima.

Moguća arhitektura sistema za distribuiranu obradu podataka u vojsci

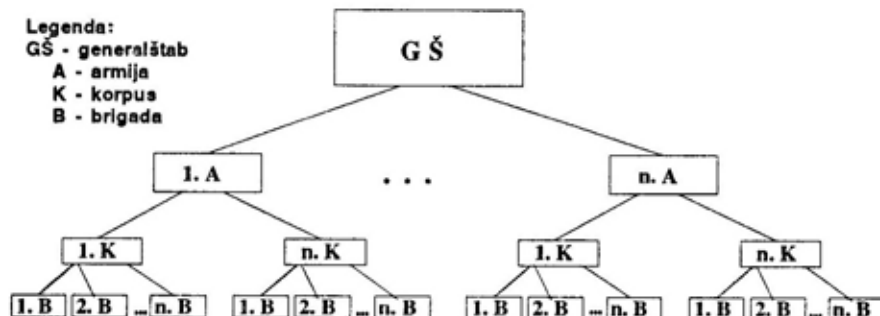
Da bi se odredila moguća arhitektura sistema za distribuiranu obradu podataka u vojsci potrebno je definisati postojeću organizacijsko — formacijsku strukturu vojne organizacije i odrediti dubinu sistema.

Hijerarhijski gledano, vojna organizacija se sastoji od jedinica različitih sastava. Svaka od tih jedinica ima svoju jednu pretpostavljenu (osim one na vrhu hijerarhije) i jednu ili više potčinjenih jedinica (osim one na dnu hijerarhije). Na vrhu hijerarhije nalazi se generalštab (GŠ) koji komanduje svim ostalim jedinicama. Prvi stepen niže, na lestvici vojne hijerarhije, jesu armije sa svojim komandama (KA) kojima direktno komanduje GŠ. Ispod armija nalaze se korpusi sa svojim komandama (KK), a ispod njih brigade i njihove komande (KB).

Svaka jedinica u hijerarhiji, tj. njena komanda, mora imati uvid u podatke vezane za nju samu, kao i u podatke vezane za svaku potčinjenu jedinicu. Imati uvid u podatke potčinjene jedinice znači poznavati njihovo stanje popunjenosti ljudstvom i sredstvima, tj. njihove mogućnosti, što omogućava bolje i efikasnije komandovanje tim jedinicama. Uvid u stanje pretpostavljene jedinice nije ni potrebno, a ni dostupno po vojnim pravilima.

Pridruživanjem računara svakoj jedinici do nivoa brigade i njihovim povezivanjem u neku vrstu komunikacione mreže, dobio bi se skelet sistema za distribuiranu obradu podataka.

Uzimajući u obzir pojednostavljeni fizički model arhitekture sistema za distribuiranu obradu podataka, prikazan na slici 1, i šemu moguće načelne vojne organizacije na slici 2, može se



Sl. 2 — Moguća načelna hijerarhija u vojsci

Na slici 2 šematski je prikazana moguća načelna hijerarhija u vojsci koja će biti uzimana u obzir pri razmatranju sistema za distribuiranu obradu.

Ovakav model vojne organizacije je *uprošćen i idealizovan*, ali omogućava solidnu podlogu za raspravu o distribuiranoj obradi podataka.

doći do pojednostavljenog modela arhitekture sistema za distribuiranu obradu podataka u vojsci, prikazanog na slici 3.

Na slici se vidi da se na računaru koji se nalazi u GŠ nalazi samo softver procesor aplikacija (PA), zbog toga što se u GŠ ne barata sa lokalnim podacima. Sve funkcije se vrše sa po-

dacima vezanim za potčinjene jedinice, a njih upravo omogućuje softver PA.

Bez obzira na to što se softveri PA i PP nalaze na različitim računari-
ma, oni predstavljaju samo različitu



Sl. 3 — Pojednostavljeni prikaz moguće arhitekture distribuiranog sistema za obradu podataka u vojsci

Kod računara koji se nalaze u armijama i korpusima, pored PA, nalazi se i softver procesor podataka (PP). U jedinicama ovih nivoa on je potreban zato što se kod njih vrši i manipulacija podacima na lokalnom nivou, pored upita i transakcija koji se odnose na podatke potčinjenih jedinica smeštenih na drugim računarima.

Jedino na računarima koji se nalaze u brigadama nema softvera PA. Razlog za to je što niže formacijske jedinice nisu uključene u sistem, pa brigada, gledajući sa te strane, nema potčinjene jedinice da bi joj trebao softver koji omogućava pristup njihovim podacima.

Svaki od softvera PP mora imati mogućnost autorizacije pristupa pojedinim delovima baza na svakoj pojedinačnoj strani sistema. Ta autorizacija se ogleda u određivanju eksportne šeme koja određuje koji deo baze može biti dostupan određenoj klasi globalnih korisnika. Pomoću nje bi se onemogućilo komandi nekog korpusa da pristupa podacima onih brigada koje nisu u njegovom formacijskom sastavu, odnosno podacima armije, koja predstavlja njegovu pretpostavljenu jedinicu.

kopiju istog programa. Ti softveri imaju potpuno iste mogućnosti, nezavisno od računara na kojem su instalirani. Zbog ovih osobina softvera PA i PP, sistem je homogen sa određenim stepenom autonomije. Autonomija se ogleda u mogućnosti da se lokalne transakcije i upiti vezani za lokalne podatke mogu obaviti samo uz pomoć softvera PP, nezavisno od ostalih učesnika sistema.

Ovakva arhitektura sistema predstavlja neku vrstu federalnog sistema za upravljanje distribuiranim bazama podataka, jer svaki PP softver predstavlja nezavisan i autonomni centralizovan sistem za obradu podataka koji ima svoje lokalne korisnike i transakcije. Softver PA predstavlja interfejs između PP koji bi omogućavao pristup globalnim korisnicima podacima smeštenim u lokalnim bazama.

Sistem mora podržavati transparentnost obrade koja omogućuje globalnom korisniku da ne poznaje formacijsku strukturu svake jedinice.

Pored arhitekture sistema za distribuiranu obradu podataka, vrlo je važno dobro izvršiti fragmentaciju baze. Za bazu u vojnoj organizaciji potrebno je izvršiti fragmentaciju, tako

da se na jednom čvoru nalaze zapisi čije su vrednosti atributa vezane za tu stranu. Tako će se omogućiti nezavisnost baze na svakom od čvorova, a samim tim i nezavisnost u radu u odnosu na ostale čvorove.

Zaključak

Pojavom personalnih računara i računarskih mreža, centralizovani sistemi za obradu podataka gube na značaju. Sve više se koriste sistemi za distribuiranu obradu podataka koji imaju niz prednosti u odnosu na centralizovane sisteme. Osnovna razlika između centralizovanih i distribuiranih sistema, što se hardvera tiče, jeste što distribuirani sistem ima više nezavisnih računara, međusobno povezanih preko komunikacione mreže.

Upotrebom tehnika fragmentacije baze podataka dobijaju se manje baze koje omogućavaju brži rad sa podacima. Replikacijom pojedinih delova baze na različite računare distribuiranog sistema dobija se na povećanoj raspoloživosti i pouzdanosti sistema.

Zbog svih svojih dobrih karakteristika, sistem za distribuiranu obradu podataka pogodan je za obradu podataka u vojsci. Upotrebom distribuiranog sistema postiže se bolja ažurnost podataka i omogućava brži pristup sa svih hijerarhijskih nivoa.

Pored dobrih karakteristika, ovakav sistem, korišćenjem personalnih računara i kao front-end i kao back-end mašine, svojom cenom bi mogao da bude veoma primamljiv vojnoj organizaciji.

Iako je poznato da u savremenim armijama informaciona podrška postoji na nivou taktičke jedinice (bataljona), opisani sistem se zaustavlja na nivou brigade, pre svega, zbog finansijskih ograničenja. To ne znači da se on ne može proširiti i na niže jedinice. Naprotiv, uz pravilno definisanu bazu podataka i dobro urađenom fragmentacijom, sistem se vrlo lako može spustiti i na nivo osnovne jedinice. Ipak, osnovni problem ovog sistema, koji zahteva dosta pažljivog rada, jeste zaštita podataka u toku prenosa.

Literatura:

- [1] Stajčić, D., Blinski, P.: Računarske telekomunikacije i mreže, Tehnička knjiga, 1991.
- [2] Bright, M. W., Hurson, A. R., Simin, H. Pakzard.: 'A Taxonomy and Current Issues in Multidatabase Systems', COMPUTER mart 1992.
- [3] Ceri, S., Pelagatti, G.: Distributed Databases, Principles and Systems, McGraw-Hill, New York, 1984.
- [4] Motro, A.: Superviews, Virtual Integration of Multiple Databases, IEEE Trans. Software Eng., Vol. 13, No. 7, Juli 1987.
- [5] Gavish, B., Pirkul, H.: Computer and Database Location in Distributed Computer Systems, IEEE Transaction on Computers, Vol. C-35, No 7, Juli 1986.
- [6] Coffan, E. G., Gelenbe, J. E., Plateau, B.: Optimization of the number of copies in distributed database, IEEE Trans. Software Eng., Vol. SE-7, 1981.

Mr Branislav Todorović,
dipl. inž.

Dr Milan Šunjevarić,
pukovnik, dipl. inž.
Vojnotehnički institut VJ,
Beograd

PRINCIPI TELEVIZIJE

UDC: 621.327.13.001

Rezime:

U ovom radu razmatrani su principi prenosa nepokretne i pokretne slike (faksimil i televizija), analiziran je televizijski signal u vremenskom i frekvencijskom domenu, a zatim su obrađeni principi kolorimetrije. Ukratko su prikazani osnovni televizijski sistemi za prenos slike u boji (NTSC, PAL i SECAM), kao i različite vrste televizijskog prenosa (radio-difuzni, kablovski, satelitski).

Ključne reči: televizija, televizija u boji, vrste televizijskog prenosa.

TELEVISION PRINCIPLES

Summary:

The principles of image transmission (fax) and television are discussed and the analysis of the TV signal in time and frequency domain is followed by colorimetry principles. The basic color TV systems (NTSC, PAL and SECAM) are briefly presented as well as different types of TV transmission (radio broadcasting, cable, satellite).

Key words: television, color television, types of TV transmission.

Uvod

Prenos slike (nepokretne ili pokretne) na daljinu predstavlja važan faktor efikasnog rada, učenja i zabave savremenog čoveka.

Prvi prenos pokretne crno-bele slike izvršen je 1927. godine između Njujorka i Vašingtona. Pri prenosu crno-bele slike prenosi se samo informacija o osvetljaju. Raspoznavanje pojedinih detalja po osvetljaju je moguće, jer postoji razlika u količini svetlosti koja se od njih reflektuje ka posmatraču: svetliji detalji reflektuju veću količinu svetlosti, a tamniji manju. Informaciju o različitim vrednostima osvetljaja čovečije oko vidi kao nijanse sivog u crno-belju slici.

Televizija je prenošenje informacije o pokretnoj slici sa jednog mesta na drugo putem elektromagnetskih talasa ili kablovskom vezom. Ova reč je kovanica grčke reči $\tau\eta\lambda\epsilon$ (daleko, na daljinu) i latinske reči *visio* (viđenje, gledanje). Eksperimentalno emitovanje crno-belog televizijskog programa počelo je krajem dvadesetih godina u Sjedinjenim Američkim Državama (1927. godine General Electric Company — GEC i 1928. godine Radio Corporation of America — RCA). Sve do Drugog svetskog rata u SAD je emitovan televizijski signal sa 441 analizatorskom linijom i 60 poluslika u sekundi. U Velikoj Britaniji je korišćen sistem sa 405 linija i 50 poluslika. Novi američki standard sa 525 linija, koji

je i do danas zadržan, usvojen je početkom 1941. godine. U Velikoj Britaniji se sistem sa 405 linija zadržao i jedno vreme posle Drugog svetskog rata, dok je u Francuskoj dugo korišćen sistem sa 819 linija. Ostale evropske zemlje, koje su kasnije prišle uvođenju televizije, prihvatile su odmah sistem sa 625 linija i 50 poluslika. Kod televizije visoke rezolucije (High Definition Television — HDTV) najčešće se koristi 2000 linija.

Da bi se ostvario prenos slike u boji na daljinu potrebno je, pored informacije o osvetljaju, prenositi i informacije o boji i njenom zasićenju. Prvi prenos televizijske slike u boji realizovao je američki istraživač P. Goldmark iz firme CBS 1940. godine, a prenos televizijske slike u boji, koji je bio kompatibilan sa postojećom crno-belom televizijom, izvršen je 1946. godine u američkoj kompaniji RCA. Narednih nekoliko godina obeležava intenzivan rad na razvoju i eksperimentalnoj proveri više televizijskih sistema za prenos slike u boji. Konačno, 1953. godine američki Nacionalni komitet za televizijski sistem usvojio je sistem televizije koji se i danas koristi u SAD pod imenom NTSC. Krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina u Evropi su razvijena dva nova sistema: PAL i SECAM.

Ovaj rad predstavlja pokušaj da se na sažet, ali sveobuhvatan, način širok krug čitalaca upozna sa principima televizije.

Prenos slike

Optičko-električnom analizom slike stvara se signal slike čiji vremenski oblik i spektar zavise kako od same slike, tako i od postupka analize. Nepokretne, »mirne« slike obično se prenose relativno sporim postupkom fototelegrafije, a pokretne, »žive« slike prenose se brzim televizijskim postupcima. Prenos pokretnih, ali relativno sporopromenljivih videotelefonskih sli-

ka je posebna grana televizijske tehnike. U zavisnosti od tehnike prenosa, signalu slike se dodaju odgovarajući signali za sinhronizaciju koji sačinjavaju video-signal.

Prenos nepokretne slike

Posebna tehnika u telekomunikacijama, koja služi za prenos nepokretne slike, naziva se fototelegrafija ili faksimil. Zasniva se na principu da se bilo kakva slika može unapred zadatom tačnošću predstaviti kao skup diskretnih elementarnih površina. Jedan element slike naziva se piksel ili pel (engl. picture element). Kada se gustina piksela povećava iznad određene granice, vizuelni sistem prestaje da ih vidi kao odvojene elemente. Svaki element slike ima konstantnu nijansu boje u spektru i konstantan osvetlaj od belog preko sivog do crnog. Apsorpciona moć ovakvih površina je različita: jedni će više, a drugi manje reflektovati svetlost kojom su osvetljeni. Pomoću optičko-električnog pretvarača na predajnoj strani vrši se konverzija reflektovane svetlosti u električni signal. Na prijemnoj strani, pomoću električno-optičkog pretvarača, vrši se konverzija električnog signala u osvetlaj.

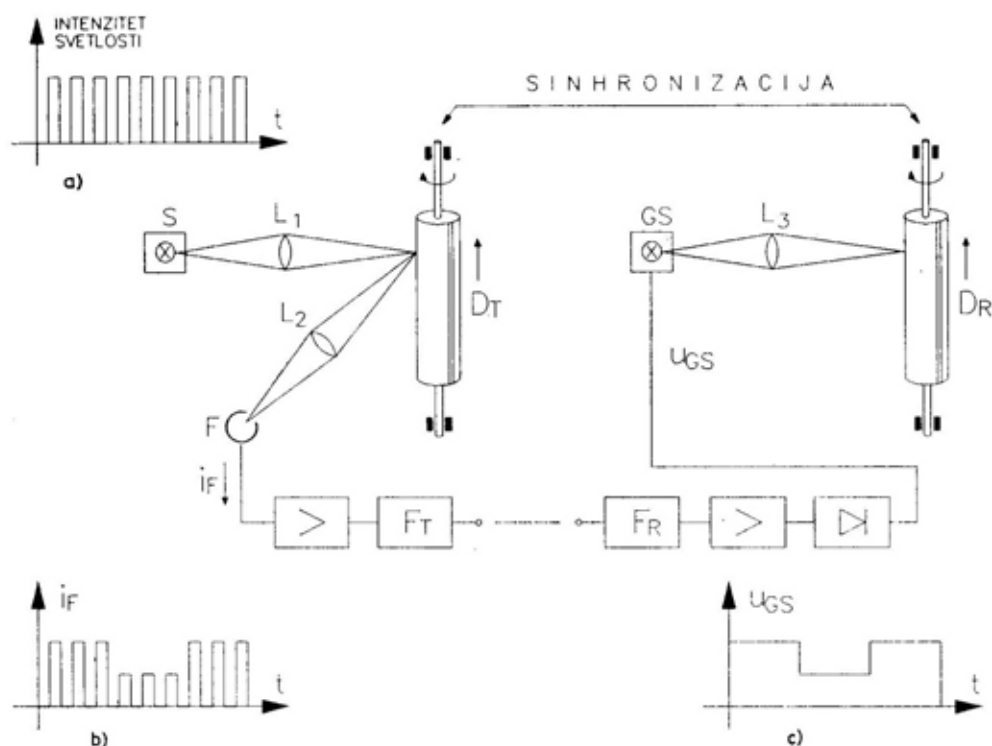
Na slici 1 šematski je prikazan princip fototelegrafije kada se prenosi crno-bela slika.

Slika koju treba preneti obmotava se oko valjka D_T koji je smešten u tamnu komoru. Kroz jedan mali otvor, pomoću sistema sočiva L_1 , usmerava se snop svetlosti sijalice S na sliku. Intenzitet svetlosnog snopa je impulsnog oblika i prikazan je na slici 1a. Valjak D_T ima dvostruko kretanje: okreće se oko svoje ose i istovremeno se pomera aksijalno naviše. Na taj način svetlosni snop na njemu ispisuje helikoidu. Od svakog elementa slike koji je impulsno osvetljen reflektuje se određeni deo svetlosnog snopa. Njegov intenzitet je srazmeran moći refleksije osvetljene elementarne povr-

šine. Reflektovana svetlost se sistemom sočiva L_2 usmerava na optičko-električni pretvarač, fotoćeliju F . Struja na izlazu iz fotoćelije srazmerna je intenzitetu reflektovane svetlosti, i prikazana je na slici 1b. Ovaj signal se pojačava, filtrira, a zatim šalje na liniju veze. Na mestu prijema signal se filtrira, pojačava i detektuje. Talasni oblik napona detektovanog signala prikazan je na

la. Što je broj elementarnih površina veći, reprodukcija je bolja. Smatra se da je reprodukcija zadovoljavajućeg kvaliteta ukoliko snop svetlosti prilikom analize slike opiše između 20 i 40 linija po cm.

Standardni prečnik fototelegrafskog valjka je $D = 88 \text{ mm}$, a standardni broj obrtaja valjka je $n = 150 \text{ ob/min}$. U ovom slučaju ekvivalentna »li-



Sl. 1 — Princip fototelegrafije

slici 1c. Ovaj signal napaja gasnu sijalicu GS . Intenzitet svetlosti koju ona daje srazmeran je detektovanom naponu. Sistemom sočiva L_3 osvetljava se fotografska hartija i na taj način dobija prenošena slika. Ovako dobijena slika predstavlja negativ. Standardnim fotografskim postupkom može se dobiti pozitiv.

Može se zaključiti da preneti slika nije potpuno verna kopija origina-

nijska učestanost» helikoide iznosi $f_1 = n/60 = 2,5 \text{ Hz}$. Ako analizatorski mlaz ima prečnik od oko $0,2 \text{ mm}$, onda fototelegrafski signal približno zauzima sledeći frekventni opseg:

$$B_{ft} = (1 \text{ do } 1800) \text{ Hz} \quad (1)$$

Prema tome, na osnovu prethodnog izraza može se zaključiti da se fototelegrafski signal može prenositi kroz jedan standardni telefonski kanal.

