

Č-604

2
1992

TI SSNO

VOJNOTEHNIČKI

YU ISSN 0042-8469 *glasnik*

General-major
DORDE ĐUKIĆ, dipl. inž.
(predsednik Saveta)

General-potpukovnik
dr MILORAD DRAGOJEVIĆ, dipl. inž.

General-major
mr MILAN ZAKLAN, dipl. inž.

Pukovnik
RATOMIR MILOVANOVIĆ, dipl. inž.
(zamenik predsednika)

Pukovnik
LJUBODRAG PAVLOVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr JOVAN TODOROVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr ZORAN STOILJKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr JUGOSLAV KODZOPELIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr NIKOLA VUJANOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr MILOŠ ČOLAKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr ZAHARIJE VLASKALIN, dipl. inž.

Pukovnik
mr DRAGO TODOROVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr VIDOJE PANTELIC, dipl. inž.

Pukovnik
mr ZIVOJIN GRUJIC, dipl. inž.
(sekretar Saveta)

Pukovnik
MILISAV BRKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
ASIM HADŽIEFENDIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
MLADOMIR PETROVIĆ, dipl. inž.

Potpukovnik
mr DRAGOMIR MRDAK, dipl. inž.

Major
NADOLJUB DOŠIĆ, dipl. inž.

**GLAVNI I ODGOVORNI
UREDNIK**

Pukovnik
mr ZIVOJIN GRUJIC, dipl. inž.

TEHNIČKI UREDNIK

DRAGANA LACMANOVIĆ, dipl. slikar graf.

LEKTOR

DOBRILO MILETIĆ, prof.

KOREKTOR

RAJKO VUKOTA

SEKRE TAR REDAKCIJE

BRANKA STOJAKOV

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK — BEOGRAD, Birčaninova 5,
VE-1. Telefoni: centrale 656-122, lokali:
odgovorni urednik 22-976, sekretar 23-156,
pretplata 32-937, žiro račun: Vojnotehnički
glasnik i novinski centar (za Vojnotehnički
glasnik) 60823-849-2383 Beograd. Godišnja
pretplata: za pojedince — 600 dinara, a
za ustanove, preduzeća i druge organiza-
cije — 1800 dinara. Rukopisi se ne vra-
ćaju. Štampe: Vojna štamparija — Beo-
grad, Generala Zdenove 40 b.

**STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS
VOJSKE SAVEZNE REPUBLIKE
JUGOSLAVIJE**

**VOJNOTEHNIČKI
glasnik**



2

S A D R Ź A J

- | | | |
|--|------------|--|
| Dr Dragoljub Ridošić,
kapetan I klase, dipl. inž.
Dr Petronije Ašanin,
pukovnik, dipl. inž. | 109 | Utjecaj udaljenosti cilja na položaj formiranja lika kod dnevno-noćnih osmatračko-nišanskih uređaja |
| Dr Zaharije Vlaškalin,
pukovnik, dipl. inž. | 119 | Osvrt na upotrebu vazduhoplovnih snaga i ubojnih sredstava u ratu u Persijskom zalivu |
| Vladimir Babović,
dipl. inž.
Cedomir Mijatović,
dipl. inž. | 129 | Osnovne karakteristike sistema paralelnog punjenja masovnih tipova akumulatorskih baterija |
| Dr Radun Jeremić,
kapetan I klase, dipl. inž. | 138 | Modeliranje reoloških svojstava čvrstih raketnih goriva |
| Dr Radovan Maksić,
potpukovnik, dipl. inž.
Mr Milan Savić,
major, dipl. inž. | 149 | Mogući pristup istraživanja resursa za opravku TMS u borbi |
| Dr Dragutin Jovanović,
major, dipl. inž. | 158 | Organizovanje železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja posmatrano sa aspekta prevoznog puta — pruge |
| Mirko Radivojević,
pukovnik, dipl. inž. | 171 | Korišćenje ravne drvene palete i moguća oštećenja |
| Milan Krafniker,
kapetan I klase, dipl. inž. | 179 | Diskete |

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

- | | |
|------------|--|
| 190 | Stanje u razvoju veoma precizno vođene minobacačke municije — P.M. |
| 194 | Razvoj sredstava za borbu sa taktičkim balističkim raketama — M.M. |
| 201 | Bespilotne letelice — helikopteri — Ž.M. |
| 206 | Najnovije Poljsko oklopno vozilo WZT-3 za izvlačenje oštećenih vozila — P.M. |
| 209 | Električne transmisije za oklopna vozila u Francuskoj — P.M. |
| 212 | Čuvanje vojne tehnike u pokrivačima metodom potpune hermetizacije — Ž.M. |
| 215 | Trenažni komplet s mikroelektronskim računarom — L.B. |

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

- | | |
|------------|---|
| 218 | Automatska puška 7,62 mm »RK90« finske firme SAKO |
| 218 | Francuski dnevno-noćni osmatrački artiljerijski uređaj »DANAOS« |
| 219 | Familija laserskih daljinomera »TEMPO« francuske firme »CILAS« |

- 219 Kineski sistem za upravljanje vatrom »TYPE 313«
- 220 Uređaj za smanjenje otpora dna zrna
- 221 Francuski sistem za NBH-dekontaminaciju vozila i opreme velikom brzinom »S.D.D.G.C«
- 221 Južnoafrička samohodna top-haubica 155 mm »G6«
- 222 Francuski taktički kamionet 4×4 »PEUGEOT P4«
- 223 Francuska kupola za osmatranje i intervencije
- 223 VF radio-uređaj »AN/GRC-213« američke firme »HUGHES AIRCRAFT COMPANY«
- 224 Sovjetski automatizovani informacioni sistem »NAUKA« za evidenciju, kontrolu i planiranje naučnoistraživačkih radova
- 224 Francuska baza podataka »PASCAL« na SD-ROM
- 224 Američka bibliografija o pretraživanju informacija u ON-LINE režimu rada
- 225 Rasprskavajuća glava za vežbovnu municiju

Dr Dragoljub Riđošić,
kapetan I klase, dipl. inž.

Dr Petronije Ašanin,
pukovnik, dipl. inž.

Uticaj udaljenosti cilja na položaj formiranja lika kod dnevno-noćnih osmatračko-nišanskih uređaja

U radu je dat teorijski deo odnosa predmeta i lika, kao i dozvoljeno pomeranje predmeta u zavisnosti od oštine lika. Izvršen je proračun za niz objektivna različitih žižnih rastojanja sa predmetom na različitim rastojanjima od uređaja, čime se izvode zaključci o dubinskoj oštini.

Uvod

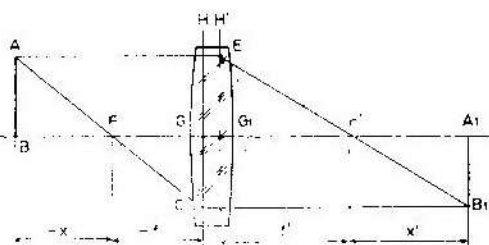
Polazeći od realne pretpostavke da je udaljenost cilja, promenljiva, neophodno je sagledati kako se to odražava na položaj lika koji formira objektiv kod dnevno-noćnih osmatračko-nišanskih sprava. Mesto formiranja lika zavisi od udaljenosti cilja, kao i od samih karakteristika objektivna. Posebno značenje položaj lika u odnosu na fokalnu ravan objektiva dobija kod noćnih sprava, budući da se fotokatoda smešta u tu ravan. Svako odstupanje lika od fokalne ravni objektiva unosi određenu grešku koja ima za posledicu stvaranja, u najboljem slučaju, mutnog lika, a u najgorem njegovo neprepoznavanje. Cilj ovog rada jeste da ukaže na takve realne uzroke, posledice, kao i na postupke njihovog otklanjanja.

U radu je razmotren teoretski položaj formiranja lika u funkciji udaljenosti cilja za različite objektivne, te izvršen proračun za objektivne sa konstantnim i promenljivim fokusom za različite ulazne pupile objektiva.

Teoretske postavke

Dnevno-noćne osmatračko-nišanske sprave treba korisnicima da omoguće dobru vidljivost različitih ciljeva na promenljivim daljinama. Polazeći od

takve pretpostavke i od poznatih zakona geometrijske optike pomoću slike 1 može se doći do veličine odstupanja položaja lika (x) od fokalne ravni slike.



Sl. 1 — Šematski prikaz formiranja lika pomoću objektiva

Sa slike 1, a na osnovu sličnosti trouglova ABF i CGF, odnosno EG₁F' i A₁B₁F; može se postaviti jednačina:

$$-\frac{x}{f} = \frac{f'}{x'} \quad (1)$$

Pošto je ispred i iza objektiva ista sredina, onda je $-f = f'$, pa se prethodna relacija može napisati u obliku:

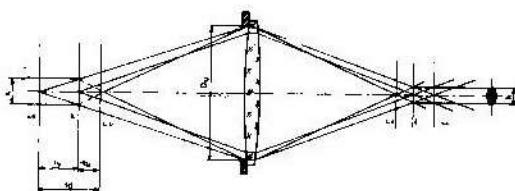
$$-x' = \frac{f^2}{x} \quad (2)$$

gde je:

x - udaljenost cilja od prednje fokalne ravni, x' - udaljenost lika od zadnje fokalne ravni objektiva, a f - žižina dužina

objektiva. Ako je predmet u beskonačnosti, lik će se formirati u zadnjoj fokalnoj ravni. Može se postaviti pitanje koliko bi trebao biti udaljen cilj da bi se formirao njegov lik u zadnjoj fokalnoj ravni objektiva, odnosno sa zanemarljivo malim odstupanjima. Odgovor na ovo pitanje može se dati ukoliko se uzme više različitih objektiva i varira njihova žižina dužina sa udaljenostima položaja cilja. U tu svrhu izvršen je proračun koji je dat u sledećem poglavlju.

Kvalitet lika u fizičkoj optici može se analizirati pomoću talasnih aberacija. Posmatrajući objektiv, dat na slici 2, može se reći da će idealan slučaj preslikavanja biti ukoliko su ravan lika P' i ravan predmeta konjugovani. Ukoliko objektiv nema aberacija, sve tačke iz ravni predmeta P preslikavaju se homocentričnim snopovima s presjecištem u ravni lika P' . Sve druge tačke iza ili ispred ravni P preslikavaju se izvan ravni P' u odgovarajućim konjugovanim tačkama.



Sl. 2 — Prikaz objektiva sa dubinskim oštrinama u prostorima predmeta i lika

Presek homocentričnih snopova u ravni P' predstavlja »kružice rasipanja« koji uzrokuju neoštrinu tačaka. Kod vizuelnih optičkih instrumenata oko neće spoznati neoštrinu lika ukoliko je prečnik kružica rasipanja k' manji od veličine koja odgovara fiziološkom graničnom uglu moći razlaganja. Posledica ovakvog stanja je preslikavanje određenog dela prostora sa zadovoljavajućom oštrine lika tačaka u ravni P' . U slučaju da je k' granična veličina kružica ra-

sipanja, onda će u konjugovanoj ravni P predmeta odgovarati veličina k izražena relacijom (3): gde je: $\beta = -\frac{y'}{y}$

$$k = \frac{k'}{\beta} \quad (3)$$

linearno poprečno povećanje (y -veličina lika, y' -veličina predmeta (sl. 1). Zadovoljavajuću oštrinu imaće one tačke kojima presek homocentričnog snopa, zavisno od veličine ulazne pupile (D_u), nije veći od k u ravni P . Dubinska oštrina u prostoru predmeta biće definisana između tačaka L_v i L_u preko rastojanja t_d .

$$t_d = t_v + t_u \quad (4)$$

U praksi je najčešće određena ravan predmeta P koju odgovarajućim izoštravanjem treba dovesti u konjugovanu ravan lika P' . Ostvarivanje takve operacije, zbog dubinske oštrine preslikavanja, izvodi se s određenom netačnošću [1]. Sa slike 2 proizilazi:

$$\frac{k}{t_v} = \frac{D_u}{z + t_v}$$

$$\frac{k}{t_u} = \frac{D_u}{z - t_u} \quad (5)$$

odakle sledi:

$$k = D_u \cdot \frac{t_v}{z + t_v}$$

$$k = D_u \cdot \frac{t_u}{z - t_u} \quad (6)$$

odnosno,

$$t_v = k \cdot \frac{z}{D_u - k}$$

$$t_u = k \cdot \frac{z}{D_u + k} \quad (7)$$

pa je veličina dubinske oštrine t_d :

$$t_d = 2 \cdot D_u \cdot k \cdot \frac{z}{D_u^2 - K^2} \quad (8)$$

Uvrštavanjem u (8) jednačine (3) dobija se:

$$t_v = k \cdot \frac{z}{\beta \cdot D_u - k}$$

$$t_u = k \cdot \frac{z}{\beta \cdot D_u + k} \quad (9)$$

Ako se umesto prečnika kružića rasipa k uvede vidni ugao pod kojim se vidi njegov prečnik na udaljenosti l od oka dobijamo:

$$\alpha = 3438 \cdot \frac{k'}{l'}$$

Uzimajući u obzir povezanost vidnog (G) i linearnog poprečnog povećanja (β) $G = \beta \cdot \frac{1}{l'}$ dobijamo izraze za t_u

i t_v .

$$t_v = \alpha \cdot z \cdot \frac{1}{3438 \cdot G \cdot D_u - \alpha \cdot l}$$

$$t_u = \alpha \cdot z \cdot \frac{1}{3438 \cdot G \cdot D_u + \alpha \cdot l} \quad (10)$$

gde je:

l -daljina posmatranog predmeta prostim okom, l' -udaljenost lika predmeta od pupile oka.

Kod idealno korigovanog optičkog sistema u ravnini lika dobija se difrakciona slika tačaka koja se karakteriše određenom raspodelom intenziteta svetlosti u centralnom kružiću i u prstenovima. Raspored intenziteta svetlosti se menja u zavisnosti od aberacija. U slučaju da je relativni raspored intenziteta svetlosti u centru prema idealnom sistemu, sa odstupanjima do 20%, smatra se da je kvalitet slike dobar. Takav raspored svetlosti nazivamo *definicionim intenzitetom*. Smatra se da odstupanja od konjugovane ravni lika ne smanjuje kvalitet preslikavanja ako definicioni intenzitet nije pri tome manji od 80%. Uz određena pojednostavljenja i aproksimacije može se reći da će ovaj zahtev

biti zadovoljen ako konus homocentričnog snopa pri preseku izvan Gaussove ravni nema bazu veću od samog centralnog kružića difrakcione slike, poluprečnika r , pa uslov za preslikavanje u blizini fokalne ravni objektiva iznosi:

$$x' = 2 \cdot f \cdot \frac{r}{D_u} \quad (11)$$

Pošto je

$$r = 1,22 \cdot \lambda \cdot \frac{f}{D_u} \quad (12)$$

za $\lambda = 555$ nm (područje maksimalne spektralne osetljivosti oka za dobru osvetljenost cilja) dobija se:

$$x' = 1,354 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{f^2}{D_u^2} \quad (13)$$

Konjugovanu ravan predmeta trebalo bi postaviti na udaljenost:

$$x(m) = - \frac{f^2}{x'} = - 7,38 \cdot 10^{-4} \cdot D_u^2 \text{ (mm)} \quad (14)$$

Odstupanje predmeta od prednje fokalne ravni (x) može se posebno negativno odraziti na oštrinu lika kod pasivnih uređaja. Objektiv, kod pasivnih uređaja, mora da formira lik na fotokatodi ukoliko se želi imati jasan lik. S obzirom na debljinu fotoosetljivog sloja na fotokatodi (oko 120 nm za S-25), kao i na različite vrednosti x' za različite fokuse objektiva i promenljive udaljenosti cilja (x), jasnoća lika može biti ozbiljno dovedena u pitanje. Da bi se to izbeglo, tj. da bi uvek imali jasan lik, potrebno je kod pasivnih uređaja ugrađivati pokretne objektivne [1, 2, 3 i 4].

Rezultati proračuna i diskusija

Pomoću prethodnih matematičkih relacija izvršen je proračun položaja

Zavisnost položaja lika (x) od fokusa objektiva (f) za različite položaje cilja

f [mm]	20	30	40	60	80	100	120	200	x [m]
x [mm]	0,004	0,009	0,016	0,036	0,064	0,1	0,144	0,4	100
	0,0004	0,0018	0,0032	0,0072	0,013	0,02	0,029	0,08	500
	0,0003	0,0006	0,0011	0,0024	0,0043	0,0067	0,0096	0,03	1500

Tabela 2

Zavisnost položaja lika (x) od udaljenosti cilja (x) za različite fokuse objektiva (f)

x [m]	200	300	400	500	600	700	800	1000	2000	f [mm]
x [mm]	0,05	0,033	0,025	0,02	0,017	0,014	0,013	0,01	0,005	100
	0,2	0,133	0,1	0,08	0,067	0,057	0,05	0,04	0,02	200

Tabela 3

formiranja lika u funkciji različitih objektiva, a za različite udaljenosti ciljeva. Rezultati su dati u tabelama 1, 2 i 3.

Promenom fokusa objektiva f (tabela 1) od 20 do 200 mm za ciljeve na udaljenosti od 100 do 1500 m, vrednosti udaljenosti položaja lika od fokalne ravni objektiva (x) kreću se u rasponu od $3 \cdot 10^{-4}$ mm do 0,4 mm. Što je cilj na većoj udaljenosti, iznos odstupanja položaja lika od fokalne ravni objektiva je manji.

Proračun formiranja položaja lika za vrednosti udaljenosti cilja od 200 do 2000 m sa korakom od 100 m izvršen je za različite objektivne, a za fokuse od 100 mm i 200 mm dat je rezultat u tabeli 2.

Promenom vrednosti odstupanja lika (x) za fokuse objektiva od 150 mm do 400 mm sa prečnicima ulazne pupile (D_u) od 30 mm do 80 mm (relativnim otvorima 1:2, 1:5 i 1:5,8 pri udaljenosti od 664 m do 4723 m, za maksimalnu spektralnu osjetljivost oka ($\lambda = 555$ nm)), dat je u tabeli 3. Uočljivo je da sa povećanjem relativnog otvora, vrednosti x postaju nepoznate prema manjim relativnim otvorima za iste udaljenosti cilja.

Položaj lika (x) i daljine cilja (x) za $\lambda = 555$ nm, u zavisnosti od fokusa objektiva (f) i prečnika ulazne pupile (D_u)

f [mm]	D_u [mm]	Relativni otvor $A = D_u/f$	x [mm]	x [mm]
150	30	1:5 (0,2)	0,0339	664
200	40	1:5 (0,2)	0,0339	1184
250	50	1:5 (0,2)	0,0339	1845
100	50	1:2 (0,5)	0,0054	1852
300	60	1:5 (0,2)	0,0339	2657
350	60	1:5,8 (0,17)	0,046	2664
400	80	1:5 (0,2)	0,0339	4723

Zaključak

Na osnovu prezentiranih rezultata u tabelama 1, 2 i 3, može se zaključiti da je radi dobijanja jasnog lika kod pasivnih uređaja neophodno obezbediti pokretanje objektiva kako bi se lik, formiran pomoću njega, projektovao na fotoosetljivi sloj fotokatode. Veličina pomeranja objektiva zavisi od udaljenosti cilja, kao i veličine debljine fotoosetljivog sloja na fotokaturi. Zbog tih razloga bitno je unapred poznavati namenu pasivnog uređaja, tj. za koje udaljenosti se on predviđa kako bi se projektovao odgovarajući mehanizam za pokretanje objektiva radi obezbeđivanja jasnog lika posmatranog cilja.

Literatura:

- [1] Benčić D.: Prilog teoriji subjektivnih optičkih instrumenta primenjenih u mjernoj tehnici, (doktorska disertacija), Geodetski Fakultet Sveučilišta Zagreb 1979. god.
- [2] Landsberg G. S.: Optika, »Nauka«, Moskva 1976. god.
- [3] Šennona R. i Vajanta DZ.: Projektirovanie optičeskih sistem, (perevod s anglaskog), »Mir«, Moskva 1983. god.
- [4] Kozelkin V. V. i Usoljcev I. F.: »Mašinostroenie«, Moskva 1967. god.

Dr Zaharije Vlaškalin,
pukovnik, dipl. inž.

Osvrt na upotrebu vazduhoplovnih snaga i ubojnih sredstava u ratu u Persijskom zalivu

Rat na bliskom istoku, vođen početkom 1991, između multinacionalnih snaga, i iračkih oružanih snaga, pokazao je potpuno preimućstvo u dejstvu multinacionalnih vazduhoplovnih snaga, koje su bile na višem nivou tehničke opremljenosti i organizacije komandovanja i logističke podrške. U članku su date karakteristike vazduhoplova i vazduhoplovnih ubojnih sredstava multinacionalnih i iračkih oružanih snaga, kao i rezultati upotrebe vazduhoplova i efikasnosti upotrebljenih vazduhoplovnih ubojnih sredstava.

Uvod

Bliskoistočni rat između koaliционих snaga na čelu sa oružanim snagama SAD i oružanih snaga Iraka počeo je 17. januara, a završio se 29. februara 1991.

U toku ovog rata SAD su, pre početka svakog napada, vršile intenzivna elektronska izviđanja i ometanje iračkih položaja iz dalje zone napada, a zatim iz borbenog poretka u zoni napada. Time je vršeno ometanje sistema komandovanja, neutralisanje sistema PVO i postizanje iznenađenja pri izvršenju vazdušnih napada. Koalicione snage izvodile su u najvećem periodu rata vazdušne napade noću, jer iračke OS nisu raspolagale naoružanjem, vazduhoplovima i ostalom tehnikom pogodnom za odbranu i precizna dejstva noću.

Koalicione snage snažno su ometale irački sistem komandovanja i upravljanja vatrom, pa OS Iraka nisu upotrebile vazduhoplovne snage i vođena raketna sredstva PVO, već su dejstvovali uglavnom, nevođenim raketnim sredstvima i vatretnim naoružanjem.

Osnovne karakteristike vazduhoplova, vazduhoplovnih materijalnih sredstava upotrebljenih u ratu i ostvareni rezultati

Odlučujuću ulogu u napadu multinacionalnih snaga na Irak imala je avi-

jacija (tabela 1) koju čine druga i treća generacija aviona zapadnih i jednog dela arapskih zemalja. Nosioci napada iz vazduha bili su avioni F-14, F-15, F-16, F-18, F-111, TORNADO, JAGUAR, MIRAŽ-2000, F-4D, F-117A (nevidljivi avion) i B-52G/H. Ostali avioni A-4, F-4E, A-6, A-7, A-10, (THUNDERBOLT II) i HARRIER na početku rata imali su sporednu ulogu, a došli su do izražaja tek pri kraju rata u neposrednoj podršci kopnenim snagama. U toku dejstva ratnog vazduhoplovstva izuzetan značaj imala je oprema za borbena dejstva noću (pasivni infracrveni uređaji za osmatranje, radari za praćenje terena i prikazivači reljefa terena i dr.), koja je omogućavala let vazduhoplova multinacionalnih snaga (pre svega aviona TORNADO, MIRAŽ, F-15E, F-16 i F-18) podzvničnim brzinama na maloj visini prethodno definisanoj za svaki avion i iznenađna dejstva po strateškim ciljevima Iraka.

Svi upotrebljeni avioni (osim F-117A nevidljivi avion) uglavnom su metalne konstrukcije, poseduju višenamenske radare za dejstva po svim ciljevima, opremljeni su savremenom elektronskom opremom, kao i opremom za aktivna i pasivna elektronska dejstva i protivdejstva. Avioni imaju sisteme za identifikaciju i inercijalne ili doplerske navigacione sisteme, zatim signalizatore radarskog ozračenja i zaštitu komunika-

Osnovne taktičko-tehničke karakteristike borbenih aviona multinacionalnih kompanija

Tip aviona	Zemlja proizvođač	Dimenzije (m)			Broj vertik. stabiliz.	Masa (kg)			Dolet (km)	Taktički radijus (km)	Naoružanje
		Razmah	Dužina	Visina		Praznog	Maksimal.	Maks. pri H=0 (km/h)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F-14A TOMCAT	SAD	11,63	18,89	4,88	2	18.175	31.101	1470		725	
F-15 C/D F-115 E (EAGLE)	SAD	13,05	19,45	5,68	2	11.860	25.400	1470	4800	1100+1800	jedan top 20 mm M-61A 4 rakete V-V AIM-7F 4 rakete V-V AIM-9L ili maks. 7258 kg spoljnog tereta
F-16 C/D	SAD	15,09	15,09	5,09	1	6.395	14.962	1472	3700	550+885	jed. top 20 mm M-61A-1 2+8 rake- ta V-V AIM-9L ili maks. 544 kg spolj. tereta
F-18	SAD	12,41	17,07	4,50	2	9.360	19.960	1200	3700	740+1350	jed. top 20 mm M-61A-1 i 2 ra- kete V-V AIM-7F ili AIM-9L ili maks. 5897 kg. spolj. tereta
EF-111A RAVEN	SAD	21,34	22,4	5,22	1	4.665	9.070	935	2285	670	jed. top 20 mm M-61A ili dve avio- bombe od 340 kg ili maks. 13680 kg spolj. tereta
TORNADO	Velika Britanija i SRN	13,9	16,7	5,7	1	12.700	25.000	1350	4830	370+1200	2 topa 27 mm Mauser i maks. 7250 kg spolj. ter. (npr. tip F 2; jed. top. 27 mm, 4 rakete sky flash i 2 rakete V-V AIM-9L)
JAGUAR	Francuska	8,69	16,42	4,92	1	6.800	14.790	1320	3650	600+1140	2 topa 30 mm Defa i maks. 4500 kg spolj. ter (npr. 8 avio-bombi od 400 kg ili 11 avio-bombi od 250 kg ili 2 rakete V-Z AS-37 Martel)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MIRAZ-2000	Francuska	12,00	18,75	4,8	1	9.000	15.000	2300	1500	700	2 topa 30 mm Defa i 2 rakete Ma- tra 550 Magic i Super 530 ili maks. 5000 kg spolj. tereta
F-40	SAD	11,7	19,2	4,96	1						
F-117A	SAD										
B-52G/H	SAD										
A-4	SAD										
F-4G PHANTOM	SAD	11,7	19,2	4,96	1			2450	3700	610 - 1100	1 top 20/6 mm M-61A-1 6 raketa Sparrow ili 4 rakete Sparrow i 4 rakete Sidewinder ili dr. U/S
A-7E	SAD	11,8	14,68	4,90	1			1112	4604		
A-10A THUNDERBIT	SAD II	17,53	16,26	4,4	2	8.663	19.050	740	4300	460 - 1000	1 top 300 mm GAU-8/A, 6 raketa Maverick, 20 kaset. bombi Roceye II i dr. U/S do 7250 spolj. tereta
AV-8B HARRIER	Velika Britanija	7,7	13,87	3,43	1	5.783	13.494	910	2500	278 + 1204	2 topa 30 mm Aden i maks. 2287 kg spolj. tereta (npr. 3 avio-bombe 454 kg i rakete 64 mm lansir. iz sećast. lansera)

cionih sistema. Svi avioni su opremljeni izbacivačima radarskih i infracrvenih mamaca, a noviji tipovi borbenih aviona poseduju električne komande leta.

Većina iračkih aviona (MIG-25, MIG-23MS, MIG-21, MIRAGE, FIEQ, SU-20, F-6), osim aviona SU-24 i MIG-29, nisu opremljeni za intenzivna dejstva noću i nemaju autonomnu navigaciju. Zatim, usled intenzivnog ometanja kojim je blokiran sistem navođenja aviona na cilj sa zemlje, u potpunosti je ograničena upotreba iračkog vazduhoplovstva u PVO teritoriji.

Pored aviona, multinacionalne oružane snage imale su na raspolaganju veliki broj helikoptera (SUPER FRELON, AGUSTA BELL-212, LUNX, SEA KING, GAZELLE, PAH-1 HUEY COBRE) koji nisu u većem broju upotrebljeni, verovatno zbog kratkog vremena trajanja dejstva KOV-a.

Iračke oružane snage raspolagale su, takođe, helikopterima (MI-24, MI-8, GAZELLE, SUPER FRELON, PUMA), koji nisu upotrebljavani u toku rata.

Multinacionalne snage su raspolagale sa oko 1600 borbenih aviona i oko 700 borbenih helikoptera. Dnevno naprezanje borbene avijacije bilo je u proseku oko [1] 2000—2500 avio-poletanja, odnosno 1,1 do 1,4 po avionu. Ovo naprezanje, u poređenju sa napretnjem u lokalnim ratovima na Bliskom Istoku, (pet-šest letova po avionu), relativno je nisko. Razlozi za ovakvo nisko naprezanje [1] uglavnom su sledeći:

- velika udaljenost objekata dejstva od aerodroma baziranja avijacije;

- složena organizacija i rukovođenje borbenih dejstava avijacije (raznovrsnih tipova) i različitog stepena sposobnosti letačkog osoblja;

- upotreba, uglavnom, raznovrsnih vođenih vazduhoplovnih ubojnih sredstava, kojima je uništeno najviše objekata (ostvareno 80% pogađanja ciljeva); što zahteva manje angažovanje aviona;

— nepovoljno ratno iskustvo (neposredno pre početka dejstva vršena je obuka borbenim dejstvima), i dr.

Pri svakom dejstvu savezničkih snaga intenzivno je korišćeno ometanje avionima tipa EF-111E i EA-6E, dok je iz aviona E-2C i E-3A vršeno intenzivno osmatranje, navođenje i komandovanje. Većina savezničkih aviona opremljena je opremom za elektronska dejstva i protivelektronska dejstva, dok irački avioni imaju samo izbacivače za pasivna IC i radarske mamce. Savremeni elektronski sistemi na avionima (za otkrivanje, raspoznavanje i vođenje ubojnih sredstava) i vođena ubojna sredstva u ovom ratu potvrdili su svoju efikasnost. Time je postignuta visoka verovatnoća pogađanja i uništavanja različitih objekata, uključujući pokretne i malorazmerne u uslovima ograničene vidljivosti, kao i noću. Međutim, ovi rezultati avijacije multinacionalnih snaga vođenim ubojnim sredstvima postignuti su u dosta povoljnijim uslovima: dobra optička vidljivost ciljeva, povoljni meteorološki uslovi, kao i odsustvo elektronskog ometanja i protivdejstva sredstava PVO (artiljerijsko-raketnih jedinica i PVO lovačke avijacije) iračkih OS, i dr. I ovaj rat potvrdio je iskustvo iz ranijih lokalnih ratova da dejstva vođenim ubojnim sredstvima mogu biti efikasna samo ako se ispune svi neophodni uslovi: precizno određivanje koordinata objekata dejstva, visoka stručna sposobnost i psihološka stabilnost posada, visoka tehnička pouzdanost sistema vođenja na vazduhoplovima i samim ubojnim sredstvima, poseban stepen neutralisanja onih sredstava PVO čiji efikasan domet premašuje daljinu otkaćinjanja (lansiranja) ubojnih sredstava, pravilno održavanje vazduhoplova i ubojnih sredstava prema propisanim uputstvima, i dr.

Sa oko sto deset hiljada letova [1] i sa skoro deset hiljada tona odbačenog vazduhoplovnog ubojnog tereta, vazduhoplovstvo je znatno umanjilo bor-

bene potencijale iračkih kopnenih snaga u Kuvajtu i južnom Iraku, skoro potpuno paralisalo dejstvo iračke borbene avijacije i onesposobilo komandovanje i sistem VOJIN i PVO u celini. Pored toga, prekinulo je linije snabdevanja, čime su stvoreni povoljni uslovi multinacionalnim snagama (kopnenim, pomorskim) za izvođenje dejstava u visokom tempu. Dejstva vazduhoplovnih snaga odvijala su se u povoljnim vremenskim i meteorološkim uslovima i trajala su trideset osam dana, što se smatra relativno dugim periodom, dok su kopnene snage dejstvovala svega sto sati.

Sama dejstva koalicioni snaga odvijala su se uz snažno elektronsko ometanje iračkih snaga, tako da je došlo do potpune neutralizacije iračke avijacije i vođenih raketnih sredstava. Koalicione snage su jedino imale gubitke u avijaciji i to pri niskom letu kada su, uglavnom, mogle dejstvovati iračke oružane snage sa ručno vođenim raketnim sredstvima, kao i vatrenim naoržanjem PVO.

Iračke oružane snage imale su oko 1000 vazduhoplova (700 aviona i 300 helikoptera). One su do maksimuma koristile maskiranje, rastresito baziranje, čest manevar i urednost aerodroma u inženjerskom smislu, tako da su doprini oćuvanju avijacije od uništenja na zemlji, čak i u uslovima velike nadmoćnosti i snažnih udara protivnikove avijacije. Ovak postupak iračkih oružanih snaga imao je vidnog uticaja na umanjenje efikasnosti dejstava multinacionalnih snaga, tako da iračka avijacija nije imala skoro nikakvih gubitaka.

Multinacionalne snage su pored vazduhoplovnih snaga, prvi put upotrebile krstareću raketu TOMAHAWK, namenjenu za uništenje dobro branjenih i strategijskih važnih ciljeva i objekata u Iraku. Potvrđena je njegova visoka preciznost i slaba efikasnost iračkog sistema PVO u otkrivanju i uništenju projektila na putanju prema cilju.

Osnovne karakteristike vazduhoplovnih ubojnih sredstava upotrebljenih u ratu i ocena njihove efikasnosti

U toku rata koalicioni snagama na raspolaganju bila su sledeća vazduhoplovna ubojna sredstva, koja su, uglavnom, i upotrebljena, a to su:

— raketno naoružanje (vođene rakete vazduh-zemlja, vođene rakete vazduh-vazduh i nevođene vazduhoplovne rakete);

— klasične avio-bombe (vođene i nevođene avio-bombe, kasetne avio-bombe, razbacivači avio-bombi i mina);

— municija za vazduhoplovne topove i mitraljeze.

Raketno naoružanje

a) Rakete vazduh-zemlja

Od raketa vazduh-zemlja (tabela 2) bile su pripremljene za upotrebu ili su upotrebljene:

— vođene rakete za podršku, uključujući i krstareće rakete lansirane sa plovniha objekata;

— vođene protivradarske rakete;

— protivoklopne vođene rakete.

Od ovih raketa u toku rata koalicione snage najviše su primenjivale protivradarske rakete tipa »SRAJK« (AMG-45), STANDARD-ARM (AMG-78) i HARM (AGM-88) američke proizvodnje, kao i rakete ARMAT francuske i ALARM engleske proizvodnje. Kod svih ovih raketa karakteristično je da su imale ugrađene sisteme zaštite od ometanja i da spadaju u kategoriju pasivnih sredstava za dejstva po objektima koji emituju radarsko zračenje.

Od ostalih raketa za podršku prisutne su bile samilije raketa NAVE-RICK (AGM-65) sa IC, laserskim i TV vođenjem; MARTEL, i dr. Rakete familije NAVERICK imale su dobru efikasnost, i to posebno sa IC i laserskim vođenjem, a nešto lošije rezultate rakete sa TV vođenjem.

Taktičko-tehnički podaci raketa vazduh-zemlja

NAZIV — OZNAKA	Namena	Dužina (m)	Kalibar (mm)	Masa pri (kg) lansiranju	Domet (km)	Vođenje	Zemlja proizvođač
1	2	3	3a	4	5	6	7
AN-39 Exocet	protivbrodska	4,69		654	50—70	inerciono	Francuska
AS. 11	protivoklopno	1,22		29,9	3	IC-žicom	
AS 12	protivoklopno	1,37		75,0	6	IC-žicom	
AS. 15 TT	protivradarska	2,32		95,0	15	radar.	
AS. 20	podrška	2,60		143,0	7	radio	
AS 30L	podrška	3,65		520	11	lasersko	
AS 30	podrška	3,87		520	12	radio	
HOT	protivoklopno	1,28	175	23,5	4	IC-žicom	
AS. 37 MATRA-MARTEL	podrška	4,20		530	40—50	radio i radar.	
AS-34 Kormoran	podrška	4,40		600	37—42	vođenje inerc. ili radar.	SR. Nemačka
MARTE LAJ 108	podrška	3,88		550	40—56	radio i TV	V. Britanija
SAE EAGLE P3T	protivbrodska	4,14			100	inerc. i radar.	
SEA SKUA CL-834	protivbrodska	2,55		147	15	radar.	Italija
Marte	protivbrodska	4,70		300	20	radar. ili IC	
ASM-1 tip 30		3,95		610	45	inerc. radar.	Japan
Penguin MK 3		3,18		347	50	inerc. IC	Norveška
RB 04 C		4,45		600		radio	Švedska
RB 05 A		3,57		305	9	radio	

1	2	3	3a	4	5	6	7
RBS-15	protivbrodska	4,35		595	150	automat. i radio	
RBS-70	protivoklopno	1,32		15	5	lasersko	
AGM-128 BULLPUP A		3,2		259	11	radio	
AGM-12C BULLPUP B		4,14		810	16	radio	
AGM-45 I i B »SHRIKE«	protivradarska	3,05	200	177	13—15	radio	
AGM-65A i B MEVERICK	podrška	2,50		210	22	TV	
AGM-65D MAVERICK	podrška	2,49		210(288)	23	IC	
AGM-65E MAVERICK	podrška	2,49		300		lasersk.	
AGM-65F MAVERICK		2,49		300		IC	
AGM-69A SRAM		4,27		1016	60—160 (222)	inerciono	SAD
AGM-78A Standard ARM	protivradarska	4,47	340	630	58	radar.	
AGM-84A Harpoon	protivradarska	3,84		530	110	radar.	
AGM-88A HARM	protivradarska	4,17		350	40	radar.	
AGM-86B ALCM		6,32		1450	2400—2800	inerc. (nuk. BG)	
AGM-114A HELLFIRE	protivoklopno	1,65	178	43(55,5)	5—6	lasersko	
BGM-71A TOW	protivoklopna	1,17	150	19,5	4,2	radio	

1	2	3	3a	4	5	6	7
AS-3 Kangaroo		15,2			480(560)	radio	SSSR
AS-5 Kelt		2,65			160(320)	radio	
AS-1 Kennel		7,90		3000	90	radio, i radar.	
AS-7 Kerry				1200	10	radio	
AS-6 Kingfish		9,0		4800	240	inerc. i radar.	
AS-2 Kiiper		9,45			160—180	radio	
AS-4 Kiichen		11,0		6000	320(400)	inerc. i radar.	
AT-3 Sagger	protivoklopno	0,83	125	11,3	2,300—3,000	IC-žicom	
Spiral	protivoklopno				5,000(10,000)	lasersko	
AT-2 Swatter	protivoklopno	1,12	150	26,5(29)	3,000(4,000)	IC-žicom	
AT-6	protivoklopno					radar., poluat.	
AT-4 Spigat	protivoklopno			12	2,0	IC poluat.	
AT-5 Spandrel	protivoklopno			18	4,0	IC poluat.	Francuska
ARMAT	protivradarsko	4,12	400	530	120	radar.	
ALARM	protivradarsko	4,0	230	200	37	radar.	
Svinfire	protivoklopna			28	4	IC-žično	
MILAN	protivoklopno		116	6,7	2	žično-poluat.	Francuska
MAPATS	protivoklopno		148		4,5	laser. poluat.	Svedska
KAM—9	protivoklopno		152	33	4,0	IC poluat.	
RBS—56	protivoklopno		150	10,7	2,0	IC poluat.	
STRIX	protivoklopno			15		IC poluat.	
MERLIN	protivoklopno			6,5		aktivno milimet.	

Upotreba protivtenskovskih raketa bila je manja, a upotrebljene su rakete HELLFIRE sa laserskim vođenjem i veći broj tipova protivoklopnih raketa sa IC-poluautomatskim vođenjem. Veći deo ovih raketa ima veliku probojnost (tandem punjenje sa sukcesivnim aktiviranjem eksplozivnih punjenja, kojim se uništava oklop sa eksplozivnom zaštitom). Probojnost savremenih raketa iznosi i 1000 mm. Međutim, zbog kratkog trajanja rata u kome je dejstvovala KOV, protivoklopne rakete su malo upotrebljavane.

Iračke OS nisu dejstvovala raketama vazduh-zemlja, jer njihovo vazduhoplovstvo nije imalo mogućnosti da vrši napade iz vazduha.

b) Rakete vazduh-vazduh

Multinacionalne oružane snage i iračke oružane snage raspolagale su sledećim raketama vazduh-vazduh AIM-75 (SPARROW), AIM-9L (SIDEWINDER), SKY FLASH, SUPER 530 D, MAGIC-2, R-23R (AA-8), R-23T (AA-7), R-60 K, i dr.