Prenos pokretne slike

Razumevanje osnovnog principa prenosa nepokretne crno-bele slike omogućava razumevanje postupaka koji se koriste u prenosu pokretne slike. Drugi bitan faktor za razumevanje prenosa pokretne crno-bele slike je postojanje efekta perzistencije viđenja. Naime, kada oko primi neki svetlosni impuls, on se optičkim nervom dovede do mozga i čovek postaje svestan onoga što se desilo. Po prekidu trajanja impulsa, ovaj utisak o prisutnosti svetla postoji još približno $1/24$ s. Zahvaljujući ovoj inerciji, stvorena je mogućnost za razvoj prenosa pokretne slike — filma i televizije. Ako se u intervalu koji je kraći ili jednak $1/24$ s pojavi nova slika, i tako redom, svi ti pojedinačni utisci se spajaju u jedan utisak, kao da se gleda »živa« scena.

Prvi filmovi koji su nastali pre skoro jednog veka realizovani su sa 24 slike u sekundi. Svetlost koja je služila za projektovanje osvetljavala je u vrlo kratkom vremenskom intervalu svaku sliku po jednom, a zatim se gasila sve do pojave nove slike. Na ovim filmovima zapažen je efekat treperenja koji se ogleda u neprekidnoj fluktuaciji intenziteta reflektovane svetlosti sa platna. Naime, utisak o prisustvu svetlosti je najjači u trenutku osvetljavanja slike, a zatim vremenom opada. Sledeća projektovana slika stvara utisak jačeg osvetljaja. Usled toga gledalac ima utisak da slika treperi. Ova pojava ne smeta stvaranju utiska o odvijanju »žive« scene, ali nije prijatna za gledaoca. Taj efekat je u filmu jednostavno rešen tako što se svaka slika osvetli dva puta. Drugim rečima, svetlost se prekida 2 puta po slici, odnosno 48 puta u sekundi.

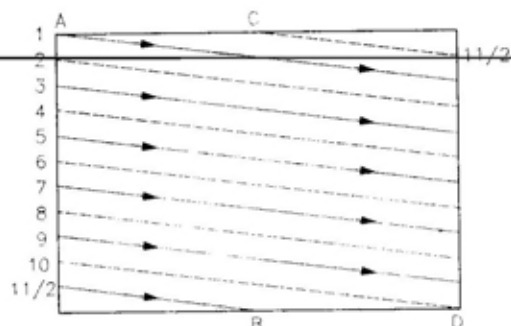
Ova osobina ljudskog oka omogućila je iznalaženje praktičnih rešenja za televiziju. Usvojeno je da se pred očima gledalaca pojavi ukupno 25 slika u sekundi. Pored toga, uočeno je da je zahvaljujući inerciji oka sasvim svedjedno da li se pojavi svaka slika kao

celina ili se svaka od njih postepeno iscertava linija po linija, ali tako da ima ukupno 25 slika u sekundi. Oko neće primetiti razliku. Drugim rečima, ako se ubrza fototelegrafija, stvorena je principijelna mogućnost za prenos pokretne slike. Da bi slika bila dovoljno fina, smatra se da je potrebno da se raščlani na oko 400 000 elementarnih površina. Pod uslovom da ima ukupno 25 slika u sekundi potrebno je preneti 10 000 000 različitih osvetljaja u sekundi. Tako veliku brzinu prenosa omogućio je razvoj savremene tehnologije.

Postupak prenosa pokretne slike lakše je objasniti ukoliko se krene od sinteze slike. Da bi se izvršila sinteza slike potrebno je imati električni signal koji je nastao analizom elementarnih površina slike koja se želi preneti. Sinteza se vrši pomoću katodne cevi koja predstavlja električno-optički pretvarač. Elektronski mlaz katodne cevi ima dvojako kretanje, poput kretanja pogleda kada čitamo tekst u knjizi: polako sleva nadesno, pa brzo natrag i vertikalno nadole u sledeći red. Jedina razlika je u tome što elektronski mlaz sleva nadesno ne ide horizontalno već blago nagnuto nadole. Na slici 2 prikazano je ovo kretanje, pod pretpostavkom da televizajska slika ima ukupno 11 linija. Elektronski mlaz ide najpre po neparnim linijama, koje su na ovoj slici označene punom linijom, a zatim se vraća u sredinu vrha slike i nastavlja svoje kretanje po parnim linijama, koje su označene isprekidanom linijom. Neparne linije predstavljaju jednu polusliku, a parne linije drugu. Dakle, jedna slika se sastoji od dve poluslike, što znači da u jednoj sekundi ima ukupno 50 poluslika. Ovim načinom sinteze slike izbegnut je efekat treperenja.

Postupak nastajanja slike vrlo je jednostavan. Ekran katodne cevi, koji je premazan fluorescentnim slojem, ima osobinu da na svojoj elementarnoj površini na koju pada elektronski mlaz daje svetliju ili tamniju tačku srazmerno intenzitetu elektronskog mlaza.

S obzirom na to da je ovaj mlaz promenljivog intenziteta i da ima kompleksno kretanje prikazano na slici 2,



Sl. 2 — Putanja elektronskog mlaza po ekranu

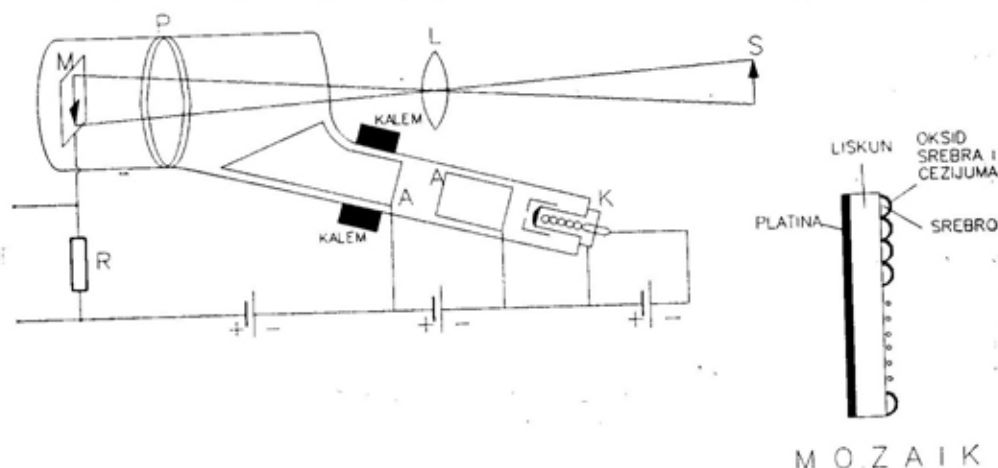
u toku svog kretanja on stvara sliku na ekranu.

Postupak analize slike koji ima za cilj da se ona pretvori u električni signal znatno je složeniji. U njemu je po-

ovih cevi, ali su principi na kojima se zasniva njihov rad zajednički. Na slici 3 prikazana je cev za analizu slike koja se naziva ikonoskop, i koju je Zworykin konstruisao 1928. godine.

U vratu ikonoskopa nalazi se katoda K i sistem za fokusiranje elektronskog mlaza sastavljen od anoda A. Dva para kaleмова služe za upravljanje horizontalnim i vertikalnim kretanjem elektronskog mlaza. To kretanje je identično kretanju elektronskog mlaza u prijemniku, koje je prikazano na slici 2.

Najvažniji deo ikonoskopa je mozaik M. To je ravna ploča od liskuna koja je sa jedne strane prevučena platinom i vezana na otpornik R. Druga strana ove ploče je prekrivena zrcima srebra i cesijuma. Na taj način zrnca su međusobno izolovana. Zbog svoje zrnaste strukture ovaj deo ikonoskopa se naziva mozaik. Zahvaljujući svom sastavu zrnca imaju fotoelektrične osobine. Svako zrnce predstavlja kato-



Sl. 3 — Cev za analizu slike

trebno ostvariti korespondenciju između osvetljaja elementarnih površina slike i neke električne veličine. Postupak analize slike obavlja se u televizijskim kamerama. Njihov glavni deo je cev za analizu slike. Postoji više tipova

du elementarne foto-ćelije. Sloj platine sa druge strane liskunske ploče je njihova zajednička anoda.

Postupak analize slike koju treba preneti sprovodi se tako što se slika S projektuje sistemom sočiva L na mo-

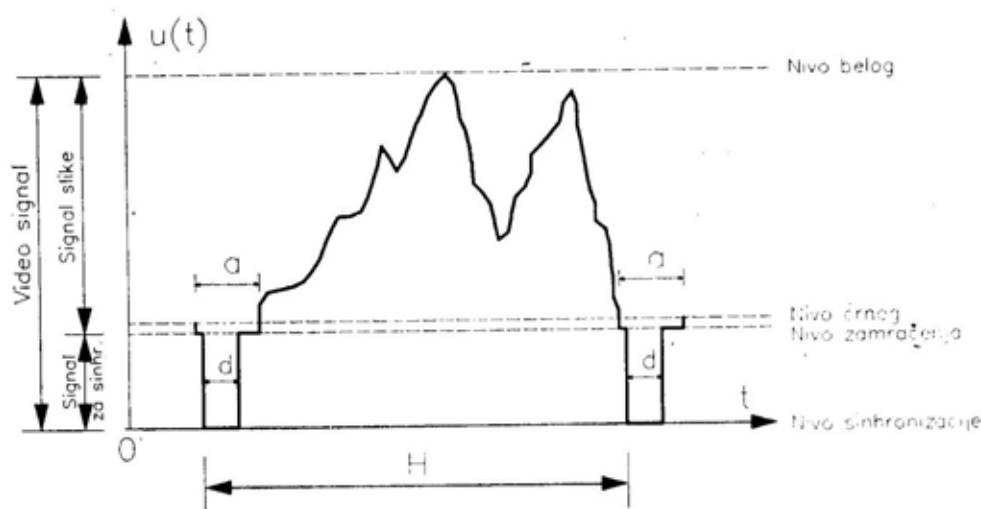
zaik M. Svako zrnce mozaika koje platinjskim slojem obrazuje elementarni kondenzator emituje manji ili veći broj elektrona, srazmerno intenzitetu svetlosti koja na njega pada. Kolektorski prsten P ima zadatak da privuče ove elektrone. S obzirom na to da su zrnca emitovala određeni broj elektrona, na krajevima elementarnih kondenzatora stvara se potencijalna razlika. Rasporeda ovih potencijalnih razlika po mozaiku veran je odraz prenošene slike. Kada elektronski mlaz u procesu analize mozaika udari u pojedino zrnce, on mu dodaje onoliko elektrona koliko mu nedostaje. Na taj način se potencijalna razlika elementarnog kondenzatora izjednačava sa nulom, što se manifestuje u protoku struje sa platinjskog sloja kroz otpornik R. Napon na ovom otporniku predstavlja električni signal nastao optičko-električnom konverzijom.

Kao i kod prenosa nepokretne slike i ovde je pitanje sinhronog kretanja elektronskog mlaza na mestu snimanja i mestu prijema slike od prvorazrednog značaja. Zbog toga se, pored signala slike, sa mesta snimanja moraju prenositi posebni, sinhronizacioni signali.

Televizijski signal

Pri prenosu pokretne ili nepokretne slike, talasni oblik signala zavisi od dva faktora. Prvi od njih je sama kompozicija originala slike. Tu kompoziciju u crno-belju slici definiše određena kombinacija elementarnih površina slike od kojih svaka može da ima bilo koju nijansu od belog do crnog. Drugi faktor, koji direktno utiče na talasni oblik signala, određen je izborom samog sistema transformacije osvetljava elementarnih površina slike u intenzitete signala. Ova transformacija izvodi se pomoću optičko-električnih pretvarača koji vrše analizu slike na opisani način. Talasni oblik signala zavisice od izabranog puta po kome elektronski mlaz analizira fine detalje slike.

Standardni oblik televizijskog signala prikazan je na slici 4. Ceo talasni oblik naziva se video signal i ima dva karakteristična dela: signal slike i signal za sinhronizaciju. Signal slike je električni ekvivalent prenošene poruke nastao analizom originala. Sinhronizacioni signal obezbeđuje sinhrono kretanje elektronskog mlaza prilikom analize originala na predajnoj strani i



Sl. 4 — Standardni oblik televizijskog signala

mlaza kojim se vrši sinteza slike na prijemnoj strani.

Signal na slici 4 odgovara analizi jedne linije originala, pri čemu je sa H označeno ukupno trajanje jedne linije. U televizijskom signalu razlikuju se nivo crnog i nivo zamračenja. Nivo zamračenja odgovara »crnjem od crnog«. On služi da se mlaz potpuno ugasi prilikom njegovog vraćanja zdesna nalevo u vremenskom intervalu od završetka jedne linije do početka analize druge. To zamračenje naziva se impuls zamračenja, a njegovo trajanje (a) je nešto duže od sinhronizacionog signala ($a > d$) kome impuls zamračenja služi kao postolje.

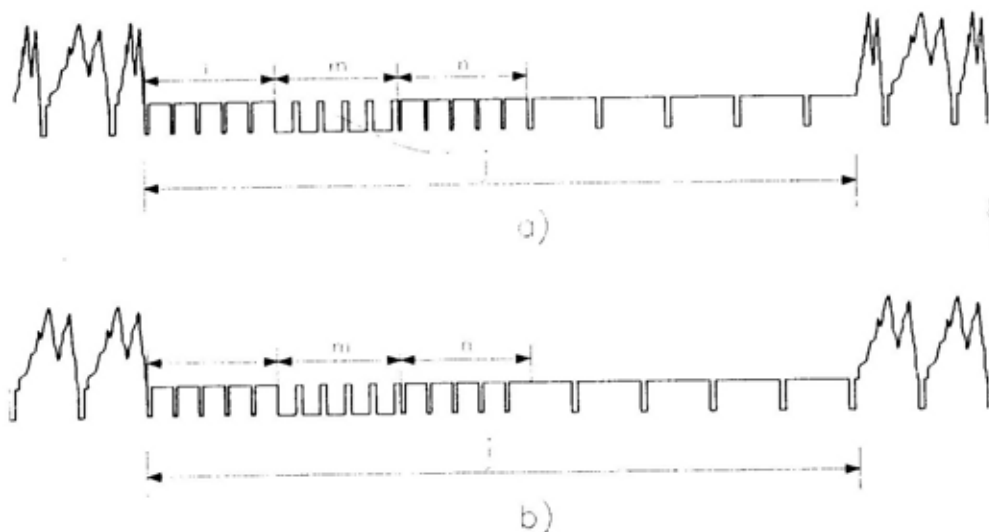
Postoje dve vrste signala za sinhronizaciju. To su signali koji služe za sinhronizaciju horizontalnog skretanja mlaza i signali za sinhronizaciju njegovog vertikalnog skretanja. Signali za horizontalnu sinhronizaciju nazivaju se i signalima za sinhronizaciju linija. Dva takva uzastopna signala prikazana su na slici 4. S obzirom na to da se danas u televizijskom prenosu primenjuje isključivo analiza sa proredom, signali za vertikalnu sinhronizaciju nazivaju se i signalima za sinhronizaciju

poluslika. Drugim rečima, kada elektronski mlaz pri analizi stigne na dno slike, u njenu sredinu kod neparnih linija ili na kraj kod parnih, on se gasi sve do trenutka kada se pojavi na sredini vrha slike u slučaju neparnih linija ili na njenom početku u slučaju parnih linija. U tom vremenskom intervalu šalju se signali za sinhronizaciju poluslika. Oni su prikazani na slici 5a, za slučaj kada se radi o prelasku sa neparne na parnu polusliku, a na slici 5b, za slučaj kada se radi o prelasku sa parne na neparnu polusliku.

Na osnovu slike 5 može se zaključiti da ukupno trajanje signala za sinhronizaciju poluslika iznosi j , bez obzira na to da li se radi o prelasku sa neparne na parnu polusliku ili obratno. Trajanje ovog signala iznosi:

$$j = (18 \text{ do } 25) H + 12 \mu\text{s} \quad (2)$$

Signal za sinhronizaciju poluslika sastoji se od četiri karakteristična dela. Deo čije je trajanje označeno sa m predstavlja signale za vertikalnu sinhronizaciju. Ispred njih u vremenu l i iza njih u vremenu n nalazi se po pet impulsa za izjednačavanje. Impulsi za izjednačavanje služe da se održi pro-



Sl. 5 — Signali za sinhronizaciju poluslika

red u analizi. Naime, završetak neparne poluslike nije identičan sa završetkom parne, tako da je ovu razliku potrebno ujednačiti. To se ostvaruje povorkom ovih impulsa. Trajanje svake pojedine grupe ovih impulsa je jednako i iznosi $l = m = n = 2,5 H$, što ukupno iznosi $7,5 H$. Po završetku druge grupe impulsa za izjednačavanje sledi povorka impulsa za horizontalnu sinhronizaciju, čije je ukupno trajanje $(10,5 \text{ do } 17,5) H + 12 \mu s$.

Spektar televizijskog signala

Da bi se odredio spektar signala crno-bele slike, potrebno je najpre razmotriti mehanizam njene elektrooptičke analize.

Neka je slika koju treba analizirati nepokretna i neka elektronski mlaz

gornjeg levog ugla do dna, a zatim ponovo istim putem. Neka ovakva analiza traje beskonačno dugo.

Cilj analize jeste da se u ovim uslovima pronade kakav je opšti oblik signala koji se dobija na izlazu optičko-električnog pretvarača. Sa matematičke tačke gledišta, ceo ovaj postupak je prilično složen. Međutim, on se može uprostiti, a da se pri tom ne izgubi ništa od opštosti zaključaka koji se dobijaju.

Umesto da se posmatra složeno kretanje analizatorskog mlaza, može se zamisliti da se on kreće neprekidno po jednoj pravoj liniji u ravni xOy u kojoj ima beskonačno mnogo analiziranih slika koje su poredane poput mozaika (slika 6).

Neka analiziranu sliku predstavlja pravougaonik sa krugom u njemu, a



Sl. 6 — Analiza nepokretne crno-bele slike

analizira njene detalje na opisan način. Dakle, neka elektronski mlaz ide po linijama sleva nadesno, polazeći od

analiza se vrši bez proreda, pri čemu je za analizu cele slike potrebno ukupno 11 linija. Neka je snop elektronskog mla-

za idealan, odnosno neka osvetljaj slike predstavlja jednu tačku. Osvetljaj jedne tačke date slike, na primer tačke M, na koju pada elektronski mlaz predstavlja funkciju koordinata x i y , i označava se sa $E(x, y)$.

Na osnovu slike 6 vidi se da je osvetljaj svih tačaka raspoređenih duž zamišljene horizontalne linije $y = y_1$, periodična funkcija po x sa periodom $2b$.

Prema tome, ta funkcija može da se napiše u obliku Furijeovog reda:

$$E(x, y_1) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} F_m(y_1) e^{j \frac{m\pi}{b} x} \quad (3)$$

U prethodnom izrazu član $e^{j \frac{m\pi}{b} x}$ opisuje prostoperiodični talasni oblik m -tog harmonika, a kompleksna veličina $F_m(y_1)$ njegovu amplitudu i fazni stav.

Osvetljaj duž linije $y = y_1 + 2h$ takođe je opisan izrazom (3), pošto je reč o istoj liniji analizirane slike. To važi za sve horizontalne linije na međusobnom rastojanju $2h$.

Prema tome, važi sledeća relacija:

$$\begin{aligned} E(x, y_1) &= E(x, y_1 + 2h) = \\ &= E(x, y_1 + 4h) = \dots \end{aligned} \quad (4)$$

Kako u izrazu (3) samo kompleksni spektar zavisi od y , važe sledeće relacije:

$$E(x, y_1 + 2h) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} F_m(y_1 + 2h) e^{j \frac{m\pi}{b} x}$$

$$E(x, y_1 + 4h) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} F_m(y_1 + 4h) e^{j \frac{m\pi}{b} x} \quad (5)$$

...

Može se zaključiti da je kompleksni spektar pod datim uslovima periodična funkcija po y , sa periodom visine slike $2h$. To znači da se on kao funkcija od y može napisati u obliku Furijeovog reda:

$$F_m(y) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{m,n} e^{j \frac{n\pi}{h} y} \quad (6)$$

Ako se izraz (6) uvrsti u izraz (3), dobija se analitički oblik za osvetljaj u bilo kojoj tački (x, y) :

$$E(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{m,n} e^{j\pi \left(\frac{m}{b} x + \frac{n}{h} y \right)} \quad (7)$$

Ovaj izraz za osvetljaj $E(x, y)$ predstavlja dvostruki Furijeov red.

Izraz (7) treba preurediti da bi bio podesniji za analizu. Prva suma može da se rastavi na tri člana, tako da izraz glasi:

$$\begin{aligned} E(x, y) &= \sum_{m=-\infty}^{-1} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{m,n} e^{j\pi \left(\frac{m}{b} x + \frac{n}{h} y \right)} + \\ &+ \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{m,n} e^{j\pi \left(\frac{m}{b} x + \frac{n}{h} y \right)} + \\ &+ \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{0,n} e^{j\pi \frac{n}{h} y} \end{aligned} \quad (8)$$

Ukoliko se negativne granice $m = -\infty$ i $n = -\infty$ zamene pozitivnim i promene znaci uz m i n , dobija se:

$$\begin{aligned} E(x, y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{-m,-n} e^{-j\pi \left(\frac{m}{b} x + \frac{n}{h} y \right)} + \\ &+ \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{m,n} e^{j\pi \left(\frac{m}{b} x + \frac{n}{h} y \right)} + \\ &+ \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{0,n} e^{j\pi \frac{n}{h} y} \end{aligned} \quad (9)$$

Kompleksni spektar može da se napiše u sledećem obliku:

$$F_{m,n} = |F_{m,n}| e^{j\theta_{m,n}} \quad (10)$$

Poznato je da kompleksni spektar $F_{-m,-n}$ predstavlja konjugovanu vrednost $F_{m,n}$, tako da je:

$$F_{-m,-n} = |F_{m,n}| e^{-j\theta_{m,n}} \quad (11)$$

Ako se izrazi (10) i (11) uvrste u izraz (9), s obzirom na to da osvetljaj predstavlja realnu funkciju, dobija se:

$$E(x,y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} 2 |F_{m,n}| \cdot \cos \left[\pi \left(\frac{m}{b} x + \frac{n}{h} y \right) + \Theta_{m,n} \right] + \sum_{n=-\infty}^{\infty} |F_{0,n}| \cos \left(\pi \frac{n}{h} y + \Theta_{0,n} \right) \quad (12)$$

Ukoliko se uvedu oznake:

$$C_{m,n} = 2 |F_{m,n}| \quad \text{za } m \neq 0 \quad (13)$$

$$C_{0,n} = |F_{0,n}| \quad \text{za } m = 0$$

izraz za osvetljaj se može napisati u sledećem obliku:

$$E(x,y) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_{m,n} \cdot \cos \left[\pi \left(\frac{m}{b} x + \frac{n}{h} y \right) + \Theta_{m,n} \right] \quad (14)$$

Dobijena relacija predstavlja definitivni analitički oblik koji omogućava da se odredi osvetljaj u bilo kojoj tački x i y ravni. Kao što se vidi, osvetljaj se može izraziti beskonačnom sumom kosinusa čiji su karakteristični parametri m i n .

Da bi se dobio električni signal kao rezultat analize slike, potrebno je raspolagati odgovarajućim optičko-električnim pretvaračem. Ukoliko je ovaj pretvarač idealan, na njegovom izlazu se dobija struja koja je direktno proporcionalna osvetljaju. Dakle,

$$i = KE(x,y) \quad K = \text{const.} \quad (15)$$

U procesu analize slike, analizatorski mlaz se kreće konstantnom brzinom v koja se može razložiti na svoje komponente v_x duž x — ose i v_y duž y — ose. U nekom trenutku t koordinate spota analizatorskog mlaza mogu se opisati izrazima:

$$x = v_x t \quad (16)$$

$$y = v_y t \quad (17)$$

Ako se ove vrednosti uvrste u relaciju (14), a dobijeni rezultat uvrsti u relaciju (15), dobija se sledeći izraz:

$$i = K \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_{m,n} \cdot \cos \left[\pi \left(\frac{mv_x}{b} + \frac{nv_y}{h} \right) t + \Theta_{m,n} \right] \quad (18)$$

Na osnovu izraza za struju na izlazu optičko-električnog pretvarača može se izvesti nekoliko zaključaka. Prvo, ova struja zavisi od vremena. Drugo, određena je beskonačnom sumom prostoperiodičnih signala čija trenutna učestanost iznosi:

$$f_{m,n} = \frac{mv_x}{2b} + \frac{nv_y}{2h} \quad (19)$$

Na osnovu prethodnog izraza može se zaključiti da je spektar diskretnog karaktera. Svaka komponenta je određena parom brojeva m i n , koji imaju vrednosti $m = 0, 1, 2, \dots$ i $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Amplituda svake komponente određena je sa $C_{m,n}$, a fazni stav sa $\Theta_{m,n}$. Ove veličine zavise od kompozicije analizirane slike.

Ako je ukupan broj linija po slici N , a ukupan broj analiziranih slika u jednoj sekundi f_s , onda je ukupan broj analiziranih linija u jednoj sekundi:

$$f_l = N f_s \quad (20)$$

Kako vreme trajanja jedne linije iznosi $1/f_l$, imajući u vidu relaciju (16), može se napisati:

$$2b = v_x \frac{1}{f_l} \quad (21)$$

odakle se može odrediti učestanost linije:

$$f_l = \frac{v_x}{2b} \quad (22)$$

Na sličan način može se odrediti i učestanost slike. S obzirom na to da analiza jedne slike traje $1/f_s$, na osnovu relacije (17) može se napisati:

$$2h = v_v \frac{1}{f_s} \quad (23)$$

odakle se može odrediti učestanost slike:

$$f_s = \frac{v_v}{2h} \quad (24)$$

Ako se zamene izrazi (21) i (23) u (19), dobija se učestanost m, n signala:

$$f_{m,n} = mf_1 + nf_s \quad (25)$$

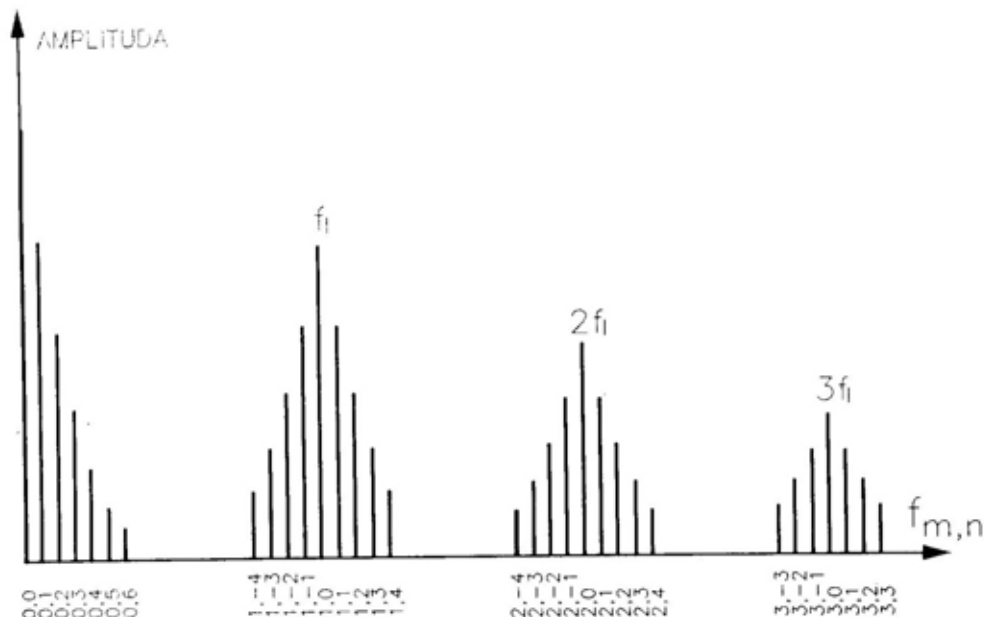
Opšti oblik spektra signala prikazan je na slici 7. Vidi se da su u spektru karakteristične one komponente či-

Amplitude komponenata čije su učestanosti mf_1 opadaju sa porastom vrednosti m . Isto važi i za amplitude satelitskih komponenata koje, takođe, opadaju sa porastom vrednosti m i n . Zbog toga na slici 7 i nisu nacrtane sve satelitske komponente, jer su suviše male. Teorijski gledano, satelitske komponente se protežu u opsegu učestanosti od 0 do ∞ , tako da se komponente koje pripadaju grupama $0, f_1, 2f_1, \dots$ međusobno poklapaju.

Zamenom relacije (20) u (25) dobija se:

$$f_{m,n} = f_s (mN + n) \quad (26)$$

U televizijskom sistemu sa 625 linija i 25 slika u sekundi, u slučaju analize bez proreda, učestanosti dve susedne satelitske komponente sa slike 7 razlikuju se za 25 Hz.



Slika 7 — Spektar signala nastalog analizom nepokretne crno-bele slike

je su učestanosti ravne multiplima učestanosti linije f_1 . Oko svake od njih postoje satelitske komponente, pri čemu razlika učestanosti dve susedne komponente iznosi f_s .

U slučaju analize sa proredom, analiza se obavlja duž prave koja je nacrtana isprekidanom linijom na slici 6. U ovom slučaju brzina kretanja mlaza

duž y — ose je dva puta veća, pa učestanost $f_{m,n}$ iznosi:

$$f_{m,n} = mf_1 + 2nf_s \quad (27)$$

Izraz koji odgovara relaciji (26), u slučaju analize sa proredom, iznosi:

$$f_{m,n} = f_s (mN + 2n) \quad (28)$$

Prema tome, spektar će u ovom slučaju izgledati kao na slici 7, samo će razlika učestanosti dve susedne satelitske komponente iznositi $2f_s$, odnosno 50 Hz.

Pri analizi standardnom televizijskom tehnikom u Evropi, uzima se $N = 625$ linija po slici, pri čemu je učestanost pojavljivanja slika $f_s = 25$ Hz. Na osnovu relacije (20) može se odrediti učestanost pojavljivanja linija $f_1 = 15625$ Hz, odnosno trajanje jedne linije $H = 64 \mu s$. U američkom sistemu je $N = 525$ i $f_s = 30$ Hz, pa je $f_1 = 15750$ Hz, odnosno $H = 63,5 \mu s$.

Da bi se preklapile dve satelitske spektralne komponente koje pripadaju dvema susednim grupama oko mf_1 i $(m+1)f_1$, treba da bude zadovoljen uslov:

$$mN + 2n = (m+1)N + 2n' \quad (29)$$

odnosno:

$$n - n' = \frac{1}{2} N \quad (30)$$

Ako je, na primer, reč o sistemu sa $N = 625$ linija, onda proističe da je rang harmonika n za 312 veći od ranga harmonika n' koji pripada susednoj grupaciji.

Na osnovu relacije (30) može se zaključiti da broj analizatorskih linija direktno određuje vertikalnu rezoluciju slike.

Na kraju, postavlja se pitanje: kolika je maksimalna učestanost u spektru signala koju treba preneti da bi reprodukcija slike bila prihvatljivog kvaliteta. Odgovor na ovo pitanje za-

visi od tražene rezolucije. Ukoliko se slika sastoji od $N = 625$ linija, a učestanost pojavljivanja linija je $f_1 = 15625$ Hz, može se zaključiti da je maksimalna učestanost koju treba preneti $f_{max} = 625 \cdot 15625 \cong 9,77$ MHz. Ovaj rezultat uzima u obzir samo horizontalnu rezoluciju. Ukoliko se u obzir uzme i vertikalna rezolucija, potrebna širina spektra se dodatno smanjuje.

Rezolucija

Rezolucija nekog sistema za reprodukciju slike predstavlja njegovu moć u predstavljanju detalja. Ona se obično meri maksimalnim brojem ispravno reprodukovanih crnih i belih linija naizmenično poređanih jedna uz drugu na određenoj dužini uzetoj normalno na ove linije.

U televizijskoj slici razlikuju se horizontalna i vertikalna rezolucija.

Vertikalna rezolucija predstavljena je ukupnim brojem horizontalnih crnih i belih linija koje su naizmenično poređane jedna ispod druge po celoj visini slike i mogu se uspešno reprodukovati. Najveća teorijska vrednost vertikalne rezolucije r_v je jednaka ukupnom broju linija slike. U praksi, vertikalna rezolucija je uvek manja od ovog broja, za šta postoje dva razloga.

Prvo, za vreme zamračenja mlaza pri prelasku sa jedne na drugu polusliku gubi se između 18 i 25 analizatorskih linija. Prema tome, za celu sliku gubi se ukupno 2 (18 do 25) linija, pa ukupan broj aktivnih linija iznosi:

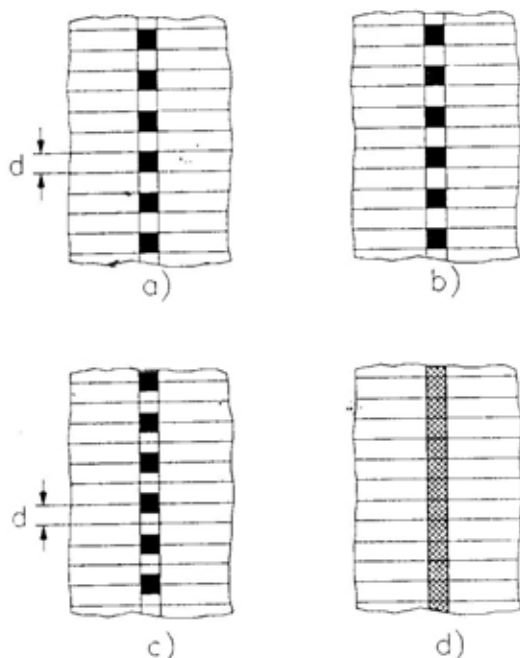
$$N_a = N - 2(18 \text{ do } 25) \quad (31)$$

Faktor aktivnih linija definiše se na sledeći način:

$$k_v = \frac{N_a}{N} \quad (32)$$

Drugo, zbog konačnih dinenzija analizatorskog mlaza gubi se određeni

broj linija, što se može objasniti pomoću slike 8.



Sl. 8 a i c — Analizirane slike, b i d — Reprodotkovane slike

Neka je prečnik analizatorskog mlaza d . Ako su crni i beli detalji slike poređani na originalu kao na slici 8a, i ako je njihova dimenzija po vertikali takođe d , pod uslovom da svaka analizatorska linija prelazi preko jednog takvog elementa dobijamo vernu reprodukciju koja je prikazana na slici 8b. S druge strane, ako svaka analizatorska linija prolazi u analizi slike tako da zahvata pola crnog i pola belog elementa, kao što je prikazano na slici 8c, dobiće se reprodukcija kao na slici 8d. To je uniformno siva vertikalna traka. U prvom slučaju, vertikalna rezolucija je jednaka ukupnom broju linija, a u drugom je jednaka nuli.

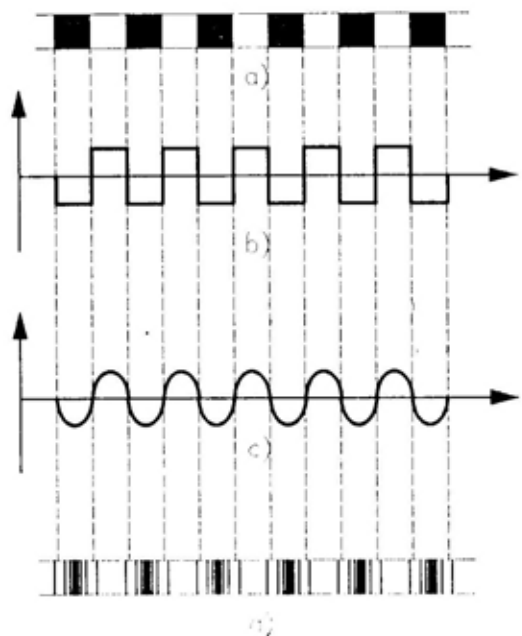
U praksi su elementi slike poređani potpuno slučajno. Zbog toga se ukupan broj verno reprodukovanih elemenata u vertikalnom pravcu nalazi između

du nule i ukupnog broja linija. Eksperimentalna i teorijska ispitivanja su pokazala da se oko 70% elemenata slike duž njene vertikalne dimenzije može uspešno reprodukovati. Drugim rečima, faktor vertikalne rezolucije iznosi $k \cong 0,7$.

Prema tome, vertikalna rezolucija je:

$$r_v = k_v k_N \quad (33)$$

Horizontalna rezolucija jednaka je broju verno reprodukovanih crnih i belih elemenata duž jedne analizatorske linije, na dužini koja odgovara vi-



Sl. 9 a — Detalj analizirane slike, b — Signal koji bi se dobio da je analizatorski mlaz beskonačno uzak, c — Signal koji se dobije kada analizatorski mlaz ima konačne dimenzije, d — Reprodotkovani detalj slike kada analizatorski mlaz ima konačne dimenzije.

sini slike. Ova dužina usvojena je za referentnu pri definisanju kako vertikalne tako i horizontalne rezolucije.

Na slici 9a prikazan je deo slike sastavljen od naizmenično poređanih

crnih i belih elemenata duž jedne linije. Kada bi analizatorski mlaz bio beskonačno uzak, optičko-električnom transformacijom generalisala bi se struja čiji je talasni oblik prikazan na slici 9b. S obzirom na to analizatorski mlaz ima konačne dimenzije, generisana struja ima oblik koji je prikazan na slici 9c. Posle električno-optičke reprodukcije ovog signala dobija se slika koja je prikazana na slici 9d.

Trajanje jedne linije iznosi:

$$\frac{1}{f_l} = \frac{1}{Nf_s} \quad (34)$$

Pri povratku mlaza zdesna nalevo dolazi do zamračenja linije, tako da jedan deo linije nije aktivan. Ako se sa k_h označi odnos trajanja aktivnog dela linije i njenog ukupnog trajanja, a sa $2f_{\max}$ broj uspešno reprodukovanih belih i crnih elemenata u jednoj sekundi, onda je ukupan broj crnih i belih elemenata duž aktivnog dela jedne linije:

$$\frac{k_h}{Nf_s} 2f_{\max} \quad (35)$$

Da bi se ovaj broj sveo na istu dužinu na kojoj je definisana vertikalna rezolucija, treba ga pomnožiti sa h/b . Prema tome, horizontalna rezolucija je:

$$r_h = 2 \frac{h}{b} \frac{k_h}{Nf_s} f_{\max} \quad (36)$$

Odnos rezolucija označava se sa ρ i iznosi:

$$\rho = \frac{r_h}{r_v} \quad (37)$$

Smatra se da je slika najbolja ako je odnos rezolucija $\rho = 0,96$.

Maksimalna i minimalna učestanost videosignala

Maksimalna učestanost videosignala je u direktnoj vezi sa horizontalnom rezolucijom.

Kombinacijom izraza (33), (36) i (37) dobija se maksimalna učestanost video signala:

$$f_{\max} = \frac{1}{2} \rho k_f N^2 \frac{b}{h} \frac{k_v}{k_h} \quad (38)$$

U slučaju kada je $k_v = 0,935$; $k_h = 0,815$; $b/h = 4/3$; $N = 625$; $f_s = 25$ Hz i $k = 0,7$ maksimalna učestanost videosignala je:

$$f_{\max} \cong 5 \text{ MHz} \quad (39)$$

Pošto je tehnički nemoguće prenositi jednosmernu komponentu, potrebno je da donja granična učestanost prenosnog sistema bitno ne oslabi najnižu spektralnu komponentu na učestanosti $f_s = 25$ Hz. Na osnovu toga uzima se da minimalna učestanost videosignala koju treba preneti iznosi:

$$f_{\min} \cong 10 \text{ Hz} \quad (40)$$

Rezultati ispitivanja pokazuju da je glavni deo spektralne gustine snage koncentrisan u opsegu učestanosti od 0 do 300 kHz. U ovoj oblasti spektralna gustina amplituda jako je istaknuta u ukolini linijske učestanosti f_l i njenih harmonika mf_l . Od 300 kHz pa do 1,5 MHz spektralna gustina je znatno manja, a iznad ove vrednosti je praktično zanemarljivo mala.