S obzirom na to da nije bilo vazdušne borbe, ove rakete nisu upotrebljene tako da se ne može dati ocena njihove efikasnosti. Od navedenih raketa većina je bila pripremljena za upotrebu i među njima jasnu prednost pokazuje u prednjoj polusferi raketa R-27R1 sa dometom od 60 km, a u zadnjoj polusferi najbolje karakteristike ima raketa AMRAM sa dometom od 25 km. Opšta karakteristika savremenih samonavedenih raketa vazduh-vazduh jeste da sve imaju zaštitu od ometanja (aktivnog i pasivnog), snažne raketne motore na čvrsto gorivo i sisteme upravljanja sa aerodinamičkim konfiguracijama, koje dozvoljavaju velike koeficiente opterećenja (ubrzanje) preko 35. Bojne glave opremljene sa blizinskim i udarnim upaljačima, imaju veliku efikasnost (profilisane sa usmerenim brojem parčadi, šipke od osiromašenog

urana, i dr.), a same rakete imaju veliku energiju, što još više povećava efikasnost.

Od savremenih raketa treba navesti i sledeće rakete: MICA, AIM-120 (ARMAM), SKY FLASH, i druge sa poluaktivnim radarskim samonavođenjem ili u kombinaciji sa drugim sistemima samonavođenja, koje su uvedene ili će se uskoro uvesti u upotrebu.

c) Nevođene rakete

Veliki broj nevođenih raketa [3] imale su na raspolaganju oružane snage zaraćenih strana, koje se upotrebljavaju iz sačastih lansera (rakete manjih kalibara) ili iz šinastih lansera. Bojne glave ovih raketa imaju različite efekte dejstva. Primena ovih raketa u ratu bila je ograničena, jer one zahtevaju približavanje vazduhoplova što bliže objektu dejstva, a uspešno dejstvo moguće je postići pri dejstvu po slabo branjnim objektima (bez dejstva sistema PVO.

Bombardersko naoružanje

U bliskoistočnom ratu koalicione snage imale su na raspolaganju sledeće klasične avio-bombe:

- vođene avio-bombe;
- nevođene avio-bombe, i
- kasetne avio-bombe.

a) Vođene avio-bombe

Vođene avio-bombe [1] tabela 3) prvi put su upotrebljene u vijetnamskom ratu, a nova generacija vođenih avio-bombi odlikuje se visokom preciznošću pogađanja objekata dejstva, kojim se manje izlaže avijacija dejstvu PVO u odnosu na upotrebu klasičnih nevođenih avio-bombi pri uništenju istih objekata dejstva.

Savremene vođene avio-bombe [2] razlikuju se po nizu parametara. Među-

Pregled vođenih avio-bombi

Naziv ili oznaka	Proizvođač	Status	Dimenzije (m)				Domet (km)	Masa (kg)		Tip borbe	Sistem vođenja	Avioni-nosači
			duž.	preč. trup.	preč. krila	raz. krila		Ukupno	Bojeva glava			
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12
WALLEYE I	MARTIN HAR., HUGNES (SAD)	oper.	3,44	0,38	1,14		25	500	335	razor.	TV samonav.	F-4, F-11 A-4, A-7,
ER/DL	MARTIN HAR.										TV kom. vođ.	A-4, A-7, F-4, F-11
WALLEYE II	HUGNES (SAD)	oper.	4,04	0,46	1,30		25	1061	907		TV samonav.	
HOBUS		obus.										
GBU-8		proiz.	3,71	0,61	1,32							
HOBOS		oper.										
GBU-15 (V)	HUGNES	oper.	3,66	0,46	3,35				430	Mr84	TV term. las.	F-4, B-52D, F-111F
PAVEWAY I i												
PAVEWAY II:												
GBU-10	TEXAS INSTR. (SAD)	oper.	4,30		1,70		10	930	430	Mr84	P. akt. laser.	A-6, A-7, A-10, F-4, F-5, F-14, F-15, F-16, F-111
GBU-15	ROCKWELL (SAD)	oper.	3,92	0,46	1,50		50	1260	430	Mr84	TV ili IC term.	B-52
GBU-12	TEXAS INSTR.	oper.	3,30		1,30		10	285	87	Mr82	P. akt. laser.	A-7, A-10, F-4, F-5, F-14, F-15
GBU-16	Texas instr.	oper.	3,70		1,60		10	480	215	Mr83	P. akt. laser.	A-4, A-6, A-7, F-4, F-14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GBU-17	Texas instr.	oper.	3,60		1,60	10					F-4
GBU-20	Texas instr.	oper.	3,40		1,20	70	1300	430	Mk84	P. akt. laser.	B-52
GBU-22	Texas instr.	oper.						87	Mk82	TV i TrV samonav.	F-4, F-16, F-111
GBU-23	Texas instr.	oper.	3,65		1,60		500	215	Mk83	P. akt. laser.	A-4, A-6, A-7, F-18
GBU-24	Texas instr.	oper.						430	Mk84	P. akt. laser.	A-4, F-4 i F-111
Mk. 13/18	V. Britanija	oper.	3,45		1,70	10	480	186	MC.1000	P. akt. laser.	JAGUAR, HARIJER
BGL-400	Francuska	oper.	3,15		1,30	4-8	340	107	fugas.	P. akt. laser.	MIRAŽ-3, MIRAŽ, F-1
BGL-1000	Francuska	oper.	3,40		1,40	4-8	470	165	fugas.	P. akt. laser.	MIRAŽ-2000, JAGUAR
ARKOL	Francuska		4,30		1,70	4-8	1000	495	kum/fug.	P. akt. laser.	MIRAŽ-2000, JAGUAR
RBS-15G	Švedska	oper.	4,35		1,40			200	fugas.	P. akt. laser.	AJ-37, VIGEN, JAZ-39 GRIPEN

tim, njihove taktične osobine u velikoj meri zavise od primenjenog načina vođenja (televizijsko, lasersko poluaktivno, termovizijsko i dr.). Način vođenja [6] direktno utiče na mogućnost primene na određeni objekat dejstva (odstojanje, vremenski uslovi, elektronsko ometanje i dr.), a samo vođenje bitno utiče i na stepen angažovanosti aviona u toku vođenja bombe na objekat dejstva.

Vođene avio-bombe od samog početka rata najmasovnije su upotrebljavane za uništenje objekata:

- borbenim dejstvom po objektima dejstva u pozadini protivnika (komandna mesta, centri veze, aerodromska infrastruktura, sistemi PVO, i dr.)

- dejstvima radi izolacije bojišta (centri snabdevanja ubojnim sredstvima, intendantska, sanitetska snabdevanja, i dr.)

- bliskoj vatrenoj podršci jedinica u napadu ili odbrani,

- protivoklopnoj borbi u završnoj fazi rata, i dr.

Od vođenih avio-bombi najviše su upotrebljavane avio-bombe (familija PAVEWAY) sa laserskim poluaktivnim vođenjem, koje su imale veliku efikasnost dejstva, jer su, uglavnom, dejstvovala pod povoljnim meteorološkim uslovima. Poznato je da vođene avio-bombe nisu imune od protivdejstava, kao što su primena veštačke magle, defanzivnih laserskih zraka, i dr., radi zaslepljivanja sistema vođenja optoelektronskim putem. U ovom ratu iračke OS nisu upotrebljavale mere protivdejstva pri upotrebi vođenih avio-bombi od strane multinacionalnih snaga.

b) Kasetne avio-bombe i razbacivači avio-bombica

U početnim dejstvima multinacionalnih snaga uočena je upotreba kasetnih avio-bombi (tabela 4.), tipa BL-755

britanske proizvodnje (sa 147 bombica MK-1 kumulativno-parčadnog dejstva), MK-20 ROCKEY (proizvodnje SAD) i francuska kasetna avio-bomba BELUGA od 290 kg sa 151 bombicom kumulativnog i parčadnog dejstva. Upotrebljavani su i razbacivači mina i bombica različitog dejstva tipa MDS, MW1 za avione TORNADO, kao i drugi razbacivači bombica i mina. Ova sredstva, iako su u većoj meri upotrebljavana, ipak nisu masovno korišćena da bi se mogla dati ocena njihove efikasnosti.

c) Klasične nevođene avio-bombe

Klasične avio-bombe (glatke i kočene) korišćene za dejstvo po tehničkim, skladištima, poletno-sletnim stazama (PSS), kaponirima, podzemnim skladištima i infrastrukturi aerodroma. Među ovim [2] avio-bombama najviše su upotrebljavane MK-81, MK-84 i MK-118, i druge. Pored njih, korišćene su i probojne avio-bombe za dejstvo po PSS, kao što su DURANDAL (pokazao loše rezultate) i druge avio-bombe. Efikasnost svih upotrebljivanih avio-bombi je na nivou dosadašnje upotrebe u lokalnim ratovima.

Vatreno naoružanje i municija

U naoružanju vazduhoplova obeju zaraćenih strana nalazi se vatreno naoružanje koje je namenjeno za dejstvo po objektima na zemlji i ciljevima u vazduhu. Vatreno naoružanje raspolaže municijom sa projektilima različitog dejstva (probojno, razorno, zapaljivo i kombinovano). Upotreba vatrenog naoružanja bila je manjeg obima u odnosu na rakete i avio-bombe i to samo zemaljskim ciljevima (vazdušnog dejstva nije bilo), jer nije došlo do većeg dejstva snaga KOV, kada bi to dejstvo bilo izraženo.

Tabelarni pregled KAB*) i razbacivač mina NATO-PAKTA

Oznaka kasete	Poreklo	Masa kasete (kg)	KASETNA BOMBICA-MINA			Dimenzija prekrivanja (m)	Napomena
			Oznaka	Masa (kg)	Količina		
BME-330	Španija	330			180		Za RAB, PTAB, za bombice
MAH-Hs	SRN		AT-2	2,00	200		PR mina → MEDUZA
MW-1			KB-44			Do 300 mm preč.	POAB/RAB-kumulativna
"			MIFF			500×2000	PR mina
"			MUSPA				Protiv mehanizacije i RAB
BLG-66	Francuska	285	BC-66	1,20	151	120(240)×40	PT ili neka druga
CASMU	Francuska-Italija	1170 (1058)					sa i bez raketnog pogona
BL-755	Engleska	272	MK-1	1,10	147		MK-1 sa i bez padobrana oba MES
JP-233		2335	HB 1 SG			200×50	zajedno (HB i SG)
"		1370	SG-357	2,6			samo BAP SG 357
"		1150	HB-876	2,5			samo mina HB 876
CBU-24/A	SAD	367	BLU-26/R	0,45	640		Bombice tipa GUAVA
CBU-24/B		351	BLU-36/B	0,45	660	500×250	
CBU			BLU-24/B	0,74			
			BLU-24B/B	0,74	18-25		
			BLU-24C/B	0,74			
CBU-7A/B			BLU-3/A	0,80			— Bombica tipa ANANAS
CBU-2		340	BLU-3/B	0,79			— modifikovana BLU-3A
			BLU-4/AB	0,80			— sa odskočnim raspr. segment.
M-36		300		1,60	182		
M-35		226		3,85	57		
MK-20		220	MK-118	0,8	247	300×200	— PT bombice sa rasprkav. segm.

*) KAB — kasetnih avio-bombi.

Osvrt na funkcionisanje vazduhoplovno-tehničkog obezbeđenja

Pre početka rata multinacionalne snage su izvršile obimnu sveobuhvatnu pripremu u snadbevanju svih vrsta vazduhoplova gorivom, vazduhoplovnim ubojnim sredstvima, neophodnim rezervnim delovima i opremom, kojom je u potpunosti obezbeđeno održavanje vazduhoplova u I i II stepenu (prepoletni i poslepoletni pregledi, zamena delova, motora, opreme, strukture i manje opravke oštećenja oplate vazduhoplova). Ova priprema trajala je više meseci i uspostavljen je vazdušni most (transport) iz SAD i Evrope do mesta lokacije multinacionalnih snaga u Saudijskoj Arabiji. Vršeno je uređenje i prilagođavanje mesta lokacija za odgovarajući tip vazduhoplova. Za vazduhoplova ubojna sredstva obezbeđena je oprema za proveru vođenih i samonavođenih sredstava i oprema za proveru naoružanja vazduhoplova. Multinacionalne snage su za odgovarajuće tipove vazduhoplova obezbedile dovoljno odgovarajućih vazduhoplovnih ubojnih sredstava, za koja su uređena odgovarajuća privremena skladišta.

Za održavanje vazduhoplova u II stepenu obezbeđeni su posebni objektišatori (klimatizovani) namenjeni za rad u poljskim uslovima, koji vladaju u regionu.

Može se konstatovati da je obezbeđena odlična logistička podrška borbenim dejstvima vazduhoplova sa njihovom maksimalnom ispravnošću, tako da nije imala uticaja na planiranje i izvršenje borbenih zadataka multinacionalnih snaga. Očekuje se da će naknadne analize, koje se očekuju da će objavljivati učesnici u ratu još više rasvetliti ovu tematiku.

Umesto zaključka

U članku je analizirana upotreba vazduhoplovnih snaga i vazduhoplovnih

ubojnih sredstava u ratu u Persijskom zalivu. Izvlačenje zaključaka i pouka o ovom ratu u uslovima nepotpunih podataka o toku i rezultatima borbenih dejstava uopšte, a posebno vazduhoplovnih ubojnih sredstava predstavlja veoma delikatan zadatak. Uvažavajući sva pomenuta ograničenja, ipak se može konstatovati:

— prevlast u vazdušnom prostoru multinacionalnih snaga potvrdila se kao značajan preduslov za uspešno izvođenje borbenih dejstava na kopnu, moru i u vazdušnom prostoru. To je omogućilo da se primeni strategija da se jedan rat dobije isključivo dejstvima iz vazduha vazduhoplovnih snaga i krstarećih projektila TOMAHAWK, tj. potpunim uništenjem tehničkih, radarskih, raketnih i vazduhoplovnih snaga, infrastrukture i neprekidnim iscrpljivanjem kopnenih snaga. U ovom ratu za uništenje radarskih postrojenja i vazdušnih objekata upotrebljeni su tzv. »nevidljivi avionik«, tipa F-117A, koji imaju smanjen radarski i infracrveni odraz u odnosu na ostale klasične avione;

— ovaj rat je pokazao da je preimućstvo u tehnici i njenoj efikasnoj upotrebi obezbedilo pobedu. Do izražaja je došla optoelektronska oprema za navigaciju, otkrivanje, automatsko praćenje i lasersko ozračivanje ciljeva i vođenje ubojnih sredstava u uslovima slabe vidljivosti, koja je omogućila let savezničkih aviona na maloj visini i iznenadna dejstva noću. Saveznički avioni opremljeni su savremenim i kvalitetnim višenamenskim impulsno-duplerskim radarima, koji omogućavaju otkrivanje ciljeva na većim daljinama, a nose isključivo sverakursne rakete vazduh-vazduh, sa mogućnošću istovremenog dejstva na više ciljeva;

— u ratu su korišćena savremena raspoloživa vazduhoplovna ubojna sredstva za dejstvo po zemaljskim ciljevima (laserski vođene avio-bombe i rakete, protivradarske pasivno navođenje rakete, TV navođenje rakete, krstareći projektili, dispenzori mina sa različitim

vremenskim programiranim dejstvima, kasetne avio-bombe za uništenje poletno-sletnih staza, poluaktivno radarski vođene rakete vazduh-zemlja, IC samonavedene rakete, koja su u uslovima vođenja rata pokazala visoku efikasnost;

— iračke oružane snage nisu bile opremljene savremenom opremom i optoelektronskim sredstvima za dejstva u uslovima elektronskog ometanja i noću, te nije došlo do dejstva iračke avijacije i PVO sredstava. Irak je izgradio veoma kompleksnu i pouzdanu infrastrukturu sa većim brojem podzemnih objekata i postavio mnoštvo lažnih ciljeva, tako da su time umanjeni gubici i gotovo u potpunosti spašena iračka avijacija;

— upotreba helikoptera i protivoklopnih vođenih raketa u borbenim dej-

stvima nije došla do takvog izražaja (zbog kratkog dejstva snaga KOV) kakav se očekivao s obzirom na njihovu brojnost i taktičko-tehničke mogućnosti.

— pravilno uspostavljeno vazduhoplovno-tehničko obezbeđenje u snabdevanju i održavanju takođe je doprinelo uspešnom i brzom završetku rata, jer vazduhoplovna podrška nije imala uticaja na umanjeње efikasnosti dejstava vazduhoplovnih multinacionalnih snaga. Posebno vazduhoplovna podrška sa vazduhoplovnim ubojnim sredstvima nije dovođila u pitanje njihovo planiranje, upotrebu i bezbednost pri upotrebi i to posebno u nepovoljnim uslovima u mestima lociranja vazduhoplova multinacionalnih snaga.

Literatura:

- [1] A. Ončevski: DEJSTVA AVIJACIJE U RATU U PERSIJSKOM ZALIVU Glasnik RV i PVO br. 2/91
- [2] Z. Vlaškalin: SPECIFIČNOST MERA ZAŠTITE OD NEEKSPLODIRANIH VAZDUHOPLOVNIH UBOJNIH SREDSTAVA, Glasnik RV i PVO br. 1/91
- [3] V. Radišić: VATRENO I RAKETNO NAORUŽANJE-STANJE I TENDENCIJA RAZVOJA, Glasnik RV i PVO, br. 2-3/90

- [4] Jane's World Aircraft, 1987/77, 1988/88, 1989/90
- [5] Jane's Weapon Systems, 1987/88, 1988/89, 1989/90
- [6] M. Raščanin: VOĐENE AVIO-BOMBE, Glasnik RV i PVO br. 2/86
- [7] BORBENA SREDSTVA ZA DEJSTVA PROTIV AVIJACIJE NA ZEMLJI, VTI-KOV, Signalne informacije br. 2/82

Vladimir Babović,
dipl. inž.
Čedomir Mijatović,
dipl. inž.

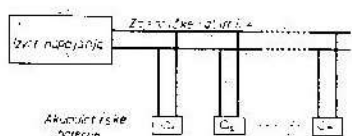
Osnovne karakteristike sistema paralelnog punjenja masovnih tipova akumulatorskih baterija

Sistem paralelnog punjenja je najčešći oblik punjenja akumulatora u akumulatorskim stanicama. Prednosti koje ovaj način punjenja pruža rukovaocima u pogledu efikasnosti iskorišćenja raspoložive snage punjača, mogućnosti organizacije brzih režima punjenja, regulacije i zadavanja režima punjenja, kao i pogodnosti u organizaciji merenja, mogu doći do izražaja samo ako su korisnici dobro upoznati sa svim karakteristikama ovakvog načina rada.

Uvod

Pod sistemom paralelnog punjenja akumulatora podrazumeva se takva organizacija održavanja, u kojoj se veći broj paralelno priključenih akumulatorskih baterija istovremeno puni iz jednog izvora napajanja.

Na slici 1 prikaza je blok-šema sistema paralelnog punjenja koji se primenjuje u postojećim akumulatorskim stanicama jedinica KoV JNA, za potrebe njihovog masovnog održavanja, a koji se sastoji od izvora napajanja i zajedničkih sabirnica na koje se vrši priključivanje akumulatorskih baterija.



Sl. 1 — Blok šema sistema paralelnog punjenja masovnih tipova akumulatorskih baterija, gde su $C_1, C_2 \dots C_n$ njihovi kapaciteti

U tekućoj praksi održavanja akumulatorskih baterija, kao izvori napajanja primenjuju se snažni ispravljači izlaznih napona (12—24) V, sa ručnom regulacijom struje do 300 A. Režim punjenja određuje se prema broju i kapacitetu pojedinačnih akumulatorskih baterija paralelno priključenih na sabirnice — kao da se puni jedna akumu-

latorska baterija zbirnog kapaciteta: $C = C_1 + C_2 + \dots C_n$.

U ovom radu razmatraju se nedostaci postojećeg sistema paralelnog punjenja (sl. 1) kao i mogućnosti formiranja takvog sistema u kojem bi se primenom stabilisanog izvora napajanja i regulacionih elemenata u kolu punjenja pojedinačnih akumulatorskih baterija omogućilo kontrolisano i automatizovano održavanje svih tipova i vrsta akumulatora u masovnim razmerama.

Punjenje iz izvora napajanja u režimu $I = C^*$

Punjenje akumulatorskih baterija od 12 V

Snimanje toka punjenja paralelno priključenih akumulatorskih baterija (sl. 1) izvršeno je na 6 kom. akumulatorskih baterija, tipa 12 V/140 Ah, strujom $I = 84$ A ($6 \times 0,1$ C), bez naponskog ograničenja procesa punjenja. Ispitni uzorak je pre početka ispitivanja toka njihovog punjenja doveden u stanje različitih stepena ispražnjenosti, tj. u stanje koje približno odgovara realnim uslovima eksploatacije. Pojedinačni akumulatori su najpre napunjeni, a zatim ispražnjeni na različite nivoe u granicama od 0 % C_n do 100 % C_n (0, 20, 40, ... 100) % C_n od nazivnog kapaciteta.

Tok punjenja ovih akumulatorskih baterija prikazan je u tabeli T-1.

Tabela 1

Tok paralelnog punjenja akumulatora tipa 12V/140 Ah-»MUNJA« proizvođačke 1983. različitog stepena ispražnjenosti od 100% do 0% C-N

Ukupna struja punjenja je
 $I = 84A(6 \cdot 14A) = \text{CONST.}$

Red. br.	1	2	3	4	5	6	
Stepen ispraz.	100%	80%	60%	40%	20%	0%	
[H]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	U[V]
0H	23.0	20.0	18.0	12.0	6.00	5.00	13.0
30'	27.0	21.5	18.5	11.0	5.50	.50	13.3
1H	27.0	22.0	17.5	11.0	6.00	.50	13.4
30'	26.0	22.0	17.5	11.5	6.50	.50	13.6
2H	25.0	22.5	17.0	12.0	6.50	.75	13.7
30'	22.5	22.5	17.5	12.5	7.50	.75	13.8
3H	22.5	22.8	17.5	13.0	7.50	.35	14.3
30'	22.5	22.0	17.5	12.0	7.50	2.00	15.1
4H	23.0	21.0	17.0	11.0	7.50	3.50	16.3
30'	25.5	21.0	17.0	10.0	6.50	4.00	16.4
5H	27.0	21.0	17.0	9.00	6.50	5.00	16.5
30'	29.5	20.5	16.0	8.50	6.00	5.00	16.5
6H	34.0	20.5	15.0	7.00	5.00	4.50	16.5
30'	38.0	19.0	14.0	6.00	4.00	4.00	16.3
Isr. (A)	26.6	21.3	16.9	10.4	6.32	2.60	
Cpr. (Ah)	172	138	110	68.0	41.0	16.8	

Temperatura elektrolita u toku punjenja

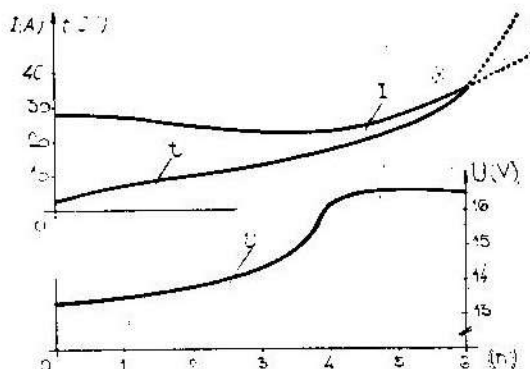
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
0H	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
3H	13.0	11.0	9.50	7.00	5.50	5.00
30'	14.5	12.5	10.0	8.00	6.00	5.00
4H	16.0	14.0	11.5	9.00	6.50	5.00
30'	20.0	18.0	15.0	11.0	7.00	6.00
5H	26.0	20.0	16.0	12.0	9.00	7.00
30'	29.5	24.0	18.5	15.0	10.0	9.00
6H	39.0	31.0	25.5	16.0	12.0	11.0
30'	47.0	34.0	28.5	18.0	13.0	12.0

Napomena: Cpr. — primljeni kapacitet u toku punjenja.

Kao što se vidi iz tabele, primljeni kapaciteti pojedinačnih akumulatorskih baterija, u trenutku prekida procesa punjenja (6,5 h), na nivou su prethodno oduzetih kapaciteta, imajući u vidu koeficijent punjenja (1,2 — 1,4).

Proces punjenja, koji se odvijao u laboratorijskim uslovima, na akumulatorima poznatog stepena ispražnjenosti, kao i uz kontrolu izlaznih parametara (napon, struja punjenja pojedinačnih akumulatora i njihova temperatura elektrolita), bio je, dakle, prekinut kad je utvrđen završetak procesa punjenja svih priključenih akumulatorskih baterija.

Ukoliko bi se proces punjenja odvijao bez kontrole izlaznih parametara, na akumulatorima nepoznatog stanja ispražnjenosti — kao što je to slučaj u realnim uslovima eksploatacije, tada bi se proces punjenja nastavio još 6 h — kao da se vrši punjenje potpuno ispražnjenih akumulatora sa koeficijentom punjenja 1,2. Dalji tok punjenja »kritičnog« akumulatora (br. 1) odvijao bi se kako što je to prikazano na dijagramu sl. 2, uz trajnu degradaciju njegovih električnih karakteristika.



Sl. 2 — Tok punjenja

Osnovni uzrok ove pojave jesu razlike u stepenu ispražnjenosti pojedinačnih, paralelno priključenih akumulatora, na početku procesa punjenja, a razlike u temperaturama elektrolita na kra-

ju procesa punjenja. Ove razlike u temperaturama elektrolita prouzrokuju kumulativni proces preraspodele ukupne (zadate) struje punjenja u »korist« akumulatora sa trenutno najvećom temperaturom elektrolita.

Punjenje Ni-Cd akumulatorskih baterija hermetičke izvedbe

Snimanje toka punjenja paralelno prikličenih akumulatorskih baterija (sl. 1) izvršeno na 6 kom. akumulatorskih baterija tipa 10 TB-6B (12 V/6Ah), proizvodnje »Trepča«, strujom $I = 6 \times 1,2 A = 7,2 A$ ($6 \times 0,2 Cn$). Pre početka ispitivanja, akumulatorske baterije su bile napunjene, a zatim su pražnjenjem, pojedinačni akumulatori dovedeni do 100%, 80%, 60%, 40%, 20% i 0%-tnog stepena njihove ispražnjenosti od Cn — nazivnog kapaciteta.

Tok punjenja i proces preraspodele struje punjenja pojedinačnih akumulatorskih baterija, u odnosu na ukupnu stabilisanu struju od $6 \times 1,2 A = 7,4 A$, prikazan je u tabeli T-2.

Tabela 2

Tok paralelnog punjenja akumulatora tipa 10 TB-6, različitog stepena ispražnjenosti od 100% do 0% nazivnog kapaciteta

Ukupna struja punjenja je $I = 7,2 A (6 \times 1,2 A)$

Red. br.	1	2	3	4	5	6
Stepen ispraz.	100%	80%	60%	40%	20%	0%
[H]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]
0H	1.20	1.50	1.45	1.15	1.00	.60
15'	1.40	1.45	1.40	1.15	1.05	.50
30'	1.65	1.55	1.40	1.15	.85	.30
45'	1.75	1.60	1.45	1.10	.75	.25
1H	1.85	1.65	1.45	1.10	.65	.20
15'	1.90	1.70	1.45	1.05	.60	.20
30'	1.95	1.70	1.45	1.00	.55	.20
45'	2.00	1.75	1.40	1.00	.50	.20
2H	2.10	1.80	1.35	.90	.50	.25
15'	2.25	1.80	1.20	.75	.55	.35
30'	2.00	1.60	1.15	.80	.75	.60
45'	1.70	1.25	1.05	.90	1.05	.90
3H	1.45	1.15	1.10	.90	1.25	1.10

15'	.90	.95	1.10	.90	1.60	1.40
30'	.70	.85	1.05	.85	1.80	1.60
45'	.45	.70	1.00	.80	2.05	1.85
4H	.30	.60	.80	.80	2.25	2.00
15'	.25	.55	.95	.70	2.35	2.15
30'	.15	.45	.85	.60	2.55	2.35
45'	.10	.35	.70	.50	2.70	2.55
Isr.(A)	1.30	1.25	1.19	.91	1.27	.98
Cpr.(Ah)	6.18	5.92	5.64	4.29	6.02	4.64

Temperatura akumulatorske baterije u toku punjenja

	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
0H	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
3H	10.0	10.0	11.5	11.5	15.0	15.5
15'	11.5	13.0	15.0	15.5	21.0	21.5
30'	13.0	15.0	18.0	18.5	26.5	26.5
45'	15.5	19.0	22.5	22.5	35.5	35.0
4H	17.0	21.5	25.5	25.0	44.0	43.0
15'	17.5	23.0	28.0	27.5	49.5	48.0
30'	18.0	24.5	30.5	29.0	56.5	55.0
45'	18.0	25.0	31.0	30.0	62.0	61.0

Punjenje akumulatora je prekinuto posle 4,75 h, kada je temperatura akumulatorskih baterija br. 5 i 6 (merena u sredini baterije) dostigla kritičnih ($61 - 62$)°C. Kod njih je došlo do nekontrolisanog porasta struje punjenja i temperature, sa tendencijom daljeg porasta. Nastavak punjenja ovih baterija doveo bi do njihovog uništenja.

Kao i u prethodnom slučaju, uzrok ove pojave je u razlikama stepena ispražnjenosti na početku i temperaturama akumulatora na kraju procesa njihovog punjenja.

Za razliku od olovnih akumulatorskih baterija, kod kojih su »kritični« akumulatori na početku procesa punjenja bili sa najvećim stepenom ispražnjenosti (100% Cn), kod Ni-Cd hermetičkih akumulatorskih baterija ugroženi su akumulatori sa najmanjim stepenom ispražnjenosti u grupi paralelno prikličenih akumulatorskih baterija.

Punjenje iz izvora napajanja u režimu $U = \text{const}$

Punjenje olovnih akumulatorskih baterija od 12 V

Snimanje toka punjenja paralelno priključenih akumulatora, prema električnoj šemi na sl. 1, izvršeno je na 6 kom. akumulatorskih baterija tipa 12 V/140 Ah, proizvođača »Munja«, pri $U_{\text{const}} = 15 \text{ V}$ i strujom ograničenja izvora napajanja na $I_{\text{max}} = 84 \text{ A}$ ($6 \times 0,1 \text{ Cn}$). Početno stanje stepena ispražnjenosti pojedinačnih akumulatora, pre početka snimanja toka njihovog punjenja, dovedeno je na nivo od 100% Cn do 10% Cn.

Tok punjenja ovih akumulatorskih baterija prikazan je u tabeli T-3.

Tabela 3

Tok paralelnog punjenja akumulatora tipa 12V/148 Ah-»MUNJA« proizvodnje 1983, različitog stepena ispražnjenosti od 100% do 0% C-N u režimu: $U = \text{CONST.} = 15 \text{ V}$, $I(\text{MAX.}) = 84 \text{ A}$

Red. br.	1	2	3	4	5	6	
Stepen ispraz.	100%	40%	40%	20%	20%	10%	
[H]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	I[A]	U[V]
0H	26.5	13.0	12.5	12.5	12.5	9.50	13.3
30'	37.5	11.5	12.0	9.00	9.50	4.50	13.7
1H	38.0	12.5	12.0	9.50	9.00	5.00	13.8
30'	36.0	12.5	12.5	9.50	9.00	5.00	14.1
2H	34.5	13.5	13.0	10.0	9.00	5.00	14.5
30'	27.5	11.0	9.00	8.50	7.50	3.50	15.0
3H	16.0	7.50	6.50	5.50	5.00	2.00	15.0
30'	9.00	4.50	5.00	3.00	3.50	1.50	15.0
4H	6.00	2.50	3.50	2.00	2.00	1.00	15.0

Promena režima punjenja pri $U = \text{CONST.}$ sa 15.0 V na 16.0 V

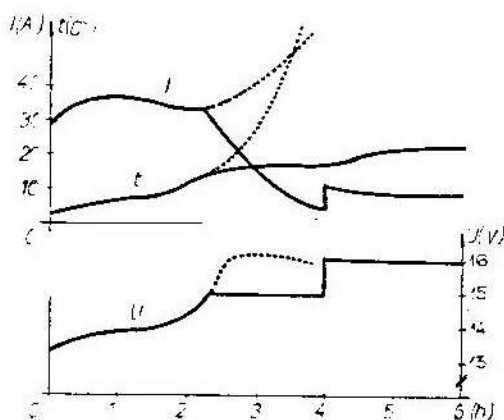
30'	11.0	3.00	3.50	2.50	2.50	2.00	16.0
5H	9.50	2.50	3.00	2.00	2.00	1.50	16.0
30'	9.50	2.50	3.00	2.00	2.00	1.50	16.0
6H	9.50	2.00	2.50	2.00	1.50	1.50	16.0
30'	9.50	2.00	2.00	2.00	1.50	1.50	16.0
Isr.							
(A)	20.0	7.18	7.14	5.71	5.46	3.21	
Cpr.							
(Ah)	130	46.6	46.4	37.1	35.5	20.8	

Temperatura elektrolita u toku punjenja

0H	4°C — Temperatura okoline					
2H	13.5	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00
30'	15.5	7.00	6.00	5.50	5.50	5.00
3H	17.0	8.00	7.00	6.00	6.50	5.00
30	18.0	8.50	7.00	6.50	7.00	5.50
4H	18.0	9.00	7.50	7.00	7.50	7.00
30'	21.0	9.50	8.50	7.50	8.00	7.00
5H	22.0	10.0	9.00	8.00	9.00	7.00
30'	23.0	10.0	9.00	8.00	9.00	7.00
6H	24.5	10.0	10.0	8.50	9.00	7.00
30'	26.0	10.0	10.0	9.00	9.00	8.00

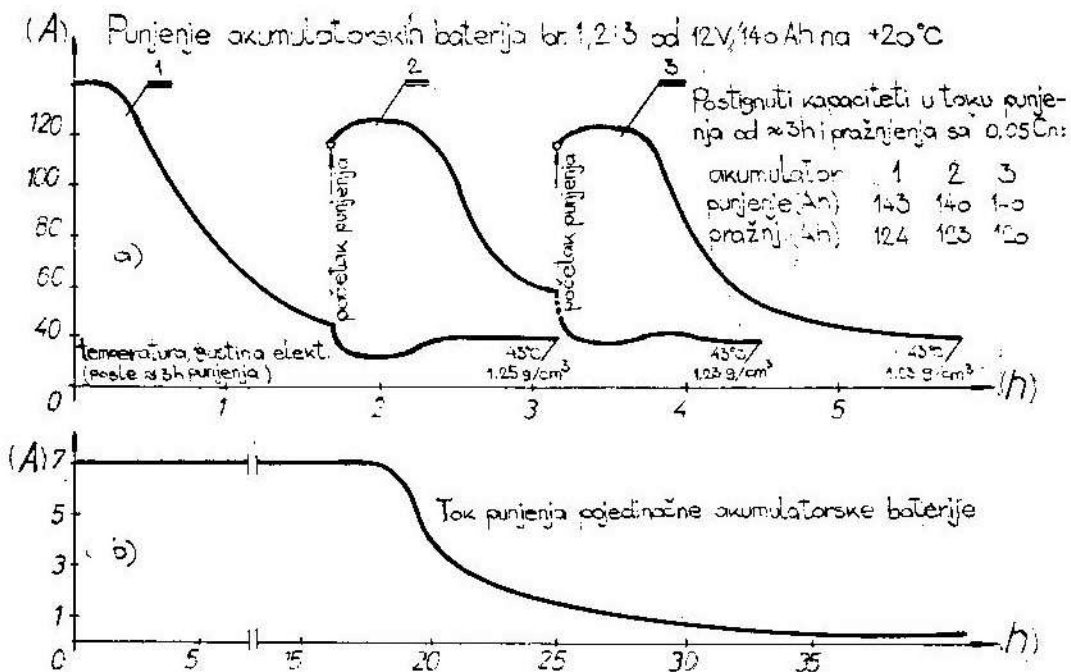
Kraj punjenja

Kao što se vidi iz tabele, nakon drugog časa punjenja, ukupna struja punjenja svih pojedinačnih akumulatora smanjuje se u trenutku dostizanja stabilisanog napona izvora napajanja od 15 V. Na dalji tok punjenja nije bitno uticala ni promena napona izvora napajanja sa 15 V na 16 V, kao što se to vidi iz dijagrama na slici 3 koji prikazuje tok punjenja akumulatora sa najvećim stepenom ispražnjenosti (100% Cn).

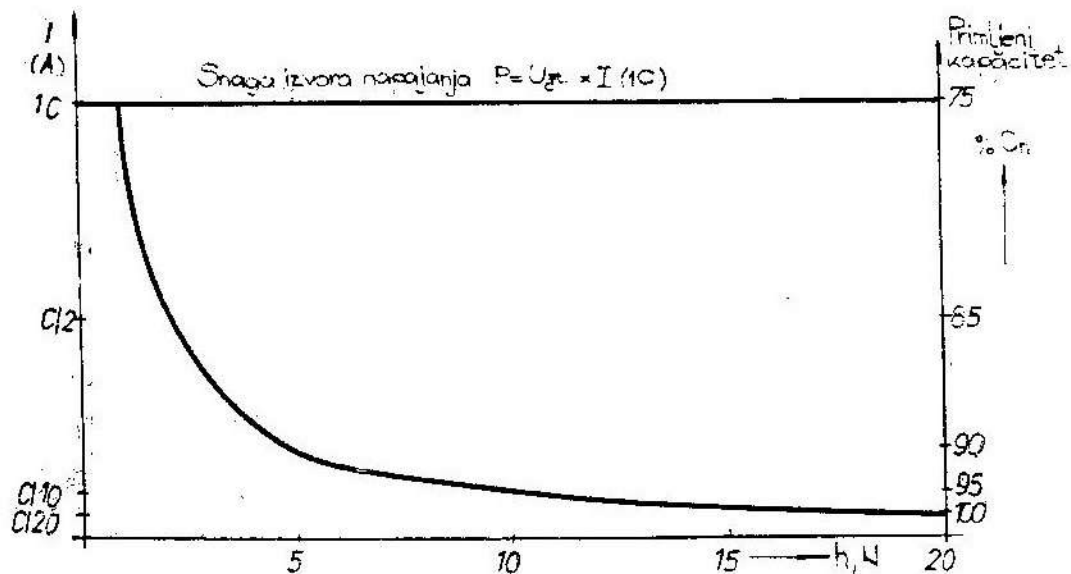


Sl. 3 — Tok punjenja »kritičnog« akumulatora

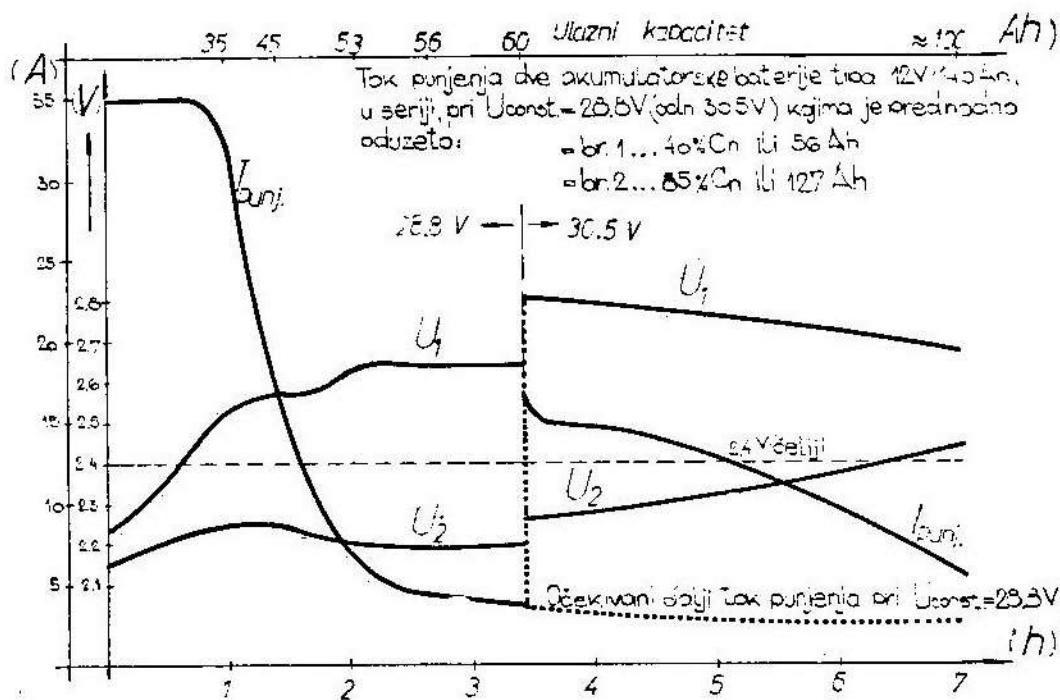
Na dijagramu (sl. 3) prikazano je ograničavajuće dejstvo stabilisanog napona izvora napajanja od 15 V na porast temperature i struje punjenja akumulatora br. 1.