»Prazni« delovi spektra videosignala su veoma značajni. Koriste se za različite svrhe. U njih mogu da se ubace komponente nekog drugog videosignala, što omogućuje istovremeni prenos dva programa kroz isti kanal. Takođe, u njih se ubacuju signali karakteristični za televizijski prenos u boji, tako da se ne proširuje spektar koji je potreban za prenos crno-bele slike.

— Nastaviće se —

Dragan Stamenković,
dipl. inž.
JP PTT saobraćaja
Srbija, Niš

UVOD U SDH MREŽE

— prikaz knjige —

U izdanju VF-TEL, preduzeća za proizvodnju telekomunikacionih uređaja iz Beograda, izašla je knjiga »Uvod u SDH mreže«, autora Vladimira Čoraka koja će mnoge uvesti u »svet« SDH tehnike.

Autor je počeo da se bavi sinhronom digitalnom hijerarhijom (SDH) još na studijama elektrotehnike, a svoja saznanja prezentirao je u diplomskom radu »Sinhroni digitalni multipleksni sistemi«, 1992. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu.

Proces standardizacije SDH nije u potpunosti završen, pa je knjiga zamišljena tako da zainteresuje čitaoce i da pruži odgovarajuće osnove za dalje usmeravanje ka pojedinim segmentima SDH tehnike i tehnologije.

Sadrži osam poglavlja, sa četiri dodatka koji objašnjavaju pojedine elemente potrebne za razumevanje sadržaja.

U uvodu autor direktno slikom, na kojoj je predstavljena evolucija telekomunikacionih servisa, ukazuje na nužnost uvođenja SDH tehnike. Istovremeno može se videti da je stanje u našim telekomunikacijama u odnosu na svetske na nivou sedamdesetih godina.

U drugom poglavlju objašnjen je PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) standard, u postojećim digitalnim telekomunikacijama. Možda na prvi pogled izgleda nepotrebno što se autor

bavio impulsno-kodnom modulacijom, principima vremenskog multipleksiranja i strukturama multipleksnih signala evropske PDH, jer su to osnove digitalnih telekomunikacija. Međutim, suština i rezime materije sadržana je u poglavlju »Ograničenja PDH« a to su: direktna identifikacija signala nižih hijerarhijskih protoka unutar nekog multipleksnog signala višeg reda je nemoguća; otežano je i komplikovano odgranjavanje i prospajanje; formati PDH ramova imaju mali broj službenih bita koji bi nosili informacije potrebne za upravljanje, održavanje i nadgledanje mreže; na globalnom nivou u upotrebi su dve različite hijerarhije multipleksiranja (evropska i američka).

Treće poglavlje uvodi u »svet« SDH tehnike. Ono, zajedno sa poglavljem »Upravljanje telekomunikacionom mrežom«, predstavlja suštinu knjige, jer govori o budućnosti telekomunikacionih mreža. Takođe, objašnjava osnovne strukture multipleksiranja, pojmove i načine mapiranja, multipleksiranja u SDH tehnici, i izuzetno značajne pointere i zaglavlja puta i sekcije u SDH ramu. Ovo poglavlje je i najobimnije jer prikazuje osnove SDH tehnike.

U četvrtom poglavlju obrađeni su elementi SDH mreže, a u petom raspoloživost SDH mreže.

Sinhronizacija mreže je pojam koji se susretao i u postojećim PDH mrežama. Međutim, u SDH mrežama sinhronizacija ima jednu novu dimenziju — sinhronizaciju na svim nivoima »s kraja na kraj« — što je preporuka za bliže upoznavanje sa ovim problemom.

Oduvek se od telekomunikacionih mreža zahtevalo da ispune tri osnovna uslova: što veću pouzdanost, raspoloživost i kvalitet telekomunikacionih usluga. Kroz istoriju telekomunikacija ovi problemi su rešavani na različite načine. Pored savremenih tehničkih i tehnoloških dostignuća koja se primenjuju u SDH tehnici, ispunjenje navedenih uslova u telekomunikacionim mrežama baziranim na SDH omogućiće budućim sistemima za upravljanje telekomunikacionim mrežama — TMN (Telecommunications Management Network). Pod pojmom upravljanje mrežom podrazumeva se njeno nadgledanje, kontrola, održavanje, rukovođenje, administracija i planiranje. Naime, TMN sistem omogućiće operatoru uvid u stanje mreže, efikasno reagovanje na pojave prekida, kvarova i preopterećenja u mreži, a svakako i na pojave pada kvaliteta usluga koje se obezbeđuju kroz mrežu.

TMN-om može se upravljati javnim i privatnim mrežama, ISDN mrežama, mrežama za prenos podataka, digitalnim i analognim sistemima prenosa, transmissionom opremom, digitalnim i analognim centralama, sistemima za rekonfiguraciju, signalizacionim sistemima i terminalima kao i raznim pomoćnim sistemima.

U poglavlju »Evolucija transportne mreže« prezentira se struktura javnih telekomunikacionih mreža, kao i različite strategije uvođenja SDH u telekomunikacione mreže. Postoje tri osnovna pristupa uvođenja SDH u postojeću mrežu: »odozgo nadole (top-down approach); »odozdo nagore« (bottom-up approach), i pristup po kome uvođenje SDH u mrežu započinje uvođenjem SXC (Synchronous Cross-Connect) uređaja sa PDH portovima.

Autor je na više mesta u knjizi izneo prednosti koje pruža SDH, a objedinio ih je u poglavlju »Šta donosi SDH?«. Neke od prednosti su: moguć je direktan pristup do svakog pritočnog signala u STM-N signalu, kao i jednostavno odgranjavanje i usmeravanje kroz mrežu; sinhroni multiplekser integriše funkcije multipleksiranja, uređaja za prospajanje i linijske opreme; pružena je mogućnost smanjivanja broja centrala i hijerarhijskih ravnih u mreži, odnosno struktura mreže može da se pojednostavi i da postane funkcionalnija; dodatni sadržaj puta i sekcije (POH i SOH) omogućuje pouzdano nadgledanje i održavanje veza »s kraja na kraj«, i obezbeđuje dovoljne kapacitete za razne službene kanale; omogućava TMN; brže i lakše se uvođe novi servisi u mrežu, jer je standardizovan optički interfejs; smanjuje se cena mreže, a time i cena kanala; povećavaju se prihodi uvođenjem novih servisa.

Osnove ovakve SDH tehnike postavljene su preporukama CCITT (Consultative Committee on International Telegraphy and Telephony), br. G.707, G.708 i G.709, novembra 1988. godine u Melburnu.

Može se zaključiti da SDH tehnika pruža neslućene mogućnosti u telekomunikacijama, tj. realizaciju ogromnog broja planiranih servisa. Svakako da će ti isti servisi i razvoj novih tehnologija uticati na sveukupni napredak i modeliranje SDH tehnike, odnosno SDH mreža. Do nedavno je protok od 2 Mbit/s bio izuzetno veliki, a sada se s pravom može postaviti pitanje da li će u bliskoj budućnosti protok od 10 Gbit/s biti mali?

Autor Vladimir Čorak je uložio ogroman napor da objasni suštinu SDH mreža, o čemu, pored ostalog, govori i brojna literatura koju je proučio.

Ova knjiga biće korisna svima koji se bave telekomunikacijama, posebno digitalnim telekomunikacijama, a mnoge će uvesti u »svet« SDH tehnike.



prikazi iz inostranih časopisa

OKLOPNO BORBENO IZVIĐAČKO VOZILO BRM-3K*

Za efikasno dejstvovanje u savremenim borbenim uslovima kopnene snage zavise od karakteristika sopstvenih razornih oruđa (preciznosti gađanja, dometa i efikasnosti dejstva ubojnih sredstava na cilju), od stepena protivničkih protivdejtava, kao i od poboljšanja i novih razvoja sredstava za borbenu podršku koja izvršavaju zadatke borbenog i artiljerijskog izviđanja, topogeodetske podrške i pripremu elemenata za gađanje.

Izviđačka vozila su osnovna sredstva za taktičko izviđanje, borbeno obezbeđenje i osiguranje na zastancima, a namenjena su i za borbu sa protivničkim izviđačkim i diverzantskim grupama. Po pravilu, ona deluju kao deo izviđačkih odeljenja i patrola na čelu i bokovima protivničkih snaga, a i u protivničkom rasporedu na dubinama od 80 do 100 km. Kada osmatraju iz rasporeda sopstvenih snaga, mogu da dejstvuju kao osmatračnice.

Pri razvoju ove vrste vozila naglašena je sposobnost za obavljanje efikasnih traganja, prikupljanje izviđačkih i

topografskih izveštaja, dobre manevarske karakteristike, mogućnost dugotrajne vožnje, mogućnost prevoza vazdušnim putem i velika pouzdanost u kombinaciji sa optimalnom vatrenom moći i oklopnom zaštitom.

Nova generacija komandno-izviđačkih borbenih vozila BRM-3K RIS treba da zameni vozila BRM-1K. Vozila BRM-3K koriste osnovne elemente i sklopove poznatog borbenog vozila pešadije BMP-3. Telo i kupola izrađeni su od pancirnog čelika. U pogledu manevarskih osobina, sposobnosti kretanja van puteva, opstanka na bojištu i pouzdanosti, vozilo BRM-3K zadržalo je karakteristike vozila BMP-3. Može da se kreće u borbenim formacijama tenkovskih i motorizovanih jedinica, da savladuje kopnene i vodene prepreke iz pokreta bez prethodne pripreme, i da uređuje zaklone.

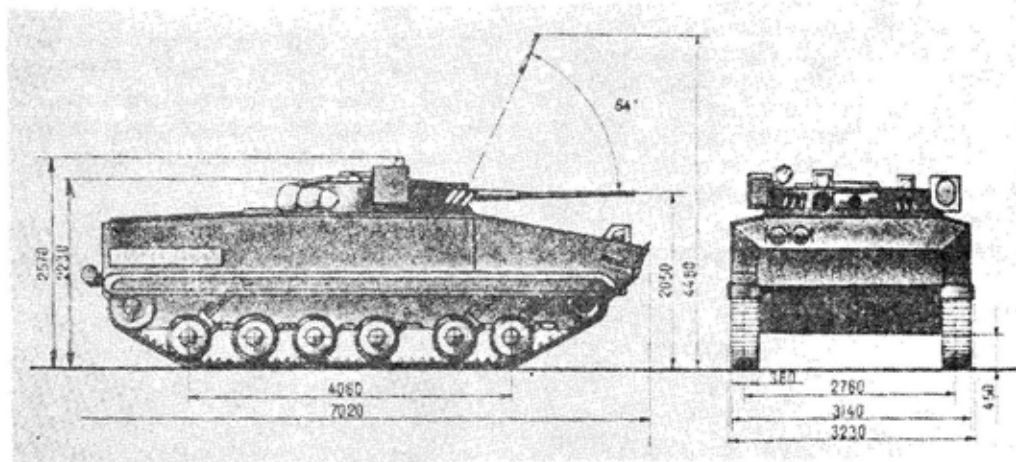
Oklopno telo i kupola štite posadu od granata i municije manjeg kalibra, i parčadi. Toplotna i zvučna izolacija borbenog odeljenja, zajedno sa autonomnim uređajima za grejanje i provetravanje i pojedinačnim ventilatorima, omogućavaju članovima posade da obavljaju svoje zadatke u širokom dijapazonu spoljašnjih temperatura. Vozilo ima zaštitu od dejstva NBH oružja, kao i protivpožarne sis-

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, juli-avgust 1995.

teme sa automatskim i ručnim upravljanjem u borbenom i motornom odeljenju vozila.

Visoke manevarske sposobnosti i dobro kretanje van puteva obezbeđuje višegorivni dizel-motor UTD-2, snage

hanizovano, a postoji i mogućnost ručnog upravljanja u slučaju otkaza električnog napajanja. Automatizovane steleže municije za top mogu da prime 400 metaka sa razorno-parčadnim i pancirnim granatama, a borbeni kom-



Vozilo BRM-3K

368 kW, hidromehanička transmisija, sistem za pogon gusenica sa nezavisnim torzionim oslanjanjem i hidromlazni uređaji za kretanje po vodi.

Vozilo BRM-3K može da se kreće preko vodene prepreke brzinom od 10 km/h, a autonomija kretanja na vodi iznosi do 7 h. Zahvaljujući sposobnosti vozila da otvara vatru iz osnovnog oružja pri talasima do dva stepena, i da savladuje strme obale nagiba do 25°, njegove plovne karakteristike omogućavaju da se može koristiti bez ograničenja u jedinicama mornaričke pešadije u desantnim operacijama iz svih klasa amfibijskih brodova.

Vozilo je naoružano stabilizovanim automatskim topom 30 mm 2A72 i spregnutim mitraljezom 7,62 mm PKT. Sprava za nišanjenje osnovnog oružja ima nišan BPK-2-42, sa aktivnim i pasivnim noćnim kanalima, i protivavionski nišan PPB-2. Upravljanje naoružanjem vozila potpuno je me-

plet dopunjava još 200 metaka u re-deniku. Borbeni komplet municije za mitraljez PKT je 2000 metaka u jednom ređeniku.

Korišćenjem osnovnog naoružanja vozilo može da napada protivničke lakooklopljene ciljeve i živu silu na daljinama 2500 do 4000 m (zavisno od korišćenog projektila), a i niskoleteće ciljeve u vazдушnom prostoru otvarajući vatru iz pokreta, sa kratkih zastanaka ili iz mesta, sa preciznošću istom kao kod borbenog vozila pešadije BMP-3. Za uništavanje tenkova i drugih opasnih ciljeva postoji mogućnost naoružavanja vozila kompletom od četiri protivoklopna vođena projektila koja su smeštena na policama skladišta. Dve puškarnice sa desne i zadnje strane vozila imaju pokretna loptasta postolja, kako bi članovi posade mogli da koriste lično naoružanje, a da pri tome ne dođe do gubitka pritiska (depresurizacije) borbenog odeljenja.

U borbenom odeljenju takođe se nalaze police za smeštaj ličnog naoružanja članova posade (6 automatskih pušaka AK-74, 1800 metaka i 15 ručnih bombi). Na spoljašnjoj strani kupole postavljene su dve grupe bacača bombi za dimno maskiranje vozila. Pored svojih visokih borbenih karakteristika, oklopno izviđačko vozilo ima i sposobnost brzog prikupljanja izviđačkih informacija. Poseban sistem izviđačkih sredstava u vozilu omogućava članovima posade da pronalaze, otkrivaju i identifikuju ciljeve nezavisno od doba dana i godine, pod ograničenim uslovima vidljivosti (kiša, sneg, magla, dimne zavese, ometanje pomoću jakih svetlosnih izvora), omogućava obradu i prenošenje dobijenih izviđačkih podataka odgovarajućim centrima za prikupljanje koji se nalaze na daljinama do 100 km, a, po potrebi, i do 350 km.

Za efikasno otkrivanje ciljeva i njihovu identifikaciju, kao i za određivanje koordinata cilja koriste se izviđački IC termovizor 1PN71, aktivni impulsni izviđački uređaj 1PN61, laserski daljinomer 1D14 i radarski sistem 1RL133-1 koji su ugrađeni u borbeno odeljenje vozila.

Aktivno-impulsni izviđački uređaj može da radi u tri režima: pasivno osmatranje, osmatranje uz pomoć laserskog osvetljavanja cilja i osmatranje radi merenja daljine do cilja.

Podaci o daljini do cilja prenose se na sva borbena mesta u vozilu. Laserski daljinomer ugrađen je na obrtnoj platformi, a komandir vozila ga može koristiti za izviđačke svrhe u sektoru od 60°, bez obzira na položaj kupole.

Radarski primopredajnik postavljen je na posebnom šarnirnom osloncu koji omogućava da se podigne do visine od 1 m. Ovaj radar dejstvuje u sektoru od $\pm 240^\circ$ bez obzira na položaj kupole, a njime mogu da upravljaju komandir vozila i poslužilac. Pri-

mopredajnik se može postaviti i na tronožac na daljini 20 m od vozila.

U toku razvoja ovog vozila posebna pažnja bila je posvećena pouzdanosti instrumenata i njihovoj verovatnoći opstanka u borbi. Radi toga prijemni izviđački uređaji su postavljeni u oklopljene niše koje obezbeđuju stepen zaštite koji nije manji od osnovnog oklopa, dok su pokazivači podataka smešteni u duplikatu sa onima u kupoli, a električni vodovi su konstrukciono razdvojeni radi smanjivanja potencijalne opasnosti od oštećenja i otказа.

Svi instrumenti se napajaju električnom energijom od osnovnog generatora ili ugrađenog izvora napajanja snage 4 kW.

Topogeodetsku podršku obezbeđuju ugrađena sredstva za orijentaciju i navigaciju, kao što su poluautomatski žiromkompas 1G50 sa osetljivim elementom na magnetsko oslanjanje, kao i navigaciona oprema koja vozilu obezbeđuje navigacione informacije u digitalnom obliku i pokazuje položaj vozila na topografskoj karti. Pored toga, problem mogućeg topografskog vezivanja može se rešiti pomoću duplirajućih uređaja: orijentacionog nišana i uređaja za pokazivanje podataka u kupoli sa korišćenjem osnovnog sistema izviđačkih sredstava.

Gađanje i podešavanje obezbeđuju se pomoću ugrađenog računara 1V520. U vozilu, takođe, postoji prostor za smeštaj izviđačke opreme za formiranje daljinske osmatračnice, udaljene 0,5 do 6 km od vozila, a i opreme namenjene za izviđanje protivničkih radara.

Sistem za vezu i sklopovi antene i jarbola obezbeđuju prenošenje informacije na VF i VVF kanalima do prijemnih centara, udaljenih i do 350 km u svim uslovima, uključujući i planinske.

U poređenju sa borbenim izviđačkim vozilima, kao što su M3 (SAD), FOX i SCIMITAR (Velika Britanija), AMX-10C (Francuska), LUCHS (Nemačka), nova generacija borbenih izviđačkih vozila BRM-3K ima preimućstvo u pogledu bolje prohodnosti van puteva,

manevarskih osobina, mogućnosti tražanja, tačnosti i daljini izviđanja. Ova optimalna kombinacija borbenih i tehničkih karakteristika obezbeđuje kvalitativno i pouzdano izvršavanje zadataka borbene podrške korišćenjem minimalne količine borbenog materijala.