Sl. 4 — Proces punjenja akumulatorskih baterija u dva ekstremna režima: a) tok punjenja jedne i više sukcesivno priključenih akumulatorskih baterija u periodu od 3 h, b) istovremeno punjenje 17 akumulatorskih baterija u režimu punjenja pojedinačnih akumulatora strujom 0,05 Cn (A)



Sl. 5 — Režim punjenja pojedinačnih paralelno priključenih akumulatorskih baterija



Sl. 6 — Tok punjenja

Bez dejstva naponskog ograničenja, dalji tok punjenja akumulatorske baterije br. 1 odvijao bi se približno prema isprekidanim linijama, kao što je to prikazano na dijagramu (sl. 2).

Punjenje olovnih akumulatorskih baterija pri ograničenju maksi struje izvora napajanja na $I_{max} \approx Cn(A)$

Na dijagramu (sl. 4), prikazan je tok punjenja akumulatorskih baterija od 12 V, kapaciteta 140 Ah, pri $U_{const} = 14,5$ V i struji ograničenja od 120 A.

Kao što se vidi iz prikazanih dijagrama na sl. 4, pri brzim režimima punjenja (sl. 4a), postignuti stepen napunjenosti je oko 75% Cn posle 1h punjenja, dok je u sporijem režimu punjenja (sl. 4b) postignuti stepen napunjenosti oko 100% Cn (17 akumulator-

skih baterija u 20-satnom režimu punjenja).

Zavisnost režima punjenja od broja paralelno priključenih akumulatorskih baterija (N), odnosno vremena punjenja (h), data je dijagramom na sl. 5.

U vezi s ovim dijagramom, neophodno je napomenuti da se veće brzine punjenja istog broja paralelno priključenih akumulatorskih baterija mogu postići pri odgovarajućem povećanju izlazne snage izvora napajanja.

Suštinska prednost razmatranog sistema paralelnog punjenja sastoji se u automatizovanom toku punjenja pojedinačnih akumulatora, bez obzira na stepen njihove ispražnjenosti u trenutku priključivanja na zajedničke sabirnice. Punjenje se završava naglim smanjenjem struje punjenja, pri dostizanju (75—100)% Cn primljenog kapaciteta.

Zbog toga, ukupni stepen neispražnjenosti svih priključenih akumulator-

skih baterija, na početku procesa punjenja, može dovesti samo do skraćivanja njihovog ukupnog vremena punjenja.

Punjenje dve akumulatorske baterije vezane u seriju

Punjenje dve akumulatorske baterije u seriji (npr. $2 \times 12 \text{ V}/140 \text{ Ah}$) pri $U = c^{st}$, odvija se, u principu, kao i punjenje jedne 12 V-ne baterije, ukoliko su istog stepena ispražnjenosti u trenutku njihovog priključivanja na izvor napajanja.

U realnim uslovima eksploatacije, međutim, u akumulatorske stanice pristizu akumulatori nepoznatog stanja u rasponu od 100% Cn do 0% Cn stepen ispražnjenosti. U najgorem slučaju, da bi se napunio jedan akumulator, drugi bi se morao prepunjavati na nivou (120 — 140) % Cn.

Na dijagramu (sl. 6) prikazan je tok punjenja dve u seriju povezane akumulatorske baterije tipa 12 V/140 Ah, pri $U_{const} = 28,8 \text{ V}$ (odnosno 30,5 V u daljem toku punjenja), dovedenih na nivo od 45% Cn i 85% Cn — stepena ispražnjenosti.

Kao što se vidi iz dijagrama, za 3,5h punjenja sa naponom $U_{const} = 28,8 \text{ V}$, akumulatorima je saopšteno oko 60 Ah, pri čemu se akumulator br. 1 nalazi, praktično, u napunjenom stanju, dok akumulatoru br. 2 nedostaje još:

(oduzeti kapacitet) $\times$ (koeficijent punjenja) — (primljeni kapacitet)
ili

$$119 \times 1,2 - 60 = 83 \text{ Ah}$$

Ovaj kapacitet u datom režimu punjenja može biti nadoknađen tek nakon $\approx 40 \text{ h}$ neprekidnog punjenja.

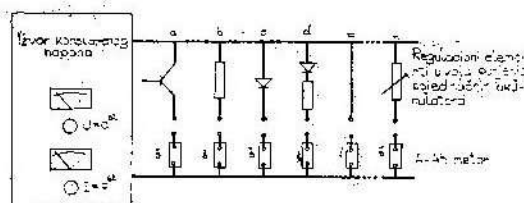
Nastavkom punjenja u periodu sledećih 3,5 h, u režimu pri $U_{const} = 30,5 \text{ V}$, postiže se još 40 Ah ulaznog kapaciteta,

uz intenzivno prepunjavanje akumulatora br. 1, pri čemu je za završetak punjenja akumulatorske baterije br. 2 potrebno još najmanje 10 h, odnosno 40 Ah.

Sistem paralelnog punjenja regulacionim elementima i šentom u kolu svih pojedinačnih akumulatora

Punjenje Ni-Cd akumulatorskih baterija

Punjenje svih vrsta i masovnih tipova Ni-Cd akumulatorskih baterija moguće je vršiti prema principijelnoj blokšemi, prikazanoj na slici 7.



Sl. 7 — Principijelna šema sistema paralelnog punjenja svih vrsta i masovnih tipova akumulatora i akumulatorskih baterija

U prikazanom sistemu moguće je ostvariti sledeće režime punjenja:

a) pri $U = c^{st}$ izvora napajanja, pri $U = c^{st}$ u grani punjenja akumulatora, sa $I = c^{st}$, u impulsnom režimu punjenja, i dr;

b) modifikovani režim punjenja pri $U = c^{st}$ izvora napajanja. Pri većim razlikama napona izvora napajanja i napona akumulatora, režim punjenja se približava režimu pri $I = c^{st}$, a pri manjim razlikama — režimu $U = c^{st}$;

c) pri $U = c^{st}$. Dioda služi radi sprečavanja inverznih struja u pojedinačnim granama paralelno priključenih akumulatora;

d) isto kao i pod b, sa zaštitnom diodom u kolu punjenja;

e) direktni režim punjenja pri $U = c^{st}$;

x) bilo koji drugi režim punjenja (npr. DC/DC pretvarači, brzi režimi punjenja, i dr.).

Za masovno održavanje Ni-Cd akumulatora istog tipa pogodni su režimi punjenja pod (b), odnosno (d), kojim se obezbeđuje:

— istovremena regulacija struje punjenja svih paralelnih priključenih akumulatora podešavanjem izlaznog napona izvora napajanja,

— praćenje toka i završetka procesa punjenja pojedinačnih akumulatora, preko šenta (Š).

Neophodno je napomenuti da ispitivanje veka trajanja Ni-Cd akumulatora hermetične izvedbe, u laboratorijskim uslovima rada i temperaturama okoline ($15 - 25$)°C, u režimu pri $I = c^{st}$ i $U = c^{st}$, daje približno iste rezultate.

U sistemu paralelnog punjenja, međutim, režim pri $U = c^{st}$ nije pogodan zbog mogućnosti otkaza (kratak spoj) pojedinačnog akumulatora u bateriji, koji bi izazvao prekomernu preraspodelu ukupne struje izvora napajanja (I_{max}) u »korist« ove baterije uz mogućnost eksplozije.

Punjenje pri $U = c^{st}$ Ni-Cd akumulatora hermetične izvedbe bilo bi moguće, međutim, u režimu (a) kojim bi se predvidelo ograničenje struje u kolu pojedinačnih akumulatora na vrednost $I < (0,2 - 0,3) C_n$ na normalnim temperaturama okoline.

Punjenje ostalih vrsta akumulatorskih baterija

Punjenje svih vrsta i tipova akumulatorskih baterija, kao što su: Pb-hermetički akumulatori, Ag — Zn, Ag — Cd, i dr., koji se primenjuju ili će se pojaviti u narednom periodu, moguće je održavati — puniti, prema principijelnoj električnoj šemi na slici 7 u bilo kom poznatom režimu punjenja.

Kontrola stanja pojedinačnih akumulatorskih baterija u procesu njihovog punjenja

Merenje pojedinačnih parametara režima punjenja akumulatora

Sistem paralelnog punjenja pri $U = c^{st}$ izvora napajanja, omogućava praćenje stanja pojedinačnih paralelno priključenih akumulatora, preko uvida u promenu struje punjenja, temperature elektrolita ili akumulatorske baterije i napona u toku celog procesa njihovog punjenja. Završetak procesa punjenja karakteriše smanjenje vrednosti struje punjenja, porast temperature elektrolita — akumulatora, kao i njegovog napona. Kontrolom stanja ovih parametara moguće je utvrditi stepen njihove napunjenosti — istraživanja na početku i u toku procesa punjenja, otkaz ili stepen upotrebljivosti za dalju eksploataciju.

Mogućnost primene računara u sistemu paralelnog punjenja

Sistem paralelnog punjenja masovnih tipova akumulatora, prema principijelnoj električnoj šemi na slici 7, pogodan je za primenu akvizicionog računara koji bi preuzeo ulogu merenja, prikupljanja izračunavanja i obrade svih relevantnih parametara u toku procesa punjenja.

Ovaj računar bi, takođe, omogućio i formiranje neophodne baze podataka stanja svih pojedinačnih akumulatora predviđenih za održavanje u datom sistemu paralelnog punjenja, u toku celog perioda njihove eksploatacije.

Zaključak

Osnovne prednosti razmatranog sistema paralelnog punjenja sastoje se u sledećem:

— efikasnost iskorišćenja raspoložive (instalirane) snage izvora napajanja, stabilisanog izvora napajanja u mir-

nodopskim uslovima eksploatacije, odnosno jednosmernog elektroagregata sa odgovarajućim regulatorom izlaznih električnih karakteristika u ratnim uslovima eksploatacije;

— mogućnost organizacije brzih i automatizovanih režima punjenja, uz efikasnu preraspodelu energije punjenja prema stepenu ispražnjenosti pojedinačnih paralelno priključenih akumulatora;

— mogućnost istovremene regulacije i zadavanja režima punjenja prome-

nom napona izvora napajanja ili karakteristika regulacionih elemenata (sl. 7), za sve pojedinačne paralelno priključene akumulatore;

— pogodnost u organizaciji merenja i praćenja svih karakteristika pojedinačnih paralelno priključenih akumulatora u toku njihovog punjenja.

Osnovni nedostatak razmatranog sistema paralelnog punjenja sastoji se u potrebi razrešavanja problema efikasnog završetka procesa punjenja sa koeficijentom punjenja (1,2 — 1,4).

Modeliranje reoloških svojstava čvrstih raketnih goriva

U radu su dati osnovni elementi teorije viskoelastičnosti sa aspekta primene na čvrstim raketnim gorivima kao polimernim materijalima. Posebno su razmotreni različiti modeli za opisivanje reoloških svojstava raketnih goriva. Na primeru kompozitnog raketnog goriva na bazi karboksi terminiranog polibutadiena analizirana je primenljivost Shaperyjevog modela i modifikovanog eksponencijskog zakona za modeliranje relaksacionog modula.

Uvod

Za ocenu pouzdanosti funkcionisanja raketnih motora sa čvrstim gorivom u različitim uslovima eksploatacije neophodno je, pored ostalog poznavati i reološko ponašanje raketnih goriva pri različitim režimima naprezanja.

Po svom sastavu, i homogena i heterogena čvrsta raketna goriva spadaju u grupu polimernih materijala, pa njihova fizičko-mehanička svojstva u osnovi imaju viskoelastični karakter.

Razlika između viskoelastičnih i elastičnih materijala jeste u relaciji između naprezanja i deformacije. Dok se elastična analiza bazira na postojanju konstanti proporcionalnosti (Youngov modul elastičnosti) između naprezanja i deformacije, kod viskoelastičnih materijala ova relacija je daleko složenija, što je posledica razlike u strukturi. Pojava disipacije energije pri deformisanju, uzrokovana unutrašnjim trenjem, važan je faktor koji diktira ponašanje polimernih materijala pri delovanju mehaničkih opterećenja.

Postoje različiti molekularni mehanizmi disipacije energije, koji, u suštini, predstavljaju neki od relaksacionih mehanizama. Prisustvo relaksacionih procesa zahteva da se u izrazu koji povezuju naprezanje i deformaciju moraju obavezno uzeti i faktori vremena i br-

zine deformacije, koji bitno utiču na reološke karakteristike polimernih materijala.

Materijal kod kojeg dolazi do disipacije celokupne energije deformacije naziva se idealnom tečnošću, čija je suprotnost idealno elastično telo kod kojeg nema disipacije energije. Polimerni materijali predstavljaju kombinaciju ove krajnosti, pa zavisno od njihovog međusobnog udela mogu poprimiti čitav spektar reoloških karakteristika, od onih bliskih tečnosti, pa do onih bliskih metalima. Njihova svojstva će, u prvom redu, zavisiti od vrste polimera i stepena polimerizacije, a mogu se, u znatnoj meri, podešavati različitim dodacima, kao što su plastifikatori, različiti punilci itd., što je vrlo važno kod čvrstih raketnih goriva.

Najlakši način da se u matematičke modele, kojima se opisuje ponašanje polimernih materijala, ukomponuju efekti vremena i brzine deformacije je analiza ponašanja analognih sistema, tzv. reoloških modela, koji se sastoje iz opruga i prigušivača, povezanih međusobno na različite načine. Povećavanjem broja elemenata u modelu može se uspešno opisati ponašanje viskoelastičnih materijala u širokom intervalu vremena, odnosno brzina deformacije. Međutim, reološkim modelima mogu se opisivati samo linearni viskoelastični materijali, kod kojih je, u bilo kom trenutku, iznos

vremenski zavisnog odgovora proporcionalan iznosu primljenog, vremenski zavisnog, ulaza. Većina čvrstih raketnih goriva ne odstupa značajno od ovog zakona, naročito u predelu nižih deformacija (1). No, bez obzira na to što je ovaj način dosta pogodan, za opisivanje ponašanja materijala za duža vremena potreban je veći broj elemenata, što jako komplikuje matematičke izraze. Kao alternativa razvijene su različite metode za aproksimaciju ponašanja u širokom vremenskom intervalu, kod kojih je, na račun preciznosti u nekom određenom vremenu, omogućena zadovoljavajuća pokrivenost široke vremenske skale, od ponašanja materijala za kratka vremena (staklasto stanje), pa do dugih vremena (viskoelastično i viskozno stanje) [1—10].

Priroda viskoelastičnog ponašanja

Klasična teorija elastičnosti bavi se proučavanjem mehaničkih svojstava idealno elastičnih tela za koja je, prema Hookeovom zakonu, naprezanje proporcionalno deformaciji, ali nezavisno od brzine deformacije. Na drugoj strani, teorija hidrodinamike bavi se proučavanjem svojstava idealno viskoznih tečnosti za koje je, prema Newtonovom zakonu, naprezanje proporcionalno brzini deformacije, ali nezavisno od iznosa deformacije. Međutim, ove kategorije su idealizovane. Realna čvrsta tela u odgovarajućim uslovima pokazuju odstupanja od Hookeovog zakona, a takođe, i realne tečnosti od Newtonovog zakona.

Postoje dva značajna tipa odstupanja. Prvo, deformacija kod čvrstih tela, ili brzina deformacije kod tečnosti, ne moraju biti proporcionalni naprezanju. Ovo odstupanje primećuje se kod čvrstih tela iznad granice elastičnosti. Drugo, naprezanje može zavisiti i od deformacije i brzine deformacije istovremeno, naročito za veće vrednosti deformacije. Ovakvo »vremensko« odstupanje očigledno odražava ponašanje koje je kombinacija svojstva čvrstih tela i teč-

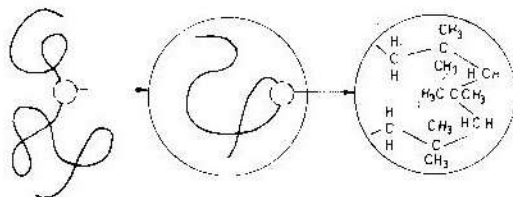
nosti. Zato se ova svojstva i nazivaju viskoelastična.

Viskoelastičnost je karakteristika polimernih materijala koji pokrivaju čitav spektar svojstava, od onih koja su slična elastičnim telima, pa do onih bliskih tečnostima.

Uzroci viskoelastičnog ponašanja polimera jesu u njihovoj složenoj molekulskoj strukturi, kojom se može objasniti karakter deformacije na makronivou. Pri deformisanju tvrdih tela, kao što je npr. dijamant, atomi se pomeraju iz svojih ravnotežnih položaja u poljima delovanja sile koja su lokalnog karaktera. Poznavanjem međuatomskog potencijala mogu se izračunati elastične konstante. Kod tečnosti, pri dejstvu naprezanja, viskozno tečenje utiče na pregrupisanje molekula. Ovde su, takođe, sila i proces pregrupisanja molekula lokalnog karaktera, pa se na osnovu njihovog ponašanja, u principu, može izračunati viskozitet [6]. S druge strane, molekuli su kod polimera fleksibilni i zauzimaju mnogo veći volumen od stvarnog. Savijanjem ili uvijanjem oni kontinuirano menjaju svoju konformaciju proporcionalno termičkoj energiji. Za karakterizaciju različitih konfiguracija, koje mogu formirati polimerni lanci, potrebno je izvršiti (u kvalitativnom smislu) grubu analizu međusobne povezanosti strukturnih elemenata na širem nivou, zatim nešto detaljniju analizu lokalnog rasporeda, a precizno analizirati raspored osnovnih atomskih grupa i orijentaciju veza u lancu na atomskom nivou, kako je to shematski prikazano na slici 1.

Polazeći sa mikronivou, konformacija polimernog lanca uslovno se može predstaviti počev od »petlji«, zatim »uvojaka« i na kraju »vijuga«. Pri delovanju opterećenja dolaze do izražaja relaksacioni prosci kojima materijal teži da postigne stanje termodinamske ravnoteže, pri čemu dolazi do stvaranja novih konfiguracija. Proces reorganizacije strukture na lokalnom nivou odvija se vrlo brzo, a na širem sporo. Sve

to govori o tome da postoje široke granice vremena relaksacije sa kontinuiranom raspodelom, koje obuhvataju ponašanje materijala pri dejstvu spoljnog opterećenja, odnosno postoje široki spektri vremena realizacije.



Sl. 1 Shematski prikaz opšte i lokalne konformacije fleksibilnog polimernog lanca (poliizobutilen)⁶

Svaki polimer ima karakterističnu temperaturu staklastog prelaza, ispod koje su termička kretanja glavnog polimernog lanca zamrznuta. Zato su i promene u strukturi na tom nivou jako ograničene. Međutim, još uvek postoje široke granice relaksacionih vremena, ali različitog karaktera [6].

Na osnovu ispitivanja viskoelastičnih karakteristika polimera mogu se dobiti pokazatelji o prirodi i brzinama promena u strukturi, rasporedu i interakciji makromolekula, kako na nivou osnovnih strukturnih jedinica, tako i na nivou polimernih lanaca. Studija viskoelastičnih karakteristika značajna je i sa praktičnog stanovišta u smislu mehaničkog ponašanja pri proizvodnji i eksploataciji polimernih materijala, a naročito raketnih goriva.

Relaksacioni procesi u polimernim materijalima

Relaksaciona svojstva su jedna od najvažnijih karakteristika polimera. Njihovo poznavanje neophodno je za dobijanje parametara potrebnih za proračun i prognoziranje ponašanja polimernih materijala u različitim uslovima opterećenja.

Sušтина bilo kog relaksacionog procesa sastoji se u uspostavljanju ravnoteže fizičko-hemijskog sistema koji je, na bilo koji način, izveden iz ravnotežnog stanja.

Brzina uspostavljanja ravnoteže povezana je sa verovatnošću prelaza sistema iz jednog stanja ravnoteže u drugo. Uzroci ovih prelaza mogu biti različiti. Tako, do kontinuiranog pregrupisanja molekulskih grupa kod tečnosti dolazi se pod uticajem termičkog kretanja. Verovatnoća ovog kretanja, W , izražava se Boltzmanovim zakonom [6]:

$$W = W_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (1)$$

gde je:

W_0 — predeksponencijalni faktor;

E — energija aktivacije;

T — temperatura.

Brzina procesa pregrupisanja poznata je kao relaksaciono vreme, τ :

$$\tau = \tau_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (2)$$

gde je τ_0 — period vibracija atoma i iznosi 10^{-13} — 10^{-14} sekundi.

Što je manja energija aktivacije i viša temperatura, to će biti kraće relaksaciono vreme.

Na temperaturama iznad temperature kristalizacije, relaksaciono vreme mikromolekulskih tečnosti je približno 10^{-10} sekundi. To je vreme života određenih molekulskih grupa. U toku ovog vremenskog intervala može doći do kidanja određenih delova molekula, a na drugoj strani stvaranja novih. Mala relaksaciona vremena uzrokuju brzo uspostavljanje ravnotežnih stanja u mikromolekulskim tečnostima.

Specifičnost polimerne strukture je u tome što ona sadrži dve vrste strukturnih elemenata, a to su polimerni lanci i strukturne jedinice koje sačinjavaju polimerni lanac. Ovi elementi znat-

no se razlikuju po veličini, a samim tim i po pokretljivosti.

Strukturne jedinice su istog reda veličine, kao i molekuli mikromolekulskih supstanci. Ako jedinice ne bi bile povezane u lanac, njihova termička pokretljivost bila bi ista kao i kod molekula mikromolekulskih tečnosti. Budući da su jedinice hemijski vezane u vrlo duge lance, njihova pokretljivost je jako ograničena, pa su i njihova relaksaciona vremena velika. Zato promena temperature polimera u viskoelastičnom stanju uzrokuje, uglavnom, reorganizaciju strukturnih jedinica, tj. promenu konformacije polimernih lanaca.

Relaksaciona vremena procenjuju se na osnovu brzine kojom se vrednosti makroskopskih svojstava, koja karakterišu stanje sistema, asimptotski približavaju ravnotežnom stanju. Ako su odstupanja od ravnotežnog stanja mala, ove vrednosti se menjaju prema zakonu:

$$Y = Y_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3)$$

gde je: Y_0 — iznos nekog parametra Y pri $t=0$;

t — vreme koje protekne od početka opterećenja,

τ — relaksaciono vreme.

Pri mehaničkim relaksacionim procesima u polimerima dolazi do uspostavljanja ravnotežnog stanja strukturnih elemenata koji su izvedeni iz početnog stanja delovanjem spoljnog opterećenja.

Relaksacija naprezanja

Ako se ispitni uzorak polimera deformiše vrlo brzo (teorijski trenutno) do nekog iznosa deformacije koja se, zatim, drži konstantnom, naprezanje koje je potrebno za održavanje deformacije će se smanjivati sa vremenom. Ovaj proces naziva se relaksacija naprezanja i rezultat je reorganizacije strukturnih

jedinica polimera radi dostizanja ravnoteže sistema.

Naravno, za praktično postizanje određene deformacije, ϵ_0 , potrebno je određeno vreme. U trenutku deformisanja naprezanje $\sigma(t)$ će biti dosta veliko.

Zato će i odgovarajući modul elastičnosti $E(t) = \sigma(t)/\epsilon_0$ biti za nekoliko redova veličina veći od ravnotežnog modula $E(t) = \sigma_{00}/\epsilon_0$.

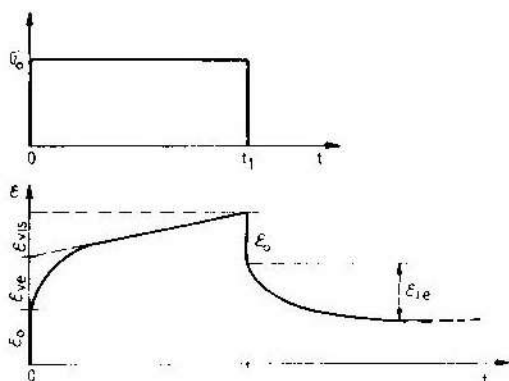
Sa povećavanjem temperature proces relaksacije naprezanja biće brži (izraz 2). Merenjem naprezanja može se, u svakom trenutku odrediti tzv. relaksacioni modul.

Puzanje

Svojstvo materijala da se, pri konstantnom opterećenju, deformiše sa vremenom, naziva se puzanje. Odnos deformacije, ϵ , i primenjenog naprezanja, σ , naziva se podatljivost:

$$D(t) = \frac{\epsilon(t)}{\sigma} \quad (4)$$

Deformacija puzanja sastoji se od tri komponente: trenutne elastične deformacije, ϵ_0 , viskoelastične, ϵ_{ve} , i deformacije usled viskoznog tečenja, ϵ_{vis} , (slika 2).



Sl. 2 Shematski prikaz puzanja

Uklanjanjem opterećenja doći će do oporavka materijala za povratnu deformaciju ϵ_0 i ϵ_{ve} , dok je ϵ_{vis} nepovratna deformacija.

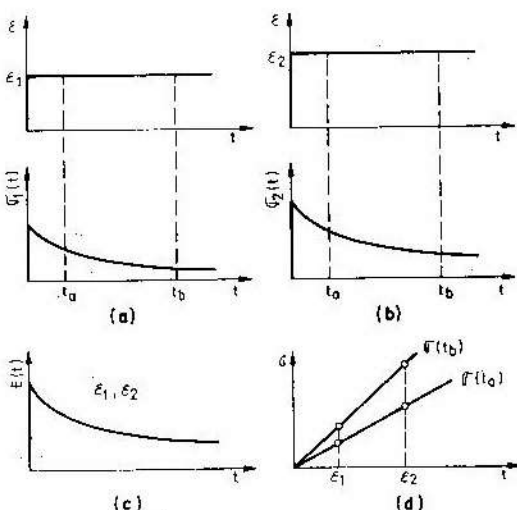
Pojava trenutne deformacije u trenutku opterećenja rezultat je istežanja međuatomskih veza, kao i kod elastičnog materijala. Viskoelastična komponenta uzrokovana je raspletom strukturnih elemenata na nivou nadmolekulske strukture i orijentacijom u pravcu delovanja sile. Viskozno tečenje posledica je međusobnog pomeranja (proklizavanja) polimernih lanaca.

Treba istaći da se sa povećanjem temperature, kao i kod relaksacije naprezanja, brzina puzanja povećava, pod uslovom da temperatura ne uzrokuje hemijske promene ispitivanog polimera (umrežavanje ili degradacija).

Pojam linearnosti viskoelastičnih svojstava

Proučavanje relaksacionih svojstava polimera ima veliki praktični značaj sa aspekta otpornosti materijala, ne samo pri konstantnom napreznju i de-

formaciji, već i pri proizvoljnim režimima opterećenja ili deformisanja. Pri tom treba istaći da se ovaj problem daleko lakše i pouzdanije rešava ako materijal poseduje linearna viskoelastična svojstva.



Sl. 4 Linearna viskoelastičnost: (a) i (b) — relaksacija naprezanja za dve početne deformacije; (c) — relaksacioni modul za ϵ_1 i ϵ_2 ; (d) — σ - ϵ izohorne

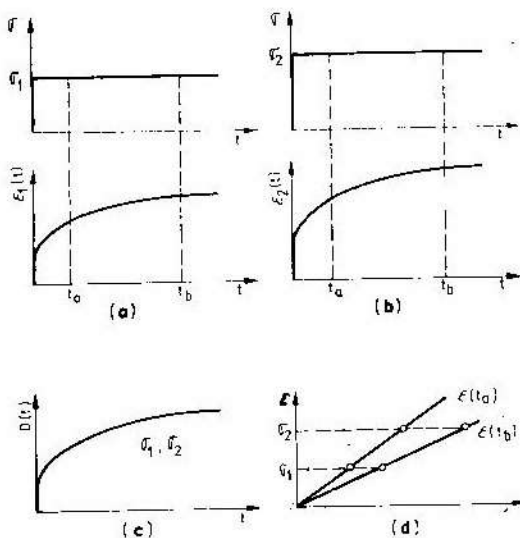
Neophodan uslov linearnosti viskoelastičnih svojstava je nezavisnost podatljivosti od napreznja ili relaksacionog modula od deformacije (slike 3 i 4):

$$D(t) = \frac{\epsilon_1(t)}{\sigma_1} = \frac{\epsilon_2(t)}{\sigma_2} \quad (5)$$

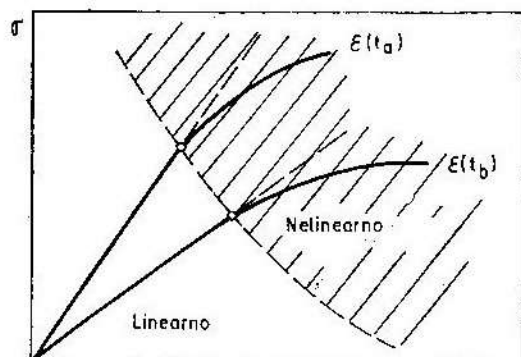
$$E(t) = \frac{\sigma_1}{\epsilon_1(t)} = \frac{\sigma_2}{\epsilon_2(t)} \quad (6)$$

Kod linearnih viskoelastičnih materijala važi relacija $E(t)^{-1} = D(t)$, koja omogućuje prelaz sa puzanja na relaksaciju i obratno.

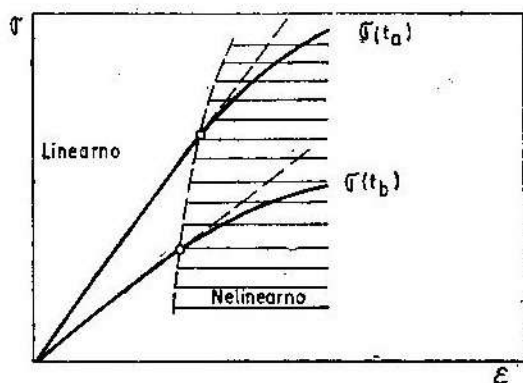
Na osnovu testova puzanja ili relaksacije mogu se, relativno lako, odrediti granice u kojima materijal poseduje linearnu viskoelastičnost. Dovoljno je odrediti nekoliko izohrona i utvrditi tačke odstupanja od linearnosti (slike 5 i 6).



Sl. 3 Linearna viskoelastičnost: (a) i (b) — puzanje za dva različita napreznja; (c) — kriva podatljivosti σ_1 i σ_2 ; (d) — σ - ϵ izohrone



Sl. 5 Izohrone dobijene na osnovu testova puzanja u vremenima t_a i t_b (slika 3)



Sl. 6 Izohrone dobijene na osnovu testova relaksacije u vremenima t_a i t_b (slika 4)

Modeliranje ponašanja linearnih viskoelastičnih materijala

Za uspešnu primenu polimernih materijala u različitim konstrukcijama neophodno je poznavati njihovo ponašanje u različitim uslovima eksploatacije. To se može ostvariti na klasičan način, provođenjem velikog broja eksperimenata u uslovima koji odražavaju realne uslove u praksi. Međutim, ovakav postupak, bez obzira na to što daje najrealnije rezultate, ekonomski je neopravdan i teško se realizuje. Zato se u praksi koriste različite metode koje omogućavaju da se predviđanje ponašanja polimernih materijala u uslovima eksploatacije ostvari na osnovu rezul-

tata kratkovremenih laboratorijskih eksperimenata.

Poznate metode zasnivaju se na matematičkom ili reološkom modeliranju viskoelastičnog ponašanja polimernih materijala, kao i na odgovarajućoj analogiji (superpoziciji).

Boltzmanov princip superpozicije

U granicama linearnih viskoelastičnih svojstava može se primeniti Boltzmanov princip superpozicije koji omogućuje prognoziranje ponašanja materijala pri proizvoljnim vremenskim režimima naprezanja i deformacija [1].

Saglasno tom principu, deformacija tela u trenutku t , pri postepenom naprezanju, jednaka je sumi deformacija usled naprezanja $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ pri njihovom nezavisnom dejstvu:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E} + \frac{1}{E} \int_0^t K(t-s) \sigma(s) ds \quad (7)$$

Analogno, pri postepenoj deformaciji tela, naprezanje u trenutku t jednako je prostoj sumi naprezanja izazvanih svakom deformacijom odvojeno:

$$\sigma(t) = E \varepsilon(t) - E \int_0^t F(t-s) \varepsilon(s) ds \quad (8)$$

Funkcija $K(t-s)$ jeste funkcija uticaja naprezanja $\sigma(s)$ u trenutku vremena s na deformaciju u trenutku vremena t .

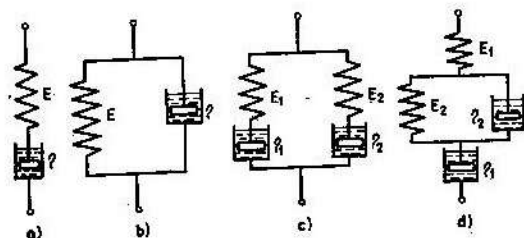
Funkcija $F(t-s)$ jeste funkcija uticaja deformacije $\varepsilon(s)$ u trenutku vremena s na naprezanje u trenutku vremena t .

Funkcije $K(t-s)$ i $F(t-s)$ određuju se na osnovu eksperimentalnih krivih puzanja i relaksacije [11].

Reološko modeliranje

Za matematičku analizu relaksacionih procesa često se koriste različiti modeli, koji se sastoje od elastičnih ele-

menata (opruga) i viskoznih elemenata (prigušivača) [4,6,7]. Reološki modeli odražavaju samo makroskopsko ponašanje materijala. Najprostiji su Maxwellov i Voigt-Kelvinov model, a nešto složeniji Burgerov i dvojni Maxwellov model, koji su kombinacija prva dva (slika 7).



Sl. 7 Reološki modeli: a) Maxwellov; b) Voigt-Kelvinov; c) Dvojni Maxwellov; d) Burgerov

Maxwellov model pogodan je za opisivanje relaksacije. U slučaju deformisanog modela, promena izduženja opruga biće kompenzirana ekvivalentnom promenom u prigušivaču, pa će rezultirajuća brzina promene biti jednaka nuli, što se može predstaviti sledećom diferencijalnom jednačinom:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta} = 0 \quad (9)$$

gde je:

E — modul elastičnosti opruge, a
 η — viskozitet prigušivača.

Integracijom, pri $\varepsilon = \text{const}$, dobije se:

$$\sigma(t) = \sigma_0 e^{-\frac{E t}{\eta}} \quad (10)$$

$$\sigma(t) = \sigma_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (11)$$

$$E(t) = E_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (12)$$

gde je:

$\tau = \eta/E$ — karakteristična veličina koja se naziva vreme relaksacije.

Za slučaj puzanja biće:

$$\frac{d\sigma}{dt} = 0 \quad (13)$$

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = 0 \quad (14)$$

$$D(t) = D_0 + \frac{t}{\eta} \quad (15)$$

Voigt-Kelvinov model pogodan je za opisivanje puzanja. U opštem slučaju naprezanje se može predstaviti sledećom diferencijalnom jednačinom.

$$\sigma(t) = E \varepsilon(t) + \eta \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (16)$$

Rešavanjem ove jednačine pri $\sigma = \sigma_0$ dobije se:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E} \left(1 - e^{-\frac{E t}{\eta}} \right) \quad (17)$$

Podatljivost će biti:

$$D(t) = D_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad (18)$$

gde je:

$\tau = \eta/E$ — vreme kašnjenja (retardacije).

Kod dvojnog Maxwellovog modela relaksacioni modul biće:

$$E(t) = E_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}} + E_2 e^{-\frac{t}{\tau_2}} \quad (19)$$

Konstante modela određuju se na osnovu eksperimentalnih relaksacionih krivih [8,11].

Burgerov model je kombinacija Voigt-Kelvinovog i Maxwellovog modela i pogodan je za opisivanje puzanja. Pri konstantnom naprezanju početna deformacija nastaje usled izduženja opruge sa modulom E_1 . Za njom dolazi deformacija od opruge E_2 i prigušnice

η_1 paralelno, kao i deformacija prigušnice η_1 . Ukupna deformacija biće suma deformacija sva tri dela:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_1(t) + \varepsilon_2(t) + \varepsilon_3(t) \quad (20)$$

Odnosno,

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E_1} + \frac{\sigma_0}{E_2} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + \frac{\sigma_0 t}{\eta_3} \quad (21)$$

gde je:

$\tau = \eta_2/E_2$ — vreme retardacije.

Relaksaciono vreme može se odrediti na osnovu vremena koje je potrebno da vrednost $\sigma(t)/\sigma_0$ ili $E(t)/E_0$ padne na vrednost $1/e$, odnosno 0,368 (Maxwellov model).

Retardaciono vreme je vreme koje je potrebno da u Voigt-Kelvinovom, odnosno Burgerovom modelu deformacije dostigne vrednost $1 - 1/e$, ili 63,21 % od ukupno očekivanog puzanja [7,11].

Spektralna prezentacija viskoelastičnih svojstava

Opisani modeli mogu poslužiti samo za grubo opisivanje viskoelastičnih svojstava i to u uskom vremenskom intervalu. Pored toga, oni odgovaraju samo određenom tipu polimera. Tako, Maxwellov model daje sa vremenom neograničenu deformaciju, što odgovara ponašanju neumreženih polimera. Na drugoj strani, kod Voigt-Kelvinovog modela opruga diktira postizanje ravnotežne deformacije, što odgovara umreženim polimerima.

Za precizno opisivanje ponašanja u širokom vremenskom intervalu potrebno je razmatrati modele sa velikim brojem elemenata, analogno realnom stanju u polimerima, koji se sastoje od bezbroj strukturnih jedinica različitih vremena relaksacije. Jedan od takvih modela, koji je pogodan za opisivanje relaksacije, jeste Viechertov model ko-

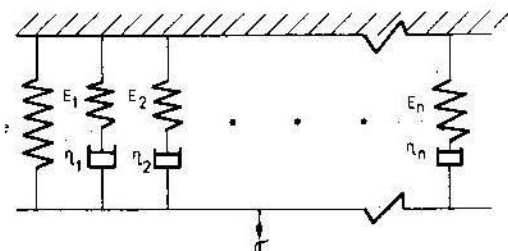
ji se sastoji od bezbroj paralelno vezanih Maxwellovih modela i jedne opruge (slika 8) [4].

Relaksacioni modul ovog modela biće jednak sumi relaksacionih modula elemenata iz kojih je sastavljen:

$$E(t) = E_e + \sum_{i=1}^n E_i e^{-\frac{t}{\tau_i}} \quad (22)$$

Izraz 22 predstavlja diskretni relaksacioni spektar.

Shapery je utvrdio da je model sa 15 do 20 elemenata dovoljno dobar za precizno opisivanje modula relaksacije raketnih goriva [4]. Takođe je razradio tzv. metodu kolokacije za jednostavno određivanje konstanti E_i i τ_i u izrazu 22.



Sl. 8 Weichertov model

Za analogno opisivanje puzanja pogodan je opšti Kelvinov model koji se sastoji od bezbroj serijsko povezanih Voigt-Kelvinovih modela i jedne opruge (slika 9).

Podatljivost ovog modela jednaka je sumi podatljivosti elemenata iz kojih se sastoji:

$$D(t) = D_g + \sum_{i=1}^n D_i \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_i}} \right) \quad (23)$$

Izraz 23 predstavlja diskretni retardacioni spektar Konstante D_i i τ_i određuju se na isti način kao i kod relaksacionog spektra.

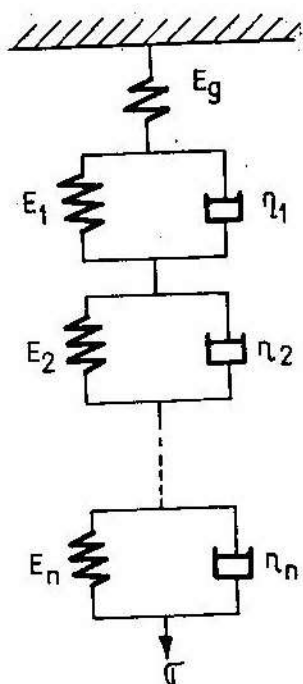
U realnim polimerima raspodela vremena relaksacije je kontinuirana, pa

se relaksaciona svojstva najtačnije opisuju kontinuiranim relaksacionim i retardacionim spektrima. U tom slučaju sume u izrazima 22 i 23 zamenjuju se integralom:

$$E(t) = E_e + \int_{-\infty}^{\infty} H(\tau) e^{-\frac{t}{\tau}} d \ln \tau \quad (24)$$

$$D(t) = D_g + \int_{-\infty}^{\infty} L(\tau) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) d \ln \tau \quad (25)$$

gde je $H(\tau)$ — funkcija distribucije relaksacionih vremena, a $L(\tau)$ — funkcija distribucije retardacionih vremena.



Sl. 9 Opšti Kelvinov model

Distribucija relaksacionih vremena $H(\tau)$ može se određivati na osnovu eksperimentalne relaksacione krive $E(t)$ derivacijom u svakoj tački [7]:

$$H(\tau) \approx \frac{-d[E(t)]}{d \ln \tau} \quad (26)$$

Analogan postupak je i pri određivanju distribucije retardacionih vremena:

$$L(\tau) \approx \frac{-d[D(t)]}{d \ln \tau} \quad (27)$$

Preciznije, ali mnogo složenije metode, dali su Ferry [6] i Tobolski [8].

Za praktične svrhe mnogo je jednostavnije pretpostaviti različite funkcionalne oblike $H(\tau)$, integrirati ih i uporediti sa eksperimentalnim rezultatima. Ako slaganje nije dobro, traži se novi oblik $H(\tau)$. Jedna od takvih funkcija je dobro poznati modifikovani eksponencijalni zakon [1]:

$$H(\tau) = C \left(\frac{\tau_0}{\tau} \right)^n \exp \left(-\frac{\tau_0}{\tau} \right) \quad (28)$$

gde je:

$$C = \frac{E_g - E_e}{\Gamma(n)},$$

$\Gamma(n)$ — gama-funkcija.

Integriranjem izraza 28 u skladu sa izrazom 24 dobija se:

$$E(t) = E_e + \frac{E_g - E_e}{[1 + (t/\tau_0)]^n} \quad (29)$$

gde je:

E_g — modul staklastog stanja, ili tzv. kratkovremeni modul koji se dobije kada $t \rightarrow 0$;

E_e — ravnotežni modul;

τ_0 — karakteristično relaksaciono vreme, koje odgovara vrednosti modula $\sqrt{E_g E_e}$ [8];

n — nagib relaksacione krive u području prelaza staklastog u viskoelastično stanje.

Na sličan način dobija se i izraz za podatljivost:

$$D(t) = D_g + \frac{D_e - D_g}{[1 + (t/\tau_0)]^n} \quad (30)$$

Eksponent n ima istu vrednost kao i kod relaksacionog modula.

τ_0 se izabira tako da se dobije najbolje slaganje sa eksperimentalnom krivom u centru prelazne oblasti.

Treba naglasiti da se granične podatljivosti u izrazu 30, za kratka i duža vremena, mogu sa zadovoljavajućom tačnošću dobiti na osnovu graničnih vrednosti relaksacionih modula, odnosno $D_g = 1/E_g$ i $D_e = 1/E_e$.

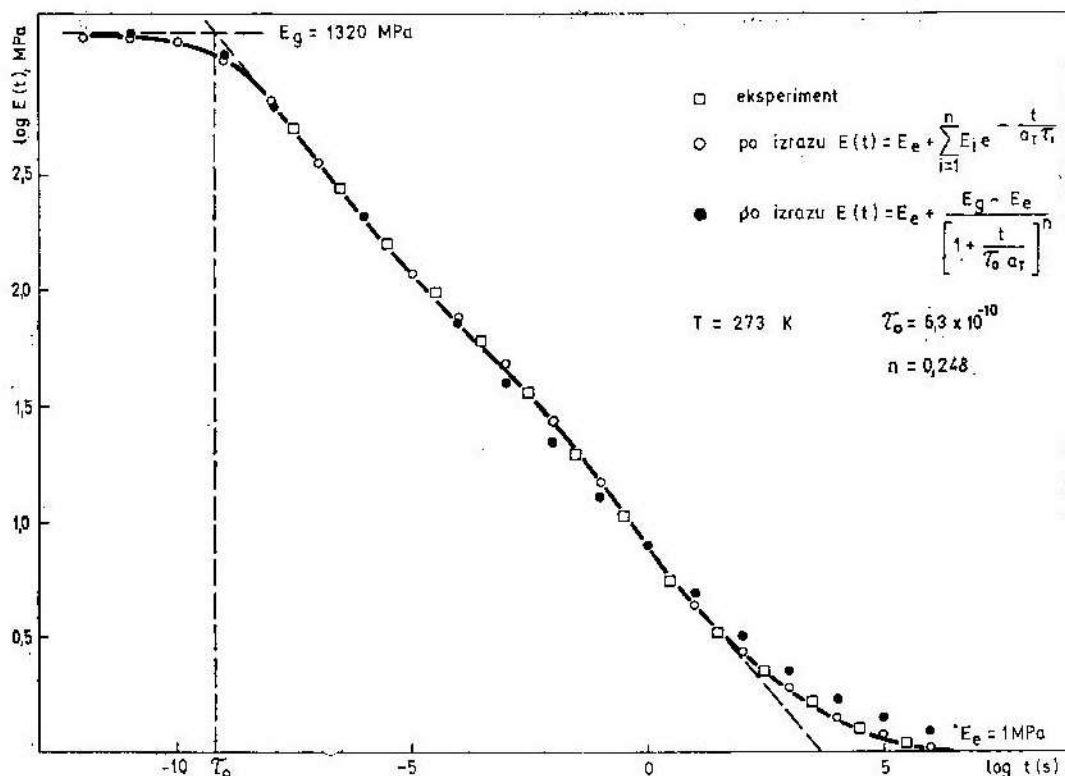
Na slici 10, na primeru kompozitnog raketnog goriva na bazi karboksi

terminiranog polibutadiena, grafički je prikazano slaganje eksperimentalnih vrednosti relaksacionog modula sa vrednostima koje se dobijaju na osnovu izraza 22 i 29 [12]. Očigledno je da Shaperyev model daje bolje rezultate. U ovom slučaju korišten je model sa 17 elemenata. Konstante τ_i i E_i , čije su vrednosti sadržane u tabeli, izračunate su rešavanjem sistema jednačina metodom kolokacije korišćenjem računara.

Tabela 1

τ_i	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}
E_i	28,4	130,9	395,1	322,8	151,7	96,7	43,1	28,7	21,4

τ_i	10^{-1}	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	
E_i	12,9	7,54	3,79	1,70	0,87	0,51	0,43	0,01	



Sl. 10 Modeliranje relaksacionog modela CTPB goriva

Po svojoj prirodi čvrsta raketna goriva spadaju u polimerne materijale, pa njihova fizičko-mehanička svojstva u osnovi imaju viskoelastični karakter, što znači da je faktor vremena izuzetno značajan za procenu pouzdanosti raketnih motora sa čvrstim gorivom. Da bi se mogao vršiti proračun naponskog stanja raketnih motora, neophodno je poznavati mehaničko ponašanje raketnih goriva pri različitim režimima naprezanja. Radi toga se koriste različiti ma-

tematički i reološki modeli koji su opisani u radu.

Reološka svojstva polimera najbolje se opisuju pomoću kontinuiranih relaksacionih spektara, koji se, međutim, zbog svoje složenosti, retko koriste. U slučaju raketnih goriva u tu svrhu u inženjerskoj praksi najviše se primenjuje Shaperyev model i modifikovani eksponencijalni zakon. Na primeru kompozitnog raketnog goriva na bazi karbonski terminiranog polibutadiena pokazano je da Shaperyev model daje bolje rezultate.

Literatura:

- [1] Williams M. L.: »Structural Analysis of Viscoelastic Materials«, AIAA Journal, Vol. 2 (1964)
- [2] Svob G. J., Mc Conel J. D.: »Structural Integrity of Solid Propellant Grains«, (simp. 82, Švedska)
- [3] Fitzgerald J. E., Huford W. L.: »Handbook for The Engineering Structural Analysis of Solid Propellants«, CPIA pub. 214, (1971)
- [4] Williams M. L., Blatz P. J., Shapery R. A.: »Fundamental Studies Relating to systems Analysis of Solid Propellants«, Final Report GALCIT101, Guddenheim Aeronautical Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California, (1961)
- [5] NASA: »Solid Propellant Grain Structural Integrity Analysis«, Space Vehicle Design Criteria (Chemical Propulsion), NASA-SP-83, (1973)
- [6] Ferry J. D.: »Viscoelastic Properties of Polymers«, J. Wiley and Sons, Inc., New York-London, (1961)
- [7] Nielsen L. E.: »Mechanical Properties of Polymers and Composites«, Darcel Dekker, Inc., New York, (1974)
- [8] Tobolsky A. V.: »Properties and Structure of Polymers«, J. Wiley, New York, (1960)
- [9] Barrere M., Huang N. C., Williams F. A.: »Fundamental Aspects of Solid Propellant Rockets«, The Advisory Group for Aerospace Research and Development, NATO, (1968)
- [10] Summerfield M.: »Solid Propellant Rocket Research«, Academic Press, New York-London, 1980.
- [11] Uržumcew J. S., Maksimov R. D.: »Prognostika deformativnosti materijalov«, Zinatne, Riga, 1975.
- [12] Jeremić R.: »Temperaturno-vremenska analogija u reološkoj karakterizaciji raketnih goriva«, doktorska disertacija, VVTS, Zagreb, 1991.

Dr Radovan Maksić,
potpukovnik, dipl. inž.

Mr Milan Savić,
major, dipl. inž.

Mogući pristup istraživanja resursa za opravku TMS u borbi

Analizom okruženja u kome nastaju oštećenja TMS u borbi, izdvajaju se taktički, organizacioni i tehnološki faktori za gradnju modela. Simulacijom na računaru, za karakteristične uslove, statističkom obradom i analizom izlaska mogu se izdvojiti relevantni parametri. Metodama operacionih istraživanja, na osnovu rezultata simulacije, određuju se resursi za opravku.

Uvod

Jedna od osnovnih karakteristika borbenih dejstava jeste izuzetna složenost slučajnih procesa i velika dinamika promena stanja okruženja. U miru se sve oružane snage bave prognozom mogućih budućih borbenih dejstava, da bi se što adekvatnije pripremile za izvršavanje zadataka u složenim uslovima. Pri tome se nastoji da troškovi budu minimalni, uz postizanje neophodne pouzdanosti izvršavanja zadataka. Posle drugog svetskog rata sve oružane snage, kao i drugi segmenti savremenih država, poseban značaj pridaju razvoju metoda i primeni operacionih istraživanja u rešavanju značajnih zadataka. Problemi prognoziranja trošenja borbenih resursa rešavani su vojnim logičnim procenama, korišćenjem analitičkih modela (najpoznatiji su modeli Lančesterovog tipa), a u današnje vreme su uočljivi napor da se izgrade kombinovani modeli u kojima simulacija na elektronskom računaru ima dominirajuću ulogu.

Nadalje, razmatraće se mogućnost istraživanja resursa za opravku TMS koja se oštećuju u borbi, osloncem na prognoze o vrsti, strukturi, količini, mestu i vremenu nastanka oštećenja. Sistemskim pristupom problemu, analizom internog i eksternog okruženja u ko-

najznačajniji elementi za gradnju simulacionih modela. Po izgradnji, validizaciji i verifikaciji simulacionih modela nastaju oštećenja TMS izdvajaju se dela pristupa se planiranju i provođenju eksperimenata simulacijom na elektronskom računaru. Za eksperimentisanje se određuju konkretni uslovi borbenih dejstava, sa definisanim eksperimentalnim okvirima za skupove taktičkih, organizacionih i tehnoloških parametara. Po dobijanju najverovatnijih slika stanja karakterističnih događaja u vremenu (statističkom obradom i analizom izlaza simulacije), može se pristupiti optimizaciji resursa za opravku oštećenih TMS u borbi. Pri tome se može polaziti od funkcije cilja maksimalizacije verovatnoće realizacije zadatka u očekivanom vremenu, ili minimizacije troškova sistema, pri čemu se koriste metode linearnog programiranja i druge metode operacionih istraživanja.

Analiza najznačajnijih procesa iz realnog sistema i kreiranje simulacionog modela

Pojava borbenih oštećenja TMS u prostoru i vremenu i opravka sa blagovremenim vraćanjem funkcionalno ispravnih sredstava u stroj nalaze se u složenom odnosu. Pravovremeno pla-

niranje resursa, organizacija i realizacija opravke odvijaju se u sistemu tehničkog održavanja, koji se definiše, pored ostalog, i na osnovama prognoza nastajanja oštećenja TMS u borbi. Obim i stepen oštećenja sredstava u borbi u najvećoj meri zavisi od konkretnih uslova (odnos snaga, borbeni raspored u prostoru i vremenu, itd.), pa se problem svodi na prognozu oštećenja TMS u borbi, u zavisnosti od faktora koji na njih utiču. Analizom okruženja moguće je od taktičkih faktora izdvojiti, za gradnju modela, one faktore koji neposredno utiču na oštećenja TMS u borbi:

- sistemi naoružanja i municije, koji dejstvuju u borbi, sa kvalitativnim i kvantitativnim obeležjima;

- organizacija borbenog rasporeda na konkretnom prostoru;

- dinamika izvođenja borbenih dejstava i taktički postupci;

- uslovi izvođenja dejstava (zemljište, vidljivost, i dr.);

- obučenost ljudstva, itd.

Od taktičkih parametara, za simulacioni model borbenih dejstava, treba obuhvatiti dovoljan spektar uticajnih faktora. Za to je neophodno formirati funkcije međusobnih dejstava protivnika (literatura [1] str. 39—44), funkcije, varijable i parametre koji se odnose na karakteristike sistema naoružanja (zakone promena verovatnoća po gađanja, efekte po elementarnim ciljevima, itd.), kao i funkcije uticaja organizacije i tehnologije opravke oštećenih TMS. Parametri organizacije opravke odnose se, pre svega, na definisanje nivoa opravke i ešeloniranje resursa za opravku, izvlačenje i evakuaciju.

Sva tri skupa uticajnih faktora (taktički, organizacioni, tehnološki), pri formiranju funkcija za simulacioni model, moraju se analizirati u međusobnoj interakciji. Veza između taktičkih i tehnoloških parametara je očigledna ako se uzme u obzir, na primer, da se u stroj može vratiti oštećeno sredstvo

samo ako je interval vremena opravke manji od intervala vremena, dok je sredstvo koje se opravljia izvan negativnog uticaja neprijateljeve vatre.

Za TMS izbačeno iz borbe kaže se da je to TMS čija je posada poginula i/ili koje je pretrpelo takva oštećenja da je dalja upotreba u borbi nemoguća. Definišu se oštećenja sredstva kada se kaže da je izbačeno iz borbe, ili će za relativno kratko vreme biti izbačeno iz borbe, u slučajevima:

- kada je uništeno osnovno naoružanje;

- kada je vreme potrebno za dovođenje u borbenu gotovost veće od zahtevanog operativnog vremena povratka u borbu.

Potrebno vreme za dovođenje u funkcionalnu ispravnost (borbenu gotovost) sredstva može se definisati kao suma vremena potrebnih za opravku pojedinih nastalih oštećenja i označava se sa T_f i:

$$T_f = \sum_{i=1}^n T_{fi} - T_{pr}$$

gde je:

- T_{fi} — minimalno vreme trajanja opravke pojedinačnog oštećenja uz maksimalno angažovanje resursa;
- $i=1 \dots n$ — pojedinačno oštećenje (dela, sklopa, uređaja) zbog kojeg je sredstvo izbačeno iz borbe;
- T_{pr} — vreme preklapanja u radu na otklanjanju pojedinačnih oštećenja na istom sredstvu.

Raspoloživo vreme za dovođenje u funkcionalnu ispravnost (borbenu gotovost) jeste operativno vreme za koje sredstvo mora da se vrati u borbu, označava se sa T_{op} , i može se definisati kao:

$$T_{op} = T_{maxa} k_{ud}$$

TEHNOLOŠKA LISTA 7: moguća oštećenja optičkih uređaja

Red. broj	Oštećenje opravka zamenom dela, sklopa uređaja	Opravka	
		Mat. oček. vreme- na - čas -	Speci- jalnost
1.	Periskop PL-6 — — — — —	50'	arm
2.	Prizma gornjeg periskopa — — — — —	10'	arm
3.	Šarnir, utvrđivač i brava PL-6, opravka — — — — —	30'	arm
4.	Periskop APLE-88 — — — — —	35'	arm
5.	Prizma gornja, očne školjke sa naslonom — — — — —	10'	arm
6.	Šarnir, utvrđivač i brava APLE-88, opravka — — — — —	40'	arm
7.	Mesna sprava MSOE-80 — — — — —	1:15'	arm
8.	Teleskopski durbin — — — — —	1:30'	op, arm
9.	Staklo zaštitno durbina — — — — —	1:40'	op, arm
10.	Delovi durbina, opravka — — — — —	25'	op, arm
11.	Uređaj za zatvaranje poklopca PP-4, opravka — — — — —	1:35'	br
Značenje skraćenica:			
arm — artiljerijski mehaničar,			
op — optičar, br — bravar			

gde je:

— $T_{\max a}$ — maksimalno raspoloživo vreme do ponovnog angažovanja sredstva u borbi,

— $k_{ud} \geq 1$ — koeficijent uslova dejstva

$$k_{ud} = f(k_{rt}, k_{rp}, k_{rs}, k_p, k_{bd}, k_m, k_v \dots)$$

gde je:

— k_{rt} — koeficijent raspoloživosti tehničke službe za opravku oštećenja sa stanovišta svih potrebnih resursa;

— k_{rp} — koeficijent raspoloživosti posade sredstva;

— k_{rs} — koeficijent raspoloživosti sredstva (moguć pristup sredstvu, sredstva van puta,

van zaklona, u zaklonu, izloženo dejstvima ili ne, i dr.);

— k_p — koeficijent puta (udaljenost ekipe za opravku do sredstva, put prohodan ili ne, itd.);

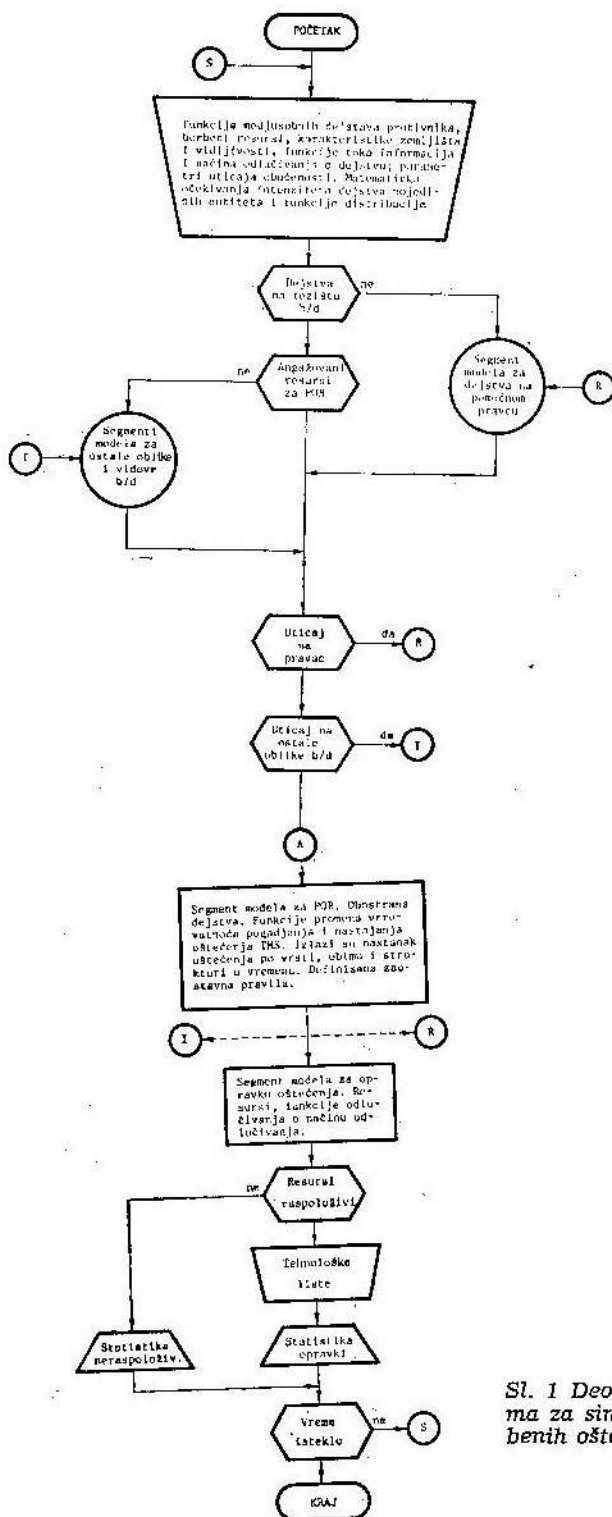
— k_{bd} — koeficijent oblika borbenih dejstava (napad, odbrana, okruženje, i dr.);

— k_m — koeficijent meteoroloških uslova;

— k_v — koeficijent vidljivosti (dan, noć, magla, i dr.) i drugi faktori, što nije predmet ovog istraživanja.

Da bi se sredstvo vratilo u borbu, mora biti zadovoljen uslov:

$$T_{fi} < T_{op} \quad T_f < T_{op}$$



Sl. 1 Deo logističkog dijagrama za simulacioni model borbenih oštećenja i opreme TMS

U slučaju da je potrebno vreme za dovođenje sredstva u funkcionalnu ispravnost (borbenu gotovost) jednako ili veće od raspoloživog

$$T_{fi} \geq T_{op} \quad T_f \geq T_{op}$$

može se smatrati da je sredstvo izbačeno iz borbe, te se na njega, za konkretni zadatak, u kojem je trebalo da učestvuje, ne računa.

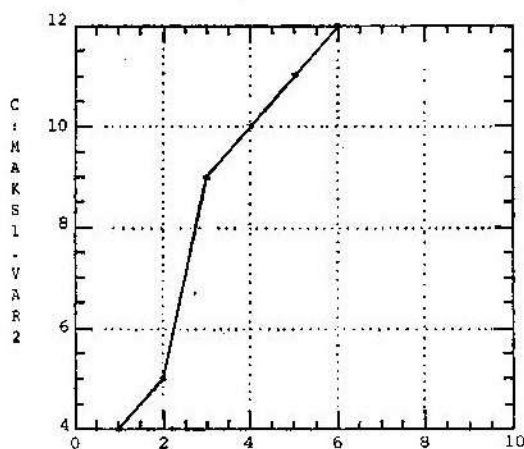
S obzirom na tehnologije koje se mogu primenjivati, za gradnju modela moguće je formirati tehnološke liste (primer u tabeli 1).

Pojedine karakteristike određuju se iz raznih analiza ponašanja sistema (savremeni ratovi, vežbe, rezultati naučnih istraživanja, itd. i opredeljuju značajke za gradnju simulacionih modela.

Potpun logički dijagram simulacionog modela može se videti iz literature [1], [2] ili [3], za neka konkretna rešenja.

Na osnovu provedenih analiza moguće je kreirati model, za šta je pogodno izraditi logički dijagram (deo takvog dijagrama prikazan je na slici 1).

Izlazi iz simulacije formiraju se na različiti način, u skladu sa potrebama analitičara sistema. Jedan od mogućih izlaza (prema [3]) prikazan je na slici 2.



Sl. 2 Oštećena sredstva branioca

Tokom gradnje modela i izrade programa za simulaciju na računaru, vrši se validizacija i verifikacija, čiji dijagram toka može biti kao što je prikazano na slici 3.

Eksperimenti na modelu i analiza izlaznih rezultata

Kada se raspoložuje dovoljno dobrim modelom i adekvatnim programima za simulaciju na računaru, može se pristupiti određivanju eksperimentalnog okvira i ponavljanju simulacija. Mogući postupak pri tome opisan je u literaturi [3], a sastoji se u:

- definisanju karakterističnog taktičkog modela;

- određivanju osnovnih karakteristika dinamike i formiranju ulaznog skupa parametara, funkcija i varijabli za simulacioni program,

- definisanju početnih vrednosti generatora slučajnih brojeva za određeni broj nezavisnih simulacija;

- određivanju relevantnih scenarija za međusobna upoređivanja izlaznih varijabli, i

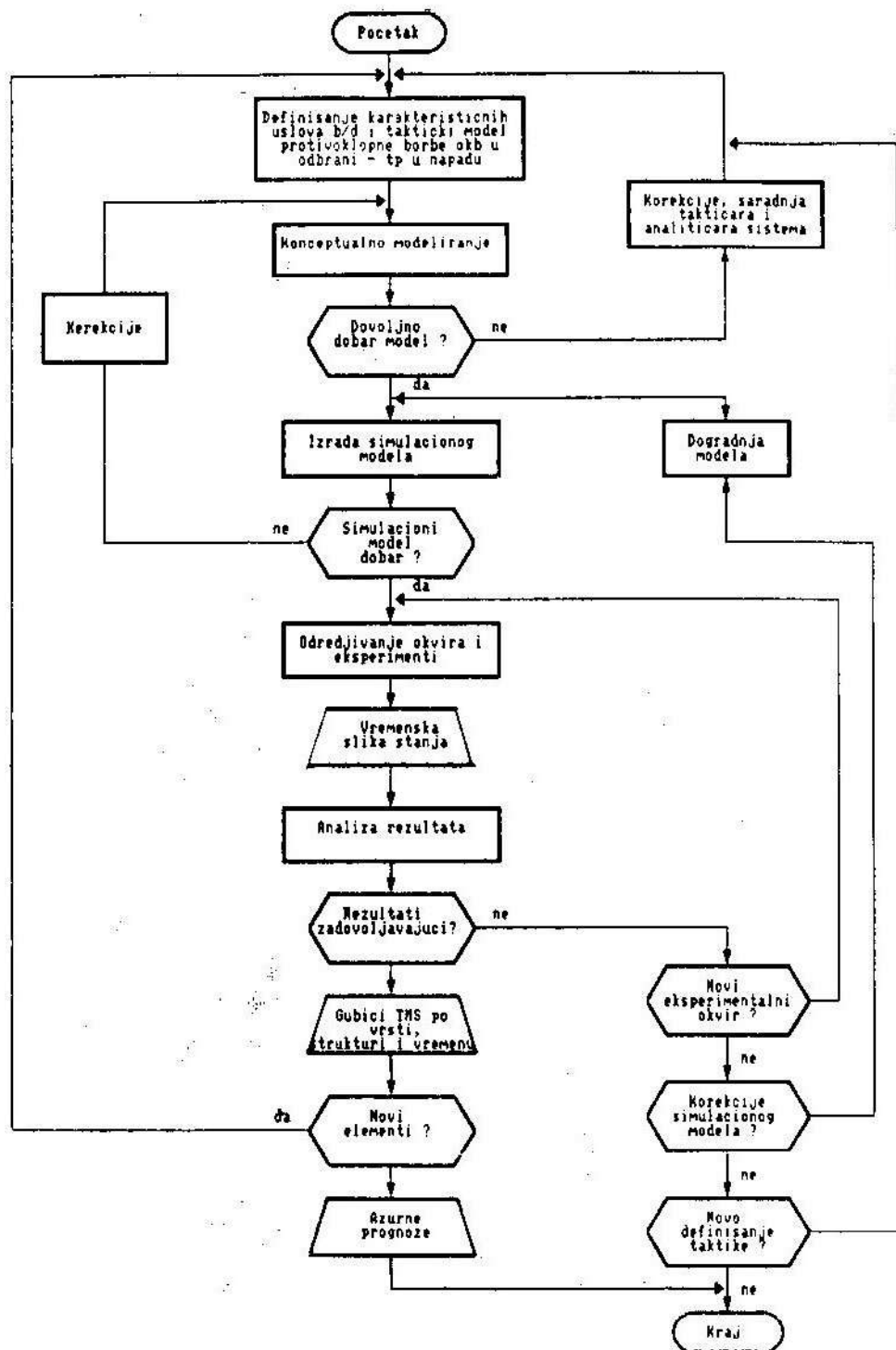
- određivanju željenog stepena poverenja pri intervalnom ocenjivanju izlaznih rezultata.

Za definisanje karakterističnog taktičkog modela treba odabrati reprezentativnu taktičku situaciju »plavog« i »crvenog«, izvršiti sistemsku analizu i opisati model. Opis se može izvršiti na više načina, a za analizu u kojoj dominira simulacija na računaru pogodno je definisati:

- komponente modela;
- opisne varijable modela;
- interakcije između komponenti u modelu;

- analizirati opisne varijable i mogućnosti simulacije modela.

Kada je u pitanju analiza gubitaka TMS u protivoklopnoj borbi (literatura [3]), opis se može izvršiti po nave-



Sl. 3 Dijagram toka gradnje modela

denoj proceduri. Tako se može, na primer, definisati skup komponenti:

AJPC — artiljerijske jedinice za podršku »crvenog«;

AJPP — artiljerijske jedinice za podršku »plavog«;

BATP — broj angažovanih tenkova »plavog« po vrstama;

RLRC — resursi za laki remont »crvenog« po ešelonima;

GUBC — gubici TMS »crvenog«, itd.

Pri tome, opisane varijable treba dekomponovati tako da se u simulacionom modelu može definisati interakcija i omogućiti simulacija diskretnih događaja. Opisna varijabla za komponente BATP može se svesti na broj tenkova »plavog« po vrstama i po borbenim ešelonima u početnom rasporedu. Kod interakcije između komponenti modela treba definisati potpun skup, pa se tako definišu stanja gde, na primer, BATP dejstvuje na zadani način, menja dejstva u skladu sa realizacijom slučajnih događaja i zaustavnim pravilima. Kada se realizuje vatra za podršku »crvenog« po odgovarajućem elementu »plavog« (interakcija AJPC i BATP, na primer) dejstvo jedinice »plavog« je za dati vremenski interval smanjeno, itd.

Deo skupa izlaznih varijabli u primeru iz [3] definisan je na sledeći način:

LRC — broj tenkova »crvenog« oštećenih u datom intervalu vremena, u stepenu za laki remont;

SRC — broj tenkova »crvenog« oštećenih za srednji remont;

GRC — broj tenkova »crvenog« za generalni remont;

UCB — broj uništenih tenkova »crvenog« pogotkom raketnim projektilom bočno;

UTCK — broj uništenih tenkova »crvenog« pogotkom u kupolu;

UNTH — broj uništenih tenkova »crvenog« dejstvom helikoptera za protivoklopnu borbu;

LRP — broj tenkova »plavog« za laki remont;

SRP — broj tenkova »plavog« za srednji remont;

GRP — broj tenkova »plavog« za generalni remont;

UPB — uništeni tenkovi »plavog« bočnim pogotkom;

UTPK — uništeni tenkovi »plavog« pogocima u kupolu.

Kada se interakcijom između komponenti specificiraju pravila kojima se određuje način promena varijabli u vremenu, stvoreni su uslovi za simuliranje modela. Za svaki budući vremenski trenutak moguće je izračunati vrednosti svih opisnih varijabli na osnovu stanja u prethodnom vremenskom intervalu. Kada je postignut željeni kvalitet simulacionog modela i izvršena provera programa (postupak prikazan na slici 3), pristupa se eksperimentisanju na računaru.

Po realizaciji željenog broja ponavljanja statistički se obrade izlazni rezultati, izvrši intervalna ocena značajnih parametara, što je osnova za detaljnu analizu analitičara sistema. Jedan primer statističke analize prikazan je u tabeli 2.

Za formiranje skupa izlaznih podataka (od kojih je deo prikazan u tabeli 2) izvršeno je 25 nezavisnih simulacija za dati scenario protivoklopne borbe. Pri tome su ulazni podaci bili nepromenjeni, a početno stanje za svih osam generatora slučajnih brojeva menjano je svaki put po tablici slučajnih brojeva. Za svaki od članova skupa izlaznih varijabli određeno je matematičko očekivanje i izvršena intervalna ocena. Kako je analizom taktičkog modela utvrđeno da je taktička situacija tipična, izlazni skup dobijen simula-

Statistička analiza oštećenja TMS za dati taktički model b/d

Parametar	Empirijsko matematičko očekivanje $\bar{X}$ $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	Empirijsko odstupanje $\bar{S}$ $\bar{S} = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	$\epsilon = \frac{t(24 \ 0.05)}{\sqrt{25}}$ $\epsilon * \bar{S}$	Intervalna ocena matematičkog očekivanja parametra
LRC	10,72	3,825	1,58	$9 \leq \text{LRC} \leq 12$
SRC	3,92	2,829	1,168	$1 \leq \text{SRC} \leq 5$
GRC	0,96	0,707	0,292	$0 \leq \text{GRC} \leq 2$
UCB	0,96	0,83817	0,346	$1 \leq \text{UCB} \leq 2$
UTCK	4,92	2,073	0,8556	$4 \leq \text{UTCK} \leq 6$
UNTH	2,48	1,08	0,44624	$2 \leq \text{UNTH} \leq 3$
LRP	20,68	3,69	1,5247	$19 \leq \text{LRP} \leq 22$
SRP	2,08	1,2936	0,53402	$1 \leq \text{SRP} \leq 3$
GRP	1,6	0,52804	0,21797	$1 \leq \text{GRP} \leq 2$
UPB	0,6	0,5	0,2064	$0 \leq \text{UPB} \leq 1$
UTPK	9,44	2,51973	1,04	$8 \leq \text{UTPK} \leq 11$

cijom može poslužiti za određivanje resursa za opravku TMS oštećenih u borbi. U tom slučaju, skup izlaznih varijabli dobijen simulacijom može poslužiti za formiranje ulaznog skupa podataka za druge modele (optimizacija jedinica za tehničko održavanje, raspored resursa za remont, itd.).

Takođe, eksperimenti se mogu izvoditi tako da se početne vrednosti generatora slučajnih brojeva za svaku simulaciju drže na istim vrednostima, a menjaju ulazni parametri po scenariju za željenu faktorsku analizu. Ovakav pristup se relativno lako realizuje ako se kao simulacioni jezik koristi GPSS.

Izlazi iz simulacije, statistički obrađeni, jedan su skup značajki za optimizacije u sistemu održavanja, a sledeći skup su organizacioni i tehnološki parametri. Za optimizacije, uz željena

ograničenja i funkcije cilja, mogu se koristiti metode linearnog programiranja ili višekriterijumskog rangiranja.

Zaključak

Problem određivanja ključnih resursa u sistemu održavanja TMS je veoma složen i kada su u pitanju problemi »mirnodopske« prirode. Posebna složenost ovog problema ispoljava se kada se određuju resursi za sistem održavanja TMS u borbi.

Mirnodopska eksploatacija je izvor podataka za određivanje resursa sistema održavanja (karakteristike upotrebe, intenziteti otkaza, ograničenja, itd.) i tu se može dosta učiniti na planu optimizacije. Poteškoće koje se javljaju pri definisanju resursa za održavanje TMS u ratu, najizraženije su kod

predviđanja obima i karaktera oštećenja TMS usled dejstva raznih borbenih sistema.

Pristup prikazan u ovom radu zasniva se na simulaciji dinamike borbenih dejstava na računaru, a simulacioni modeli se grade prema adekvatnim taktičkim modelima. Analize se vrše

osloncem na najverovatniju vremensku sliku stanja, nastalu interakcijom taktičkih, organizacionih i tehnoloških procesa.

Neka od konkretnih rešenja i mogućih pristupa rešavanju logističke podrške u borbi, u našim oružanim snagama, navedena su u popisu literature.

Literatura:

- [1] R. Maksić, Prilog definisanja postupka za utvrđivanje zakonitosti utroška municije u vremenu za jedinice u oružanoj borbi, doktorska disertacija, CVTŠ KoV JNA »General armije Ivan Gošnjak« Zagreb, 1989.
- [2] M. Savić, Istraživanje ratnih oštećenja i mogućnost opravke TMS, magistarski rad, CVTŠ »General armije Ivan Gošnjak« Zagreb, 1990.
- [3] R. Maksić, Model za simulaciju gubitaka TMS u POB okb u odbrani tp u napadu, CVVŠ »Maršal Tito« Beograd, 1991.
- [4] R. Maksić, Z. Kerec, V. Mišković, Modeliranje u prognoziiranju visine i strukture gubitaka TMS u borbenim dejstvima, CVVŠ »Maršal Tito« Beograd, 1990.

Organizovanje železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja posmatrano sa aspekta prevoznog puta — pruge

U radu se pruga posmatra kao faktor organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja putnika i tereta. Razmatra se sa aspekta ključnog elementa železničke infrastrukture, i sa aspekta njenih tehničko-tehnoloških parametara. Izvršena je identifikacija i analiza sledećih tehničko-tehnoloških parametara pruge: maksimalno dopušteno opterećenje, uzdužni profil, dopušteni gabariti vozila i tereta, maksimalno dopuštena brzina kretanja i propusna moć. U radu je sagledan njihov uticaj na izbor mogućih načina organizovanja železničkog saobraćaja.

Uvod

Organizacija železničkog saobraćaja obično se posmatra kao proces usmeren na usklađivanje brojnih činilaca radi ostvarivanja bezbednog kretanja železničkih vozila, a samim tim bezbednog prevoženja putnika i tereta. Može se takođe posmatrati i kao delatnost organizovanja rada, ljudi i tehničkih sistema u sistemu železničkog saobraćaja. Tako posmatrano organizovanje ima svoje sledeće elemente: cilj, zadatak, funkciju, ljude (kadrove), tehnička sredstva i sisteme.

Na izbor načina organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja utiče mnoštvo relevantnih faktora. Među tim faktorima posebno mesto zauzimaju pruge kao šinski put, njeni tehničko-tehnološki parametri, zahtevani obim prevoženja, raspoloživa vučna i vučena vozila, usklađenost radnih parkova, kao i mnogobrojna ograničenja.

Način organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja, pored pruge kao ključnog elementa železničke infrastrukture, u dobroj meri određuju njeni brojni tehničko-tehnološki parametri, i to: vrsta pruge, maksimalna brzina kretanja vo-

zova, maksimalno dopušteno opterećenje pruge, uzdužni profil, dopušteni gabariti tereta i vozila, potrebna i postojeća propusna moć.

Pruga — kao faktor organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja

Pruga predstavlja specifičan šinski put namenjen za kretanje šinskih vozila. To je ključni element železničke infrastrukture. Ona međusobno spaja službena mesta, odnosno razdelne tačke. Osnovni elementi pruge, kao šinskog puta, jesu sledeći:

— početna (ishodišna), ciljna (odredišna) stanica ili drugo službeno mesto;

— deonice pruge (međustanični odseci),

— sigurnosna i telekomunikaciona oprema pruge.

Početna (ishodišna), ciljna (odredišna) stanica ili neko drugo službeno mesto na železničkoj pruzi može se definisati kao mesto formiranja — rasformiranja i pokretanja vozova. S obzirom na takvu definiciju, ono bi trebalo biti opremljeno:

— odgovarajućim staničnim kolosecima;

— transportno-manipulativnim prostorima (platformama i utovarno-istovarnim rampama);

— pretovarnom mehanizacijom;

— odgovarajućom signalno-sigurnosnom i telekomunikacionom opremom, i sl.

Stanični koloseci sa odgovarajućim kolosečnim vezama i osiguranjima omogućavaju ukrštanje i preticanje vozova, te formiranje i pokretanje novih vozova. Stanice, zavisno od njihove namene i značaja, poseduju dve skupine koloseka: osnovne i pomoćne.

U osnovne koloseke spadaju:

— glavni prolazni koloseci, koji predstavljaju produžetak otvorene pruge;

— prijemno-otpremni koloseci, koji su namenjeni za prijem i otpremu putničkih i teretnih vozova;

— ranžirni koloseci, koji su namenjeni za nakupljanje kola po pravcima i stanicama upućivanja;

— utovarno-istovarni koloseci koji su namenjeni za utovar i istovar denčanih i kolskih pošiljaka.