Taktičko-tehničke karakteristike borbenog izviđačkog vozila BRM-3K

Posada (članova)	6
Masa (t)	19,6
Specifični pritisak na tlo (bara)	0,62
Motor	višegorivni, V-konstrukcije, 368 kW, hlađen tečnošću
Transmisija	hidromehanička sa hidrostatičkim upravljanjem
Maksimalna brzina na putu (km/h):	
— napred	70
— nazad	20
Maksimalna brzina na vodi (km/h)	10
Autonomija vožnje na putu (km)	600
Radni dijapazon temperatura (°C)	± 50
Kalibar topa (mm)	30
Brzina gađanja (metaka/min)	300
Kalibar mitraljeza (mm)	7,62
Brzina gađanja (metaka/min)	700 do 800
Maksimalni nišanski domet topa po ciljevima na zemlji (m):	
— razorno-parčadno-rasprskavajućim granatama	4000
— pancirno-osvetljavajućim	2500
— protiv ciljeva u vazдушnom prostoru	4000
Punjenje topa municijom	iz 2 redenika, posebno za obe vrste municije
Repetiranje topa	elektromehaničko ili ručno
Broj puškarnica na vozilu	2

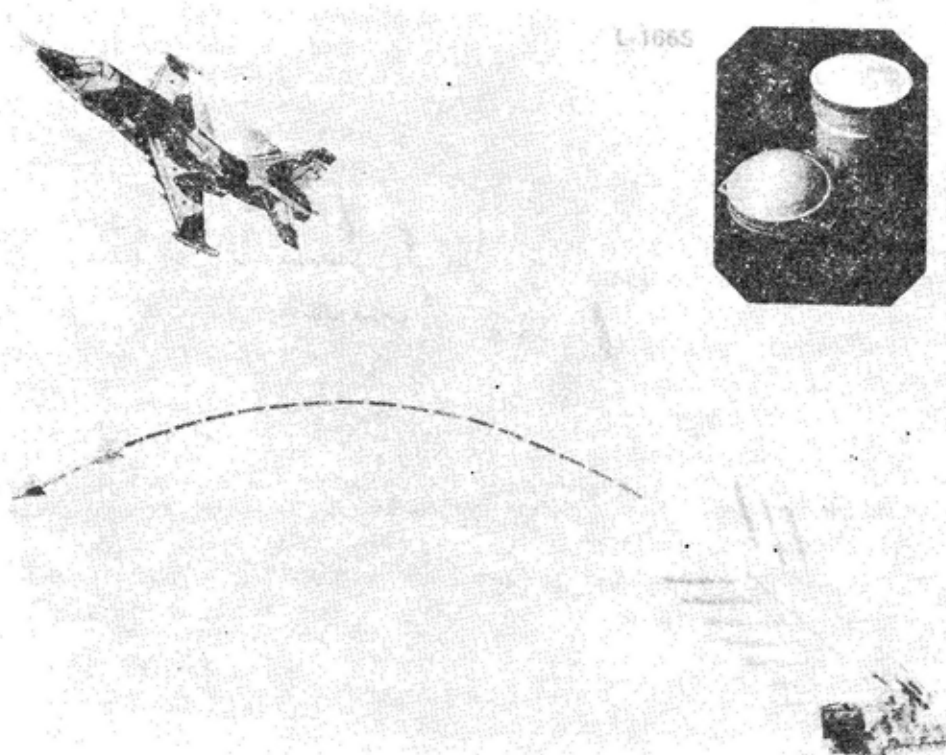
P. Marjanović

SISTEM ŠTORA-1 ZA ZAŠTITU OKLOPNIH SREDSTAVA I LETELICA OD VOĐENIH PROJEKTILA*

Mnoge zemlje u svome naoružanju imaju sisteme vođenih raketnih projektila sa optroničkim sistemima vođenja i komandovanja u IC spektru. Vođeni projektili uglavnom se koriste za uništavanje vojnih i civilnih postrojenja zbog jednostavnosti i raznovrs-

Zbog toga je problem iznalaženja efikasnih metoda i sredstava za zaštitu sopstvenih ciljeva od napada takvih ubojnih sredstava vrlo značajan. Jedan od zadataka rešavanja navedenog problema jeste da se protivničko ubojno sredstvo navede da promaši cilj koji se štiti, tj. da se prekine proces njegovog vođenja u fazi približavanja cilju.

Sistem ŠTORA-1 namenjen je za zaštitu oklopnih sredstava od napada protivoklopnih sistema kao što su TOW, HOT, MILAN, DRAGON, a i MA-



Princip dejstva pri zaštiti letelica

nosti primene, prikrivenosti upotrebe zahvaljujući pasivnom samonavođenju i velikoj efikasnosti dejstva, kao i relativno malim dimenzijama i niskoj ceni.

* Prema podacima iz časopisa **MILITARY PARADE**, septembar—oktobar 1995.

VERICK i HELLFIRE sa laserskim glavama za samonavođenje, kao i od vođenih artiljerijskih projektila COPPERHEAD. Obimna ispitivanja sistema ŠTORA-1 obavljena na tenkovima T-72 i T-80, pokazala su da je vrlo efikasan. Ovaj sistem smanjuje verovatnoću pogađanja šticećenog cilja tri do pet puta

ako se gađa vođenim projektilima sa poluautomatskim sistemima komandovanja i upravljanja, četiri do pet puta kada je gađan projektilima sa laserskim glavama za samonavođenje i vođenim artiljerijskim projektilima, a jedan i po put ako se gađa artiljerijskim projektilima uz pomoć laserskih daljinomera. Efikasnost sistema ŠTORA-1 može se znatno poboljšati ako se preduzmu mere da se smanje optički, toplotni i radarski odraz cilja koji se štiti.

Sistem ŠTORA-1 sastoji se od dva nezavisna sistema:

— daljinskog sistema za postavljanje aerosolnih zavesa koje maskiraju instrumentalno i vizuelno vidno polje ubojnih sredstava koja koriste lasersko osvetljavanje cilja,

— optroničkog ometača TSU-1-7 koji je namenjen da indukuje signal za dezorijentisanje u komandna elektronska kola vođenog projektila sa poluautomatskim komandnim sistemima za upravljanje.

Sistem ŠTORA-1 obezbeđuje generisanje ometanja u obliku modulisanog IC zračenja koje utiče na poluautomatski sistem za upravljanje vođenim projektilom, automatsko izbacivanje aerosolnih bombi u pravcu laserskog izvora stvarajući aerosolnu zavesu, utvrđuje pravac laserskog izvora i generiše komandu za okretanje kupole tenka u tom pravcu, obezbeđuje svetlosno i zvučno upozorenje da je tenk osvetljen pomoću laserskog obeleživača cilja i laserskog daljinomera i maskira tenk aerosolnom zavesom.

Pored toga što služi kao ometač protivoklopnih vođenih projektila, autonomni modularni ometač TSU-1-7 može se koristiti za osvetljavanje ciljeva i zemljišta u toku taktičkog izviđanja noću i za precizno gađanje uz korišćenje sredstava za noćno osmatranje.

Sistem se može koristiti za opremanje svakog objekta (cilja) koji se štiti.

Vazduhoplovna sredstva se štite od IC samonavedenih projektila, kao što su SIDEWINDER, REDEYE, CHA-PARRAL, PITON, STRELA-2M, HN-5, STINGER i slični, obično uz pomoć lažnih toplotnih ciljeva potrošnog tipa, dok se aktivni optronički ometači koriste za zaštitu vojnih i civilnih aviona. Princip njihovog rada zasniva se na korišćenju moduliranog IC zračenja za ometanje. Korišćenje ometača za obezbeđenje individualne zaštite vojnih i civilnih aviona efikasnije je od korišćenja lažnih toplotnih ciljeva zbog sledećih razloga:

— ometač nije potrošno sredstvo za zaštitu letelica i obezbeđuje pouzdanu zaštitu u toku leta,

— smešten je neposredno na letelici u blizini mlaznika motora, i ne može da se izdvoji bilo kojim od diskriminatora koji su sada ugrađeni u IC glave za samonavođenje.

Poligonska ispitivanja i borbena upotreba optroničkih ometača pokazali su da su vrlo efikasni i pouzdani u radu. U toku ispitivanja korišćeni su protiv nekoliko tipova IC samonavedenih projektila, obezbeđuju jednovremene protivmere svim vođenim projektilima koji prilaze iz različitih pravaca ka cilju, nisu im potrebni posebni sistemi za upozorenje na napad vođenih projektila, njima se lako rukuje, omogućavaju plansko održavanje u poljskim uslovima, relativno su laki i imaju dimenzije koje omogućuju da se ometači adaptiraju avionima koji su izrađeni u različitim zemljama.

U Rusiji je konstruisano i serijski se proizvodi nekoliko tipova ometača za zaštitu letelica. Njihove osnovne karakteristike date su tabelarno.

IC ometanje, koje stvara ometač UZV-1, modulisano je prema određenom zakonu, a optički sistem vođenog projektila ga prima kao sopstveno IC zračenje cilja. Kada se ono obradi u elektronskom delu daje lažni signal upravljanja. Za razliku od ometača UZV-1, ometač UZV-2 koristi lampu-

*Tehnički podaci optroničkih ometača za zaštitu letelica od
IC glava za samonavođenje*

Tehničke karakteristike, primena	Oznaka ometača		
Osnovni delovi ometača:	UZV-1 (L166V1AE)	UVZ-2	L166S1
a) Predajnik emituje modulisane IC signale			
— dimenzije (mm)	D365 x 463	D365 x 463	
— masa (kg)	20	15	
— smeštaj	spolja, u blizini mlaznika motora		u repu aviona
b) Uređaj za impulsno napajanje lampe sa gasnim pražnjenjem			
— dimenzije (mm)		165 x 185 x 600	
— masa (kg)		18	
— smeštaj		radio-niša helikoptera	
c) komandni uređaj za obezbeđenje funkcionisanja ometača i registrovanje normalnog rada ili neispravnosti			
— dimenzije (mm)		155 x 90 x 110	155 x 260 x 110
— masa (kg)		3	3,5
— smeštaj		radio-niša helikoptera	radio-niša aviona
d) komandna tabla za uključivanje-isključivanje ometača i pokazivanje normalnog rada ili neispravnosti			
— smeštaj	kod navigatora	kod navigatora	u kabini pilota
Garancija kvaliteta:			
— radni vek (časova)	500	500	400
— vreme rada do greške (časova)	250	250	100
Namena:			
zaštita letelice posle odgovarajuće adaptacije	helikopteri Mi-8MT, Mi-24, Mi-17, Mi-25 AH-1, H-60, CH-46 i slični helikopteri		avion Su-25T A-7, A-10, C-10, F-16 i drugi slični avioni
— od projektila vazduh-vazduh	Sidewinder, Falcon, Matra		
— od projektila zemlja-vazduh	Chaparral, Redeye, Strela-2M, NH-5, Piton i drugih		
— po azimutu (stepeni)	30—330	30—330	—
— po visini (stepeni)	+10 do —30	+10 do —30	—
— konus u zadnjoj hemisferi (stepeni)	—	—	50

-bleskalicu kao IC izvor koji zrači, u glavnom, u IC spektru (1 do 5 μm).

Korišćenje novih izvora IC zračenja omogućava modularanje IC zračenja u širokom frekventnom opsegu sa devijacijom frekvencije. To je od velike važnosti za organizovanje zaštite objekta u slučaju korišćenja nekoliko tipova vođenih projektila sa različitim parametrima modularanja zračenja cilja u samonavođenim IC glavama, ili korišćenja vođenih projektila čiji žiro-pogon modulatora prestaje da se napaja električnom energijom posle lansiranja projektila.

Modularna konstrukcija sistema STORA-1 i optronički ometači obezbeđuju njihovo adaptiranje za bilo koji tip letelice ili oklopnog vozila, i obezbeđuje pouzdanu zaštitu. Postignuti istraživački i proizvodni potencijali omogućavaju radove na adaptaciji ometača za različite tipove ratnih borbenih sredstava, civilnih i vojnih objekata, kao i razvoj novih sredstava za ometanje optronički vođenih projektila.

P. Marjanović

PRECIZNA ORUŽJA*

Projektni biro iz Tule je vodeći svetski biro za razvoj oružja različitih namena. Razvio je brojna oružja za kopnenu vojsku, mornaricu i avijaciju, kao što su: TUNGUSKA — raketno-artiljerijski sistem, KORNET-E i METIS-M — protivtenkovski vođeni raketni sistemi, KRASNOPOLJ i KITOLOV — vođeni artiljerijski sistemi, KAŠTAN — brodski raketni sistem, kao i PA topovi.

Borbena efikasnost ovih oružja obezbeđena je povećavanjem preciznos-

ti, povećavanjem razorne moći municije i neutralisanjem protivničkih borbenih sredstava. Precizni vođeni artiljerijski sistemi KITOLOV i KRASNOPOLJ omogućavaju pogađanje ciljeva malih dimenzija (oklopna sredstva, inženjerske fortifikacije i sl.) prvim hicem bez korekcije vatre. Prema tome, artiljerijski projektili mogu delovati po prostornim i izabranim pojedinačnim ciljevima. U odnosu na konvencionalne nevođene projekte, njihova upotreba smanjuje utrošak municije za 10 do 15 puta, broj potrebnih oruđa za 3 do 5 puta, a vreme reakcije za 5 do 10 puta.

KRASNOPOLJ — sistem vođenih artiljerijskih projektila

Ovaj artiljerijski sistem može da uništava pokretne i stacionarne oklopljene ciljeve, kao i poljske fortifikacije prvim hicem bez korekcije vatre.

Vođeni projektili KRASNOPOLJ razvijeni su za sistem artiljerijskih oruđa kalibra 155 mm.

METIS-M — laki protivtenkovski vođeni raketni sistem

Sistem je projektovan za uništavanje oklopnih vozila danju i noću. Za uništavanje fortifikacija i drugih ciljeva raketa je opremljena teškom bojom glavom (HE) i može da uništava i ciljeve opremljene eksplozivnim reaktivnim oklopom.

Raketni sistem opremljen je termalnim nišanom koji omogućava gađanje noću. Sistem omogućava gađanje sa pokretnih i nepokretnih pozicija. Takođe, može se koristiti sa različitim borbenih vozila, u planinskim područjima, kao i sa vodenih površina. Može se prenositi u dva pakovanja i to lanser i raketa mase 24,5 kg ili dve rakete mase 28,6 kg.

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, septembar—oktobar 1985.

Karakteristike sistema KRASNOPOLJ

Domet za artiljerijske sisteme D-20 i 2S3M (km)	20
Vrsta vođenja projektila:	
— na središnjem delu trajektorije	inercijalno
— na završnom delu trajektorije	lasersko, poluaktivno samona-vođenje
Verovatnoća pogađanja cilja	0,9
Kalibar projektila (mm)	152 ili 155
Masa projektila (kg)	50
Dužina projektila (mm)	1300
Tip bojne glave	HEF
Masa bojne glave (kg)	20,5
Daljina osvetljenja za ciljeve tipa tenka (km)	7
Dejstvo po grupnim ciljevima (na daljinama iznad 800m)	isti elementi za sve ciljeve
Temperaturni opseg upotrebe	od -40°C do $+50^{\circ}\text{C}$

Karakteristike sistema METIS-M

Efektivni domet danju i noću uz korištenje termalnog nišana (m)	80 do 1500
Vrsta vođenja	poluautomatsko sa žičanim prenosom komandi
Masa (kg):	
— lansera	10
— termalnog nišana	7,5
Obezbeđeno uništenje ciljeva zaštićenih reaktivnim eksplozivnim oklopom	
Karakteristike vođene rakete	
Debljina oklopa koji raketa probija (mm)	850 do 900
Kalibar rakete (mm)	130
Dužina rakete (mm)	980
Masa rakete sa kontejnerom (kg)	13,8

KORNET-E — protivtenkovski vođeni raketni sistem velikog dometa

Sistem je namenjen za uništavanje savremenih tenkova i tenkova budućih generacija opremljenih eksplozivnim reaktivnim oklopom, ciljeva malih dimenzija i fortifikacija.

Modularna konstrukcija i male di-

menzije sistema vođenja omogućavaju ugradnju ovog oružja na mnogim vozilima.

Sistem obezbeđuje visoki imunitet od prekida laserskog snopa kanala vođenja u toku borbenih dejstava. Sadrži dve vrste protivtenkovskih raketa: sa bojnom glavom sa profilisanim punjenjem i sa bojnom glavom sa termobaričkim efektom HE.

Termalni nišan namenjen je za gađanje noću.

Sistem se može koristiti u različitim klimatskim uslovima i geografskim regionima, u područjima visokih planina, kao i sa vodenih površina.

Termobarični efekat HE bojne glave može efikasno da uništava različite

fortifikacije, lansirne rampe i ciljeve sa slabijom zaštitom.

Sistem ne zahteva provjere u toku čuvanja i upotrebe.

Efikasna bojna glava sa profilisanim punjenjem može da uništava sadašnje i buduće tenkove pri udaru pod bilo kojim uglom.

Karakteristike sistema KORNET-E

Efikasni domet (m)	5000 do 5500
Sistem vođenja	poluautomatsko vođenje po laserskom snopu
Obezbeđeno probijanje reaktivnog eksplozivnog oklopa	
Kalibar rakete (mm)	152
Masa lansera (kg)	19
Masa rakete sa lanserom (kg)	27

M. Savanović

AUTOMATSKI BACAČ GRANATA AGS-17*

Automatski bacač granata AGS-17 namenjen je za uništavanje žive sile i vatrenih sredstava koja se nalaze na otvorenom prostoru, u rovovima, usecima ili u zaklonima na zadnjoj strani brda.

Bacač granata radi na principu trzanja zatvarača nakon opaljenja. Ožlebljena, brzorastavljiva cev spaja se sa sandukom pomoću brave sa klinovima.

Promena brzine vatre vrši se regulatorom koji u gornjem položaju omogućava maksimalnu brzinu od 350 do 400 granata u minuti, a u donjem minimalnu brzinu od 50 do 100 granata u minuti.

Usmeravanje cevi po visini i pravcu ostvaruje se uz pomoć dve horizon-

talno postavljene sklapajuće ručice sa okidačem između njih. Uvodnik je spojen sa sandukom sa gornje strane.

AGS-17 omogućava otvaranje vatre u kratkim (do 5 granata) i dugim (do 10 granata) rafalima ili neprekidno. Međutim, konstrukcija okidačkog mehanizma omogućava i jedinačnu paljbu.

Ovaj bacač koristi dve vrste metaka: VOG-17A i VOG-17M. Granate imaju fragmentaciono dejstvo sa košuljicom od polupripremljenih elemenata u obliku žičanih spirala. Eksplozivno punjenje je mase 0,036 kg, a upaljač je udarni bez kašnjenja.

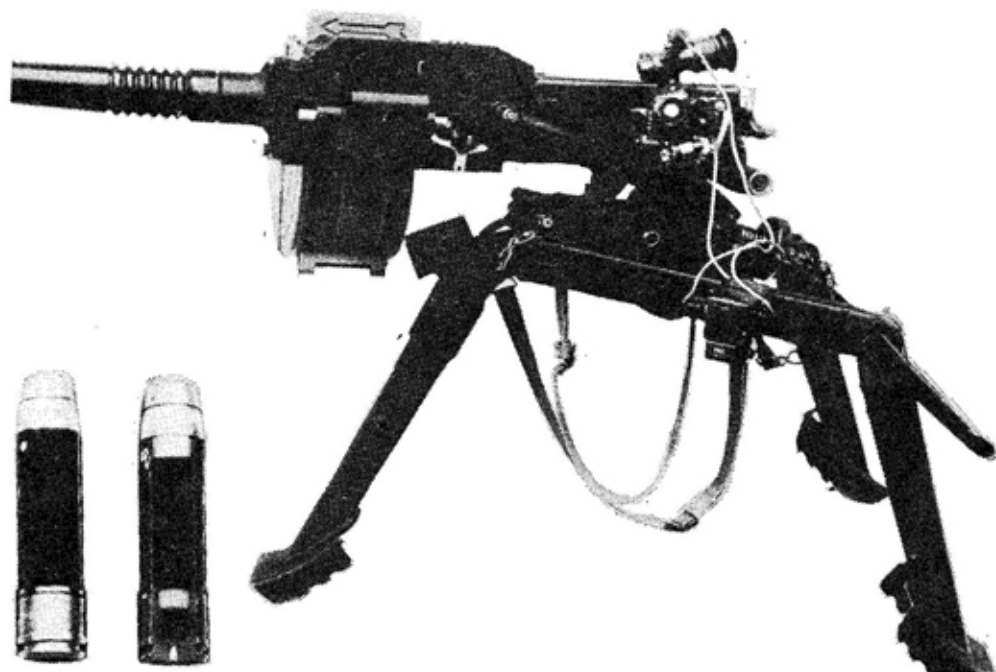
Metak VOG-17M opremljen je samouništavačem. Masa metka je 0,35 kg, a same granate 0,28 kg.

Nakon opaljenja granata izleće iz cevi pod dejstvom pritiska barutnih gasova brzinom od 185 m/s na ustima cevi.

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, septembar-oktobar 1995.

Upaljač se armira u letu. Pri udaru upaljač aktivira eksplozivno punjenje koje razara košuljicu granate u

fragmente koji pogađaju protivničku živu silu. Prečnik ubitačnog dejstva je oko 7 m, a verovatnoća smrtonosnog ranjavanja 0,9.