Svi ostali koloseci pripadaju grupi pomoćnih koloseka, a čine je: izvlačnjaci, garažni koloseci, lokomotivski koloseci, spojni koloseci, koloseci za kolsku vagu i tovarni profil (garagit), industrijski i drugi koloseci.

Izuzetno bitna karakteristika staničnih koloseka je korisna dužina koloseka, jer se najveća dopuštena dužina voza koju mogu imati vozovi na nekoj pruzi određuje s obzirom na korisnu dužinu glavnih koloseka.

Pod korisnom dužinom koloseka treba podrazumevati dužinu između skretničkih medika, a to je dužina koloseka koja omogućava smeštaj voza određene dužine, pri čemu se ne ometa saobraćaj drugog voza na susednom ko-

loseku. Korisna dužina koloseka određuje se prema maksimalnom broju osovina u vozovima, koji saobraćaju na prugama koje vode ka stanici. Pri njenom određivanju uzima se u obzir dužina voznih lokomotiva, dodatna dužina (rezerva) od 10 m, kao i dodatna dužina uslovljena sistemom osiguranja stanice — signalno-sigurnosnim uređajima.

Korisna dužina statičnih koloseka može se utvrditi izrazom:

$$\begin{aligned} L_{sk} &= N_1 L_1 + n_0 l_0 + 2r_1, \text{ m,} \\ L_{sk} &= N_1 L_1 + N_k l_k + 2r_1, \text{ m,} \end{aligned} \quad (1)$$

gde je:

N_1 — broj lokomotiva,

L_1 — dužina lokomotive iznosi 20 do 25 m,

n_0 — broj osovina u vozu,

l_0 — prosečno rastojanje između osovina i za teretna kola se uzima $l_0 = 5$ m,

r_1 — rezervna dužina koja se mora obezbediti pri zaustavljanju voza ispred medika (ona obično iznosi 5 m za teretne vozove i 10 m za putničke vozove), m,

N_k — broj kola u vozu,

l_k — dužina jednih kola, m.

Najveća dopuštena dužina voza u stanici, s obzirom na korisnu dužinu staničnih koloseka, određuje se prema korisnoj dužini glavnog prolaznog koloseka i njemu susednog dužeg glavnog staničnog koloseka, tako što se od te dve veličine usvoji manja vrednost. Najveća dopuštena dužina voza dobija se kada se od korisne dužine koloseka oduzme dužina od 25 m za smeštaj lokomotive i dužine od 10 m kao rezerva za smeštaj voza:

$$L_{vmax} = L_{sk} - L_1 - 2r_1, \text{ m.} \quad (2)$$

Ova dužina voza merodavna je za određivanje dužine voza samo u sluča-

ju ako je jednaka ili manja od dužine voza dobijene prema podacima datim u tabeli 1 [1].

Tabela 1

Najveći dopušteni broj osovina voza prema vrsti kočenja, vrsti i brzini voza

Vrsta kočenja	Vrsta voza	Brzina voza (km/h)	Najveći dopušteni broj osov. (osov.)
1	2	3	4
Kočenje brzog delovanja	putnički voz	do 140	80
	teretni voz	do 100	100
		100 do 120	80
Kočenje laganog delovanja ($V_{max} 80$ km/h)	teretni voz sastavljen od različitih kola	do 80	150
	teretni voz sastavljen od istovrsnih kola		180
Vazdušno kočenje mešovitog delovanja kada se putničkim vozovima dodaju teretna kola	ako je putnička garnitura do lokomotive	do 50	80
	ako je putnička garnitura na kraju voza	do 60	100

Stvarna dužina voza dobija se sabiranjem dužina preko nesabijenih odbojnika svih vozila u vozu izuzev vozne lokomotive, čija je dužina uzeta u obzir pri određivanju najveće dopuštene dužine voza u stanicama, dok se kod višestruke vuče uzimaju u obzir dužine potiskivalice ili zaprežne lokomotive.

Najveća utvrđena dopuštena dužina voza obzirom na korisnu dužinu staničnih koloseka može se prekoračiti samo u slučajevima propisanim odredbama Saobraćajnog pravilnika [2].

Platforme i utovarno-istovarne rampe, kao transportno-manipulativni prostor, namenjeni obavljanju operacija utovara i istovara tereta, sastavni su deo većine stanica na mreži JŽ. One svojom veličinom treba da zadovolje potrebe za utovarom-istovarom odgovarajuće količine tereta u određenom vremenu. Na mreži JŽ nalazi se ograničen broj ovih kapaciteta u veoma različitom građevinskom stanju. Veličina utovarno-istovarnih frontova može se odrediti pomoću izraza:

$$L_{n-i} > = \frac{1}{n_{ds} \cdot n_d} \sum_{i=1}^k n_v \cdot l_v \quad (3)$$

gde je:

n_{ds} — broj dostava kola u smeni na utovarno-istovarni front, koji je određen propusnom moći utovarno-istovarnog fronta;

n_d — broj dostava kola, odnosno smena;

k — broj vrsta kola koja dospevaju na utovar-istovar;

n_v — broj kola svake vrste;

l_v — dužina kola svake vrste, m.

Stanice na mreži su različito opremljene pretovarnom mehanizacijom i signalno-sigurnosnom i telekomunikacionom opremom.

Deonica pruge predstavlja deo pruge, od jedne do naredne odvojne stanice, odnosno razdelne tačke, ili do neke usputne stanice, koja u uslovima ratne opasnosti može biti značajna za izvršenje prevoženja. Za svaku deonicu na svom području ŽTO utvrđuje propusnu moć u uslovima paralelnog — parnog grafikona na jednokolosečnim, a paralelnog na dvokolosečnim prugama i usklađuje ga sa susednim ŽTO.

Tehničko-tehnoški parametri pruge, kao faktori organizovanja železničkog saobraćaja

Način organizovanja železničkog saobraćaja uslovljen je odgovarajućim tehničko-tehnoškim parametrima pruge, kao što su:

- vrsta pruge;
- maksimalna brzina kretanja vozova;
- maksimalno dopušteno opterećenje pruge;
- uzdužni profil;
- dopušteni gabariti vozila i tereta;
- propusna moć (potrebna i postojeća).

Železnička pruga predstavlja šinski put koji međusobno spaja razdelne tačke, a to znači da pruga čini niz međusobno povezanih deonica pruge. Pruga može biti jednokolosečna, dvokolosečna ili višekolosečna. Broj koloseka utiče na način organizovanja železničkog saobraćaja. Na jednokolosečnoj pruži saobraćaj se, po pravilu, organizuje u oba smera po istom koloseku, dok se na dvokolosečnoj, odnosno višekolosečnoj pruži, može organizovati na više načina, uz primenu različitih kombinacija, što, uglavnom, zavisi od obima saobraćaja po pojedinim smerovima pruge.

Maksimalno dopušteno opterećenje pruge određuje se na osnovu nosivosti elemenata donjeg i gornjeg stroja pruge.

Opterećenje mostova i propusta određuje se prema odredbama propisa o kategorizaciji pruga (Propisi 325), Pravilnika o tehničkim merama za opterećenje železničkih mostova i propusta (Pravilnik 316 c), propisa za projektovanje i dimenzionisanje mostova, za železnički saobraćaj u vanrednim uslovima, i dr.

Za maksimalno merodavno opterećenje po osovini i po dužnom metru

uzima se manja vrednost izračunata na osnovu nosivosti gornjeg i donjeg stroja pruge.

Opterećenje po osovini železničkih vučnih i voznih sredstava dobija se prema izrazu:

$$P_{os} = \frac{G_v + G_t}{n_{os}} \quad (4)$$

gde je:

- G_v — vlastita masa vozila,
- G_t — masa tereta na vozilu,
- n_{os} — broj osovina na kolima.

Opterećenje po dužnom metru od železničkih vozila dobija se prema izrazu:

$$P_{dm} = \frac{G_v + G_t}{l_v} \quad (5)$$

gde je:

- l_v — dužina vozila merena od čela do čela nesabijenih odbojnika.

Svaka pruga, zavisno od svoje sposobnosti da primi opterećenja od vozila (opterećenja izražena po osovini ili dužnom metru), razvrstava se u jednu od kategorija pruga prema tabeli 2.

Tabela 2

Najveće dopušteno opterećenje od vozila po osovini i po dužnom metru [1]

Kategorija pruge	Osovin-sko opterećenje (t/osov)	Odgo-vara sili (KN)	Opterećenje po duž. metru (t/m)	Ukupna masa po vozilu (t)
1	2	3	4	5
A'	12	120	3,5	70
A''	14	140	4,0	80
A	16	160	4,8	96
B1	18	180	5,0	100
B2	18	180	6,4	128
C2	20	200	6,4	128
C3	20	200	7,2	144
C4	20	200	8,0	160

U mirnodopskim, a pogotovu u ratnim (vanrednim) uslovima, javiće se potreba da se izvesnom prugom preveze određeni teret koji prekoračuje najveće dopušteno opterećenje dato u tabeli 2. Tada se nameće potreba prove-re nosivosti koloseka radi donošenja odluke o dopuštanju prevoženja po težini predimenzionisanog tereta.

Nosivost koloseka može se utvrditi na osnovu naprezanja šine na savijanje i procene opštetehtničkog stanja elemenata gornjeg i donjeg stroja pruge.

Naprezanje šina može se proračunati prema izrazu [3]:

$$\delta = \frac{P \cdot L \cdot K \cdot \alpha}{W} \quad (6)$$

gde je:

- δ — naprezanje šina na savijanje,
- P — opterećenje točka,
- L — razmak između pragova,
- α — koeficijent zavisen od brzine vozila.

$$\alpha = 1 + \frac{V^2}{30.000} \quad (7)$$

- K — koeficijent čija veličina zavisi od razmaka merodavnih osovina vozila,
- W — moment otpora šine.

Dopušteno naprezanje šina na savijanje za naše uslove iznosi $\delta_{dop} = 17 \text{ KN/cm}^2$. U ratnim uslovima smanjenjem zahteva u pogledu ekonomičnosti održavanja pruga i udobnosti vožnje dopušta se povećanje dopuštenog naprezanja koloseka koji su kvalitetno održavani za 25% bez mogućnosti ugrožavanja bezbednosti odvijanja saobraćaja. To znači da je u tim uslovima $\delta_{dop} = 1,25 \times 17 = 21,25 \approx 21 \text{ KN/cm}^2$.

Iz izraza 6 mogu se odrediti pojedine nepoznate veličine, i to:

— maksimalno opterećenje točka

$$P = \frac{\delta_{dop} \cdot W}{L \cdot K \cdot \alpha} \quad (8)$$

— maksimalni razmak pragova

$$L = \frac{\delta_{dop} \cdot W}{P \cdot K \cdot \alpha} \quad (9)$$

— maksimalni otpor šine

$$W = \frac{P \cdot K \cdot L}{\delta_{dop}} \quad (10)$$

— maksimalna brzina

$$V_{max} = \sqrt{30.000 \left(\frac{\delta_{dop} \cdot W}{K \cdot P \cdot L} - 1 \right)} \quad (11)$$

Maksimalna brzina kretanja vozova na određenoj pruzi, kao njen osnovni tehničko-tehnološki parametar, ograničena je i zavisi od maksimalnih brzina dobijenih s obzirom na:

- vrstu i sposobnost vučnog vozila;
- karakteristike — sposobnosti pruge;
- vrstu i karakteristike voznih sredstava;
- vrstu kočenja;
- sastav voza;
- mesto i položaj lokomotive u vozu.

Za maksimalnu brzinu kretanja vozova uzima se najmanja brzina dobijena na osnovu navedenih parametara.

Maksimalna brzina vučnog vozila (lokomotive) određuje se zavisno od uslova kočenja, dužine zaustavnog puta, nagiba pruge, i sl., i data je u odgovarajućim uputstvima [1].

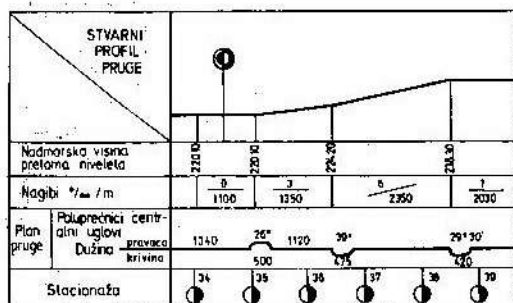
Maksimalno dopuštena brzina, s brzinom na vrstu i karakteristike voznih sredstava (kola), podrazumeva najveću brzinu kola kojom se ona mogu kretati s obzirom na njihovu konstrukciju, tehničku ispravnost i opremu. Za putnička kola ta brzina određena je i naznačena na samim kolima. Teretna kola osposobljena su za brzinu od 60 do 120 km/h.

Maksimalno dopuštena brzina, s obzirom na karakteristike — sposobnost pruge, u suštini je određena:

- nosivošću koloseka;
- karakteristikama koloseka u pravoj i krivini;
- karakteristikama skretnica;
- opremljenošću pruge signalno-sigurnosnim uređajima i postrojenjima;
- elektro-vučnim stabilnim postrojenjima, itd.

Maksimalno dopuštena brzina, s obzirom na kočenje, predstavlja najveću brzinu kojom se voz može kretati na raznim nagibima pruge, uzimajući u obzir vrstu kočenja i dužinu zaustavnog puta. Lokomotiva može imati različit položaj u vozu, što je posebno izraženo kod prevoženja u vanrednim uslovima (višestruka vuča), od čega zavisi maksimalno dopuštena brzina. Njene vrednosti su date u literaturi [1].

Uzdužni profil pruge, kao njen parametar, sa svojim elementima: nagibom i krivinama ispoljava određeni uticaj na način organizovanja železničkog saobraćaja na dotičnoj pruzi. Osnovni elementi uzdužnog profila pruge (sl. 1) daju bitne informacije za proračun otpora uspona i otpora krivina i za određivanje potrebne kočne mase vozova.



Sl. 1 Uzdužni profil pruge

Otpor uspona čini komponenta sile težine vozila, paralelno sa ravni koloseka (l. 2).

Uspón je određen odnosom:

$$i = \frac{h}{l} 10^3, \text{ ‰}, \quad (12)$$

gde se visina h daje u metrima, a dužina l u kilometrima. Sa slike se vidi da je veličina sile W_i jednaka:

$$W_i = G \cdot \sin \alpha \quad (13)$$

Pošto je za male uglove sinus ugla približno jednak tangensu, a to se odnosi i na železničke pruge za uspón reda 25—30 ‰, imao:

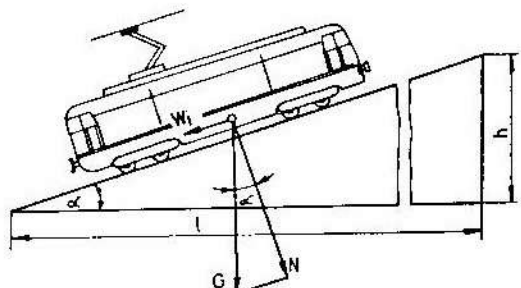
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l} = \frac{i}{10^3} \quad (14)$$

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$$

$$W_i = G \cdot \sin \alpha = G \cdot \operatorname{tg} \alpha = i \cdot G$$

Svedena sila otpora uspona je

$$W = \frac{W_i}{G} = i \quad (15)$$



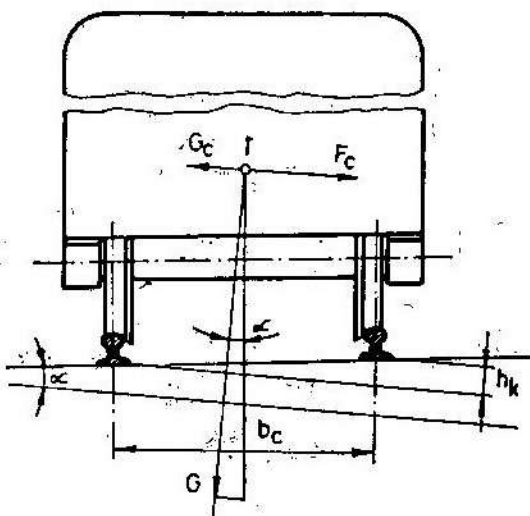
Sl. 2 Grafički prikaz komponenti otpora uspona

Kod vožnje na usponu ova sila je sila otpora, a kod vožnje na padu to je aktivna sila sa dejstvom u smeru kretanja.

Za proračun merodavnog otpora pruge, pored merodavnog uspona treba poznavati i otpor krivina na posmatranoj pruzi. Otpori krivina nastaju kao posledica čvrste veze između točkova i osovine jednog osovinskog sloga, paralelnosti osovinu u postolju i dejstva centrifugalne sile. Osovinski slog sastoji se od dva točka koja su navučena na

zajedničku krutu osovinu, što znači da im obodne brzine i pređeni putevi moraju biti jednaki. Ta jednakost ne može se u potpunosti ispuniti u slučaju prolaska vozila kroz krivinu. Različiti prečnici kotrljanja ostvaruju se postavljanjem venca točkova pod nagibom i korišćenjem bočnog zazora, sa razlikama osnih rastojanja točkova i šina koji omogućavaju bočno pomeranje sloga do 10 mm u pravcu i do 50 mm u krivini. Time se umanjuje trošenje venca točka i šine.

Između osovina i rama postolja postoji kruta osnova. To dovodi do složenog kretanja (kombinacija kotrljanja i klizanja), a pomeranje samog rama razlaže se na pravolinijsko i obrtno kretanje oko jednog trenutnog centra rotacije. Obrtanje vrše sile trenja stvorene pojavom klizanja [4]. Veličina ukupne sile trenja zavisi od koeficijenta trenja i bočnog pritiska na šinu.



Sl. 3 Dejstvo centrifugalne sile na vozilo u krivini

Da dejstvo centrifugalne sile ne bi umanjilo stabilnost vozila u krivini, kolosek se zakošava na taj način što se spoljna šina izdiže u odnosu na unutar-nju (sl. 3).

Na taj način se deo mase vozila svojom horizontalnom komponentom G_c suprotstavlja dejstvu centrifugalne sile, i ona iznosi:

$$G_c = G \cdot \tan \alpha = G \frac{h_k}{b_c} \quad (16)$$

Centrifugalna sila sa napadnom tačkom u težištu vozila određuje se izrazom:

$$F_c = \frac{G}{R_k} v^2 \quad (17)$$

Nekompenzirani deo centrifugalne sile iznosi:

$$F_c' = F_c - G_c = G \left(\frac{v^2}{R_k} - \frac{h_k}{b_c} \right) \quad (18)$$

Izdizanje spoljne šine u krivini u funkciji je maksimalne brzine kretanja voza. Za izračunavanje otpora krivine na našim železnicama upotrebljava se izraz:

$$W_k = \frac{560}{R-55} \quad (19)$$

Pod merodavnim otporom neke pruge podrazumeva se najveći uspon, odnosno zbir otpora najvećeg uspona i krivina najmanjeg poluprečnika. Za merodavni otpor pruge uzimaju se usponi duži od 1000 m. U slučaju postojanja manjih dužina uspona oni se redukuju na dužinu 1000 m:

$$i_r = i_s \frac{l_s}{1000}, \% \quad (20)$$

gde je:

i_r — redukovana veličina uspona, %;

i_s — stvarna vrednost veličine uspona deonice, %;

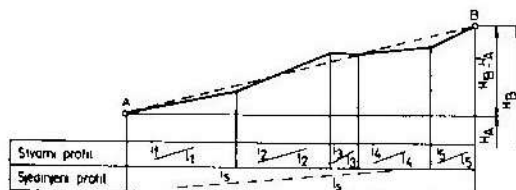
l_s — stvarna dužina deonice, km.

Dužina l_s jednaka je:

$$l_s = \sum_{i=1}^n l_i = l_1 + l_2 + \dots + l_n \quad (21)$$

Nagib deonice dužine l_i određen je jednakošću potrebnog rada za savlađavanje otpora kretanja voza i izgleda (sl. 4).

$$i_s \cdot l_s = \sum i \cdot l = 1000 (H_B - H_A) \quad (22)$$



Sl. 4 Nagib deonice pruge

odakle je:

$$i_s = \frac{i_1 \cdot l_1 + i_2 \cdot l_2 + \dots + i_n \cdot l_n}{l_s} = \frac{1}{l_s} \sum_{i=1}^n (i \cdot l)_i$$

ili:

$$i_s = 1000 \frac{H_B - H_A}{l_s}, \% \quad (23)$$

Ako na posmatranom delu pruge postoje krivine, tada se zbir otpora svih krivina zamenjuje tzv. fiktivnim usponom (i_k), a zatim se te dve veličine sabere:

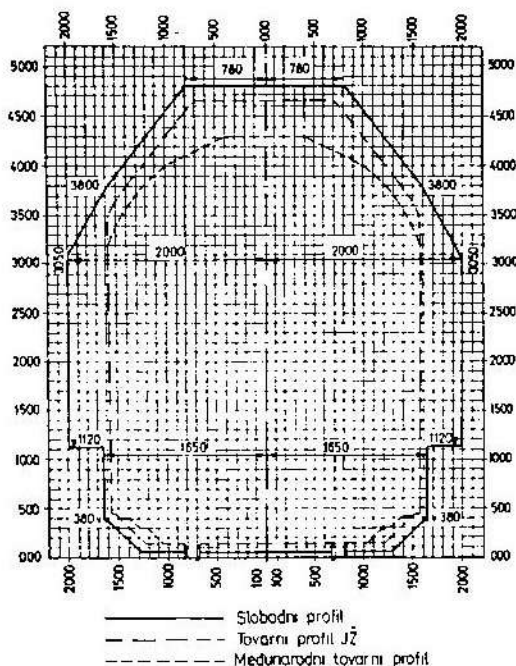
$$i_m = \pm i_s + i_k, \% \quad (24)$$

Veličina fiktivnog uspona određuje se na principu jednakosti rada uvek pozitivnih sila otpora krivina i ravnomerno raspoređenih sila otpora na dužini deonice l , uspona i . Ta jednakost izgleda:

$$\begin{aligned} l \cdot i_k &= \sum w_k \cdot l_k \\ w_k &= \frac{560}{R_k - 55} \\ i_k &= \frac{\sum w_k \cdot l_k}{l} = \frac{650}{1} \sum \frac{l_k}{R_k - 55} \end{aligned} \quad (25)$$

Ukoliko je merodavni otpor negativan (preovladava pad pruge), prema njemu se vrši ograničenje mase vozova u padu radi provođenja kočnja.

Dopušteni gabariti vozila i tereta moraju biti u granicama kolskog, odnosno tovarnog profila. Tovarni profil zajedno sa slobodnim profilom čini prostor iznad i pored koloseka u kojem se ne smeju nalaziti nikakvi predmeti, da bi se lokomotive i kola sa svojim teretom mogli neometano kretati po koloseku (sl. 5).



Sl. 5 Slobodni i tovarni profil za pruge normalnog koloseka

Tovarni profil predstavlja prostor iz kojeg ne smeju izlaziti nikakvi delovi vozila ili tereta kada se nalazi u stanju mirovanja. U vanrednim uslovima tereti koji prekoračuju dopušteni profil mogu se primiti na prevoženje samo prema odredbama Uputstva 99 [5].

Propusna moć predstavlja sposobnost pruge (deonice pruge) da u određenom vremenu propusti određen broj vozova (pari vozova), uz određenu tehničku obezbeđenost i određen način organizovanja saobraćaja. Pod tehničkom obezbeđenošću podrazumeva se oprem-

Ijenost pruge stabilnim tehničkim sredstvima, vučnim i vučenim sredstvima (vozilima).

Ona predstavlja jedan od načina iskazivanja kapaciteta železničke pruge. U praksi postoje slučajevi iskazivanja kapaciteta železničke pruge preko količine tereta (mase), pa se takav način iskazivanja kapaciteta naziva prevoznom moći. Najčešće jedinice iskazivanja prevozne moći su neto-tone i bruto-tone.

Propusna i prevozna moć (kapacitet) pruge najčešće se utvrđuje u odnosu na jedan dan, a može i u odnosu na manju vremensku jedinicu, što je slučaj kod prigradskog putničkog železničkog saobraćaja. Za određene globalne proračune prevozna moć pruge može se utvrđivati i za period od jedne godine.

S obzirom na stanje tehničkih sredstava, mogućnost organizacije saobraćaja vozova i potrebe obezbeđenja određenog obima saobraćaja, propusna moć se može posmatrati kao:

- stvarna (postojeća) propusna moć;
- projektana (projektovana) propusna moć;
- potrebna propusna moć;
- maksimalno moguća propusna moć.

Stvarna propusna moć je sposobnost pruge da pri postojećem tehničkom obezbeđenju i primljenoj organizaciji saobraćaja, u određenom periodu, propusti odgovarajući broj vozova.

Projektovana propusna moć dobija se kao rezultat projektovanja pruge, tehničkih sredstava, i odgovarajuće organizacije saobraćaja vozova.

Potrebna propusna moć je ona kojom se obezbeđuje propuštanje određenog broja vozova, u bližoj ili daljoj perspektivi, raznih kategorija i masa i s neophodnom rezervom.

Maksimalna propusna moć je ona koja se dobije uz najbolje iskorišćenje

tehničkih sredstava i najpovoljniju organizaciju saobraćaja vozova.

Sa aspekta masovnih prevoženja za potrebe OS, s obzirom na karakteristike takvih prevoženja, posebno je značajna stvarna i potrebna propusna moć.

Propusna moć pruge utvrđuje se po deonicama, a kao merodavna usvaja se najmanja vrednost. Ona se utvrđuje u uslovima paralelnog parnog grafikona na jednokolosečnim prugama, dok se na dvokolosečnim prugama utvrđuje u uslovima paralelnog grafikona.

Propusna moć jednokolosečne pruge izračunava se na osnovu vrednosti perioda grafikona kod paralelnog grafikona, odnosno kod saobraćaja vozova istih brzina.

Period grafikona (T) čini vreme potrebno za kretanje jednog para vozova na određenom staničnom odstojanju.

Neujednačenost dužine staničnih razmaka, različitost tehničko-tehnoških karakteristika pojedinih staničnih razmaka, rezultira različitim vremenima vožnje vozova između pojedinih stanica. Zato svaki stanični razmak ima svoj period grafikona. Stanični razmak koji ima najmanju propusnu moć naziva se ograničavajući stanični razmak.

Period grafikona svakog staničnog razmaka može se utvrditi ako su poznati sledeći elementi: čista vremena vožnje, dodatna vozna vremena i stanični intervali. Obično se onaj stanični razmak koji ima najveći zbir čistih vremena vožnje naziva najnepovoljniji stanični razmak. On je, najčešće, i ograničavajući. Ograničavajući stanični razmak, pored čistih vremena vožnje, obuhvata dodatna vozna vremena i stanične intervale.

Dodatna vozna vremena izražavaju se kao vremenski dodaci za polazak voza i razvijanje normalne brzine — tp, i kao vremenski dodaci za zaustavljanje voza — tz i to za svaki smer vožnje posebno.

Prema tome, period grafikona iznosi:

$$T = t' + t'' + t_{\text{dod}} + t_s, [\text{min.}] \quad (26)$$

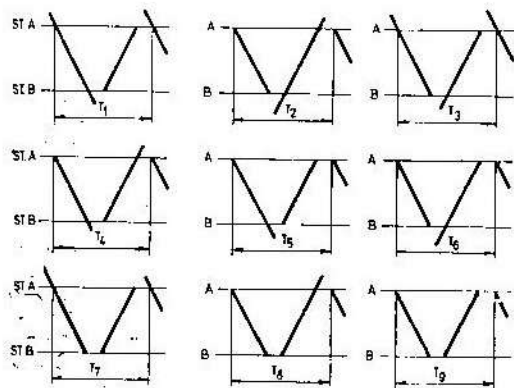
gde je:

t', t'' — čista vozna vremena u jednom i drugom smeru, min;

t_{dod} — dodatna vozna vremena (t_p, t_z), [min];

t_s — stanični intervali (t_u, t_{nd}), [min].

Stanični intervali predstavljaju određena vremena u vidu normi, za obavljanje određenih operacija u stanici, čime se omogućava nesmetan prijem, otprema ili propuštanje voza kroz stanicu. Svojom veličinom stanični intervali utiču na vrednost perioda grafikona, a time i na vrednost propusne moći. U praksi je u primeni devet mogućih načina organizovanja saobraćaja vozova (sl. 6). U svakoj varijanti organizova-

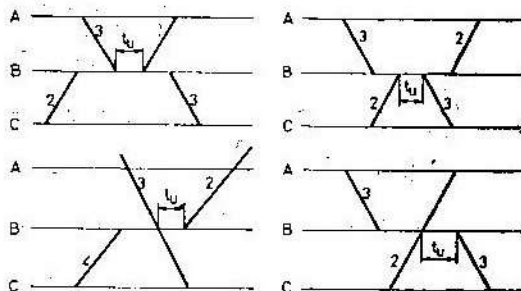


Sl. 6 Moguće šeme organizacije saobraćaja vozila

nja figuriraju stanični intervali ukrštanja vozova (t_u) i stanični intervali nejedновременog dolaska vozova u stanicu (t_{nd}).

Stanični interval ukrštanja (t_u) predstavlja vreme od momenta zaustavljanja ili prolaska voza kroz stanicu,

pa do momenta polaska voza iz suprotnog pravca (ukrsnog voza) iz iste stanice na istu prugu (sl. 7).



Sl. 7 Stanični interval ukrštanja

Za prva dva slučaja, prikazana na slici, kada se oba voza zadržavaju u stanici, stanični interval ukrštanja izračunava se pomoću izraza:

$$t_u = t_{\text{sp}} + t_{\text{op}}, [\text{min.}] \quad (27)$$

Kod druga dva slučaja prikazana na slici, kada voz iz suprotnog pravca prolazi stanicu bez zaustavljanja, stanični interval ukrštanja izračunava se pomoću izraza:

$$t_u = t_{\text{os}} + t_{\text{sp}} + t_{\text{ot}}, [\text{min.}] \quad (28)$$

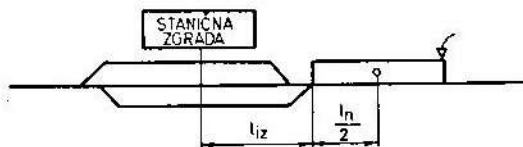
gde je:

t_{sp} — vreme sporazumevanja staničnog osoblja i obavljanje svih potrebnih radnji za obezbeđenje puta vožnje radi izlaza voza, [min];

t_{ot} — vreme otpreme voza, [min];

t_{os} — vreme osmatranja prolazećeg voza, [min].

Vreme osmatranja prolazećeg voza obuhvata vreme potrebno otpравнику



Sl. 8 Pozicija voza izračunavanje vremena t_{os}

vozova za osmatranje prolazećeg voza sve dok poslednja kola ne prođu preko poslednje izlazne skretnice (sl. 8).

Ono se izračunava pomoću izraza:

$$t_{os} = \frac{0,017}{V_{sr}} \left(l_{iz} + \frac{l_n}{2} \right), [\text{min.}] \quad (29)$$

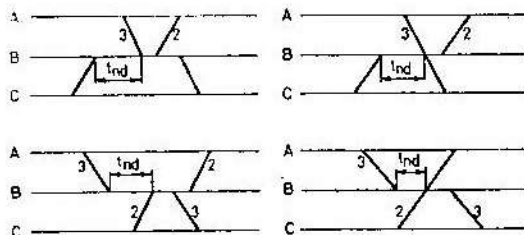
gde je:

V_{sr} — srednja brzina voza pri prolasku kroz stanicu m/s;

l_{iz} — rastovanje od ose stanice do vrha poslednje izlazne skretnice, m;

l_n — dužina voza, m.

Stanični interval nejednovremenog dolaska vozova u stanicu (t_{nd}) kao vreme od momenta dolaska voza u stanicu do momenta dolaska — prolaska voza iz suprotnog pravca kroz posmatranu stanicu, kada se putevi vožnje tih vozova ukrštaju, svojom vrednošću utiče na vrednost perioda grafikona (sl. 9).



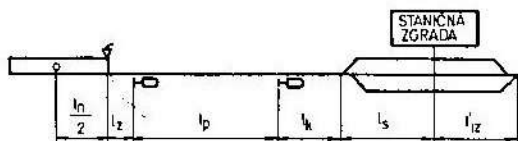
Sl. 9 Stanični interval nejednovremenog dolaska vozova u stanicu

Interval t_{nd} obuhvata vreme sporazumevanja — t_{sp} i vreme ulaza (prolaska) — t_{ul} :

$$t_{nd} = t_{sp} + t_{ul}, [\text{min.}] \quad (30)$$

Vreme sporazumevanja — t_{sp} obuhvata vreme potrebno staničnom osoblju za sporazumevanje i obavljanje svih radnji neophodnih za obezbeđenje puta vožnje za ulaz voza iz suprotnog smera.

Vreme ulaza — t_{ul} obuhvata vreme koje je potrebno vozu iz suprotnog smera da prođe od momenta uočavanja predsignala do dolaska — prolaska voza kroz stanicu (sl. 10).



Sl. 10 Pozicija voza za izračunavanje vremena t_{ul}

Ono se izračunava pomoću izraza:

$$t_{ul} = \frac{0,017}{V_{sr}} = \frac{l_n}{2} \left(+ l_z + l_p + l_k + l_s \right), [\text{min.}] \quad (31)$$

gde je:

— srednja brzina voza od momenta kad je mašinovođa uočio predsignal do momenta zaustavljanja voza u stanici ili prolaska kroz stanicu, m/s;

l_n — dužina voza, m;

l_z — daljina uočavanja predsignala, m;

l_p — rastojanje od predsignala do ulaznog signala, m;

l_k — rastojanje od ulaznog signala do vrha prve ulazne skretnice, m;

l_s — rastojanje od prve ulazne skretnice do ose stanice, m.

Propusna moć jednokolosečne pruge izračunava se po merodavnim deonicama. Na JŽ ona se utvrđuje na osnovu propisa za utvrđivanje i evidenciju kapaciteta i organizaciju teretnog saobraćaja. Kod paralelnog parnog grafikona izračunava se izrazom:

gde je:

$$P_{pp} = \frac{1440}{\Gamma_{pp}}, \text{ pari vozova} \quad (32)$$

Kod paralelnog neparnog grafika na izračunava se izrazom:

$$P_{pp} = \frac{1440(N_v' + N_v'')}{T_{np}}, \text{ vozova} \quad (33)$$

T_{pp}, T_{np} — period grafikona za paralelni parni, odnosno neparni grafikon na ograničavajućem staničnom, odjavnom ili blokovnom razmaku, min;

N_v', N_v'' — broj vozova u tovarnom, odnosno netovarnom smeru.

U svetu, u drugim železničkim upravama, koriste se različite metode za utvrđivanje propusne moći [6], pa tako imamo da se po metodi UIC propusna moć pruge izračunava po karakterističnim deonicama gde se pod takvim deonicama podrazumeva pruga između dve značajne stanice namenjene za ukrštavanje i preticanje vozova. Deonica se sastoji od najmanje dva rastojanja. Prema toj metodi, propusna moć se izračunava pomoću izraza:

$$P_n = \frac{T}{I_{sm} + t_r + t_d} [\text{vozova/period vremena } T] \quad (34)$$

gde je:

T — period vremena za koje se proračunava propusna moć ($T = 1440$ min za dan ili $T = 60$ min za 1 sat);

I_{sm} — srednja vrednost minimalnog intervala sleđenja vozova, min;

t_r — rezervno vreme, min;

t_d — dopunsko vreme, min.

Pošto je interval vozova različit i zavisi od karakteristika i opremljenosti pruge, brzine kretanja prethodnog i uzastopnog voza i drugih faktora, neophodno je utvrditi srednju vrednost minimalnog intervala između dva uzastopna voza.

Cilj upotrebe rezervnog vremena jeste da se smanji rizik od pojave lančanih zakašnjenja koja utiču na kvalitet prevozne usluge. Prema preporukama UIC, ono treba da iznosi:

$$t_r = 0,67 \cdot I_{sm}, [\text{min/voz.}] \quad (35)$$

Cilj upotrebe dopunskog vremena jeste da se smanji uticaj povećanog broja međustaničnih razmaka na kvalitet prevozne usluge.

Ono treba da iznosi:

$$t_d = 0,25 \cdot a, [\text{min}] \quad (36)$$

gde je:

a' — broj međustaničnih rastojanja posmatrane deonice.

Zaključak

Pruga je u radu posmatrana kao merodavni faktor organizovanja železničkog saobraćaja u uslovima masovnih prevoženja tereta i putnika. Svojim tehničko-tehnološkim parametrima zauzima značajnije mesto zbog neravnomerne razmeštenosti mreže pruga na našoj teritoriji, što, samim tim, iziskuje potrebu sveobuhvatnijeg analiziranja parametara i iznalaženja takvog načina organizovanja koji će omogućiti maksimalno iskorišćenje njenih kapaciteta.

Dobar deo elemenata železničke infrastrukture u znatnoj meri predodređuje način organizovanja železničkog saobraćaja, kao, na primer, stanice, sa svojim pripadajućim kapacitetima. Ona se pojavljuje u ulozi mesta formiranja — rasformiranja i pokretanja vozova. Od tehničkih kapaciteta posebnu pažnju zaslužuju stanični koloseci, koji svojim karakteristikama određuju maksimalno dopuštenu dužinu voza na pruži, a time i mesta ukrštanja vozova.

Tehničko-tehnološki parametri pruge direktno utiču na izbor odgovarajućeg načina organizovanja železničkog

saobraćaja u konkretnim uslovima. Njihovim poznavanjem, pored toga što se omogućava izbor načina organizovanja,

doprinosi se bezbednijem odvijanju železničkog saobraćaja i manjim ukupnim troškovima prevoženja.

Literatura:

- [1] Uputstvo o tehničkim normativima i podacima za izradu i izvršenje voznog reda, ZJZ, Beograd, 1988.
- [2] Saobraćajni pravilnik, ZJZ, Zavod za NIP delatnost JZ, Beograd, 1987.
- [3] Pravilnik o funkcionisanju železničkog saobraćaja u ratu, Zavod za NIP delatnost JZ, Beograd, 1988.
- [4] Dinić, D.: Vuča vozova, Zavod za NIP delatnost JZ, Beograd, 1986.
- [5] Uputstvo za prevoz naročitih pošiljaka, ZJZ, Beograd, 1981.
- [6] Čičak M.: Metode za proračun propusne moći pruga i njihovog iskorišćavanja, »Železnice«, Zavod za NIP delatnost JZ, Beograd 45, 1989. 2.
- [7] Eror, S.: Organizacija železničkog saobraćaja I, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1989.
- [8] Jovanović, D. Optimizacija organizacije železničkog saobraćaja pri masovnim prevoženjem za potrebe oružanih snaga, doktorska disertacija, CVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1991.

Korišćenje ravne drvene paleta i moguća oštećenja

U članku je obrađen problem oštećenja ravnih drvenih paleta, uglavnom kao posledica pogrešnog korišćenja paleta u transportu, i nestručnog čuvanja i održavanja paleta dok su u upotrebi. Predloženo rešenje za čuvanje i održavanje paleta izražava samo jedan pogled na taj problem. Postavljeni problem je aktuelan i predstavlja neophodan korak u racionalizaciji transportnog procesa i vrednovanja rezultata rada.

Uvod

Sve savremeno opremljene armije sveta, pa i armije koje pretenduju da to budu, pridaju izuzetan značaj primeni savremenih integralnih transportnih sistema u snabdevanju i materijalnom obezbeđivanju oružanih snaga. Razvoj sistema integralnog transporta¹ otpočeo je razvojem podsistema paletizacije.²

Osnovna sredstva paletizacije su paleta i viljuškari. Na paletu se slažu pojedinačna pakovanja materijalnih sredstava (robe) radi formiranja posebne kompaktne tovarne jedinice kojom se može brzo i lako mehanizovano manipulirati kao jednim komadom robe, odnosno koletom.

Prema definiciji FEM (Evropske federacije za manipulisanje), koja je prihvaćena i kod nas, paleta predstavlja podlogu na koju je složena roba radi mehanizovanog manipulisanja i ko-

ja prati robu u toku skladištenja i transporta. Prema tome, paleta je nosilac operacija manipulisanja, transporta i skladištenja, čime se izbegava rukovanje robom »komad po komad« ili se ono bar značajno smanjuje. To znači da je pri uvođenju paleta i paletnog podsistema potrebno težiti da paleta zajedno sa robom bude, po mogućnosti, od zadnje tačke proizvodnje, preko skladištenja gotovih proizvoda, transporta svim vidovima saobraćaja do skladišta korisnika, odnosno krajnjeg potrošnog mesta.