Automatski bacač granata AGS-17

Karakteristike bacača granata

	AGS-17	AG-17A	W87	MARK 19
Poreklo	Rusija	Rusija	Kina	SAD
Kalibar (mm)	30	30	35	40
Nišanska daljina (m)	1700	1700	1500	1600
Brzina paljbe (gr/min)	350 do 400	350 do 400	420 do 500	325 do 375
Brzina zrna (m/s)	185	185	170	240
Kapacitet mun. kutije (kom)	29	300	9/12	redenik
Masa bacača (kg)	18	22	12	34
Masa postolja (kg)	12	—	8	—
Masa pune mun. kutije (kg)	14,5	—	—	—
Masa nišana (kg)	1	—	—	—

Bacač je opremljen optičkim nišanom PAG-17 sa uvećanjem od 2,7 puta.

Punjenje municijom vrši se iz municijske kutije koja sadrži metalni kružno namotani redenik sa 29 metaka.

U borbenom položaju bacač granata AGS-17 se montira na tronožno postolje SAG-17, koje ima lučni mehanizam za davanje elevacije i skretanje po pravcu, kao i mehanizam za fino podešavanje (nivelisanje). Pri marševanju postolje se sklapa, a nosi ga posuga. Pri prebacivanju sa položaja na položaj u toku borbe bacač se prenosi na tronošću.

Uporedni pregled karakteristika bacača granata AGS-17 i nekih sličnih bacača dat je u tabeli.

M. Savanović

RADAR ZA AVIONE TEHNOLOGIJE STELT*

Radari tipa 55Zh6-1 i 1L13-3 koji rade u metarskom talasnom opsegu, namenjeni su za detekciju ciljeva u vazдушnom prostoru koji su izvedeni u tehnologiji STELT.

Kao noviteti prikazani su 1992. i 1993. godine na Internacionalnom sajmu u Nižnjem Novgorodu i na Aero izložbi u Moskvi, a veliki interes eksperimenta pobudili su i na izložbi u Abu Dabiju. Karakteristike ovih radara impresionirale su stručnjake.

Radar 55Zh6-1 je zemaljski radar visoke tehnologije. Skanirajući komplet čini trokoordinatna antena koja radi u metarskom talasnom opsegu.

Detektuje sadašnje (ali i buduće generacije) avione, helikoptere, krstareće rakete, balone i ostale letelice namenjene za intenzivne ometačke aktivnosti, kao i elektronska protivdejsva.

Radar se odlikuje mogućnošću rada u metarskom talasnom opsegu što ga čini neranjivim u odnosu na samonavedene i antiradarske rakete u ostalim talasnim opsezima. Može da detektuje takozvane »nevidljive« letelice, uključujući i letelice tehnologije STELT. Nevidljivost ovih letelica zasniva se na njihovom specijalnom obliku koji proizvodi ekstremno mali radarski odraz. Kada se u radarskoj tehnologiji koristi metarski talasni opseg, veličina letelice je srazmerna talasnom opsegu, pa oblik letelice više nema primarnu ulogu. »Nevidljivost« takvih letelica takođe zavisi od radio-apsorbcijskog premaza. Međutim, da bi se dostiglo potrebno smanjenje »vidljivosti« u metarskom opsegu, neophodno je znatno povećati debljinu premaza. To neizostavno ima za posledicu povećanje mase letelice i degradaciju njenih letnih karakteristika.

Radar zadržava pouzdanost rada u svim meteorološkim uslovima. Otpornost na otkaze zadržava se i na temperaturama do -50°C . Vlažnost okoline ne utiče na karakteristike radara. Antena radara, koja je zaista velika, mora da zadrži svoje karakteristike i mogućnost održavanja, čak i pod naglagama leda i pri vetru brzine do 35 m/s.

Oprema ovog radara, uređaji i mehanizmi prevoze se na osam poluprikolica koje vuku kamioni, ali se može prevoziti i železnicom, avionima i brodovima, što znači da je vrlo mobilan.

Posada može aktivirati radar za 22 časa bez prethodnog treninga, rukovodeći se samo uputstvom za rad.

* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, mart-april 1994.

Nakon uključivanja napajanja operativan je u roku jedne sekunde.

Radarom se može dobro upravljati i sa stacionarne radarske stanice višeg nivoa i sa daljinski upravljane stanice u kojoj se mogu nalaziti: komandant (ili operativni dežurni), navigator navođenja i operator. Daljinski upravljana stanica sadrži opremu za radarsko upravljanje i tri indikatora. Ona koristi kablovsku vezu za daljine do 1 km udaljenosti od samog radara. Kablovska veza omogućava povezivanje i sa drugim sličnim radarom.

Radar pokazuje položaj cilja u trokoordinatnom sistemu. Pokriva 500 km daljine, 40 km visine (16° elevacije) i neograničeni azimut. Detekcija borbe-

ta. Relativna greška ne prelazi 500 m po daljini, 850 m po visini i 24 minuta po azimutu.

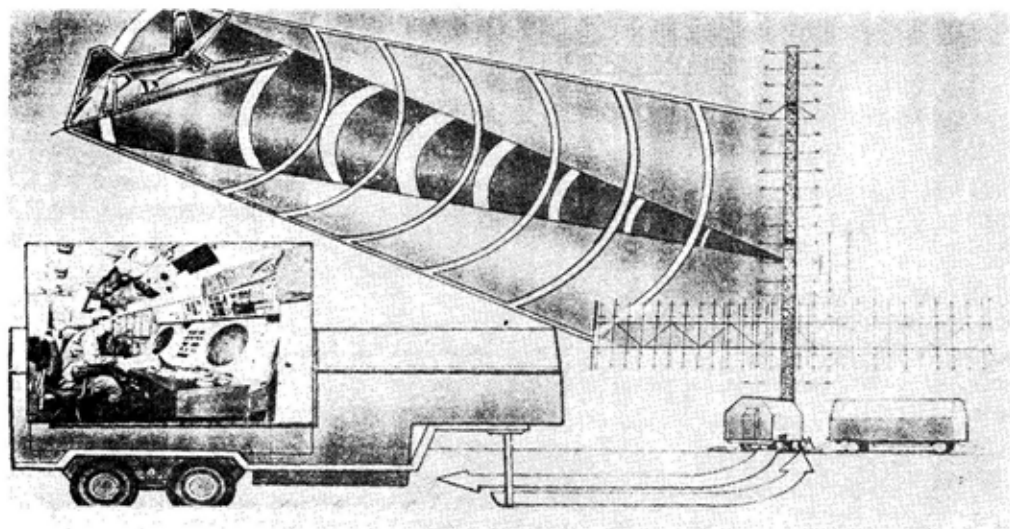
Elektronski visinomer određuje elevaciju cilja, daljinu, azimut, ali obezbeđuje i veliku brzinu određivanja koordinata u dva moda:

— poluautomatskom, kada operator izdvaja ciljeve koji će se pratiti,

— automatskom, kada se koordinate uočenih ciljeva obrađuju specijalnim računarom.

Da bi se ustanovila pripadnost cilja vrši se identifikacija slanjem upitnog šifrovanog radio-signala.

Radar omogućava i simulaciju situacije u vazduhu tako što se slika si-



Funkcionisanje radara tipa 55Zh6-1 i 1L13-3

nih aviona garantuje se na visini 10 km i daljini 300 km, a na visini 20 km na daljini od 400 km. Ciljevi koji lete na visini od 500 m mogu se pouzdano detektovati već na daljini od 65 km.

Prednosti metarskog talasnog opsega su nesporne, ali pored toga radar obezbeđuje i tačno merenje koordina-

tuacije prikazuje na indikatorskom pokazivaču bez emitovanja radio-impulsa. Simulator je izuzetno koristan u toku obuke radarskih posada.

Radar sadrži ugrađene funkcionalne testove i dijagnostički sistem. Informacija o potpunoj spremnosti za rad, kao i lokalizacija otkaza, može se

dobiti u najkraćem mogućem vremenu. Budući da su uređaji građeni modularno i snabdeveni optimalnim količinama rezervnih delova i pribora, lokalizaciju otkaza i zamenu neispravnih komponenata može izvesti posada.

Radar se može napajati energijom iz električne mreže. Ako takva mreža nije dostupna, može se napajati sopstvenim agregatom koji za pogon koristi dva dizel-motora, a sastoji se od 4 generatora po 100 kW, 3 generatora po 50 kW, rezervnog generatora, razvodnog uređaja i pretvarača. Agregatom se upravlja sa radarske stanice.

Konstruktori su vodili računa o bezbednosti i sistemu održavanja životnih uslova, tako da posada ima potreban komfor.

Hermetično zatvaranje radnog prostora i uređaji koji se koriste za prečišćavanje spoljašnjeg vazduha obezbeđuju pouzdanu zaštitu posade od prodora hemijskih i radioaktivnih agenasa. Radar ima i vrlo efikasan sistem protivpožarne zaštite. Sistem za prečišćavanje vazduha učestvuje u obezbeđivanju radnih uslova i u toku borbenih dejstava.

Radar 1L13-3 radi u metarskom talasnom opsegu, a namenjen je za osmatranje vazdušnog prostora, i integriše se u sistem za kontrolu vazdušnog saobraćaja i upravljanje vojnim i civilnim letelicama. Može se koristiti u automatizovanim PVO sistemima, sistemima ratnog vazduhoplovstva ili nezavisno, tj. kao deo snaga za brzo delovanje.

Radar je vrlo mobilan — njegova oprema je smeštena na tri kamiona i jednoj prikolici. Za postavljanje posadi je potrebno 45 minuta. Radar omogućava vrlo brzo prikupljanje podataka o letećim ciljevima u dve dimenzije: po azimutu (neograničeno) i po da-

ljini (do 300 km). Najveća visina na kojoj se mogu detektovati borbeni avioni je 27 km. Kao i radar tipa 55Zh6-1 i 1L13-3 je opremljen automatskim sistemom za zaštitu od ometanja, koji koristi višekanalni samopodešavajući uređaj sa digitalnom skenirajućom selekcijom, kao i uređajem za nadgledanje rada i automatsku lokalizaciju neispravnih komponenata.

Može se napajati iz električne mreže ili vlastitog elektro-agregata koji ima 2 dizel-generatora snage po 30 kW.

Uređaji za prečišćavanje i provetranje, hlađenje i zagrevanje vazduha obezbeđuju operatorima potreban komfor, dok automatski protivpožarni sistem i filterski ventilatorski uređaji garantuju njenu bezbednost. Najvažnija karakteristika i ovog radara je mogućnost detekcije i »nevidljivih« letelica.

Oba radara spadaju u klasu najsavremenijih vojnih uređaja u svetu.

M. Savanović

RAZVOJ LOVAČKOG AVIONA ZA 21. VEK*

Kad se oružane snage suoče sa budžetskim ograničenjima i pojačanim pretnjama upotrebe sile, ponovo dolazi do razmatranja borbenih zadataka lovačkog aviona. Uprkos povećanom korišćenju »pametnih« vođenih projektila, i dalje je jasno da je pilotirani borbeni avion od presudnog značaja. Ciljevi komandanata na bojištu su da imaju pokretna borbeno sredstva (po-

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW, 6/1995.

čevši od lansera vođenih projektila i kopnenih trupa do raznih aviona) i da ta sredstva ne mogu da budu pogodena preko horizonta. Takođe, postavlja se pitanje vredi li upotrebljavati krstareće rakete na ciljeve kao što su položaji projektila zemlja-vazduh kratkog dometa? Pojedini ciljevi moraju da budu precizno identifikovani i nanišanjani kako bi se izbegla propratna oštećenja.

Jedinstvene karakteristike lovačkog aviona omogućavaju da se efikasnije od drugih borbenih sistema koristi protiv tih ciljeva. Lovачki avion može da se približi cilju radi tačnog identifikovanja i nišanja. On može autonomno da izviđa u određenoj oblasti i da napadne cilj koji pre toga nije bio lociran. Lovачki avioni su borbeni sredstva koja se mogu upotrebiti protiv ciljeva u vazдушnom prostoru i na zemlji.

Projektovanje lovačkog aviona postaje problematično u uslovima smanjenih budžetskih sredstava. Savremeni lovački avion mora da ima veliki radijus dejstva i da bude izdržljiv u borbi. Odbrambene mere, kao što su mala primetljivost, ometači i lažne mete povećavaju pojedinačnu cenu aviona. Istovremeno, izgleda da je još uvek teško uskladiti karakteristike vrlo male primetljivosti sa mogućnostima, naročito u malom avionu, ali neki stepen »stealth« (nevidljivosti) realan je za buduće lovačke avione.

Analize cene u odnosu na vek aviona pokazuju da je opravdano favorizovati manji ali sposobniji avion kome je potrebna manja podrška pratnje i tankera i manji broj ljudi da ga opslužuju. Plafon dimenzija i cene lovačkog aviona zavisi od broja ciljeva, pokretnih i nepokretnih, koji treba da budu napadnuti u kritičnoj, prvoj, fazi konflikta uz minimalni broj poletanja. Malo, jeftini lovački avion može da obavi

isti broj poletanja kao i veliki avion — u uslovima opasnosti manjeg intenziteta i u povoljnim vremenskim uslovima. Međutim, 10 lovačkih aviona koji mogu da dejstvuju u toku 24 časa mogu da izdrže isti broj poletanja kao 20 dnevnih aviona.

Sledeći iskustva iz rata u Zalivu, francusko RV promenilo je planove za svoj avion RAFALE, pa će dve trećine tih aviona biti dvosedi. Radno opterećenje letača pri navigaciji na malim visinama, izbegavanje opasnosti iz vazdušnog prostora i sa zemlje i navođenje preciznih ubojnih sredstava bilo bi suviše za samo jednog pilota. Nasuprot tome, američko RV povuklo je svoje dvosede F-111 i F-4G WILD WEASEL, i uveliko se oslanja na F-16. Avion američke mornarice A-6 biće privremeno zamenjen jednosednim F/A 18E.

Što se tiče druge osnovne dileme — jedan ili dva motora — ispitivanja su pokazala da nema mnogo koristi od dvomotornog aviona u pogledu poboljšanja verovatnoće opstanka aviona u borbi.

Još jedno osnovno razmišljanje o budućem lovačkom avionu je ravnoteža između mogućnosti borbenih dejstava vazduh-vazduh i vazduh-zemlja. Većina današnjih aviona slede američki princip da se jedan lovački avion, podešen za borbeni dejstva vazduh-vazduh, može adaptirati za dejstva vazduh-zemlja dodavanjem spoljašnjih rezervoara za gorivo, senzora i ubojnih sredstava, ali tada povratak na prvu varijantu nije moguć. Čini se da avioni TORNADO F3 i F-15E to i pokazuju, ali i dalje postoje određeni konstrukcioni problemi. Prednje površine »patka« (canard) dobre su za poboljšanje okretnosti aviona, ali prostora za nošenje ubojnih sredstava pomeraju u nepodesan položaj nazad od

težišta aviona. Motor aviona F-22 konstruisan je za krstarenje i manevrisanje sa nadzvučnim brzinama, ali ima koeficijent baj-pasa ispod optimalnog za podzvučne brzine.

Borbeni teret i dolet aviona za dejstva vazduh-zemlja povećavaju potrebnu količinu goriva, što pokazuju podvešeni rezervoari goriva aviona F-15E i F-16ES i veliki spoljni rezervoari aviona MIRAGE 2000D. Integracija naružanja nameće neke dileme, posebno za avione stealth tehnologije. Tako avion F-22 ima nekoliko odseka za ubojna sredstva, ali može da ponese samo dva ubojna sredstva vazduh-zemlja po 450 kg, jer su proporcije odseka za ubojna sredstva podešene za vođene projektele vazduh-vazduh.

Da li će senzori vazduh-zemlja biti smešteni u avionu ili u podvesnim kontejnerima? Ugrađeni senzori su poželjniji zbog čeonog otpora i demaskirajućih karakteristika, ali avion sa ekvivalentom LANTRIN, pored višerežimskog radara, ne može da bude jeftin. Uspješni su kompaktni radarski procesori, jeftini kabinski displeji u boji i sistemi za navigaciju i vezu zasnovani na informacionoj bazi.

Avion za dejstvo vazduh-zemlja nalaziće se duže vreme u zoni protivvazdušne odbrane sa zemlje, pa su ugrađeni defanzivni sistemi od velike važnosti. Izražen je trend udaljavanja od nezavisnih sistema (lažne mete, ometači, sistemi za radarsko upozorenje) i pomak ka integrisanom sistemu defanzivnih pomoćnih sredstava koji ima sistem za upozorenje dolaska vođenog projektila MAWS (Missile-Approach Warning System), i automatsko protivdejstvovanje protiv projektila, vođenih radarskim ili IC putem. Ne treba zanemariti ni opasnost iz vazdušnog prostora, ali opšta pretpostavka da su lovački avioni iz sedamdesetih godina postavili osnovicu za manevarske oso-

bine i okretnost može da bude netačna i skupa u tolikoj meri da je to u suptnosti sa sposobnostima za »stealth« i dejstva vazduh-zemlja, zbog toga što je došlo do fundamentalnih promena u vazdušnoj borbi.

Novi lovački avioni biće okretaniji, a potencijale vektorisanog potiska su pokazali demonstratori F-16, zatim X-31 i YF-22. Pilot može da kabrira, uspori ili leti oko vektora brzine radi usmeravanja nosa aviona kroz veći deo prednje hemisfere. Avion X-31 prikazao je mogućnost izvođenja zaokreta nazvanog »gunship turn« — kombinacija letenja sa velikim napadnim uglom i putanjom leta usmerene nadole, omogućujući avionu da ostane u ravnom položaju sve vreme, čime se isključuje mogućnost da se protivnik izvuče. Vektorisani potisak omogućuje pilotu da izvrši lažni manevar izvlačenja u jednom pravcu, i da se, zatim, vrati na početnu putanju leta čim protivnik izvrši manevar. U kombinaciji sa vođenim projektilom koji leti iznad linije viziranja, kao što je ruski R-73 VIMPEL (AA-11 ARCHER), okretnost aviona omogućava pilotu da osmatra, prepozna i gađa u skoro svakom smeru. Vođeni projektil koji se lansira unazad proširio bi sličnu sposobnost i manje okretnom napadačkom avionu. Dok vizuelni let postaje opasniji, novi vođeni projektili srednjeg dometa za gađanje preko vidnog polja, kao što su AMRAAM (Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile), pokazuju da predstavljaju novo dostignuće. To omogućava pilotu da zadrži puni pregled vazdušne borbe dok je vođeni projektil na putu ka svome cilju, i daje mogućnost skoro svakom lovačkom avionu da jednovremeno vodi nekoliko projektila ka nekoliko ciljeva.

Bolji senzori i displeji poboljšali su mogućnosti pilota da vodi kompleksni i dinamički napad na cilj koji se

nalazi van zone vidljivosti. Elektronska oprema aviona F-22 automatski određuje prioritet ciljeva, proračunava i pokazuje na displeju granice dometa svojih vođenih projektila, i domete protivničkih vođenih projektila. Simboli na displeju pokazuju kurs i približnu brzinu ciljeva, njihovu relativnu visinu i svaki drugi avion koji se nalazi u blizini. To omogućava vođi formacije da odluči da gađa na maksimalnom dometu, i da se što pre odvoji od protivnika, ili da mu se približi radi veće verovatnoće uništenja. Kada su vođeni projektili lansirani, displeji pokazuju njihovo napredovanje ka ciljevima i omogućavaju da se lansira drugi projektil ukoliko prvi promaši.

Okretni lovački avioni sposobni su da umaknu lansiranom projektilu van vizuelnog dometa. MAWS obezbeđuje rano upozorenje na napad vođenim projektilom, može da prati dolazeći vođeni projektil i da optimizira upotrebu pasivnih dipolnih odražavača i lažnih ciljeva, dok su avioni EF 2000, RAFALE i F-22 bolji u nadzvučnom manevrisanju i ubrzanju od svojih prethodnika. Rezultat je da je napad van dometa vidljivosti postao složeniji. Britanska agencija za odbrambena istraživanja razvila je svoju simulaciju JOUST radi istraživanja efekta projektila sa aktivnim radarskim vođenjem, boljih senzora i okretnijih aviona za vazдушnu borbu. Sistem, zasnovan na radnoj stanici, koristi široke ekrane umesto kupola i »stvarne« displeje iz pilotske kabine umesto realističke makete JOUST.