Viljuškar je, međutim, sredstvo mehanizacije pomoću kojeg se manipuliše, odnosno vrši utovar, pretovar, istovar i prenos robe smeštene na paleti, s jednog radnog mesta na drugo.

Pored paleta i viljuškara, za uspešno funkcionisanje paletnog podsistema u transportu roba koriste se i druga sredstva i oprema, gde spadaju: okviri (ramovi za paleta), poklopci za ramove i boks-paleta, razni delovi i specijalni priključni uređaji za viljuškare, regali (police) za slaganje paletizovane robe, pokretne rampe, liftovi, itd.

Zbog potreba, a i prednosti mehanizovanog načina manipulisanja robom, naša armija je još 1967. započela rad na uvođenju integralnog transporta, pre svega paletizacije. Na osnovu rezultata dugotrajnih ispitivanja usvojen je pod-

¹ Pod pojmom paletizacije podrazumeva se se primena savremene tehnike, tehnologije i organizacije u procesu transporta robe u standardizovanim i tipiziranim jedinicama od proizvođača do potrošača sredstvima raznih vidova transporta. U svetu se primenjuje više racionalnih sistema za manipulisanje i transport robe, kao što su: paletizacija, kontenerizacija i kombinovani transport.

² Pod pojmom paletizacije podrazumeva se skup organizaciono povezanih tehničkih sredstava i postupaka za mehanizovano manipulisanje i transport ukupljenim jedinicama tereta u svim fazama obrade (u unutrašnjem transportu i prometa primenom PALETA i dizalica — VILJUŠKARA.

sistem PALETIZACIJE u JNA u okviru integralnog transporta iz sistema saobraćajnog obezbeđenja. Time je bio snažno podstaknut proces razvoja i uvođenja sredstava i opreme mehanizacije u opremu JNA. Ubrzo se u sastavima JNA našao u upotrebi veliki broj raznih vrsta paleta, sa veoma različitim dimenzijama i karakteristikama, koje, u zavisnosti od toga, imaju i svoju posebnu namenu. Međutim, sve ove palete, s obzirom na praktičnu upotrebu, mogu se svrstati u sledeće vrste: (a) ravna drvena paleta, (2) boks-paleta, (3) sanduk ili stubna paleta (paleta sa ramom), i (4) specijalna paleta. Ukupno je u upotrebi 16 vrsta paleta.

Osnovna sredstva mehanizacije mogu ostvariti prednosti koje podsystem paletizacije pruža u manipulisanju robom samo ako su ispravna i stručno korišćena u transportu, tj. ako se stručno čuvaju i održavaju. Jer, pri upotrebi paleta treba voditi računa o mehanizovanom načinu paletizovanja (paletizer ili depaletizer), automatizovanim skladištima, fiksnim dimenzijama kontenera, i dr. Paleta mora biti precizno napravljena, jer u novim skladištima postoje posebni uređaji za kontrolu gabarita paleta koji primaju samo neoštećene precizno napravljene palete.

Imajući to u vidu, a na osnovu ličnog uvida u stanje upotrebe, čuvanja i održavanja, paleta u sastavima JNA, želim čitaocima, prvenstveno korisnicima paleta, upoznati sa najčešćim oštećenjima ravnih drvenih paleta, nastalih uglavnom kao posledica nepravilne upotrebe i nestručnog čuvanja i održavanja.

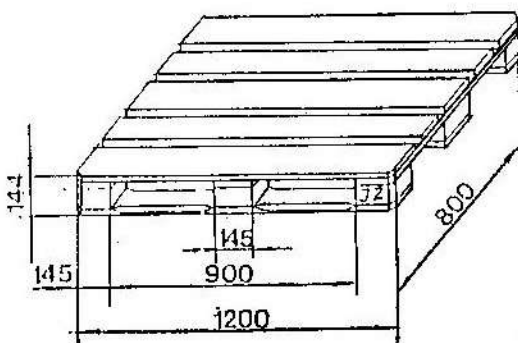
Ravna drvena paleta, opis i upotreba

Ravna drvena paleta je, u stvari, ravna drvena podloga sa nožicama i bez posebne nadgradnje (sl. 1 i 2). Na nju se slažu komadni tereti ili jedinačna pakovanja, pri čemu se uz pomoć sredstava za vezivanje i pričvršćivanje tereta stvara jedna transportna celina

(manipulativna jedinica) sa kojom je, obzirom na težinu, moguće manipulirati samo odgovarajućom mehanizacijom. Ova paleta je najviše u primeni, jednostavna je i najlakše se izrađuje i održava, pa je, analogno tome, i najjeftinija. Ima ih više vrsta i dimenzija, zavisno od vrste i oblika robe koja se stavlja na nju. Prema međunarodnoj železničkoj uniji (UIC) postoje dva tipa standardnih ravnih drvenih paleta, i to:

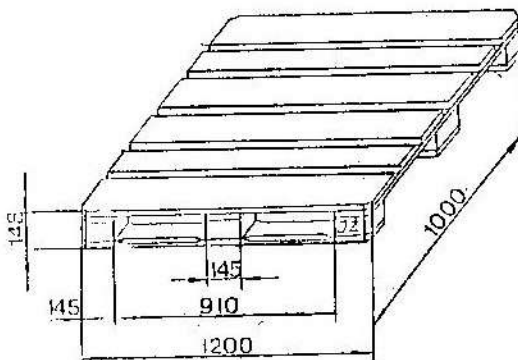
I tip dimenzija 1200×800×144 mm (sl. 1),

II tip dimenzija 1200×1000×144 mm (sl. 2).



Sl. 1 Standardna četvoroulazna paleta I tip. JUS D. F8.020

Materijal: drvo
Nosivost 1000 kg.
Težina paleta 25 kg.



Sl. 2 Standardne četvoroulazne palete II tip. JUS D. F8.022

Materijal: drvo
Nosivost 1000 kg.
Težina paleta 30 kg.

Ove palete prihvatio je Evropski paletni pul (EPP) čija je članica i naša zemlja. Nosivost paleta je 1000 kg, a pri slaganju više paleta jedna na drugu maksimalno opterećenje može biti do 4000 kg. Imaju jedun tovarnu površinu. Mogu se zahvatiti viljuškama sa sve četiri strane — po dužoj ili kraćoj osi. Ova dva tipa ravnih drvenih paleta najčešće se koriste u svetu i oba su usvojena u opremu JNA.

Osim ovih standardnih, u JNA postoji i veliki broj ravnih drvenih paleta sa nestandardnim dimenzijama prilagođenim karakteristikama ambalaže u kojima su pakovana određena sredstva, pre svega — municija i MES.

Sve ove palete mogu biti različitog konstruktivnog rešenja:

- sa jednom ili dve tovarne površine,
- sa dva ili četiri ulaza za manipulator — viljuškar, i
- za zahvat svih vrsta manipulatora — viljuškara.

Ravna drvena paleta sa dve tovarne površine karakteriše se boljim nateganjem, a samim tim i stabilnošću sloja. Najčešće su sa dva ulaza, osim kod specijalno izrađenih.

Propisani su standardi za kvalitet ovih paleta i njihovu izradu (vrstu i karakteristike drveta od kojeg se izgrađuju ravne drvene palete).

Pored ostalog, ovaj standard predviđa vlažnost drvene građe (ne sme biti veća od 22% računato na masu suvog drveta), meke vrste drveta (jela, smreča, bor, ariš, hoha, topola, breza), tvrde vrste drveta (hrast, jasen, bukva, brest, bagrem, javor, platan, kesten), vrstu drveta za ivične i podnožne daske za šta se, pored navedenih vrsta, mogu koristiti afrički hrast, afrički cedar, makare, duka i zusier. Osim toga, ovaj standard predviđa i oznake na paleti.

Na srednjoj nožici mora biti utisnut proizvođački broj 000-00 čije cifre ne mogu biti manje od 20 mm po vi-

sini. Proizvođački broj se sastoji iz prve grupe cifara, a to je broj proizvođačkog odeljenja, i druge grupe cifara koja predstavlja godinu proizvodnje palete: (na primer 002-84, 048-84). Pored toga, mora biti utisnut zaštitni znak UER i znak železničke uprave — vlasnika palete (JŽ).

Mogućnost razmene paleta

Paleta, kao osnovni element pod sistema paletizacije, čini i element sistema integralnog transporta. Zbog toga, jednom formirana paletna jedinica trebalo bi u integralnom transportu (normalno do jedne tone tereta) da putuje neizmenjena od pošiljaoca do skladišta primaoca. Pri tome, može menjati mesto, vreme skladištenja i transporta, vrstu i način transporta, ali paletna jedinica ostaje nepromenjena. Tako postizemo najracionalniji prenos robe, da bi na kraju kod primaoca imali praznu paletu. Ova paleta trebalo bi da se vrati pošiljaocu, ali kako? To se može postići na nekoliko načina, i to: direktnim vraćanjem, zamenom puno za prazno, tj. komad za komad, i saldiranjem, a to znači povremenim usklađivanjem međusobnog salda i neposrednim plaćanjem, što se, najčešće, primenjuje na železnicama. Za to treba da postoji, pored međusobno uređene evidencije u skladu sa propisima o knjigovodstvu, i članstvo u Jugoslovenski paletni pul, što se reguliše preko Jugoslovenske zajednice za paletizaciju kao mandatora Pula.

Zbog svega toga, u transportu je veoma bitno koristiti standardne međunarodno priznate palete, koje omogućuju sistem zamene paleta, što smanjuje obim transporta praznih paleta i olakšava manipulisanje. Korišćenje ovih paleta je interesantno i zbog statusa koji ove palete imaju na železnici u okviru evropskog i našeg paletnog pula. Naime, pri prevozu paletizovanih roba železnicom ne naplaćuje se

prevozna tarifa za težinu palete, a posle upotrebe, ako se nije izvršila zamen, vlasniku se besplatno vraćaju prazne palete. Pri tome je bitno naglasiti da ovakav status imaju standardne palete jedino ako su *kvalitetne i ako nisu oštećene*.

I pored toga što je Jugoslovenska narodna armija član jugoslovenskog, a preko njega i Evropskog paletnog pula i što je nabavila veliki broj sredstava i opreme paletizacije, u Armiji je ova razmena paleta još nedovoljno razvijena, uglavnom zbog: (1) nedovoljne centralizacije roba za transport; (2) nedovoljno uspostavljenih poslovnih odnosa sa proizvođačima — pošiljaocima roba iz proizvodnje, pri čemu se zanemaruju transportni aspekti u ceni robe; (3) i, na kraju, zbog velikog broja oštećenih paleta i njihovog nestručnog čuvanja i održavanja.

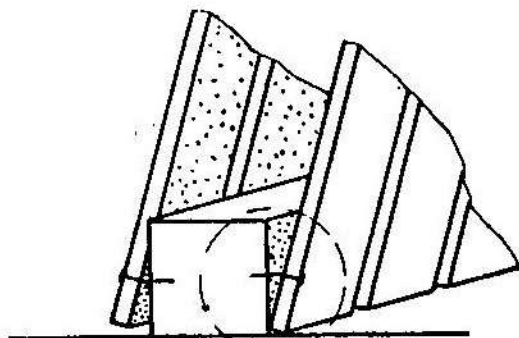
Unutar Armije planskim radom može se uticati na sva tri ova područja, zbog čega smo ovim člankom pokušali uticati na odgovorne da preduzmu mere na uspostavljanju potpunog paletnog lanca snabdevanja i manipulisanja robom u sastavu JNA.

Najčešća oštećenja ravnih drvenih paleta

Na osnovu ličnog uvida i analiza stanja ravnih drvenih paleta u sastavi JNA, do najvećeg broja oštećenja ravne drvene palete došlo je usled pogrešne upotrebe, lošeg održavanja, kao i nestručnog čuvanja. Zbog toga je i vek trajanja ravnih drvenih paleta u JNA dosta kratak, i to, najčešće, usled oštećenja nastalih za vreme manipulisanja i čuvanja na otvorenom prostoru. Do sličnih zaključaka došli su i strani autori korisnici ovakvog tipa paleta, koji su dali studije o pravilnoj upotrebi i održavanju paleta. Najčešći uzroci oštećenja ravnih drvenih paleta u sastavi JNA su sledeći:

Bacanje praznih paleta sa štokova

Nije redak slučaj da se palete stokirane u skladištu ili na otvorenom prostoru sa štoka bacaju na zemlju — pod (često i betonski), pri čemu obavezno dolazi do oštećenja paleta. Zbog toga, prazne palete treba uvek uzimati sa gomile pogodnom opremom za hvatanje. Ako se palete bacaju sa štoka, prilikom pada palete na zemlju dolazi do razlabavljanja spojeva (slika 3).



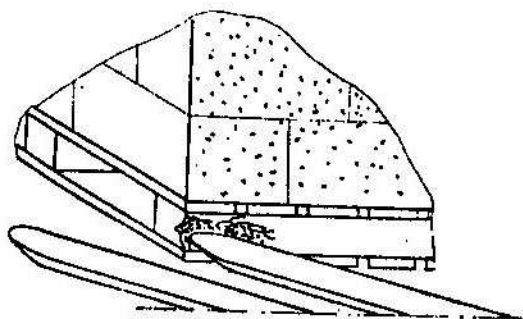
Sl. 3

Ovom prilikom često se lome istaknuti delovi palete, najčešće ivice. Ako se palete bacaju jedna preko druge, može doći do oštećenja gornje daske jedne ili više paleta. Upotreba takvih paleta može dovesti do njenog potpunog uništenja, kao i oštećenja tereta.

Pomeranje paleta guranjem

Rukovaoci viljuškara prilikom pomeranja palete guranjem često viljuškarem oštete njenu donju stranu. Ako se to radi i na neravnom podu, oštećenja palete su veoma ozbiljna. Porivavanje palete jednim krakom viljuške (slika 4), obično razlabavljuje spojeve i često dovodi do loma daske. Pored toga, može se oštetiti i sama viljuška ukoliko je paleta preopterećena.

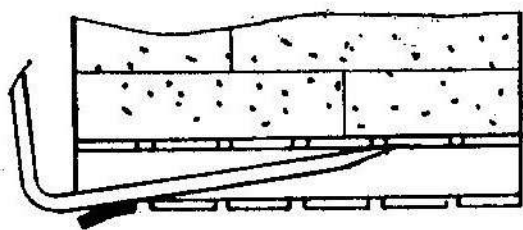
Ovakav način oštećenja je veoma čest. To se može sprečiti ako se prilikom odlaganja palete ostavi mesta da se kasnije može zahvatiti viljuškarom i preneti na odgovarajuće mesto u skladištu.



Sl. 4

Podizanje paleta viljuškara pod uglom

Poznato je da viljuške moraju biti horizontalne, jer pod uglom prouzrokuju oštećenja zadnjih delova (slika 5) za vreme njihovog ulaska u paletu. Rad sa viljuškarcima pod uglom prouzrokuje oštećenja zadnjih delova palete (slika 5), dok peta viljuške oštećuje ivične daske palete. Pošto se samo mala površina palete oslanja na viljušku, mo-



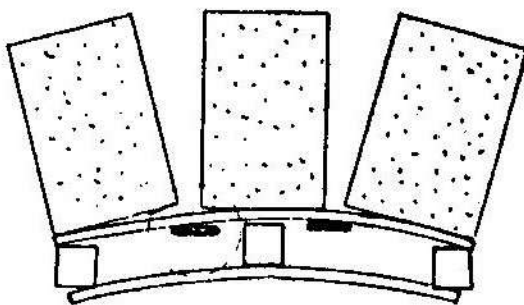
Sl. 5

gu se polomiti delovi paleta. Ovakva oštećenja su posledica nepažnje vozača viljuškara, pa i u frekventnijim skladištima gde su vozači viljuškara obučeniiji računamo na ovakva oštećenja paleta.

Viljuške se u paletu moraju ubacivati u horizontalnom položaju, posle čega se paleta zajedno sa tovarom podigne, a viljuške nagnu natrag,

Nepravilni razmak viljuški

Ako su viljuške preblizu jedna drugoj, često se dešava da se prilikom manipulisanja palete previše savijaju (slika 6). To dovodi do razbijanja spojeva između gornje i donje površine palete. Paleta iskrivljena na ovaj način lako

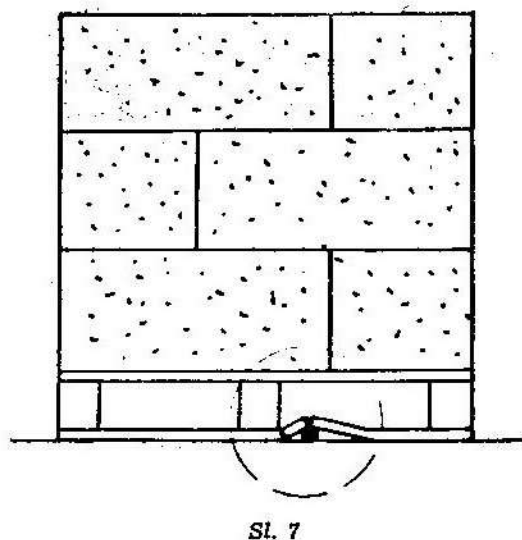


Sl. 6

se prevrće, što neminovno oštećuje tovar. Zato je važno da dimenzija palete bude usklađena sa razmakom viljuški i da se paleta optimalno opterećuje (oko 750 kg).

Slaganje paleta na neravnu podlogu

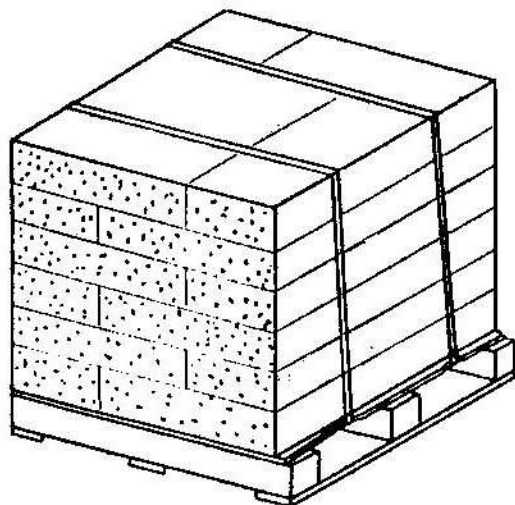
Donje daske palete oštećuju se ako se palete postavljaju na neki kamen, izbočinu ili neravan pod. Tada se celokupna težina paletne jedinice (preko 1000 kg) koncentriše na površinu naganjanja palete na kamen (slika 7), izbočinu ili neravan pod i obavezno dolazi do lomljenja delova palete. Zbog toga je uvek potrebno odložiti paletu na ravnu podlogu.



Sl. 7

Nepravilno uvezivanje

Ako je površina naleganja tereta manja od površine palete, čelične trake mogu prouzrokovati oštećenja ili ra-



Sl. 8

zlabaviti spojeve ivica palete (slika 8). Strane paleta se, takođe, mogu oštetiti ako su vezovi suviše zategnuti. Ovakva oštećenja mogu se sprečiti popunja-

vanjem praznine u jedinici tereta specijalnim umecima od talasastog kartona.

Preduge viljuške

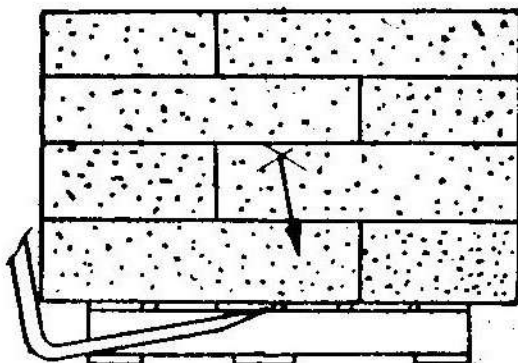
Ako su viljuške toliko dugačke da štrče — izlaze sa druge strane palete kada se do kraja ubace — u nju krajevima viljuške može se oštetiti susedna paleta ili roba u njoj. U ovom slučaju na ivičnim trakama dasaka mogu se pojaviti naprsline ili čak dolazi do njihovog potpunog otkidanja (slika 9).



Sl. 9

Viljuške nisu dovoljno podvučene pod paletu

Kada viljuške nisu dovoljno podvučene pod paletu, ona teži da se previje preko krajeva viljuški i to dovodi do oštećenja podne i podnožne daske. To može da se desi i ako težište tereta nije u odgovarajućem položaju sa težištem dizanja viljuškara (slika 10). Stoga dužina viljuškara mora biti odabrana tako da iznosi bar $\frac{2}{3}$ maksimalne dužine palete.



Sl. 10

Čuvanje paleta na otvorenom prostoru

Na osnovu snimanja stanja kod 72% kontrolisanih sastava JNA ravne drvene palete se vrlo malo koriste u skladu sa propisima. Veći broj paleta, usled nedostatka magacina i pokrivnih nadstrešnica čuva se na otvorenom prostoru, najčešće nezaštićene i neprekrivene ceradama. Ove palete izložene su velikom broju štetnih uticaja (kiši, snegu, mrazu, suncu, pa i štetočinama), zbog čega nastupa vitoperenje daski, truljenja i povećanja vlažnosti drvenih delova, razlabljivanja i raskivanja spojeva ivica paleta. Usled toga, palete postaju neupotrebljive za dalji integralni transport, pa se u nekim sastavima umesto tehničkog pregleda i trijaže paleta (na one za opravku, ili rashodovanje), najčešće koriste za loženje vatre.

Pored navedenih načina za oštećenje paleta, postoje i drugi, kao oštećenje ručnim viljuškarom i kolicima za vreće. Za JNA oštećenja paleta ovim sredstvima nisu karakteristična, pa ih nećemo detaljno ni prikazivati.

Održavanje ravnih drvenih paleta

Kao što smo rekli, ravna drvena paleta ima dosta kratak vek trajanja u JNA, i to najčešće usled oštećenja nastalih za vreme čuvanja i manipulisanja. U stvari, paleta može imati dug vek ako se njome pravilno i pažljivo rukuje i ako se mali kvarovi otklanjaju na vreme (pravilno održavanje). To, praktično, znači da rukovaoci sredstava paletizacije, kao i pretpostavljene starešine moraju menjati dosadašnji način rada prema osnovnom i tehničkom

održavanju, tj. ravnih drvenim paletama. Naime, kada se vrši periodični pregled tehnike, mora se vršiti i periodični pregled paleta. Pri tome se sve neispravne palete moraju odvojiti, a one koje se mogu popraviti šalju se na opravku. U najčešće opravke trebalo bi uključiti učvršćivanje raskovanih spojeva. Ako su daske bile raskovane ili, pak, slomljene, upotreba takve palete može dovesti do njihovog potpunog uništenja. Najbolje je, prilikom opravke, rasklimane delove odmah zameniti, jer oni više ne mogu nositi teret predviđen za paletu. Važno je istaći da sve nove delove treba učvrstiti tako da se zavrtnji ili ekseri ne stavljaju u stare rupe, iako su veći od prethodnih. Pri tome, često se postavlja pitanje — ko će da radi ove poslove? Pošto se radi o nižem stepenu stručnosti potrebnih profila radnika, te poslove mogu raditi svi priobučeni vojnici, naravno, uz neposrednu kontrolu i pomoć rukovaoca skladišta ili drugog stručnog lica. Navedeni primeri ukazuju na mogućnost otklanjanja oštećenja paleta, kako u toku manipulisanja, tako i u toku održavanja, tj. čuvanja paleta. Time se produžava vek trajanja paleta i smanjuju troškovi transporta.

Zaključak

U ovom članku prezentirana su osnovna praktična saznanja o integralnom transportu u JNA (o upotrebi i oštećenjima paleta). Naša je zamisao da prezentirana saznanja i probleme prakse u ovoj oblasti dalje razrađujemo prema područjima, prema specifičnim i specijalnim potrebama i zahtevima obučavanja kadrova i delovanja sistema integralnog transporta u praksi oružanih snaga, ma kolike one bile.

Literatura:

- [1] Integralni transport, SSNO, Sbu, april 1980. godine, obradio pukovnik Sava Bellć, dipl. saob. inž.
- [2] Casopisi »železnice« brojevi 2/65, 12/65, 1/66 i 12/67.
- [3] Mile Mizdrak, PALETIZACIJA univerzalni i integralni sistem manipulisanja materijalnim dobrima, Beograd, 1971
- [4] Pukovnik Mirko Radivojević, dipl. inž. tema sa Savetovanja po Integralnom transportu, Sarajevo, 1986, »Primena paleta u transportu SAO«
- [5] Skripta SNSC Kraljevo »Primena sredstava Integralnog transporta u oružanim snagama« Obradio kap. I kl. Tipsarević Milorad, dipl. inž.
- [6] Razni materijali o racionalizaciji manipulisanja i transporta dobara JNA, kao i lična snimanja autora za vreme inspeksijskih kontrola po sastavima JNA.
- [7] Jugoslovenski časopis za manipulaciju, skladištenje i transport proizvoda »Manipulacija Skladištenje« broj 4/69, 5/78

Diskete

Disketa je jedan od medija za čuvanje podataka pri radu na računaru. Tema ovog članka nije sama tehnologija izrade disketa, niti konkretne metode pretvaranja informacije u magnetni zapis, već organizacija diskete i struktura njenog memorijskog prostora, kroz tzv. fizički i logički format, kao i podaci koji su zapisani na disketi o samoj disketi i njenim datotekama.

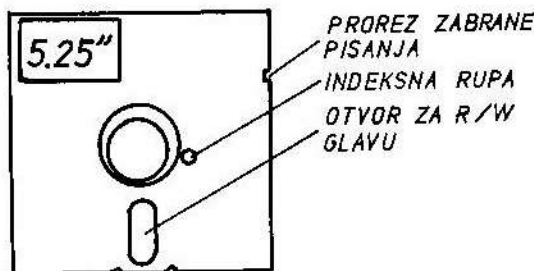
Uvod

Meki diskovi su popularne diskete, jer predstavljaju standardni medij za čuvanje velikog broja podataka (bilo da je reč o programskom kodu ili drugim podacima) na jedan, za korisnike, manje uobičajen način. Organizacija čuvanja datoteka na disketi u obliku stabla već je poznata, pa ćemo govoriti o organizaciji same diskete i o disketama za PC računare i operativni sistem DOS.

Disketa (alternativni nazivi su i: floppy disk, meki disk, mini disk) jeste magnetski medijum za čuvanje digitalnih podataka. Spada u kategoriju spoljašnjih masivnih memorija računara. To je, u stvari, tanki plastični disk standardnih dimenzija kome je na jednu površinu (jednostrane diskete) ili obe površine (dvostrane) nanet feromagnetni materijal u vidu sitnih čestica. Debljina plastičnog diska sa feromagnetnim slojevima je 0,25 mm. Ukoliko je disketa dvostrana, gornja strana je strana 0, a donja je strana 1. Magnetsko stanje svake čestice (položaj njenog severnog i južnog pola) odgovara jednom bitu digitalnog podatka. Pošto je reč o magnetnom zapisu, diskete treba čuvati od visokih temperatura i jakih spoljašnjih magnetnih polja da ne bi došlo do oštećenja podataka na disketi.

Disk se nalazi u zaštitnom plastičnom omotaču.

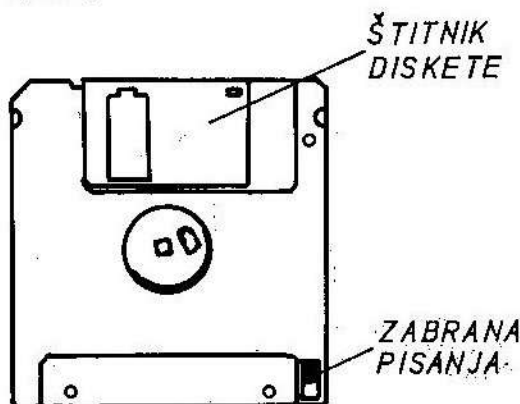
Postoji nekoliko standardnih tipova disketa. Tip diskete određuje fizičke dimenzije diskete, broj strana i gustina zapisa (density). Najčešće su u upotrebi dvostrane diskete 5.25", za koje mnogi predviđaju skori kraj (slika 1)



Slika 1. Disketa 5.25"

i dvostrane diskete 3.5" (slika 2), koje su u ekspanziji zbog manjih dimenzija, većeg kapaciteta i bolje mehaničke zaštite. Postoje i diskete d 8", koje se za PC računare ne koriste. Diskete su, uglavnom, dvostrane (DS-double sided), jer je moguće zapisati dvostruko više podataka, mada je još uvek moguće sresti i jednostrane 3.5" diskete. Što se tiče gustine zapisa, mogu biti normalne gustine, koje danas više nisu interesantne, dvostruke gustine (DD ili 2D — double density) i visoke gustine

zapisa (HD ili 4D — high density). Od gustine zapisa zavisi kapacitet diskete, npr. 5.25" DS-DD diskete ima kapacitet 360KB, 5.25" DS-HD ima kapacitet 1.2MB.



Slika 2. Disketa 3.5"

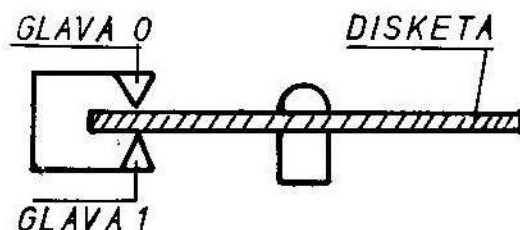
Hardversko okruženje za pristup podacima na disketi

Da bi računar mogao pristupiti podacima na disketi, potrebno je da poseduje pogon diskete (floppy disk drive) koji je priključen na spoljašnju magistralu procesora preko kontrolnog međusklopa (floppy disk drive control interface, floppy disk controller). Svakom tipu diskete odgovara poseban pogon, s tim da je obezbeđena kompatibilnost unazad (pogon za DS-HD diskete radi i sa DS-DD disketama).

Kontrolni međusklop disketnog pogona, ubuduće kontroler, standardizovan je elektronski sklop koji osigurava prihvatanje komandi i podataka iz procesora i njihov prenos disketnom pogonu, odnosno signala i podataka u obrnutom smeru. Obično jedan kontroler može opsluživati dva disketna pogona. Osnovna programska podrška za rad kontrolera sadržana je u BIOS-u (Basic Input-Output System), koji je deo DOS-a, zadužen za komunikaciju sa ulazno-izlaznim uređajima.

Disketni pogon je uređaj koji služi za čitanje — upisivanje podataka na di-

sketu. Da bi podaci bili zapisani na disketi ili sa nje očitani, potrebno je da disketa rotira konstantnom brzinom od 300 obrtaja u minuti. Čitanje — upisivanje podataka obavljaju glave za čitanje/upisivanje, kojih ima dve, ako je pogon za dvostrane diskete (slika 3). Glave su uvek jedna naspram druge sa svake strane diskete, a u željeni položaj iznad diskete ih postavljaju radijalnim pomeranjem motora za pomeranje glava. Glave direktno naležu na magnetni sloj diskete, što je neophodno za pouzdan rad (jačina magnetnog polja slabi sa povećanjem udaljenosti). To je i ograničavajući faktor, javlja se trenje, zbog koga je brzina okretanja diskete ograničena, pa je i pristup podacima sporiji u odnosu na tvrdi disk. Trenje je i jedan od razloga zašto se disketa okreće samo kada procesor zahteva pristup datotekama na njoj, za razliku od tvrdog diska koji se okreće neprekidno od trenutka uključivanja računara, iako se time gubi dodatno vreme na početku svake operacije čitanja — upisivanja podataka.



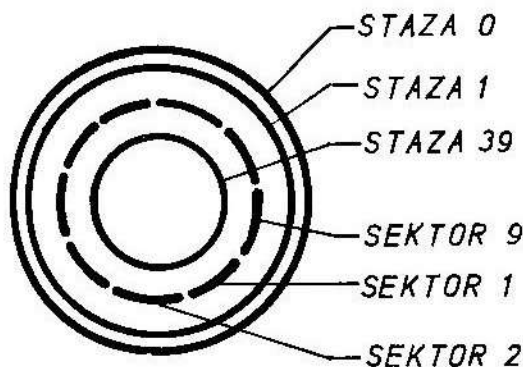
Sl. 3 Položaj glava za čitanje-pisanje disketnog pogona

Već je rečeno da je upisani podatak na disketi predstavljen magnetnim stanjem čestice magnetnog sloja na površini diskete. Da ne bi nove podatke opisivali preko starih, a i da bi mogli pristupiti ranije upisanim podacima, očito je da podaci ne mogu biti proizvoljno rasprostranjeni na disketi, već da je za to neophodan određeni sistem. Taj sistem je obezbeđen kroz fizički i logički format diskete. Ova dualnost formata posledica je različitih pristupa: di-

sketu sa potrebnim hardverom možemo smatrati čisto hardverskim uređajem, čiji je zadatak da obavlja zadate operacije (okretanje diska, postavljanje glave u željeni položaj, čitanje magnetnog zapisa, i sl.), ali, isto tako, disketu možemo posmatrati isključivo kao memorijski prostor, u kome se na nekoj lokaciji nalazi neki podatak, dok konkretan fizički proces koji je potreban da bi ostvarili pristup tom podatku nije od prvorazrednog značaja.

Fizički format diskete

Površina diskete (slika 4) podeljena je na koncentrične prstenove — staze (tracks). Mogući broj staza na jednoj strani diskete zavisi od tipa diskete. Na disketi 5.25", kapaciteta 360KB (kilo bajta), ima 40 staza na jednoj strani, a na disketi 5.25", kapaciteta 1.2MB (mega bajta), ima ih 80. Staze su numerisane tako da je spoljna staza na stra-



Sl. 4 Fizički format diskete, strana 4

ni (najudaljenija od centra) nulta, posred nje je staza 1 itd. Dve staze koje imaju isti broj, na primer staza 0 na strani 0 i staza 0 na strani 1, čine tzv. cilindar. Cilindri su takođe numerisani brojevima, spoljni cilindar je nulti, sledi cilindar 1 itd. Broj cilindara na disketi jednak je broju staza na jednoj strani.

Broj podataka koji mogu biti zapisani na jednoj stazi je relativno veliki (do 12 KB), pa je svaka staza podeljena na jednak broj segmenata, sektora. Svi sektori su iste dužine, koja zavisi od kontrolera i operativnog sistema. Standardne dužine sektora su 128, 256, 512 i 1024 bajtova. U DOS-u (disk operating system) prihvaćena je vrednost 512 bajtova po sektoru, disketa ima 9 sektora na stazi. Sektori jedne staze numerisani su brojevima 1 do 9, relativna pozicija početka prvog sektora određena je indeksnom rupom na disketi. Ovo je tzv. »meko« označavanje sektora, za razliku od ranije korišćenog »tvrdog« označavanja, gde je početak svakog sektora bio označen rupom na disketi. Sektor na disku je, dakle, definisan i moguće mu je pristupiti ako su poznati: broj strane, broj staze i broj sektora, odnosno adresa sektora. Kontroleri omogućavaju procesoru da istovremeno može pristupiti podacima samo u okviru jednog sektora staze.

Sam sektor sadrži tri elementa: zaglavlje, deo za podatke i kontrolni zbir. Na početku svakog sektora je zaglavlje (sector header), koje sadrži niz sinhronizacionih bajtova, nakon koga sledi adresno polje sektora. Zaglavlje sektora služi kontroleru za prepoznavanje sektora. Deo za podatke (data) sadrži konkretni kod podataka. Kontrolni zbir (checksum) služi za proveru ispravnosti sektora. Kontrolni zbir je broj koji mora biti jednak zbiru svih bitova podataka u sektoru. Ako to nije slučaj, kontroler dojavljuje grešku, što obično dovodi do prekida započete operacije. Sektori staze su razdvojeni razdelnim bajtovima (gap).

Predviđeno je da novu neupotrebjavanu disketu upotrebljavaju različiti računari i operativni sistemi. Da bi mogla biti upotrebljena za rad pod DOS-om, potrebno je prvo odrediti i obeležiti strane, staze i sektore, izvršiti tzv. fizičko formatiranje diskete, što obavlja kontroler po zadavanju systemske

komande **FORMAT** na osnovu zadatih parametara: broj strana, broj staza po strani i broj sektora po stazi. Ovi podaci su neophodni, jer jedan kontroler može opsluživati različite disketne pogone.

Logički format diskete

Fizički format diskete je potpuno odgovarajući za rad hardvera, ali je nespretno za operativni sistem, jer je adresa sektora trodelna, i zavisi od konkretnog tipa diskete, na primer disketa 5.25" 360KB ima 40 staza po strani, a 1.2MB ima 80 staza po strani. Programi koji disketu vide kao memorijski prostor očekuju da i adrese lokacija u tom prostoru budu sekvencijalne. Zbog toga DOS u okviru svoje komande **FORMAT** obavlja i logičko formatiranje diskete. Logičko formatiranje diskete podrazumeva logičko numerisanje sektora, strategiju dodele prostora datotekama i organizaciju celokupnog memorijskog prostora diskete.

Logičko numerisanje sektora

Logičkim numerisanjem DOS svim sektorima diskete sekvencijalno dodeljuje brojeve, počev od nule, i taj broj smatra adresom sektora. Numerisanje počinje od prvog sektora nulte strane, dodeljuje redom brojeve sektorima te staze, pa nastavlja brojeve za sektore nulte staze strane 1, nakon toga numerise sektore staze 1 strane 0, pa sektore staze 1 strane 1 itd. po cilindrima. Tako je sektor 1 na stazi 0 strane 0 po DOS-u sektor 0, sektor 2 staze 0 strane 0 po DOS-u sektor 1. Ako disketa ima 9 sektora po stazi, sektor 1 staze 0 strane 1 za DOS je sektor 9, sektor 2 staze 0 strane 1 je sektor 10, itd. Ako disketa ima 40 staza na jednoj strani, poslednji numerisani sektor je sektor 9 staze 39 strane 1, i njegov logički broj je 719. Brojevi koji su sektorima dodelje-

ni logičkim numerisanjem ne bivaju upisani na disketu, već se ceo posao oko prevođenja adrese iz logičkog u fizički format i obrnuto obavlja programski.

Klasteri

Kada je reč o čuvanju datoteka na disketi, osnovni parametar je dužina datoteke, odnosno prostor koji ona zauzima. Osnovna jedinica pristupa disketi je sektor, i u okviru jednog sektora mogu biti podaci samo jedne datoteke. To rezultira potrebom za postojanjem evidencije o stanju sektora na disketi — da li je neki sektor već zauzet ili slobodan, da ne bi došlo do uništavanja podataka jedne datoteke podacima druge. Ovakva evidencija oduzima deo korisnog prostora diskete. To je još izraženije ukoliko diskete imaju veći ukupan broj sektora. Zbog toga je definisan *klaster* (cluster) kao logička jedinica dodele prostora diskete datotekama. Klaster može obuhvatiti jedan sektor, ali može i 2, 4 ili 8 sektora. Koliko sektora će činiti klaster određuje operativni sistem pri logičkom formatiranju diskete i taj podatak zapisuje na disketi. Pri formatiranju sistem proverava da li su sektori ispravni, ili možda postoji neko oštećenje. Oštećeni sektori moraju biti obeleženi i ne mogu biti dodeljeni datotekama. Pošto je klaster osnovna jedinica dodele prostora, a klaster koji sadrži oštećen sektor je neispravan, ceo klaster je zabranjen za dodelu. Time je smanjen ukupan memorijski prostor diskete, što je moguće proveriti DOS-ovom komandom **CHKDSK**.

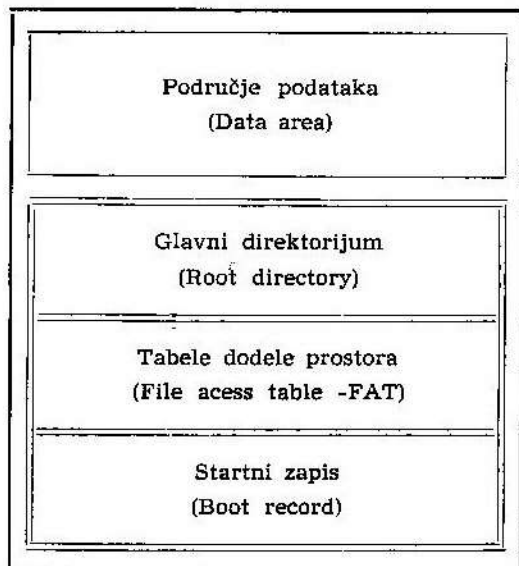
Dakle, prostor diskete operativni sistem datotekama ne dodeljuje u sektorima, već u klasterima, pa i evidencija dodeljenog prostora predstavlja evidenciju zauzetih i slobodnih klastera a ne sektora. U jednom klasteru mogu biti podaci samo jedne datoteke. Ukoliko je datoteka (ili njen zadnji deo) kraća od klastera, ostatak je neiskorišćeni

prostor. Zbog toga je i dužina klastera kompromis između težnje za efikasnim korišćenjem raspoloživog prostora diske i potrebe što manjeg administriranja.