Čak i kratki simulirani JOUST napad pokazuje složenost borbe sa ciljem van dometa vidljivosti. Napadaču nije više potrebno da leti prikriveno iza vođenog projektila i da ga vođi, već može slobodno da manevriše u sektoru ve-

ćem od 90°, dokle god može da prati cilj. U međuvremenu, cilj može da izvrši protivnapad ako lansira sopstveni projektil van dometa vidljivosti, i zatim pokuša da izbegne dolazeći vođeni projektil, možda smanjenjem visine leta i odvlačenjem vođenog projektila naniže u gušće slojeve atmosfere gde bi on brzo istrošio svoju energiju. Ukoliko bi, posle toga, protivnički avion naglo poleteo uvis, vođeni projektil ne bi mogao da ga prati.

Simulacije JOUST pokazuju borbe u vazдушnom prostoru van vidljivog dometa sa višestrukim lansiranjem projektila kada protivnici naizmenično napadaju i povlače se, ali ostaju van vizuelnog dometa, izbegavajući sporu borbu u zaokretima. Gubitnik je često onaj koji prvi izgubi visinu i završi na podzvučnoj brzini i izgubi »pravo biranja«. Simulacije pomoću sistema JOUST doprinele su da se RV Velike Britanije uveri da su razlike u performansama između vođenih projektila AMRAAM i VIMPEL R-77 (NATO oznaka AA-X-12) stvarne i značajne. Procenjeno je da je vođeni projektil R-77 teži sa većim motorom, bolji sa aspekta kinematike i ima veću energiju na dometu nego AMRAAM. Zbog toga britansko RM nije prihvatilo AMRAAM za avion EF 2000 već je raspisalo zahtev za novi vođeni projektil vazduh-vazduh.

Poboljšani vođeni projektili i sredstva za protivdejstva u početku će dati preimućstvo avionima koji ih nose. Međutim, kako se pomenuta sredstva budu sve više koristila, bliska vazдушna borba postaće vrlo opasna, i prevešće borbu u vazдушnom prostoru u režim van dometa vidljivosti. Zato se postavlja pitanje — da li će vođeni projektil

Tekući programi razvoja lovačkih aviona u svetu

Nosilac ugovora	Tip	Namena	Sadašnje stanje	Uvođenje u naoružanje	Broj motora x potisak	Primedba
AIDC	CHING-KUO	PVO	polazna varijanta	1996.	2x53 kN	Konstruisan uz pomoć firme LOCKHEED
Kina	J-10	višenamenski	?	?	?	Novi kineski laki lovac, konstruisan uz pomoć Izraela
DASSAULT	RAFALE	višenamenski	razvoj u prirodnoj veličini	1999.	2x87 kN	Verzije RM i RV
EUROFI-GHTER	EF2000	nadmoć u vazduhu	— „ —	2000.	2x90 kN	Pred zaključenjem ugovora za serijsku proizvodnju
MITSUBISI	FS-X	višenamenski	— „ —	2000.	1x129 kN	Derivat F-16, naručeno 70 do 130 komada
HAL	ICA	vazduh-vazduh vazduh-zemlja	u razvoju	2000. ?	1x71 kN	Zamena MiG-21. Sistem za upravljanje vatrom MARTIN MARIETTA. Poletće 1996.
SAAB	JAS 39	višenamenski	polazna varijanta	1996.	1x81 kN	Izvozna verzija možda u saradnji sa BAE
LOCKHEED	F-16MLU	— „ —	razvoj	1998.	1x102 kN	Modernizovani F-16A/B. Praviće se i za Tajvan
LOCKHEED	F-16U	— „ —	ponuda	1999. ?	1x155 kN	Ponuden UAE, skraćen trup, delta krilo
LOCKHEED	F-22	nadmoć u vazduhu	razvoj	2003.	2x160 kN	Studija višenamenske verzije, malo primetan
MDA	F/A-18E/F	višenamenski	razvoj	1999.	2x98 kN	Srednja primetljivost
MIKOJAN	MiG-29M	— „ —	demonstrator	?	2x90 kN	Modernizovani MiG-29. Traži se konstruktor i kupac
MIKOJAN	1.42	— „ —	— „ —	?	2x170 kN	Može uskoro da poleti, malo primetljiv
SUHOJ	Su-34	udarni	razvoj u prirodnoj veličini	1997. ?	2x138 kN	Plan zavisi od budžeta
SUHOJ	Su-35	nadmoć u vazduhu	demonstrator	?	2x138 kN	Poboljšan Su-34 sa naoružanjem i sistemima 1.42

malog dometa predstavljati efikasnu samoodbranu, čak i pri rešavanju zadataka napada ciljeva na zemlji.

Gotovo je izvesno da je određena budućnost višenamenskog aviona sa dugim doletom i velikom okretnošću, ugrađenim sensorima za napade ciljeva na zemlji u toku 24 časa, sa mogućnošću dejstvovanja protiv ciljeva van vidljivog dometa i sa kombinacijom »nevidljivosti« i protivmerama za odbranu.

P. Marjanović

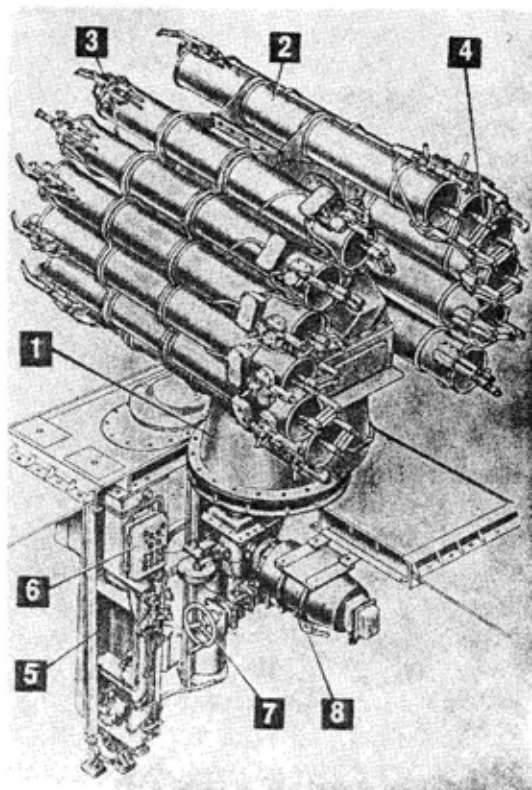
PROTIVPODMORNIČKI RAKETNI SISTEM SMERČ*

Podmornice su jedna od najvažnijih komponenata savremenih pomorskih snaga. U pomorskim operacijama predstavljaju veliku opasnost za nosače aviona i ratne brodove (bilo u formaciji ili pojedinačne), kao i za podmornice. Podmornice, takođe, mogu da izvršavaju raketne napade na obalske ciljeve.

Sve veća opasnost od podmornica zahteva efikasnija protivpodmornička ubojna sredstva, prvenstveno za njihovo otkrivanje i uništavanje.

U toku nekoliko proteklih decenija ratne mornarice su uvodile u naoružanje krstareće i balističke vođene projektele brod-podmornica, brodska i avionska protivpodmornička torpeda i male odvajajuće samonavodene mine sa torpedu bojnim glavama. Istovremeno, najistaknutije mesto u protivpod-

morničkom naoružanju površinskih brodova zauzimaju protivpodmornički sistemi koji koriste dubinska punjenja, posebni bacači protivpodmorničkih ra-



Sl. 1 — Protivpodmornički raketni bacač RBU-6000

1 — postolje bacača, 2 — cev, 3 — prednja stega, 4 — zadnja stega, 5 — podizač rakete, 6 — komandna tabla, 7 i 8 — pokretači po pravcu i visini

keta, koji predstavljaju dopunu protivpodmorničkim vođenim projektlima i torpednom naoružanju.

U vreme kada je bilo teško koristiti protivpodmorničke vođene projektele i torpeda, ili pak sasvim nemoguće, protivpodmornički sistemi postali su jedina efikasna sredstva za uništenje podmornica. Protivpodmorničke rakete takođe su korišćene za uništa-

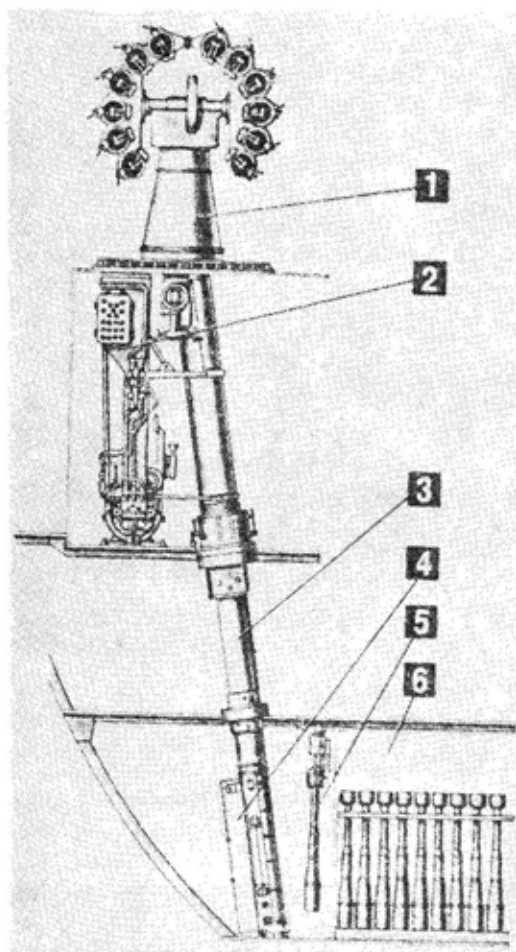
* Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, juli—avgust 1995.

vanje torpeda koja su se kretala prema brodovima.

U ruskoj RM najviše korišćeni i najefikasniji brodski protivpodmornički sistem je sistem SMERČ, koji se sastoji od sledećih celina:

— protivpodmorničkog raketnog bacača RBU-6000 sa električnim pokretačem i podizačem raketa,

— protivpodmorničke rakete RGB-60 sa udarno-tempirnim upaljačem,



Sl. 2 — Protivpodmornički sistem SMERČ

1 — bacač raketa, 2 — podizač rakete, 3 — elevator, 4 — otvor za punjenje elevators, 5 — protivpodmornička raketa RGB-60, 6 — spremište za rakete

— sistema za upravljanje vatrom PUS-B.

Sistem SMERČ ugrađuje se na male i velike površinske brodove različitih klasa. Omogućava uništenje podmornica na dubinama do 500 m.

Protivpodmornički raketni bacač RBU-6000 (sl. 1) u suštini je stacionarni bacač sa 12 cevi i mogućnošću okretanja. Spremište sa raketama smešteno je u potpalubnom prostoru, neposredno ispod bacača. Punjenje i pražnjenje snopa cevi vrši se pomoću podizača raketa koji ih podiže iz spremišta pomoću specijalnog elevators, tako da ovaj proces ne zahteva poslužioca na palubi. Čim se napuni poslednja cev, protivpodmornički raketni bacač automatski prelazi u režim vođenja. Kada se utroše sve rakete, raketni bacač se automatski vraća u režim punjenja, tj. cevi se spuštaju za 90° i okreću po azimutu za naredno punjenje. Pored automatskog punjenja bacača, postoji mogućnost i ručnog punjenja iz komandne stanice ispod palube.

Osnovne tehničke karakteristike raketnog bacača RBU-6000 su:

Bacač se može koristiti na nemirnom moru u temperaturnom dijapazonu $\pm 40^\circ\text{C}$.

Protivpodmornička raketa je nevođena sa čvrstim pogonskim gorivom. Njena dužina je 1830 mm, kalibar 212 mm, a masa 110 kg. Bojna glava je napunjena eksplozivnim punjenjem od 25 kg, a ima udarno-tempirni upaljač koji obezbeđuje dva načina aktiviranja: pri udaru, kada raketa pogodi podmornicu ili neku drugu prepreku i udarno-tempirno, kada raketa pogodi prepreku ili dostigne prethodno određenu dubinu.

Sistem za upravljanje vatrom PUS-B namenjen je za upravljanje sa 4 bacača protivpodmorničkih raketa iz broskog operativnog centra. Sistem

se sastoji od centralnih uređaja, smeštenih u BOC, i perifernih uređaja, smeštenih na bacačima. On licu koje upravlja vatrom obezbeđuje potrebne in-

razrađeno je kroz brojne praktične vežbe i relativno je jednostavno.

Operativnom korišćenju (gađanju) prethodi preliminarna i završna pri-

Masa praznog bacača sa delovima koji se ne odvajaju (kg)	3100
Dimenzije bacača (mm):	
— dužina	2000
— visina	2250
— širina	1750
Granični uglovi navođenja (stepeni):	
— po visini	—15 do +60
— po pravcu	0 do +180
Maksimalne brzine navođenja (°/s):	
— automatski	30
— ručno	4
Granični uglovi stabilizacije (stepeni):	
— oko uzdužne ose (sa periodom od 8 s)	20
— oko poprečne ose (sa periodom od 4 s)	7
Potrebna naizmjenična struja (za 2 bacača) 220/380 V 50 Hz (kW)	12
Posluga bacača (članova — dva u spremištu raketa i jedan u komandnoj stanici)	3

formacije o stanju bacača protivpodmorničkih raketa, o relativnom položaju broda u odnosu na cilj — podmornicu i priprema elemente za gađanje.

Koristeći osnovne podatke, dobijene od brodskih sonara i spoljašnjih izvora pokazivanja cilja (brodovi, helikopteri), sistem za upravljanje vatrom određuje kurs i brzinu cilja, proračunava ukupne uglove navođenja bacača i dostavlja ih do bacača. Ovaj sistem, takođe, obezbeđuje unošenje, daljinskim putem, vrste i dubine detonacije i broj raketa (jedna, četiri, osam ili dvanaest) koje će biti izbačene u plotunu.

Operativno korišćenje protivpodmorničkog raketnog sistema SMERČ

prema. Preliminarna priprema obavlja se unapred kako bi se sistem SMERČ održao u stalnoj borbenoj gotovosti za operativnu upotrebu. Tu spadaju tehnička, meteorološka i balistička priprema.

Tehnička priprema zasniva se na proveravanju komponenata sistema i njihovog održavanja u radnim uslovima i stanju borbene gotovosti za upotrebu. Raketni bacači se u pripremi pune kompletno raketa i udarno-temperiranih upaljača podešenim za aktiviranje na određenoj dubini. Sistem za upravljanje vatrom podešava se na pretpostavljenu brzinu cilja — podmornice i na brzinu kretanja raketa kroz vodu.

Meteorološka priprema obuhvata određivanje podataka o brzini i sme-

ru vetra i određivanje popravke i unošenje tih podataka u uređaje sistema za upravljanje vatrom. Ovi podaci moraju se ažurirati svaka 4 časa.

Balistička priprema obuhvata uvođenje podataka o temperaturi punjenja raketnih motora u uređaje sistema za upravljanje vatrom. Temperatura punjenja treba da bude jednaka temperaturi okolnog vazduha ukoliko rakete stoje u bacačima duže od četiri časa, ili jednaka temperaturi u spremištu raketa ako tamo stoje duže od četiri časa.

Završna priprema obavlja se neposredno pre napada otkrivene podmornice. Ona obuhvata određivanje trenutne pozicije cilja, njegove daljine i brzine, izračunavanje elemenata za gađanje, okretanje bacača po pravcu, proveravanje vrste i dubine eksplozije i određivanje broja raketa koje će biti izbačene u plotunu.

Cilj se obično gađa punim plotunom ali postoji mogućnost izbacivanja i pojedinačnih raketa i plotuna od po četiri i osam raketa.

Zavisno od preciznosti nišanja i raspoloživog vremena za napad, gađanje se može obaviti na tri načina:

— sa punom pripremom, kada su određeni svi relevantni podaci,

— sa skraćenom pripremom, kada su određeni podaci o trenutnoj poziciji cilja u odnosu na azimut broda,

— sa kratkom pripremom, kada su određeni samo podaci o trenutnom položaju cilja.

Sistem SMERČ ima mogućnost korišćenja rezervnih načina ispaljivanja raketa, preko tablica i ručnog navođenja bacača u slučaju otkaza napajanja sistema za upravljanje vatrom električnom energijom.

Protivpodmornički raketni sistem SMERČ bezbedan je i pouzdan pri radu, a ima najveću brzinu efikasnog reagovanja od svih poznatih protivpodmorničkih sistema. Kompaktne je konstrukcije (sl. 2), pa se može ugraditi na brodove svih klasa bez velikih teškoća ili troškova.

P. Marjanović

STELT TEHNOLOGIJA I NJENA OGRANIČENJA*

Potpuna primena danas vrlo aktuelne i prestižne stelt (Stealth) tehnologije, u konstrukciji borbenih aviona pogodnih za 24-časovne intenzivne operacije, nije nimalo lak zadatak.

Glavna, ali ne i jedina područja u kojima se može doprineti smanjenju detektibilnosti, radi postizanja razumne i dobro balansirane »nevidljivosti« borbenih aviona su:

— radarski odraz,

— IC emisija,

— optička vidljivost (direktna i indirektna),

— mala emisija ili totalna pasivnost avionike, senzora i sistema za upravljanje vatrom.

Redukcija radarskog odraza zahteva vrlo pažljivo oblikovanje spoljašnjih površina. Međutim, ako se izabere aerodinamička konfiguracija koja najviše odgovara zahtevanim letnim performansama, redukcija radarskog odraza je vrlo težak zadatak. Danas je koncept veštačke stabilnosti po-

* Prema podacima iz časopisa MILITARY TECHNOLOGY, 4/95.

stao standard za savremene borbene avione. On omogućava lakše postizanje prihvatljivog kompromisa, a to podrazumeva i kompromis između zahteva, što ponekad nije prihvatljivo. Problem je još komplikovaniji jer se radarski odraz znatno menja u zavisnosti od ugla pod kojim je cilj obasjan radarskim snopom. Zbog toga se određuje prioritetni kvadrant (obično čeon) u kojem radarska detektibilnost mora biti što je moguće manja.

Spoljašnjim oblikom nastoji se da se količina reflektovane energije redukuje prema izvoru radarskih elektromagnetnih talasa. Reflektovani signal treba da bude tako slab da se utopi u pozadinu elektromagnetnog šuma. To upućuje na usvajanje spoljašnjeg premaza od materijala koji apsorbira radarske talase (RAM). Takav materijal sastoji se od pogodne smese koja se nanosi kao dovoljno debeli površinski sloj. Sve to doprineće »nevidljivosti« aviona, tako što će parcijalno prikrivati i apsorbirati radarske talase određenih dužina. Materijal koji apsorbira radarske talase i spoljašnji oblik aviona efikasan je protiv kratkih talasa i santimetarskih talasnih dužina koje emituju konvencionalni borbeni radari ugrađeni na borbenim avionima. Međutim, duži (metarski) radio-talasi, npr. sa nekog zemaljskog radara PVO, mogu indukovati rezonancu sa najvećim elementima aviona (kao što su zadnja ili napadna ivica krila), proizvodeći na taj način uvećani radarski odraz. Pored toga, savremeni borbeni avioni imaju na sebi veliki broj poklopaca i panela koji omogućavaju pristup sklopovima pri održavanju aviona, mnogo spojeva, malih otvora za vazduh, odušaka, drenažnih otvora, i sl. Sva ova mesta predstavljaju idealne rezonantne šupljine za emisiju kratkih radio-talasa. Neutralizacija kratkih talasa nastoji se iz-

vesti spoljašnjim oblikom ili materijalom za apsorpciju talasa nanešenim kao premaz.

Činjenica je da proizvođači poznatih »nevidljivih« aviona, kao što su B-2 i F-22, ipak imaju uspeha u obezbeđivanju malog radarskog odraza u širokom talasnom području. Radi toga je bilo potrebno uraditi opširne studije, simulacije, testove, razviti nove materijale, definisati ekstremno uske tolerancije u proizvodnji, naročito u pogledu spajanja panela i površina, kao i debljine premaza. Budući da je mali radarski odraz vitalna karakteristika za podzvučne avione, kao što je B-2, to se ne može obezbediti samo projektovanjem i konstrukcijom, već se ostvaruje i uz pomoć posebnih mera i aktivnosti iz domena održavanja. To je za nadzvučni F-22 manji problem, jer i ako izgubi svoje karakteristike »nevidljivosti«, zadržaće glavne prednosti u odnosu na svoje najbolje konkurente.