Datoteke će u opštem slučaju zauzeti više klastera. Težnja je da ti klasteri čine kontinuirani prostor, što, međutim, ne mora biti uvek tačno. Ukoliko želimo dopuniti neku od već postojećih datoteka, često je situacija takva da je sledeći klaster već dodeljen drugoj datoteci. Najefikasnije rešenje ovakve situacije je postavka da datoteci ne mora biti dodeljen kontinuirani prostor na disku, već da joj bude dodeljen bilo koji slobodan klaster, s tim da postoji putokaz do njega. Najlogičnije je da taj podatak bude uz podatak o stanju zauzetosti klastera. Tako nastaju fragmentirane (rasparčane) datoteke, koje na disketi zauziru razbacane klastera povezane jednostrukom listom pokazivača.

Organizacija memorijskog prostora

Do sada je već nekoliko puta pomenuto da operativni sistem zapisuje svoje podatke i evidencije na disk. Logično je da ti podaci ne mogu biti kasnije tretirani kao obične datoteke. U okviru logičkog formiranja diskete, sistem odvajja jedan deo ukupnog memorijskog prostora za sebe, i time deli memorijski prostor diskete na dva područja: sistemsko i korisničko (slika 5). Korisničko područje namenjeno je za smeštanje korisničkih datoteka, a sistemsko područje koristi DOS. Pošto se datoteke mogu nalaziti samo u korisničkom području, pri određivanju i numerisanju klastera ne uzimaju se u obzir sektori diskete koji su dodeljeni sistemskom području, već grupisanje u klastera počinje od prvog sektora korisničkog područja, a numerisanje počinje od broja 2.



Slika 5. Organizacija memorijskog prostora diskete

Sistemsko područje podeljeno je na tri dela, od kojih svaki deo ima svoje posebne funkcije. Koliki će prostor zauzeti svaki od ovih delova zavisi od tipa diskete. Sistemsko područje čine:

- startni zapis (boot record);
- tabele dodele prostora datoteka (FAT — File allocation table), obično postoje dve identične FAT;
- glavni direktorijum (root directory).

Sistemskom području nije moguće pristupiti na način uobičajen za datoteke, nego pomoću komandi DEBUG-a ili upotrebom programskih paketa, kao što su NORTON UTILITIES i PC TOOLS. Postoji i mogućnost da korisnik sam napiše programe koji koriste prekidni sistem računara za pristup ovom području, ali to nije preporučljivo za one sa manje iskustva, jer mogu trajno oštetiti sistemske podatke.

Startni zapis

Bez obzira na tip diskete, startni zapis je dužine jednog sektora i uvek

je smešten u prvi sektor nulte strane. Zbog toga se taj sektor zove i startni sektor (boot sector). U startni zapis je upisan sadržaj pri formiranju diskete i ne podleže nikakvim promenama tokom upotrebe. Startni zapis ima tri funkcije:

— da omogući DOS-u da prepozna da je disketa formatirana za rad pod DOS-om;

— da izvrši »podizanje« sistema (ako je disketa »sistemska«), ili da generiše poruku da disketa ne može »podići« sistem (ako nije »sistemska«), ukoliko je disketa bila u pogonu u trenutku uključivanja ili resetovanja računara;

— da čuva sistemske podatke o samoj disketi.

Prvu funkciju, prepoznavanje diskete, DOS obavlja na osnovu 8 bajtova, od bajta 03 do 10, gde je zapisano kojom verzijom DOS-a ili kojim komercijalnim paketom je disketa formirana. Na primer, značenje tih bajtova izraženih heksadecimalno je:

4D	53	44	4F	53	33
4D	53	44	4F	53	33
50	43	20	54	6F	6F

Druga funkcija, inicijalni program, ostvarena je preko prva tri bajta 00, 01 i 02, koji predstavljaju asemblersku naredbu JMP na prvu instrukciju ini-

EB	3E	90	50	43	20	54	6F	6F	6C	73	00	02	02	01	00
02	70	00	D0	02	FD	02	00	09	00	02	00	00	00	00	00

cijalnog programa, dok je kod samog programa iza bajta 48 do kraja sektora.

Treća funkcija ostvarena je bajtovima od 11 do 31. Podaci o disketi dati su u obliku heksadecimalnih brojeva, s tim da ukoliko broj ima dva bajta, prvi bajt je nižeg, a drugi bajt višeg značaja. Ako je, na primer, podatak u 11.

i 12. bajtu, sadržaj bajta 11. bajta 00, a 12. bajta 02 to je 0020H (heksadecimalno), odnosno 512 decimalno.

Značenje pojedinih bajtova dato je u tabeli 1.

Tabela 1

— Značenje bajtova startnog zapisa

Red. broj bajta	Značenje
11 i 12	dužina sektora u bajtovima
13	broj sektora u klasteru
14 i 15	redni broj prvog sektora FAT-a
16	broj tablica dodele prostora (FAT)
17 i 18	najveći broj elemenata (datoteka i direktorija) koji mogu biti u glavnom direktorijumu
19 i 20	ukupan broj sektora na disketi
21	oznaka medija
22 i 23	koliko sektora zauzima FAT
24 i 25	broj sektora na stazi
26 i 27	broj strana diskete
28 i 29	broj skrivenih sektora
30 i 31	sadržaj je 00

2E	32	— DOS 3.20
2E	33	— DOS 3.30
6C	73	— PC TOOLS

Na osnovu prethodnog, možemo pročitati sistematske parametre diskete 5.25" DS-DD, čiji je sadržaj prvih 32 bajta startnog zapisa sledeći:

Disketa je formatirana PC TOOLS-om, sektor ima 512 bajtova, klaster zauzima 2 sektora, logički sektor 001 je početak FAT, a ima dve FAT, u korenu može biti 112 elementa, na disketi ima 720 sektora, disketa je ima oznaku medija FD, dvostrana je, ima 9 sektora po stazi, jedna FAT zauzima 2 sektora, nema skrivenih sektora. Ukupno memo-

rijski prostor diskete jednak je proizvodu dužine sektora i ukupnog broja sektora, za ovu disketu to je 720×512 bajtova = 360KB.

Sadržaj prva 32 bajta startnog sektora DS-HD diskete 5.25" je sledeći:

```
EB 34 90 4D 53 44 4F 53 33 2E 33 00 02 01 01 00
02 E0 00 60 09 F9 07 00 0F 00 02 00 00 00 00
```

Disketa je formatirao MS-DOS 3.30, sektor ima 512 bajtova, klaster zauzima 1 sektor, logički sektor 001 je početak FAT i ima dve FAT, u korenu može biti 224 elemenata, na disketi ima 2400 sektora, disketa ima oznaku medija F9, dvostrana je, ima 9 sektora po stazi, jedna FAT zauzima 7 sektora, nema skrivenih sektora. Dakle, ukupan memorij-ski prostor ove diskete je 1.2MB.

Sadržaj prvih 32 bajta startnog zapisa diskete 3.5" je:

```
EB 3E 90 50 43 20 54 6F 6F 6C 73 00 02 02 01 00
02 70 00 A0 05 F9 03 00 09 00 02 00 00 00 00
```

Disketa je formatirao PC TOOLS, sektor ima 512 bajtova, klaster zauzima 2 sektora, logički sektor 001 je početak FAT i ima dve FAT, u glavnom direktorijumu može biti 112 elemenata, na disketi ima 1440 sektora, disketa ima oznaku medija F9, dvostrana je ima 9 sektora po stazi, jedna FAT zauzima 3 sektora, nema skrivenih sektora. Dakle ukupan memorijski prostor ove diskete je 720KB.

FAT — tablica dodele prostora datotekama

Operativni sistem koristi FAT da utvrdi stanje klastera na disketi: da li je zauzet, da li je slobodan ili je neispravan. Neispravan je onaj klaster koji sadrži makar jedan oštećeni sektor, ili sektor koji računar ne može pročitati. Takvi klasteri ne smeju biti dodeljeni datoteci. Ako je klaster zauzet, informacija u FAT je za taj klaster ukazatelj na sledeći klaster u lancu klas-

tera te datoteke, što je objašnjeno ranije, ili govori da je to poslednji klaster datoteke.

Pošto je FAT, u stvari, evidencija stanja svakog klastera i ukupna dužina jedne FAT zavisi od broja klastera

na disketi. Iz prethodne analize startnog sektora možemo uočiti da je podatak o dužini jedne FAT zapisan na disketi pri formatiranju. Disketa 5.25" 360KB ima FAT dužine 2 sektora, disketa 5.25" 1.2MB ima FAT dužine 7 sektora, disketa 3.5" 760KB ima FAT dužine 3 sektora i disketa 3.5" 1.44MB ima FAT dužine 9 sektora. Za FAT sistem dodeljuje redom sektore po logičkoj numeraciji. DOS radi sigurnosti na disketi zapisuje dve identične tabli-

ce dodele prostora datotekama. U slučaju oštećenja jedne — postoji druga FAT. Sam sadržaj FAT je promenljiv, menja se pri svakom upisivanju nove datoteke, pri brisanju postojeće datoteke sa diskete, ili pri promeni sadržaja datoteke koja dovodi do promene potrebnog broja klastera za njeno smeštanje.

Svakom klasteru diskete odgovara u FAT podatak dužine 1,5 bajta (12 bita), redni broj svakog podatka u FAT odgovara broju klastera. Pošto numeracija klastera počinje od broja 2, prva tri bajta (nulti i prvi podatak) ne odnose se na klastere, i njihov sadržaj je FD FF FF. Ako je sadržaj FAT podatka 000, klaster je slobodan i jedino tada može biti dodeljen novoj datoteci. Ako je datoteci dodeljen kontinuirani niz klastera, i podaci u FAT-u koji odgovaraju tim klasterima predstavljaju kontinuirani niz, na čijem kraju je oznaka za klaster koji je poslednji u nizu.

Na primer, ako datoteka zauzima klaster 31 do 39, podaci za klaster 31 do 41 bi bili:

... 022 120 022 340 022 560 022 7FO FF2 000 ...

Da ista datoteka završava na primer u 41 klasteru: podaci bi bili:

... 022 120 022 340 022 560 022 780 022 9FO FF2 ...

ili ako bi zauzimala prostor do 37 klastera:

... 022 120 022 340 022 5FO FF2 000 000 000 000 ...

U slučaju da datoteka ne zauzima kontinuirani prostor, već da je rasparčana, poslednji podatak u prvom delu niza klastera ukazuje na početni klaster nastavka. Na primer, ako su podaci za klaster 56 do 96 sledeći:

...	FFA F03	3BC 003	3DE
003 3FO 004 412 004 434 004	456 004 478		
004 492 005 4BC 004 3DE 00D	4FO 005 FFF		
FFF 534 005 556 005 578 005	59F 0FF 000		
000 000 000 000 000 ...			

Gornji podaci ukazuju da je kraj neke datoteke u klasteru 56 (podatak FFA). Postoji rasparčana datoteka čiji prvi deo zauzima klaster 57 do 73, jer se kao podatak za 72 i 73 klaster očekuje 490 004, a ne 492 005, nije označen kraj datoteke, znači da lanac nastavlja klaster 82, a datoteka zauzima redom klaster 82 do 89. Klasteri 74 do 81 dodeljeni su drugoj datoteci, a klasteri 90 i dalje su slobodni. Ovi primeri su samo ilustracija. Za konkretne analize potrebno je dublje poznavanje heksadecimalne aritmetike, što prevazilazi ambicije ovog članka.

Glavni direktorijum

Glavni direktorijum (root directory) često je u upotrebi termin koren, poslednji je deo sistemskog područja diskete, i uvek se nalazi odmah iza tabele dodele prostora datotekama — FAT. Dužina glavnog direktorijuma je tačno

određena i zavisi od tipa diskete, odnosno od maksimalnog broja elemenata koje može sadržavati glavni direk-

torijum, a taj podatak je zapisan pri formiranju u startnom sektoru. Za razliku od glavnog direktorijuma poddirektorijumi se nalaze u području podataka i nemaju fiksiranu dužinu. U glavnom direktorijumu svakom elementu

je dodeljena informacija dužine 32 bajta, a elementi su datoteke, poddirektorijumi i labela nosioca (oznaka, ime koje je nosiocu — disketi dodelio korisnik).

Dakle, disketa od 5.25" DS-DD 360KB može imati 112 elementa, za svaki je informacija 32 bita, što daje ukupno 3584 bita, glavni direktorijum zauzima 7 segmenata na disketi. Sistemsko područje ove diskete zauzima ukupno 12 sektora: startni zapis 1 sektor, dve FAT po dva sektora i glavni direktorijum 7 sektora. Područje podataka zauzima 708 sektora (720—12), uz klaster dužine dva sektora broj klastera na toj disketi je 354.

Za svaki svoj element glavni direktorijum sadrži sledeće podatke: ime i ekstenziju, broj početnog klastera, vreme i datum kreiranja ili poslednjeg ažuriranja i atribut, kao što je dato u tabeli 2.

Tabela 2

Podaci o datoteci u glavnom direktorijumu

Opis	Dužina	Format
ime datoteke	8	ASCII kod
ekstenzija	3	ASCII kod
atributi	1	svaki bit predstavlja atribut
rezervisano	10	rezervisao DOS
vreme	10	kodirana reč
datum	2	kodirana reč
prvi FAT podatak	2	reč
dužina datoteke	4	ceo broj

Ime datoteke je niz ASCII karaktera koji su dozvoljeni DOS-om. Ukoliko je prvi karakter u imenu nula, znači da je to upražnjeno mesto, direktorijum nije popunjen maksimalnim brojem elemenata. Ako je prvi karakter tačka, datoteka je interna, koristi se za put po stablu. Ako je prvi karakter grčko slovo sigma (E5 heksadec.), znači da je ta datoteka obrisana. Sam sadržaj datoteke je, međutim, neditnut ukoliko nakon brisanja nije bilo upisivanja novih datoteka, i možemo je povratiti tako da na prvo mesto upišemo prvo slovo imena.

Za prvo slovo ili sva tri slova ekstenzije sistem može odrediti znak \$, 24H, obično za neregularne datoteke, na primer pri povezivanju izgubljenih klastera u datoteku pri komandi CHKDSK/f, ili ako je započeto upisivanje datoteke na disk, a nije uspešno okončano. Izgubljeni klasteri su oni koji su označeni kao zauzeti, mogu činiti i lanac, a nisu deo nijedne datoteke.

Svakom od mogućih atributa elementa glavnog direktorijuma odgovara jedan bit u 12 bajtu, a značenje bitova je dato u tabeli 3. Sadržaj bitova 3 i 4 definiše da li je element direkto-

rijuma datoteka, poddirektorijum ili labela nosioca. Ako je datoteka, bit 3 i 4 su 0. Ako bit 3 sadrži jedinicu, to nije datoteka već labela nosioca, i u glavnom direktorijumu može biti samo jedna labela, bit 4 je u tom slučaju 0. Ako je bit 4 nula, a bit 4 jedinica, taj element je poddirektorijum glavnog direktorijuma.

Tabela 3

Značenje bitova u polju atributa datoteke

Bit	ATRIBUT
0	datoteka se može samo čitati (read only- RO)
1	datoteka je skrivena (hidden)
2	datoteka je sistemska
3	nije datoteka već labela diskete
4	nije datoteka već poddirektorijum
5	datoteka je arhivska
6	ne koristi se
7	ne koristi se

Vreme kreiranja ili poslednje izmene datoteke predstavljeno je sa dva bajta, prvih 5 bitova su sati (od 0 do 23) sledećih 6 bitova minute (0 do 59), a poslednjih 5 bitova pomnoženih sa 2 predstavljaju sekunde.

Datum kreiranja ili poslednje izmene datoteke takođe su dvobajtni podatak. Prvih 7 bitova predstavljaju broj godina nakon 1980. (ako je sadržaj 09H, to je 1989), sledeća 4 bita mesec, a poslednjih 5 bitova dan.

Iza datuma dolaze dva bajta koji definišu prvi klaster datoteke, pri čemu je drugi bajt višeg značaja, a poslednja 4 bajta daju dužinu elementa glavnog direktorijuma u bajtovima.

Na primer, ako je 32-bitna informacija u glavnom direktorijumu:

```
47 4C 41 56 41 5F 31 33 20 20 20 20 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 85 34 E8 16 64 00 80 A5 00 00
```

ime datoteke je GLAVA 13, nema ekstenzije, datoteka je arhivska. Vreme kreiranja je zapisano 85 34, što je 3495H, ili binarno: 0011010010000101, odnosno 6 sati 36 min i 10 s. Datum je E8 16, odnosno 16E8H, što je 08. 07. 1991. Redni broj prvog klastera datoteke je dat sadržajem brojeva: 64 00, što je 0064H, prvi klaster je klaster 100, dužina datoteke je 42368 bajtova.

Ako je sledeći 32-bajtni podatak:

E5 4C 41 56 41 5F 31 33 42 41 4B 20 00 00 00 00

00 00 00 00 00 00 80 34 E8 16 64 00 80 A5 00 00

radi se najverovatnije o datoteci GLAVA 13.BAK koja je prethodno obrisana, a podatke o njoj možete pročitati na prethodno objašnjen način.

Zaštita datoteka na disketi

Zaštita datoteka na disketi može biti zatšita od promene sadržaja datoteke i zaštita od neovlašćenog kopiranja datoteke na druge diskove i diskete.

Postoji više standardnih načina zaštite sadržaja datoteke od naknadnih promena. Najčešće se koriste dva načina. Prvi je fizička zaštita, kad na disketi 5.25" nalepите etiketu na prerez za zabranu upisa na disketu, odnosno na disketi 3.5" postavite »preklopnik« za zabranu upisa na disket u odgovarajući položaj. Drugi način je da datoteci dodelite atribut RO (Read Only). Tada se podaci mogu samo čitati iz datoteke, a ne mogu upisivati.

Zaštita od neovlašćenog kopiranja je nešto složeniji posao, a izvode je firme za zaštitu svojih proizvoda od nelegalne distribucije. Postoji mnogo metoda koje se primenjuju radi toga, ali nijedan nije dovoljno siguran, jer, na kraju, zaštita ipak biva »razbijena«, a neke metode mogu da dovedu do oštećenja disketnog pogona, pa je i njihova primena diskutabilna.

Većinom je cilj zaštite da onemogući kopiranje time što će računar pri kopiranju neprekidno dojavljivati greške ili da kopiranje protekne bez problema, a da kopija programa ne radi, jer je neki bitan deo programa ili potrebnih podataka ostao neiskopiran. To je moguće postići nestandardnim formatiranjem diskete, pri čemu bilo koji parametar (broj staza, broj sektora na stazi, dužina sektora, i sl.) može biti različit od onog koji DOS očekuje.

Postoji i mogućnost da kopirani programi čak i rade, ali da je pri kopiranju prenet i neki virus, koji, inače, pri legalnoj instalaciji biva neutralisan, što dovodi kasnije do značajnih komplikacija.

Zaključak

Diskete su danas nezamenljivi medij za čuvanje programske podrške. Stoga je i normalno da se tendencija izrade disketa, disketnih pogona i kontrolera, tehnologija zapisa podataka na diskete stalno razvija, i da taj razvoj teži povećanju kapaciteta i brzine pristupa podacima, pa i drugih parametara o kojima ovde nije bilo reči. Tako se danas mogu naći podaci o disketama 3.5" koje mogu biti formatirane na kapacitet 2.88MB, 3.3MB, pa i celih 40MB, odnosno 80MB, pa diskete i dalje odolevaju novijim tehnologijama zapisa, kao što je optički disk.

Sama disketa ima svoju unutrašnju organizaciju definisanu fizičkim i logičkim formatom, koji zavise od operativnog i logičkog formata, kao što je npr. dužina sektora ili dužina klastera, od tipa diskete. Potrebni sistemski podaci zapisani su na svakoj disketi u sistemskom području i služe operativnom sistemu da disketu prepozna kao odgovarajuću i koristi.

Pri normalnom radu na računaru obično nismo prisiljeni da detaljnije poznamo disketu, jer operativni sistem i programski paketi sav posao oko formiranja disketa ili pristupa datotekama obavljaju umesto nas. Ali, ako ih bolje upoznamo, biće jasniji i problemi koji se mogu javiti, a često je moguće, u slučaju oštećenja, i spasti datoteke ili makar njene delove u čije

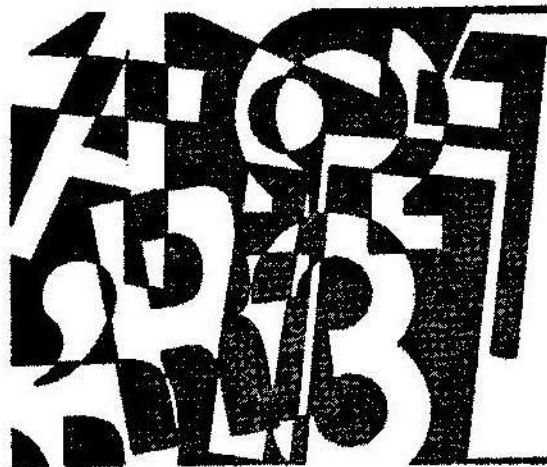
unošenje je uložen trud i vreme. Ako zanemarimo fizička oštećenja, problemi su, obično, posledica delovanja virusa, ali i upotrebe različitih sopstvenih i komercijalnih programa koji ažuriraju sistemsko područje diskete ili je ne-standardno formatiraju radi povećanja kapaciteta. Pri upotrebi ovakvih programa uvek treba biti oprezan.

Literatura:

[1] Mr Nenad Perčina, major, dipl inž. TEHNOLOGIJE ZA MAOVNO SPREMANJE PODATAKA
Vojnotehnički glasnik br. 2 1991. godine

[2] Adem Jakupović dipl. inž. PC/MS DOS male tajne, primeri u assembleru i pascal-u Beograd, 1989. godine

[3] DOSystem User's Guide and User's Reference



prikazi iz inostranih časopisa

Stanje u razvoju veoma precizno vođene minobacačke municije*)

Dva nedavna događaja pokazala su pojačano interesovanje za razvoj minobacačke municije sa vrlo preciznim vođenjem u završnoj fazi putanje. To su javno prikazivanje bojnog gađanja švedske minobacačke mine STRYX 120 mm (0wl) i početak marketinga britanske minobacačke mine MERLIN 81/82 mm. Izuzev švedske narudžbine minobacačkih mina STRYX, nijedna od ovih mina se masovno ne prodaje kako bi se to očekivalo imajući u vidu njihov potencijal i utrošeno vreme i sredstva za njihov razvoj. Razvoj mine STRYX počeo je pre 15 godina, a britanska firma »British Aerospace« (Dynamics) utrošila je oko 50 miliona funti za razvoj mine MERLIN.

Nedavno je komanda američke mornaričke pešadije izdala taktičko-tehničke zahteve za protivoklopni minobacački projektil sa vođenjem u završnoj fazi putanje, dok KoV SAD proučava jednu varijantu mine MERLIN sa poluaktivnom laserskom glavom za samonavođenje. Švedska firma »Swedish Ordnance« potvrdila je da je povećano interesovanje za minu STRYX, dok je

iz finansijskih razloga suspendovan razvoj »pametne« minobacačke multinacionalne mine GRIFFIN 120 mm.

I britanski i švedski proizvođač minobacačke municije sa preciznim vođenjem uvideli su da je potrebno da upoznaju vojne krugove sa precizno vođenom minobacačkom municijom, posebno pešadiju. Do podele tržišta došlo je zbog razlike u kalibrima pomenutih minobacačkih mina. Mine STRYX i MERLIN uveliko su inovirane, pa bi se protivoklopne mogućnosti mina 81 i 120 mm na srednjim i velikim dometima povećale, a da se pri tome ne ugroze, u većoj meri, postojeći zadaci minobacača. Međutim, jedan od slogana službi marketinga je »masovnost protiv masovnosti«, a nedavni događaji u Evropi mogli bi da povećaju sumnju u dalju vrednost takvih operativnih koncepcija.

I MERLIN i STRYX napadaju oklopna vozila preko relativno tankog krovnog oklopa (sl. 1). Ovi projektili koriste preimućstvo što pri poniranju na cilj »vide« mnogo veću površinu cilja nego što vide projektili koji direktno gađaju u cilj, kako se to događa u većini slučajeva na bojištu. Ovde treba

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 12/1991.

podsetiti da je razvoj protivoklopne minobacačke mine STRYX zasnovan na ranijem razvoju mine BILL, firme »Bofors« (vidi VTG 3/86.). Ove dve protivoklopne minobacačke mine mogu se uporediti sa dugometnim protivoklopnim sistemima oružja ATGW (Anti-Tank Guided Weapon). Mina MERLIN ima domet do 5.000 m, a STRYX preko 8.000 m i u kombinaciji sa njihovim sposobnostima za posredno gađanje moguće je obezbediti neosetljivost ovog oružja na vatrenu odmazdu neprijateljskog oružja neposredne vatre, tj. tenkova. Ukoliko se nađu u okviru opštevojnih združenih jedinica, mogu da doprinesu popunjavanju praznina između teških protivoklopnih sistema (na primer TRICAT koji ima domet od 4.500 m) i minimalnog dometa višesevnih raketnih bacača, na primer MLRS, sa dometom oko 10.000 m.



Sl. 1 Tenk CENTURION gori posle pogotka minom STRYX

Za obe navedene vođene protivoklopne minobacačke mine (STRYX i MERLIN) navodi se da ne zahtevaju skoro nikakve izmene u postupcima minobacačkih poslugu. U postupku za gađanje minom STRYX potrebno je programirati svaku minu da bi ona započela svo-

ju fazu skaniranja na precizno određenoj mestu njene balističke putanje. Programiranje se mora obaviti ponovo kod mine koja nije upotrebljena neko vreme, mada bi se tipizirani napad na nedrijateljjev cilj mogao obaviti koristeći iste podatke za programiranje. Kada se mina stavi u minobacač ona je potpuno autonomna, leti po balističkoj putanji pre nego što se aktivira glava za samonavođenje i prelazi u fazu vođenog napada. Sem ove sličnosti, i STRYX i MERLIN se razlikuju po unutrašnjoj konstrukciji

U fazi pada mine na putanji rasklopljena repna krilca obezbeđuju obrtanje mine (600 min^{-1}), pri čemu radikalna IC glava za samonavođenje skanira i osmatra zemljište ispod mine. Za popravke pravca kretanja mine koristi se 12 raketnih motora, smeštenih neposredno ispod težišta mine i dosta ispred napadne tačke otpora, kojima komanduje ugrađeni procesor.

Mina MERLIN koristi radar u milimetarskom talasnom području koji fizički skanira zemljište u rejonu cilja i ima procesor koji upravlja sa 4 krilca CANARD za usmeravanje kretanja mine. Dodatna repna krilca služe za obezbeđivanje stabilnosti i ograničavanja obrtanja mine.

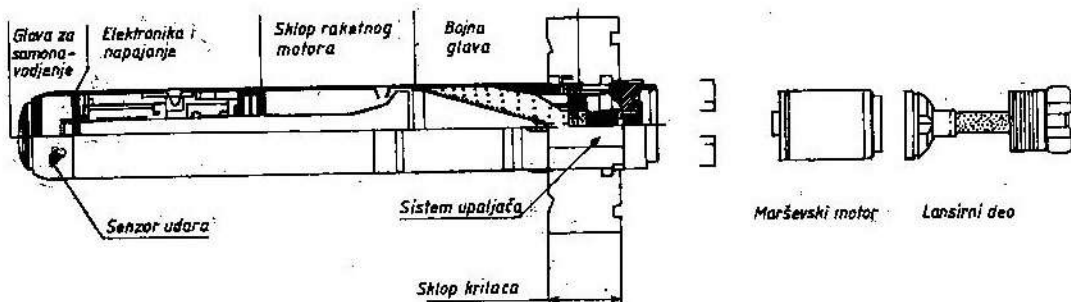
Rad glava za samonavođenje, IC i one sa milimetarskom talasnom dužinom, mnogo zavisi od zemljišta i klimatskih uslova. Nehlađene IC glave za samonavođenje sa talasnom dužinom 3—5 μm dobro dejstvuje pri svim nivoima svetlosti, ali na njihov rad utiču isparavanja vode i jaka kiša. Takođe, problem može da stvara niska oblačnost (ispod 500 m), kao i gusta magla na površini zemlje. Glava za samonavođenje u milimetarskom talasnom području može da dejstvuje 24 časa u svim vremenskim uslovima. Međutim, radari u milimetarskom talasnom području mogu da imaju problema na poplavljenom zemljištu i u nekim, sasvim ograničenim, uslovima snega. Međutim, švedski stručnjaci tvrde da sistemi koji rade u milimetar-

skom talasnom području mogu da imaju problema u razlikovanju okolnih vozila od stena.

Prioriteti programiranja putanje razlikuju se i zavise od tehničkih preimućstava jednog ili drugog tipa glave za samonavođenje. Oba pomenuta sistema glava za samonavođenje protivoklopnih minobacačkih mina koriste proporcionalno navođenje kada se radi o pokretnim ciljevima i doprinose preciznosti u

slučaju kvadrat pretraživanja se smanjuje na 100×100 m.

Glava za samonavođenje mine STRYX (sl. 2) »oseća« i temperaturne razlike i po tvrđenju proizvođača STRYX može da otkrije povećanu temperaturu ranije određenog cilja i nastaviće traganje za alternativnim ciljem u vidnom polju glave. Još nije moguće izraditi kombinovani senzor koji bi otkrio kretanje cilja i njegovo pogađanje.



Sl. 2 Šematski prikaz mine STRYX

završnoj fazi vođenja. Proporcionalno navođenje koristi smanjivanje brzine kretanja u odnosu na nišansku liniju, pri »nuli« mina se usmerava neposredno na cilj.

Mina ima dve faze traganja za ciljem, koje traju oko 7 s, a završna brzina je reda 150 m/s (praktično pravilo za sve minobacačke mine). Za praćenje pokretnih ciljeva koristi se doplerovski indikator pokretnih ciljeva (brisač stalnih odraza) sa širinom snopa od 50 m u kvadratu 300×300 , jer se smatra da pokretni ciljevi mogu da budu opasniji od nepokretnih. Sa ovom tvrdnjom možda se neće složiti tenkovske posade koje smatraju da bi najveća opasnost mogla da dođe od tenkova koji gađaju iz mesta radi veće sigurnosti pogotka. Kada se radarski snop odbije od cilja, tada se iverice cilja koriste kao referentne tačke za dobijanje središnje nišanske tačke. Ovaj sistem se, takođe, koristi kada se ne otkrije nijedan pokretni objekat u prvoj fazi pretraživanja i u tom

Moć razlaganja (rezolucija) linearnih IC skenera može, verovatno, obezbediti samo tri piksela u toku početne faze traganja za ciljem — tenkom sa visine od oko 900 m, dok je nišanje kupole tenka moguće samo sa visine ispod 200 m, a to je suviše kasno za korigovanje nišanske tačke. Mina STRYX i MERLIN, verovatno koristi centralnu nišansku tačku, što se odražava u visokom procentu pogađanja tenkovske kupole. Mada bi više skenera poboljšalo moć razlaganja (rezoluciju) (odnos signala prema smetnjama), cena takve mine bi se znatno povećala i bila bi potrebna veća električna energija za obradu podataka.

Obe mine mogle bi da imaju poteškoća pri gađanju ciljeva koji ubrzavaju kretanje ili se nalaze u fazi zaokreta, jer su njihovi komandni algoritmi ograničeni zbog cene. Međutim, neprijateljske snage koje su prinuđene da na takav način napuštaju borbu predstavljale bi manju opasnost i ugrožavanje, pa i na-

padačko dejstvo bilo delimično uspešno, iako bi stvarni gubici bili minimalni.

Proizvođači obe navedene mine usmeriće pažnju mogućih kupaca na operativne potencijale mina. Verovatnoće pogađanja cilja obe mine su slične. Švedski proizvođač mina STRYX tvrdi da je verovatnoća pogađanja jedne mine od tri ispaljene u plotunu 90% sa male daljine na masovni cilj i da će taj procenat spasti na 15% za tri pogotka sa iste daljine. Britanski proizvođač mine MERLIN tvrdi da je verovatnoća pogađanja jednom minom slična kao i kod STRYX. Kompiutersko modeliranje pokazuje da jedan pešadijski vod, naoružan minobacačima sa minama MERLIN, kada podržava vatrom jedinicu koju je napala ojačana tenkowska četa, može da smanji ukupni odnos gubitaka sopstvenih snaga u odnosu na neprijatelja od 1:2 na ispod 1:5.

Međutim, ostaje nekoliko nedoumica, na primer domet ovih mina. Uopšteno govoreći, minobacači imaju veći domet od protivoklopnih bacača, međutim oni su locirani dalje od linije fronta nego protivoklopni raketni bacači. Proizvođači obe »pametne« minobacačke mine direktno su uporedili »pametne« mine i protivoklopne ručne bacače. Neki smatraju da pešadija pre treba da se osloni na »pametne« mine nego na vođene projekte. Oba proizvođača »pametnih« minobacačkih mina raspravljali su o efikasnosti male minobacačke jedinice koja dejstvuje zaprečnom vatrom protiv masovnog cilja (»masovnošću protiv masovnosti«) i možda će biti potrebno da se koristi taktika »shoot-and-scoot« (pucaj i beži), jer u savremenim uslovima vreme reagovanja neprijatelja protivbaterijskom vatrom može da bude manje od vremena leta minobacačke mine. Brzina gađanja jednog minobacača 81 mm MERLIN realno može da bude 5 mina/min., a manje za dva do tri minobacača STRYX. Po oceni koja je samo četvrtina cene za STRYX, mina MERLIN bi se mogla nabaviti u velikim količinama.

Na vreme reagovanja takođe bi trebalo da obrate pažnju komandiri taktičkih jedinica za napad na ciljeve koji su na što je moguće većoj daljini. Za napad na pokretne ciljeve verovatno bi bilo potrebno koristiti taktiku dejstva iz zasede. Ako se pretpostavi da je vreme reagovanja minobacača jedan minut (za minobacački vod za neposrednu podršku), a vreme leta mine 45 s, za to vreme bi oklopna kolona prevalila put od 1.500 m. Mada se svaka cev može podesiti za dejstvo protiv pokretnih i izduženih ciljeva, stručnjaci švedske firme »Swedish Ordnance« zaključili su da bi rastresiti raspoređen cilj predstavljao problem. Ukoliko se navedena vremena ne postignu, cilj bi mogao da bude prede 3.000 m za vreme kratkotrajnog dejstva. Zbog toga bi izrada dobro postavljenih prepreka mogla da bude važna odlika odbrane koju podržavaju vođene minobacačke mine MERLIN i STRYX.

Izvršavanje zadataka moglo bi da predstavlja problem. Postoji verovatnoća da će se viši komandni kadar zainteresovati za potencijale minobacača u izvršavanju protivoklopnih zadataka i u nekim oružanim snagama preduzeto je ostvarivanje mogućnosti integrisanja minobacača u planiranje posredne vatrene podrške. To je urađeno, na primer, kod američkog FIST (Fire Integration Support Team), dok drugi savremeni sistemi (britanski BATES — Battlefield Artillery Target Engagement System) to nije u stanju. Verovatno je da protivoklopne uloge mogu da dođu u konflikt sa zadacima neposredne podrške na nivou jedinice, a biće potrebno formirati specijalna odeljenja minobacača STRYX/MERLIN za postizanje potrebne koncentracije vatrene moći i municije. Takođe, nije još sasvim jasno ko bi stvarno upravljao vatrom protiv ciljeva na većim daljinama koji bi bili izvan zone odgovornosti većine pešadijskih bataljona od 2—3 km.

Neki smatraju da mine STRYX i MERLIN ponovo obezbeđuju protivpe-

šadijske sposobnosti na srednjim daljinama za pešadijske jedinice čiji se raniji nezaštićeni ciljevi (pešadija koja se kreće iza tenkova) sada prevoze na bojištu oklopnim transporterima. Očigledno je da postoji preklapanje vatrom između artiljerije i minobacača i pobornici minobacača očekuju da će naići na otpor sa te strane. Međutim, verovatno je da će doći do razvoja artiljerijskih kasetnih projektila za nošenje vođenih protivoklopnih potkalibarskih ubojnih sredstava (submunicije). Ovdje će osnovni problem biti povećane sile trzanja, za minobacače od 5.000 do 10.000 g, a za topove i do 18.000 g. Međutim, i švedski i britanski proizvođači vođenih minobacačkih mina tvrde da oni mogu da zadovolje ove uslove ako se postavi takav zahtev.

P. M.

Razvoj sredstava za borbu sa taktičkim balističkim raketama¹

Poslednjih godina u naoružanje mnogih zemalja uvedene su taktičke balističke rakete (TBR) domaće ili strane proizvodnje. Po podacima strane štampe, oko 30 zemalja u svetu ima u sastavu svojih oružanih snaga 11 vrsta taktičkih balističkih raketa sa dometom od sto do nekoliko hiljada kilometara. Za uvežbavanje i obuku ljudstva i posluha na novim balističkim raketama iz godine u godinu se povećava broj praktičnih lansiranja, pored ostalog u toku izvođenja združenih taktičkih vežbi i manevara. Tako, po izjavi informacione službe Ministarstva odbrane SAD, Objedinjena američko-kanadska Komanda vazdušno-kosmičke odbrane Severnoameričkog kontinenta (komandno mesto u planini Šejn, država Kolorado-Springs) u 1987. registrovano je 850

lansiranja balističkih raketa različitih vrsta, u 1988. oko 1000, a u 1989. — oko 2000 praktičnih lansiranja operativno-taktičkih raketa.

Kako smatraju inostrani eksperti, veliku opasnost predstavlja širenje taktičkih balističkih raketa u zemljama Bliskog i Srednjeg Istoka. O tome svedoče činjenice da je za vreme iransko-iračkog rata bilo lansirano više od 600 taktičkih balističkih raketa po gradovima zaraćenih zemalja, što je dovelo do mnogobrojnih žrtava civilnog stanovništva. Posebno veliku opasnost od upotrebe taktičkih balističkih raketa u regionalnim ratovima predstavlja mogućnost njihovog opremanja hemijskim ili nuklearnim bojnim glavama. Prema proceni bivšeg direktora CIA SAD Viljama Wrbstera, krajem 2000. godine oko 20 zemalja ovladaće tehnološkim mogućnostima za proizvodnju hemijskog ili bakteriološkog oružja.

Za protivdejstvo širenju raketnog oružja, osim učešća u političkim merama, mnoge zemlje rade na razvoju sredstava borbe sa taktičkim balističkim raketama i sistema protivraketne odbrane na vojištu i ratištu. Vodeći položaj u tim rodovima imaju SAD, koje su u vremenu 1983—1990. radile na modernizaciji svog protivavionskog raketnog kompleksa »PATRIOT« u okviru projekta PAK (PAC-Patriot Antitactical Missile Capability) s ciljem njegovog osposobljavanja za uništavanje taktičkih balističkih raketa. Glavni pravac radova bio je usmeren na stvaranje novog matematičkog obezbeđenja radarskih stanica i lansera, te na delimičnu modernizaciju protivavionskih vođenih raketa. U prvoj fazi projekta (PAK-1) bili su izmenjeni algoritmi rada radarskih stanica AN/MPQ-53 i sistema navođenja protivavionskih vođenih raketa. Kao rezultat toga, ugao osmatranja radarskih stanica po mesnom uglu bio je povećan od 45 do 90°, što je omogućilo otkrivanje i praćenje balističkih ciljeva, koji ulaze u dijagram radarskih zraka pod velikim uglovima. Stanica je

¹ V. Filipov, p-k.: Sozdanie sredstv borby s taktičeskimi balističeskimi raketami.