Problem redukcije emisije IC zračenja obuhvata dva glavna izvora, a to su: mlaznice avionskog motora i toplota koja se emituje preko oplata aviona. Ovi izvori emituju srednje i duge talase, respektivno, u IC području. U skladu s tim, *dual-band* senzorski sistem sa »prozorima« (tipično 3 do 5 μm i 8 do 12 μm) u IC području može se idealno iskoristiti za visokopouzdanu detekciju cilja.

Takvi sistemi sa *dual-band* IC pretraživanjem i praćenjem (IRST) već su razvijeni za primenu u mornarici, kao što su protivraketni kratkotalasni senzor (SIRMS) i japanski FS-H za avionske instalacije. Iako su znatno složeniji i skuplji nego *single-band* tipovi kao što su PIRATE koji je izabran za EF-2000, čini se da će *dual-band* IRST senzori imati značajnu ulogu u projektovanju budućih »antistelt« sredstava.

Određena emisija IC talasa sa op-late aviona i unutrašnjih izvora toplote uvek će ostati prisutna, dok će emisija prouzrokovana mlaznim motorom biti redukovana i ograničena na zadnju polusferu, ali ne i u potpunosti uklonjena. Pored toga, konstruktori su naišli i na izvesne probleme vezane za masu i praskanje u izduvnom kanalu motora (uključujući visoku cenu proizvodnje) kod obe mlaznice »nevidljivih« F-117 i B-2, uprkos činjenici da se na oba tipa aviona nalaze motori bez naknadnog sagorevanja i sa visokim/srednjim *by-pass* odnosom. Isto tako, niska IC emisija iz mlaznica avio-motora, koliko god da se pažljivo studira, neizbežno podrazumeva i neke gubitke u vidu smanjenja efikasnosti propulzije, koja neizostavno utiče i na ostale performanse motora, pa i aviona. Sistem mlaznica izabran za F-22 predstavlja dobar kompromis između srednje radarske reflektivnosti u zadnjem kvadrantu i kontrolisane IC emisije. U slučaju primene geometrije mlaznica sa potpuno dvodimenzionalno promenljivim vektorom potiska moraju se prihvatiti izvesni gubici, u obliku mase, cene kao i trajanja i troškova održavanja. Kao što je poznato, promenljivi vektor potiska, uz potrebu kompenzacije navedenih gubitaka, ne doprinosi nevidljivosti, štaviše on je čini vrlo teško ostvarljivom, ali nudi jasne prednosti u vidu povećanja upravljivosti i stabilnosti.

U pogledu optičke vidljivosti, spoljašnje dimenzije su najznačajniji parametar. Dok veličina aviona, u suštini, ima srednji uticaj na radarski odraz, optička vidljivost aviona je direktna funkcija njegove veličine. Pored spoljašnjeg oblika, položaj i dimenzije krila i ostalih površina, kao što su repna vertikalna krila, zakrilca, kanari, usisnici za vazduh, otvori mlaznica kao i način maskiranja, doprinose po-

većanju ili smanjenju daljine na kojoj će avion biti vizuelno detektovan. Vizuelna detekcija može da bude olakšana i zbog drugih elemenata, kao što su: leđni let na visini ili u toku manevra, osvetljenje pilotske kabine i njenih instrumenata, unutrašnja signalizacija, lansiranje raketa, itd.

Optički i elektrooptički uređaji takođe se ugrađuju u zemaljske ili brodske uređaje za osmatranje i praćenje u sastavu protivavionskih sistema, radi suprotstavljanja jakim protivielektronskim dejstvima koji redukuju efektivnost radara. Može se predvideti da će potražnja za takvim uređajima biti znatno povećana u borbi protiv aviona sa malim radarskim odrazom.

Međutim, vrlo pokretljivi (manevaribilni) »nevidljivi« avioni još uvek zahtevaju dimenzionisanje velikih upravljačkih površina, kao što je to sadašnja generacija lovaca s dvostrukim vertikalnim repovima.

Sasvim je moguće da je američki izbor YF-22 ispred YF-23 bio delimično motivisan superiornom agilnošću i manevarskim osobinama Lokidove konfiguracije s višestrukim repovima. Međutim, ovaj izbor sasvim sigurno sadrži i nedostatke u pogledu optičke vidljivosti aviona u vazdušnoj borbi, a vrlo verovatno i povećanim radarskim odrazom.

S druge strane, veliki B-2, vrlo očljiv iz zemaljske perspektive, postaje zaista nevidljiv kada se gleda iz bilo koje druge perspektive s protivničkog aviona koji leti na približno istoj visini. To je specifična i vrlo značajna prednost konfiguracije »ravnog« krila bez vertikalnih repova, čiji je izbor bio onemogućen srednjim zahtevima za manevarskim sposobnostima strateških bombardera. U pogledu neemitu-

juće »avionike«, senzora i sistema za upravljanje vatrom, moglo bi se zaključiti da je takav izbor neproduktivan. Potpuno »tih« lovac mogao bi pokazati neka ograničenja u samostalnom osmatranju i gađanju cilja, naročito ako se desi da cilj takođe koristi procedure s kontrolisanom emisijom. U tom slučaju, suparnici će se morati čvrsto osloniti na spoljašnju podršku u pronalaženju i gađanju protivnika, što ih vraća u red lovaca koji nisu bili opremljeni radarom. Može se zaključiti da će vazдушna borba između aviona koji imaju uporedive nivoe »nevidljivosti« zahtevati iznalaženje i korišćenje složenih taktičkih procedura.

Nakon razmatranja primene sadašnjih tehnologija formira se poželjna konačna slika o borbenim avionima koji će zadržati malu vidljivost u čitavom spektru, ali i zadovoljiti neke dodatne zahteve. U skladu s tim, potpuno »nevidljiv« avion je vrlo teško napraviti. Njegov razvoj i proizvodnja vrlo je dug i skup proces koji zahteva velike stručne napore i visoke troško-

ve. Da bi jedan lovac, obezbeđujući vazдушnu prevlast i manevrišući sa preopterećenjem od 9 g (sa odgovarajućim deformacijama strukture i površine), ili jedan bombarder koji treba da leti određeni broj sati u različitim uslovima i na različitim visinama zadržali željeni mali radarski odraz, to zahteva izuzetne logističke napore, kao i napore u održavanju. Uz uvažavanje današnjih tehnološko-industrijskih činilaca i mogućnosti izbijanja potencijalnih sukoba koji se širom sveta mogu predvideti, izgleda da čak i SAD neće moći da pribave respektabilan broj potpuno »nevidljivih« aviona.

Ovakvi avioni pre će predstavljati »srebrne metke« (ili platinaste), a korišće se samo u posebnim visokoisplativim zadacima koji će se izvoditi sa dobro opremljenih aerodroma, bez rizika i opasnosti koje nosi linija fronta. Takvo ograničenje ima svoju ekonomsku, ali i psihološku dimenziju, jer postoji bojazan od gubitka »nevidljivih« aviona.

M. Savanović



tehničke novosti i zanimljivosti

POBOLJŠANI PVO SISTEM SREDNJEG DOMETA*

Prvog oktobra 1995. godine vlade Francuske, Nemačke i Italije potpisale su sa SAD memorandum o razvoju jednog od najkomplikovanijih sistema PVO koji se ikad pojavio, klase MEADS (poboljšani PVO sistem srednjeg dometa). Ovaj sistem je prvi pravi transatlantski program u čijem razvoju učestvuju evro-američki partneri. U programu će učestvovati američke firme: Loral, TRW, Westinghouse, Lockheed Martin, Raytheon i Hughes Aircraft organizovane u dva konzorcijuma i evropske firme: Aerospatiale, Alenia, Dasa, Siemens i Thomson-CSF, kao udružena evropska industrija organizovana u dva tima.

Prvi američki konzorcijum i prvi evropski tim organizuju transatlantsku grupu 1, a drugi američki konzorcijum i drugi evropski tim transatlantsku

grupu 2. Sastav timova i konzorcijuma određuje se po slobodnom izboru. Učešće američkih i evropskih partnera u finansiranju je podjednako. Nadgledanje realizacije projekta vršice menadžerska agencija NATO.

Obe grupe prema planu imaju zadatak da u vremenu 1996. do 1998. godine završe fazu definisanja i verifikacije projekta. Vrednost ugovora koji će biti sklopljeni u ovoj fazi iznosi oko 100 miliona dolara, a ukupna vrednost ove faze projekta planirana je na oko 2 milijarde dolara. Početak faze razvoja i projektovanja planiran je za 1999. godinu, a uvođenje u naoružanje 2005. godine.

Namena ovog PVO sistema je zaštita manevrišućih snaga od taktičkih balističkih raketa i iznenadnih vazdušnih udara koje mogu da nanesu krstareće rakete.

Glavna uloga će biti zaštita snaga na operativnom nivou, a sistem mora biti konfigurisan tako da obezbedi brzo delovanje.

* Prema podacima iz časopisa JANE'S DEFENCE WEEKLY, 6/1995.

MEADS će zameniti program raketa zemlja-vazduh američkih kopnenih snaga čija je organizacija bila zamišljena komplementarno, tako da operativni PVO raketni sistem za veće visine (THAAD) pokrije gornju zonu vazdušnog prostora, a protivraketni PVO sistem PATRIOT PAC 3 donju zonu vazdušnog prostora. Ovim sistemom Nemačka želi da zameni svoje rakete HAWK i napravi komplement raketnom sistemu PATRIOT PAC 3 namenjenom za donju zonu u svojoj PVO na operativnom nivou. Francuska i Italija ovim sistemom žele da zamene rakete ASTER u svom protivraketnom sistemu operativnog PVO sistema.

M. Savanović

AKTIVNI ODBRAMBENI SISTEM ARENA*

Ruski Projektni biro Kolonka i TDA, kompanija nastala zajedničkim ulaganjem firme Thomson-CSF i DASA, postigli su sporazum o kooperaciji u završnoj fazi razvoja i sukcesivnoj prodaji odbrambenog sistema ARENA. Sistem je namenjen za opremanje osnovnog borbenog tenka. Prve informacije o ovom jedinstvenom sistemu došle su u javnost 1993. godine. ARENA je aktivni odbrambeni sistem koji se montira na kupolu tenka. Osnova konstrukcije jeste u kombinaciji radarskog senzora i brzoreagujućeg eksplozivnog mehanizma kojima se vrši de-

* Prema podacima iz časopisa MILITARY TECHNOLOGY, 4/95.

tekcija i uništenje dolazećih zrna i protivtenkovskih raketa. Ovaj sistem, kao i njemu sličan DROZD, još su u fazi razvoja, ali su predviđeni za ugradnju na ruski osnovni tenk T-80U ili na njegovu eksportnu varijantu.

Tri kompletna primerka ovog sistema detaljno su testirana, ali se smatra da je potrebno uložiti još dosta rada na njegovoj finalizaciji pre nego što bude spreman za operativnu upotrebu.

Kao zanimljivost u vezi sa ovim sistemom može poslužiti podatak da je firma TDA na izložbi vojne tehnike IDEX '95 u Abu Dabiju prikazala pano sa ovim uređajem, ali je on, verovatno na insistiranje ruskog partnera, brzo povučen.

M. Savanović

ISPITIVANJE NAORUŽANJA HELIKOPTERA TIGER*

Obavljena su početna ocenska ispitivanja protivoklopnog vođenog projektila dugog dometa TRIGAT (kojim će biti naoružan evropski jurišni helikopter TIGER), pomoću helikoptera PANTHER. Predviđena su 33 leta — 10 na zahtev proizvođača helikoptera EUROCOPTER i 23 na zahtev proizvođača vođenog projektila, firme AEROSPATIALE MISSILES. Radi toga je

* Prema podacima iz časopisa INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW, 6/1995.

na jarbolu helikoptera PANTHER, iznad glavnog rotora, postavljen sistem za izviđanje i identifikaciju OSIRIS.

Ispitivanja su pokazala velike performanse nišana koji ima IC uređaj sa spregom preko naboja (CCD) i kameru koja može da radi i pri niskom nivou osvetljenosti. Ugrađeni su na žirostabilizovanoj platformi, a može se dobiti termovizijska slika objekata udaljenih preko 8 km. OSIRIS je već bio ugrađen u prototip PT1 helikoptera TIGER, za preliminarna merenja u pripremi za ispitivanja u vazдушnom prostoru. U program demonstriranja tehnologije (TDP) dodatno je uključen helikopter DAUPHIN sa turboosovinskim motorom MTR 390 adaptiranim za TIGER, kao i helikopter PUMA koji služi za ispitivanje pilotskog sistema za noćno osmatranje.

Konzorcijum EMDG razvio je vođeni projektil dugog dometa TRIGAT, a njegova glava za samonavođenje je potpuno ispitana. Ispitivanja su uključila preko 350 letova protiv različitih ciljeva, kao što su tenkovi, helikopteri i avioni — u uslovima protivdejtava.

U četvrtom prototipu helikoptera TIGER, oblikovanom u verziji francuskog helikoptera KoV HAP za pratnju i podršku, u međuvremenu su završena prva ispitivanja u gađanju topom 30 mm AM-30781, koji je ugrađen u kupolu, sa električnim pogonom velike brzine. U seriju od 15 gađanja na poligonu uključene su operacije sa okretanjem osnovnog rotora. Kupola je pokretana po pravcu u sektoru $\pm 80^\circ$, a po visini od 0 do $+30^\circ$. Ispitivanja gađanja u vazдушnom prostoru treba da započnu u navedenom periodu.

P. Marjanović

NOVINSKO-IZDAVAČKA USTANOVA »VOJSKA«
REDAKCIJA IZDAVAČKE DELATNOSTI »VOJNA KNJIGA«

ZA VAŠU BIBLIOTEKU

1. Aleksandar Radić
BORBENI AVIONI
Format 14×20. Strana 96.
Povez broširan. Ćirilica.
Cena 40 dinara.
2. Ćedomir Višekruna
**VAZDUHOPLOVNI POGONSKI
MATERIJALI, I deo GORIVA**
Format 17×24. Strana 216.
Tvrd povez. Latinica.
Cena 30 dinara.
3. Predrag Pejčić
VOJNI HELIKOPTERI
Format 17×24. Strana 466.
Tvrd povez. Latinica.
Cena 80 dinara.
4. Metodija Hristovski
EKSPLOZIVNE MATERIJE
— reĉnik
Format 17×24. Strana 320.
Povez broširan. Latinica.
Cena 70 dinara.
5. Dušan Banjac
ELEKTRONSKA BORBA U PVO
Format 14×20. Strana 292.
Povez platno. Latinica.
Cena 30 dinara.
6. Aleksander Razingar
**ELEKTRONSKO IZVIĐANJE
I MASKIRANJE**
Format 13×21. Strana 419.
Tvrd povez. Latinica.
Cena 30 dinara.
7. Milan Jovanović
**ZAŠTITA LJUDI OD JONIZUJU-
ĆEG ZRAĆENJA HEMIJSKIM
SREDSTVIMA**
Format 14×20. Strana 350.
Tvrd povez. Latinica.
Cena 30 dinara.
8. Milan M. Šunjevarić
RADIO-GONIOMETRIJA
Format 17×25. Strana 608.
Povez platno. Latinica.
Cena 40 dinara.
9. Zlatko Rendulić
**RATOVODSTVO I
NAUČNO-TEHNIĆKI POGRES**
Format 17×24. Strana 298.
Tvrd povez. Latinica.
Cena 30 dinara.
10. Nikola Vujanović
**TEORIJA POUZDANOSTI
TEHNIĆKIH SISTEMA**
Format 17×24. Strana 592.
Tvrd povez. Latinica.
Cena 50 dinara.

NARUDŽBENICA

NIU »Vojska«, Birčaninova 5, 11000 Beograd

Telefon: (011) 645-020, telefax: (011) 644-042

Žiro-račun: 40823-849-0-2393

Naručujem(o) knjige broj/primeraka

Naručene knjige plaćam(o):

a) odjednom — plaćanje unapred.

b) u mesečnih rata (najviše tri rate) po dinara
(najmanji iznos rate je 50,00 dinara).

Prilikom kupovine na kredit priložiti potpisanu i pečatom overenu narudžbenu i dokaz o uplati prve rate, a penzioneri prilažu odrezak čeka na kome se nalazi broj predmeta. Ostale rate uplaćuju se na 30 dana administrativnom zabranom.

Reklamacije za neuručene knjige primamo u roku od 30 dana.

U slučaju spora nadležan je Drugi opštinski sud u Beogradu.

Kupac

Matični broj

Ulica i broj Telefon

Mesto i broj pošte

Dana

Potpis naručioca

Ovim se potvrđuje da je naručilac knjiga zaposlen u

M.P.

Overava:

NIU »VOJSKA«, 11002 Beograd, Birčaninova 5
Telefoni: 645-020 i 656-122, lokal: 22-584
Telefax: 644-042, žiro-račun: 40823-849-0-2393

NARUDŽBENICA

Preplaćujem(o) se na časopise za 1996. godinu, i to:

primeraka

1. VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (stručni i naučni časopis VJ) izlazi dvomesečno. Godišnja pretplata 50,00 dinara, polugodišnja pretplata 25,00 dinara;
2. NOVI GLASNIK (vojnostručni intervidovski časopis VJ), izlazi dvomesečno, u koloru, sa posebnim dodatkom uz svaki broj. Godišnja pretplata 100,00 dinara, polugodišnja pretplata 60,00 dinara.
3. VOJNO DELO (opštevojni teorijski časopis) izlazi dvomesečno. Godišnja pretplata 60,00 dinara, polugodišnja pretplata 30,00 dinara.

Broj primeraka časopisa koji se naručuje upisati u narudžbenicu i poslati na adresu: NIU »VOJSKA«, Birčaninova 5, 11002 Beograd.

Za pretplate fizičkih lica ne dostavljamo fakture. Poručioци uplaćuju iznos pretplate na žiro-račun NIU »VOJSKA«: 40823-849-0-2393 (sa naznakom za koji časopis) i šalju primerak uplatnice uz narudžbenicu.

U slučaju spora nadležan je Drugi opštinski sud u Beogradu.

Casopise slati na adresu:

Kupac:
(prezime i ime, naziv ustanove i broj telefona)

Mesto ul. br.

Dana: 199..... god.

M.P.

.....
Potpis naručioца

Vojnotehnički glasnik je stručni i naučni časopis Vojske Jugoslavije.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem tehničkog obezbeđenja, tehniku vidova, rodova i službi, razvoj, proizvodnju, upotrebu, tehnologiju, metodologiju, organizaciju i stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli i usavršavanju pripadnika Vojske Jugoslavije.

Članak se dostavlja Redakciji u dva primerka, a 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.

Članak treba da sadrži rezime (u najviše osam do deset redova), i ključne reči na srpskom i engleskom jeziku, uvod, razradu i zaključak. Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa dvostrukim proredom). Tekst mora biti jezički i stilski do teran, sistematizovan, sa jasnim mislima, bez daktilografskih grešaka, bez skraćénica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u zakonski dozvoljenim mernim jedinicama. 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. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane.

Spisak grafičkih priloga treba da sadrži naziv slike — crteža i nazive pozicija 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. Opširan pregled literature neće se prihvatiti.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima VJ.

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«, 11002 Beograd, Birčaninova 5, VE-1.

REDAKCIJA

LEKTOR

Dobriła Miletić, prof

KORICE

Miojko Milinković

KOREKTOR

Bojana Uzelac

Cena: 10,00 dinara

Tiraž: 1300 primeraka

Rešenjem Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije, broj 413-00-222/95-0101 od 19. 06. 1995. godine časopis »Vojnotehnički glasnik« je oslobođen plaćanja opšteg poreza na promet proizvoda.