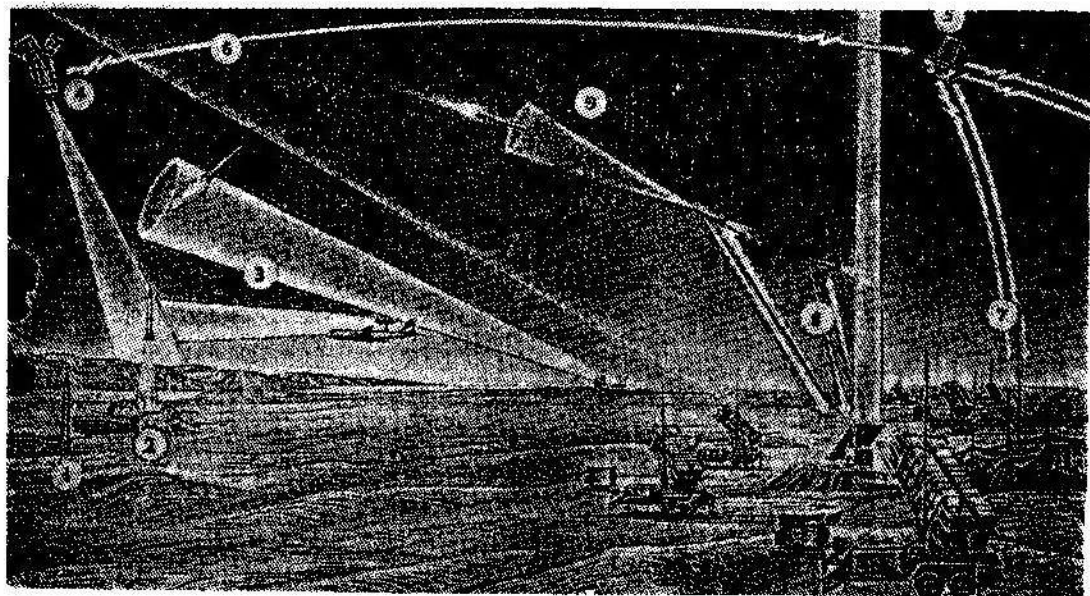
Zarubežnoe voennoe obozrenie, 1991. — No. 12. s. 19—24.

osposobljena za praćenje do 50 taktičkih balističkih raketa, a kompleks dejstvuje do pet balističkih ciljeva.

Prvo lansiranje protivavionske vođene rakete modernizovanog kompleksa PATRIOT za presretanje rakete LANCE bilo je izvršeno u avgustu 1986, na poligonu Wajt-Sends (Država Novi Meksiko). Cilj je bio uništen na visini 7500 metara na udaljenju 13 kilometara od lansera protivavionskih vođenih raketa. Sledeća ispitivanja vršena su krajem 1987. Kao ciljevi korišćene su protivavionske vođene rakete PATRIOT, čiji je let izvršavan na balističkoj trajektoriji. Obe rakete — mete bile su uništene.

U 1988. otpočela je druga faza naučnoistraživačkih i opitnih radova na

projektu PAK-2, koji su predviđali povećanje mogućnosti protivavionskih raketnih kompleksa u borbi sa taktičkim balističkim raketama. Bila je izvršena modernizacija matematičkog obezbeđenja elektronskog računara komandnog mesta, a protivavionska vođena raketa naoružana je jačom bojnom glavom, novim radio-upaljačem i usavršenim elektronskim računarom. Modernizacijom protivavionski raketni kompleks PATRIOT osposobljen je za uništavanje taktičkih balističkih raketa na daljinama do 20 kilometara i kursnom parametru do 5 kilometara. Za vreme ispitivanja u okviru projekta PAK-2 bila su izvršena lansiranja na rakete — mete LANCE i PATRIOT, koje su bile uništene, pri čemu je prva raketa — meta bila uništena direktnim pogotkom.



Sl. 1 Šema upotrebe protivavionskog raketnog kompleksa PATRIOT za uništavanje iračkih taktičkih balističkih raketa: 1-21.00 čas — lanser iračke taktičke balističke rakete na startnom položaju; 2-21.23 časa — lansiranje rakete; 3-21.23 časa — avijacioni sistem AWAKS i zemaljske radarske stanice otkrili lansiranje taktičke balističke rakete; 4-21.23 časa — američki veštački Zemljin satelit iz sastava sistema za rano upozorenje koji se nalazi iznad indijskog okeana, registrovao je lansiranje taktičke balističke rakete; 5-21.23.01 čas — američki satelit za vezu TRDSS preneo je informaciju o lansiranju taktičke balističke rakete zemaljskoj stanici za vezu; 6-21.26.35 časova — radarska stanica protivavionskog raketnog sistema PATRIOT odredila je trajektoriju leta taktičke balističke rakete, izvršila identifikaciju i proračun daljine; 7-21.28.10, časova — lansiranje rakete PATRIOT, 8-21.28.20 časova — stalno merenje daljine između cilja i rakete PATRIOT i sravnjivanje podataka sa zemaljskom radarskom stanicom; 9-21.28.35 časova — uništenje taktičke balističke rakete.

»Borbeno krštenje« protivavionskih raketnih kompleksa zbilo se za vreme rata u Persijskom zalivu. Nekoliko baterija modernizovanog kompleksa bilo je razvijeno na teritoriji Saudijske Arabije i Izraela za odbranu gradova i strategijskih objekata od udara iračkih taktičkih balističkih raketa. Početkom borbenih dejstava Irak je imao više od 500 taktičkih balističkih raketa, 30 stacionarnih i oko 36 pokretnih lansera. Iračke oružane snage izvršile su 83 lansiranja taktičkih balističkih raketa AL-ABAS (domet 900 kilometara, verovatno kružno skretanje 1500 metara, masa bojne glave 250 kilograma) i AL-HUSEIN (domet 660 kilometara, verovatno kružno skretanje 1000 metara i masa bojne glave 400 kilograma). Pri odbijanju udara balističkih raketa, na njih je bilo lansirano oko 150 modernizovanih protivavionskih vođenih raketa PATRIOT, koje su uništile 45 taktičkih balističkih raketa (slika 1).

Upozorenje o lansiranju iračkih raketa prenošeno je na komplekse PATRIOT od Kosmičke komande ratnog vazduhoplovstva SAD, koje je dobijalo informacije o lansiranju od satelitskog sistema za upozorenje o raketnom udaru IMEJUS. Veštački zemaljski satelitski sistemi otkrivali su rakete na visini 15—18 kilometara posle njihovog starta. Podaci o lansiranju i odgovarajuće koordinate startnih položaja u realnim razmerama vremena predavani su preko zemaljskih Centara za obradu informacija na komandnom mestu objedinjene komande oružanih snaga SAD u Saudijskoj Arabiji i dalje na komandna mesta protivavionskih raketnih kompleksa PATRIOT. Radarske stanice kompleksa otkrivale su taktičke balističke rakete na daljinama do 100 kilometara. Kada su se taktičke balističke rakete nalazile 15—30 kilometara od protivavionskog raketnog kompleksa i na visini od oko 30 kilometara, vršeno je lansiranje protivavionskih vođenih raketa. Presretanje je vršeno

posle 15—18 sekundi leta protivavionske vođene rakete. Bez obzira na to što je gađanje vršeno u idealnim uslovima (odsustvo lažnih ciljeva, radio i elektronskog ometanja grupnih lansiranja taktičkih balističkih raketa), efikasnost modernizovanog protivavionskog raketnog kompleksa PATRIOT bila je relativno mala — oko 0,5. Najslabija strana ovog protivavionskog raketnog kompleksa jeste što se morao nalaziti na malom udaljenju od štićenog objekta (manje od 20 kilometara) i mala visina presretanja cilja (manje od 7000 m), što je posebno važno pri upotrebi taktičkih balističkih raketa sa nuklearnom ili hemijskom bojnom glavom od strane protivnika. Osim toga, pri presretanju iračkih taktičkih balističkih raketa, u većini slučajeva uništavano je telo rakete, a ne bojna glava sa eksplozivnim punjenjem, što praktično nije uticalo na smanjenje štete i gubitaka pri gađanju površinskih ciljeva. Po pravilu, na jednu taktičku balističku raketu dejstvovano je sa dve protivavionske vođene rakete PATRIOT.

Početkom 1991. vojno političko rukovodstvo SAD još jednom je preispitalo planove razvoja strategijskih sistema protivnikove odbrane, koji se razvija u okviru programa strategijske odbrambene inicijative, tesno ih povezujući sa razvojem sredstava za sisteme protiv-raketne odbrane u zoni borbenih dejstava, vojištu i ratištu. Kao povod za preispitivanje javila se tehnička nemogućnost razvoja sveobuhvatnog sistema protivraketne odbrane, promena strategijskog odnosa snaga, širenje balističkih raketa u zemljama »trećeg sveta« i finansijska ograničenja. U sadašnjoj fazi programa strategijske odbrambene inicijative istražuje se taktički sistem protivraketne odbrane (odbrana i zaštita grupacija američkih oružanih snaga i njihovih saveznika na bilo kojem vojištu) i globalni sistem odbrane i zaštite od ograničenih raketno-nuklearnih udara po teritoriji SAD GPALS (GPALS —

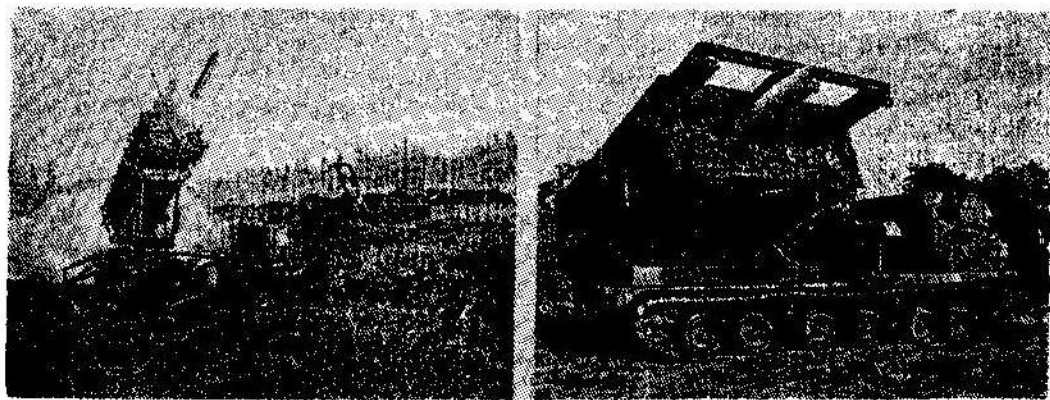
Global Protektion Against Limited Strikes). Prvi sistem je sastavni deo drugog.

Osnovu taktičke protivraketne odbrane čine usavršeni protivavionski raketni sistemi PATRIOT, protivraketne malog dometa LEDI (Ledi — Low Endoatmospheric Defence Interceptor), američko-izraelske protivraketne ERROY, a i zemaljska vazдушna i kosmička sredstva za osmatranje. Regionalni sistemi protivraketne odbrane istražuju se i razvijaju za evropsko ratište i vojišta (EVRO-PRO), za ratište Bliskog Istoka (Izraelska protivraketna odbrana), kao i zapadnog dela Tihog okeana (Sistem VESTPAK).

Dalje usavršavanje protivavionskog raketnog kompleksa PATRIOT vršiće se po projektu PAK-3. U toku njegove realizacije planira se razvoj nove, efikasnije protivavionske vođene rakete, modernizacija radarske stanice i komandnog mesta, radi povećanja daljine uništavanja balističkih raketa do 40 kilometara, a visine presretanja do 20 kilometara.

raka i njihove pripreme za letna ispitivanja od 1992 do 1993. Eksperimentalna raketa — na čvrsto gorivo (dužina 4,8 m, kalibar 0,38 m, mase 545 kilograma) opremljena je radarskom glavom za samonavođenje milimetarskog talasnog područja i inercijalnim sistemom za navođenje sa korekcijom od zemaljske radarske stanice. Osim marševskog motora, za obezbeđenje visokodinamičkog manevra u krajnjoj fazi navođenja na protivraketu se nalazi uređaj sa 240 mikromotora na čvrsto gorivo, koji su raspoređeni po perimetru rakete više njenog centra teže, koji stvaraju poprečni potisak.

U toku prve faze letnih ispitivanja planira se izvršenje šest praktičnih lansiranja protivraketa. U prva dva ispitivanja biće proverene letne karakteristike, a u naredna četiri sa realnim presretanjem specijalno izrađenih raketa — meta dužine 12,4 metra, dijametrom 1,1 m i startnom masom 7 tona (dve mete na visini 10 kilometara i dve na visini 15 kilometara).



Sl. 2 Varijante lansera protivrakete LEDI (levo — lanser protivavionskog raketnog kompleksa PATRIOT, desno — lanser višecevnog bacača giranata MLRS)

Razvoj protivrakete malog dometa LEDI vrši se u okviru projekta ERINT (ERINT — Extended Range Interceptor Technology). Radovi se nalaze u fazi proizvodnje eksperimentalnih uzo-

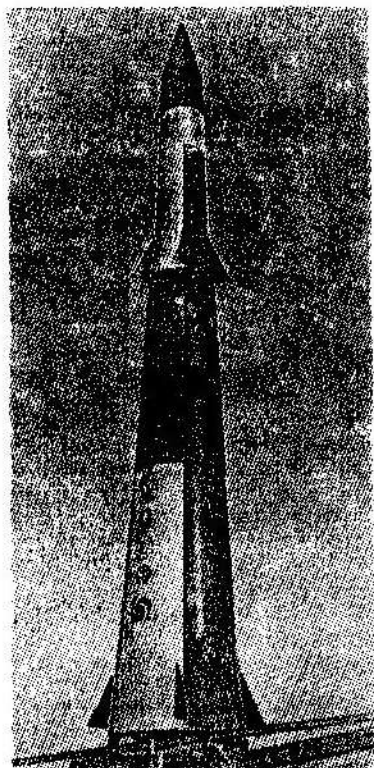
U skladu sa koncepcijom kompleksa protivraketne odbrane na malim visinama, lansiranje protivrakete LEDI bilo je vršeno pomoću modernizovanog lansera protivavionskog raketnog kom-

pleksa PATRIOT ili raketnog sistema za protivavionsku odbranu MLRS (slika 2). Saglasno izjavi predstavnika firme — proizvođača, borbena varijanta te protivrakete imaće dužinu 4,5 metara, dijametar 0,26 metara i masu oko 300 kilograma.

Odvojeno od projekta ERINT, usmerenog na razvoj protivrakete za dejstvo na malim visinama i načina njenog navođenja na cilj, istražuje se mogućnost otkrivanja starta taktičkih balističkih raketa pomoću satelitskih sistema za rano upozorenje i optičkih sistema za praćenje raketa po satelitskom tragu, a i modernizacija radarskih stanica AN/TPS-70 za otkrivanje i praćenje nekoliko balističkih ciljeva. Dobijene informacije od tih sistema biće korišćene u borbenim kompleksima protivrakete odbrane, opremljenih protivraketa LEDI.

Stručnjaci Izraela i SAD u okviru programa Stratezijske odbrambene inicijative razrađuju regionalni sistem protivrakete odbrane Bliskog Istoka, namenjenog za odbijanje udara balističkih raketa, koje se nalaze u naoružanju arapskih zemalja. Predviđa se stvaranje višeešalonskog (ili ešalonskog) sistema protivrakete odbrane, za potrebe prvog ešalona razvija se protivraketa ERROU (slika 3). Ona će biti sposobna za uništavanje taktičkih balističkih raketa na daljinama do 90 kilometara i visinama od 10 do 40 kilometara, imaće brzinu 3000 m/s i do met do 1000 kilometara. Radovi na razvoju protivrakete nalaze se u fazi sprovođenja letnih ispitivanja. Eksperimentalni obrazac je, u stvari, dvostepena raketa dužine 6,7 metara, dijametra 0,6 metara i mase 1350 kilograma. Dana 9. avgusta 1990. na izraelskom raketnom poligonu Palnahim u pustinji Negov u pravcu Sredozemnog mora bilo je izvršeno prvo lansiranje protivrakete ERROU (po saopštenju izraelske štampе lansiranje je izvršeno uspešno), a 21. decembra — drugo. Osnovni cilj ispitivanja bio je provera funkcionisanja si-

stema protivrakete u procesu otkrivanja, praćenja i navođenja na metu bez njenog stvarnog uništenja. U svojstvu mete korišćena je izraelska taktička



Sl. 3 Izraelska protivraketa ERROU

balistička raketa JERINOM-1. Do kraja 1991. bilo je predviđeno još nekoliko lansiranja protivraketa. Usvajanje kompleksa protivrakete odbrane ERROU planirano je u drugoj polovini devedesetih godina. Radi skraćivanja rokova razvoja vrše se istraživanja upotrebljivosti te protivrakete sa radarskom stanicom AN/MPQ-53, koja se upotrebljava u sklopu protivavionskog raketnog kompleksa PATRIOT. Ako budu dobijeni pozitivni rezultati, onda će se potpuni razvoj kompleksa protivrakete odbrane sa protivraketa ERROU završiti 1995.

Za drugi ešalon regionalnog sistema protivrakete odbrane Bliskog Is-

toka razvija se protivraketa za dejstvo na malim visinama za odbranu strateških objekata, pored ostalog i kompleksa protivrakete odbrane prvog ešalona. Radovi se nalaze u fazi potvrđivanja tehničke sprovodljivosti (ostvarljivosti) i zemaljskih ispitivanja pojedinih komponenti protivrakete.

Za treći ešalon (»Tačkasta odbrana«) vrši se istraživanje na razvoju elektronskih, a i brzometnih protivavionskih topova (30 m/m).

Komanda Kopnene vojske SAD (Generalštab KoV), kao perspektivno sredstvo borbe sa taktičkim balističkim raketama, razmatra protivraketu za blisko presretanje za sisteme protivrakete odbrane na vojištu, koji je razvijen na projektu THAAD (THAAD — Theatre High Altitude Area Defense). Pretpostavlja se da će ova raketa ući u sastav mobilnog kompleksa u koji će, takođe, biti uključena radarska stanica, komandno mesto i lanseri raketa. Ovaj kompleks biće sposoban da uništava taktičke balističke rakete na daljinama do 200 kilometara i visinama 100—150 kilometara. Slični kompleksi čine prvi ešalon protivrakete odbrane na vojištu, a u drugi će ući protivraketni kompleksi LEDI.

Radovi na razvoju ove protivrakete nalaze se na stadijumu konceptualnih istraživanja i tehnološke ocene njihove ostvarljivosti (sprovodljivosti). Komanda Kopnene vojske je 1990. dala predlog po projektu THAAD, saglasno kojem razvoj protivrakete treba provesti u dve faze. U prvoj fazi (u trajanju 12 meseci), na konkursnoj osnovi, nekoliko firmi će predložiti koncepciju projekta. U drugoj fazi (54 meseca) predviđeno je da se odabere firma — razrađivač (istraživač), koja će sprovesti osnovne naučnoistraživačke, eksperimentalne i konstruktivne radove.

Za potrebe razvoja Evropske protivrakete odbrane, američki stručnjaci, zajedno sa svojim kolegama iz Velike Britanije, Italije i Nemačke, istra-

žuju strukturu protivrakete odbrane za evropsko ratište i vojišta, sposobnu za uništavanje taktičkih balističkih raketa, naoružanih nuklearnim hemijskim ili običnim bojnim glavama. Razmatra se organizacija protivrakete odbrane u koju ulaze infracrveni kosmički sistemi za otkrivanje starta balističkih raketa i za njihovo praćenje, visinski leteći aparati sa optičko-elektronskim detektorima i zemaljske radarske stanice, koje rade u dijapazonu 400 MHz — 10 GHz. Kao aktivna sredstva za uništavanje balističkih raketa razvijaju se protivrakete zemaljskog baziranja tri vrste: iznad atmosfere (visina presretanja do 400 kilometara), atmosfere (visina presretanja 30 kilometara) i malovisinske (10 kilometara). Protivrakete kosmičkog baziranja ne razmatraju se u sistemu. Pretpostavlja se da će sistem za rukovođenje i komandovanje protivraketenom odbranom na evropskom ratištu u svoj sastav uključivati jedan osnovni centar, za rukovođenje i komandovanje, nekoliko regionalnih komandnih mesta za rukovođenje i komandovanje snagama protivrakete odbrane za presretanje taktičkih balističkih raketa iznad atmosfere i u atmosferi i nekoliko centara — sektora za rukovođenje i komandovanje kompleksima protivrakete odbrane za dejstvo po balističkim raketama na malim visinama.

Američke firme, zajedno sa japanskim, rade na razvoju sistema protivrakete odbrane u tihookeanskoj zoni, koji je dobio naziv WESTPAC (Westpac — Western Pacific). Ovaj sistem treba da obezbedi odbranu i zaštitu vojnih baza SAD u tom regionu, teritorije Japana i Južne Koreje, a i pomorskih komunikacija od dejstva balističkih i krstarećih raketa protivnika.

Radove na konkursnoj osnovi izvođe dve grupe firmi. Prva od njih uključuje pet japanskih i četiri američke firme (glavna je »MICUBISI DZJUKOGE«), a istražuje mogućnosti obrazovanja regionalnog sistema pro-

tivraketrne odbrane na bazi mreže zemaljskih radarskih stanica i protivraketa za blisko presretanje. Druga grupa od pet firmi, na čelu sa američkom firmom LTV, razmatra koncepciju sistema u kojem se koriste elektromagnetni topovi i protivrakete sa aktivnom radarskom glavom za samonavođenje za presretanje taktičkih balističkih raketa na malim visinama.

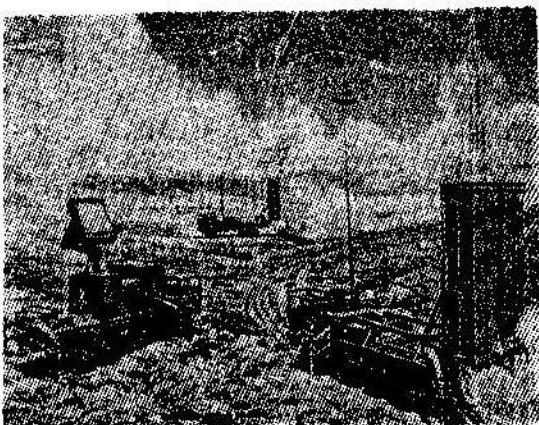
Bilo je planirano da se do kraja 1991. završi sledeća faza istraživanja, čiji osnovni cilj predstavlja traženje mogućnosti tehničkih rešenja, neophodnih za razvoj kompleksa protivraketrne odbrane, a i izviđačko-informacionih sredstava i sistema za borbeno upravljanje i vezu.

Kao najrealnije smatra se obrazovanje sistema protivraketrne odbrane na bazi usavršenog protivavionskog raketnog kompleksa PATRIOT i radarskih sredstava postojećeg sistema protivraketrne odbrane Japana. Pretpostavlja se da će u njegov sastav ući i nove protivrakete za blisko presretanje i nova informaciona sredstva.

Osim SAD, Izraela i Japana razvojem sredstava borbe sa taktičkim balističkim raketama bavi se Francuska i Velika Britanija. Tako francuske firme TOMSON-CSF i neke druge firme rade na razvoju protivavionskog raketnog kompleksa srednjeg dometa SAMP (SAMP-Surfoce Air Mayeme Portee) sa maksimalnim dometom dejstva oko 30 kilometara. Jedan od taktičko-tehničkih zahteva za razvoj jeste da bude sposoban za vođenje borbe protiv taktičkih balističkih raketa. U 1987. u projekat je uključena i italijanska firma »Sele- niha«.

U sastav kompleksa SAMP ulazi višenamenska radarska stanica sa foriranom antenskom rešetkom ARABEL, protivavionska vođena raketa ASTER-30, vertikalni lanser i komandno mesto (slika 4). Radarska stanica, koju je razvila firma Tomson-CSF, sposobna je za otkrivanje, kako običnih vazduš-

nih, tako i balističkih ciljeva. Njena antena, koja se sastoji od nekoliko hiljada obrtača faze (fazni sistem za određivanje putanje rakete) ima oblik kvadrata (strana oko 2 metra), što omogućava njeno postavljanje na auto-prikolice. Dvostepenom raketom na čvrsto gorivo ASTER-30 (dužina 4,8 metara, dijametar 0,54, masa 450 kg) na početnom i srednjem delu trajektorije leta upravlja se pomoću inercijalnog sistema za navođenje sa radio-korekcijom, a na krajnjem delu — pomoću radarske glave za samonavođenje.



Sl. 4 Francuski protivavionski raketni kompleks SAMP

Planirano je da se razvoj kompleksa SAMP završi sredinom devedesetih godina, a uvođenje u naoružanje 1998.

U Velikoj Britaniji vrši se istraživanje i razvoj protivavionskog raketnog kompleksa za borbu sa taktičkim balističkim raketama, koje imaju domet do 1000 kilometara. Pored ostalog, firma »British Aerospace« razvija protivavionski raketni kompleks srednjeg dometa VOLVERAJN, koji, osim borbe sa perspektivnim vazдушnim ciljevima, treba da obezbedi uništenje taktičkih balističkih raketa. Proračunska daljina gađanja po balističkim ciljevima iznosi 20 kilometara. U razvoju protivavionskih raketnih kompleksa VOLVERAJN biće korišćena tehnologija, koja je naš-

la primenu u razvoju protivavionskog raketnog kompleksa SI WULT i STAR-STRIK. Razmatra se, takođe, pitanje zajedničke upotrebe datog protivavionskog raketnog kompleksa sa kompleksom PATRIOT, radi njihovog zajedničkog funkcionisanja i moguće zaštite kompleksa PATRIOT.

M. M.

Bespilotne letelice — helikopteri*)

Izviđanje iz vazduha uvek je imalo veliki značaj i, u današnje vreme, ne može se zamisliti efikasno vođenje ratnih operacija bez podataka dobijenih od izviđačke avijacije. Međutim, usavršavanjem PVO (protivvazdušne odbrane) novim savremenim raketnim sistemima »zemlja-vazduh«, izviđačka avijacija postala je plen neprijatelja. Avioni i helikopteri bili su obarani, a piloti su, obično, stradali ili bili zarobljeni. Postavilo se pitanje: kako rešiti ovaj problem, a ne gubiti avione i pilote?

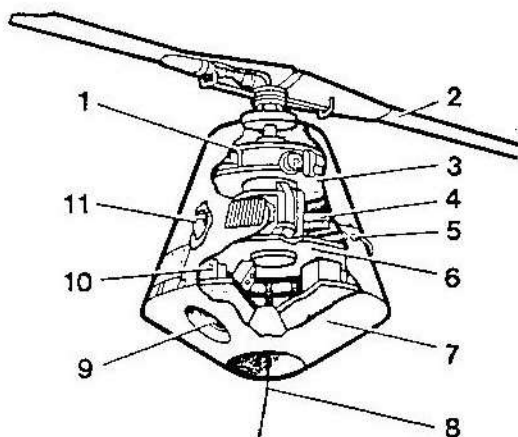
Krajem šezdesetih godina došlo se na ideju o izradi bespilotnih izviđačkih letelica (Remotely Piloted Vehicle), upravljanih sa daljine. Urađena je varijanta bespilotne letelice — aviona i helikoptera. Ove letelice »helikopterskog tipa« dele se na vezane pomoću kabla za upravljanje i teledirigovane, kojima se upravlja radio-putem.

Pomoću ovih letelica sa specijalnom opremom može se vršiti operativno radarsko, televizijsko, foto i IC izviđanje i snimanje, osmatranje bojišta, označavanje ciljeva i korekcija artiljerijskog gađanja. Kao prednost ovih letelica ističe se njihova jednostavna konstrukcija, relativno niska cena, male dimenzije i mogućnost brzog dovođenja u borbenu gotovost. Naročito su pogodne

za primenu na ispresecanom i pošumljenom terenu, tako da će ih neprijatelj teže uočiti i otkriti.

Vezane letelice

Bespilotni helikopteri izrađuju se od duraluminijuma i raznih kompozitnih materijala, kao što su ugljoplastične mase, plastične mase ojačane staklenim vlaknima, a u novije vreme neki delovi letelica rade se i od kevlar. Pošto ovi materijali preovlađuju u izradi letelica, one postaju radarski skoro »nevidljive«.



Sl. 1 Delimičan presek vezanog bespilotnog helikoptera:

1 — motor, 2 — noseća elisa, 3 — okvir, 4 — autopilot, 5 — otvor gasnih kormila, 6 — teretni prostor, 7 — konus za prizemljenje, 8 — kabl za vezu, 9 — oprema za izviđanje, 10 — blokovi aparature, 11 — rezervoar za gorivo

Prednost ovih letelica jeste što poleću i sleću vertikalno, a imaju elise kao pravi helikopteri, tako da mogu poleteti i sleteti sa vrlo malog prostora. Postoji više varijanti ovih bespilotnih letelica sa različitim pogonskim grupama. Letelice mogu biti sa električnim motorom, turbo-kompresionim motorom, inercijalnim motorom, odnosno sa klasičnim klipnim motorom. Motori dobijaju gorivo iz bočnog rezervoara na letelici ili sa zemlje preko kabla ili elas-

*) Prema podacima iz časopisa „Техника и вооружение“, 8/89.

tičnog cevovoda. Smatra se da ovakvi motori ostaju nevidljivi u IC sprektu i da imaju nizak nivo buke. Nakon uzletanja ove letelice-helikopteri dostižu visinu do 300 metara, a letelica se zadržava pomoću kabla — užeta preko kojeg se prenose komande upravljanja, odnosno vrši prijem izviđačke informacije. Prednost korišćenja kabla za prenos informacija ogleda se u tome što se postiže visoka zaštićenost od ometanja i mogućnost protivdejstva neprijatelja sredstvima za ometanje, čime se obezbeđuje tajnost izviđanja.

Upravljanje poletanjem bespilotnog helikoptera obavlja se u poluautomatskom režimu sa mogućnošću prelaska na ručno upravljanje letelicom. Bespilotni helikopter raspolaže specijalnim predajnicima postavljenim na njenom boku koji određuju njen prostorni položaj. Ovi podaci prenose se do zemlje, gde se obrađuju u računaru koji na osnovu ovih podataka izrađuje upravljačke signale za upravljanje letom letelice. Pored toga, operator može vizuelno da prati helikopter u vazduhu i njime upravlja sa pulta operatora tako što unosi određene podatke u računar. Ako dođe do otkazivanja sistema za upravljanje ili otkaza pogonske grupe, bespilotni helikopter vrši prinudno sletanje koristeći autorotaciju pogonske elise.

Videoinformacija koja stiže putem kamere sa boka bespilotnog helikoptera podvrgava se obradi radi sniženja nivoa šuma, povećanja kontrasta kako bi se dobila što jasnija slika snimanog objekta. Takođe, sistem poseduje poluautomatsko izviđanje na ekranu određenih tipova objekata koji su unapred zadati za snimanje. Proces izdvajanja sastoji se u tome da se vrši analiza dobijene slike i njeno upoređenje sa »slikom« određenog objekta ubačenom u memoriju računara IBM. Na taj način najbolje se dobija slika konture celog objekta (sredstva), odnosno pojedinih karakterističnih delova, kao što su: cev, gusenice, kupola, antene u vidljivom delu spektra i IC »slika« objekta koji snima. Računar IBM paralelno obrađuje

informacije, čime se dobija veoma velika brzina pri obradi, neophodna za obezbeđenje preciznog raspoznavanja snimanog objekta na ekranu.

Za transport bespilotnog helikoptera i pratećih sistema u koje ulazi aparatura za upravljanje letelicom, prijem, obradu, pamćenje i prenos informacija (računar, video i TV oprema) potrebna su dva vozila. Poletanje bespilotnog helikoptera obavlja se sa specijalnog vozila ili sa istog vozila gde se nalaze i prateći sistemi, u zavisnosti od veličine bespilotnog helikoptera. Celim sistemom upravljaju, obično, 2 do 4 operatora.

Jedna od prvih bespilotnih helikoptera konstruisan je u Francuskoj. Imala je masu čak 950 kg i dostizao visinu od 300 m. Sa ugrađenim radarom (RLS) na letelici omogućeno je da razlikuje vozila na rastojanju od 80 km. Kasnije su Francuzi uradili letelicu koja je bila znatno lakša, od 185 kg pri poletanju, a kao pogonsku grupu imala je elektromotor. Letelica je bila opremljena TV opremom. Kanada je uradila svoj bespilotni helikopter snabdeven sa dve koaksijalne elise, prečnika 1.35 metara, koje su pokretale dva elektromotora, ukupne snage 6 kW. Na letelici je postavljena TV oprema, mase 11 kg, za izviđanje i snimanje. U toku dana ova bespilotna letelica omogućavala je otkrivanje neprijateljevih oklopno-mehanizovanih sredstava na daljinama i preko 5 km.

Jedan od najperspektivnijih bespilotnih helikoptera napravljena je u Nemačkoj. Kod ove letelice na krajevima lopatica noseće elise nalaze se reaktivne mlaznice na koje se dovodi vazduh iz kompresora. Motor letelice je turbosovinski, snage 310 kW. Upravljanje položajem letelice u prostoru ostvaruje se pomoću elise u kojoj je predviđen mehanizam za promenu cikličnog koraka i specijalne reaktivne mlaznice montirane na kućištu. Letelica je opremljena dopler-radarom (RLS), koji može da otkrije ciljeve na daljinama

do 70 km. Sa korisnim opterećenjem od 140 kg ova bespilotna letelica se penje na visinu do 300 metara, a u vazduhu može da ostane 24 časa neprekidno. Kabl za vezu letelice sa sistemom na zemlji služi, ujedno, i kao cevovod za dovod goriva sa zemlje do letelice, a, pored toga, i kao linija veze preko koje se ostvaruje upravljanje letelicom i primjem izviđačkih informacija. Vreme za dovođenje letelice u borbenu gotovost iznosi oko 20 minuta.

Radovi na daljem usavršavanju vezanih bespilotnih helikoptera intenzivno se nastavljaju. Jedan od ciljeva daljeg usavršavanja je i poboljšanje mehaničkih karakteristika kabla za vezu letelice, tako što će se u njegovu konstrukciju ubaciti vlakna od kevlar, a za prenos informacija koristiće se vlaknasto-optički kablovi, čime će se povećati efikasnost iskorišćenja bespilotnih helikoptera.

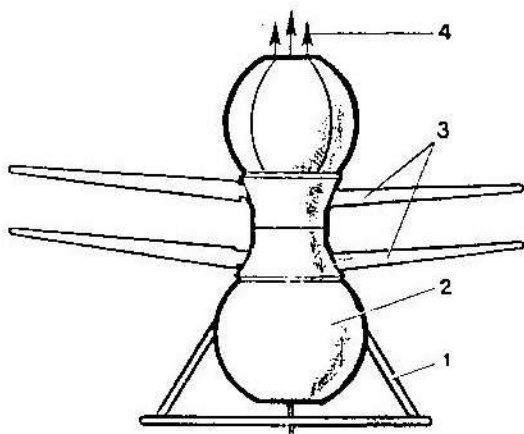
Teledirigovane letelice

Bespilotni helikopteri upravljani radio-vezom obavljaju iste funkcije kao i bespilotni helikopteri vezani kablom, ali, pored toga, mogu da prodru na teritoriju protivnika u dubinu do 50 kilometara. Osnovna prednost ovih letelica jeste da mogu da se približe vrlo blizu (na maloj visini) snimanom objektu i daju precizne informacije o njemu. Pored toga, ove letelice karakteriše smanjen nivo demaskirajućih elemenata (zaštićeni su) od IC zračenja, elektromagnetskih talasa, imaju nizak nivo buke i malu efektivnu površinu rasipanja (ЭИП) u radarskom snopu. Konstrukcija bespilotnih helikoptera je, po pravilu, simetrična, što otežava određivanje pravca njegovog leta (nema repnih stabilizatora).

Ceo sistem sastoji se od jednog vozila veće pokretljivosti sa koga kreće letelica, a sistem sadrži i navigacijske uređaje i uređaje za upravljanje letelicom, TV i video-uređaje za gledanje,

beleženje slike terena ili objekta koji letelica snima, računar za rešavanje navigacijskih zadataka, automatsko i polu-automatsko izdvajanje određenih objekata sa snimka pomoću računara (metodom poređenja unapred zadatih objekata) i određivanje njihovih koordinata, sredstva radio-veze za prenos podataka i druge neophodne uređaje. Celim sistemom upravljaju 2 do 3 operatora.

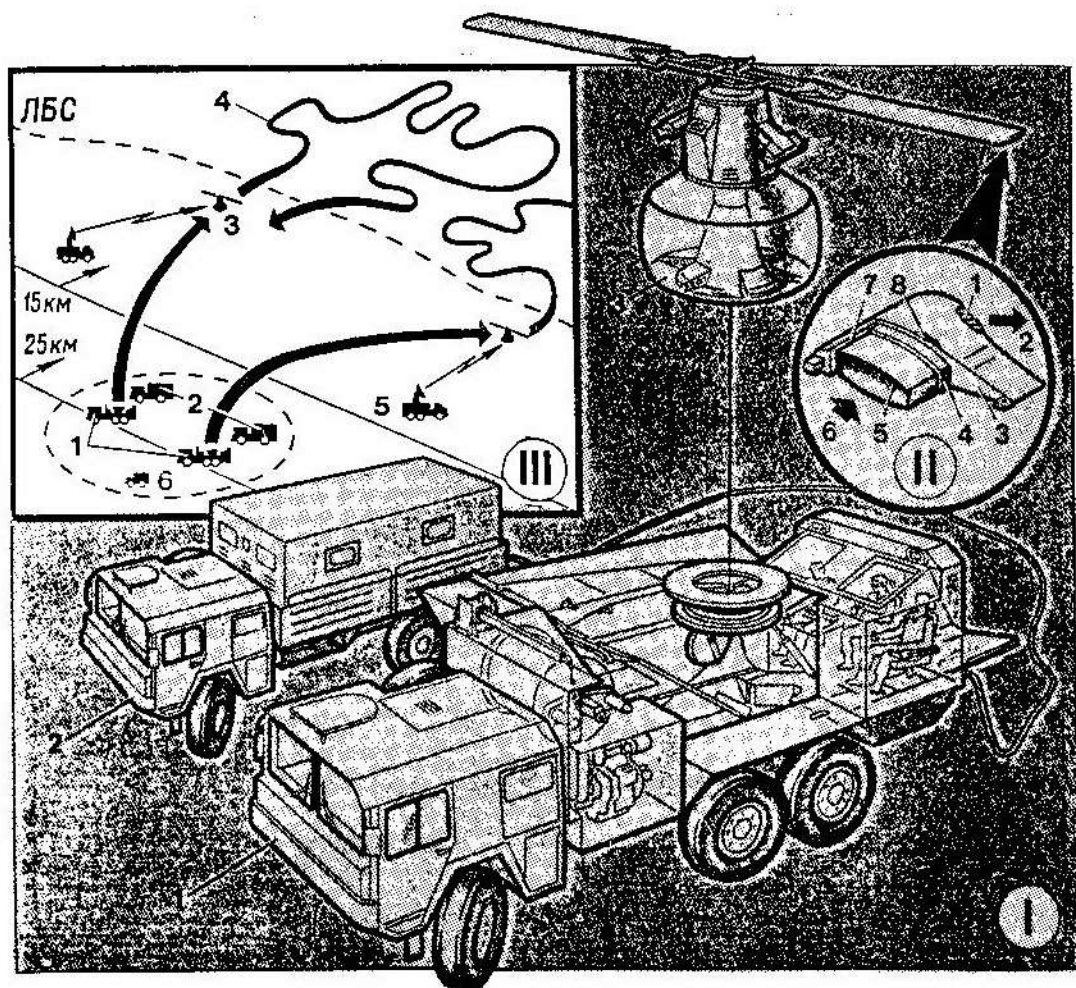
Letelica se pravi, uglavnom, od kompozitnih materijala, a, pored toga, premazuje se radioapsorcionim premazom radi zaštite od elektromagnetnih smetnji. Obično su u bespilotni helikopter ugrađeni jedan ili dva klipna motora, koji joj omogućavaju brzinu kretanja od 100 do 150 km/h.



Sl. 2 Spoljašnji izgled jednog bespilotnog helikoptera koji može da deluje kao vezana letelica pomoću kabla i kao teledirigovana letelica upravljana pomoću radioveze:

1 — platforma za sletanje, 2 — kućište letelice, 3 — elise sa suprotnim smerom okretanja, 4 — otvor za izlaz izduvnih gasova motora

Na letelicu je ugrađena televizijska kamera koja prenosi sliku u realnom vremenu pomoću radio-predajnika, a opremljena je i termovizijskom aparaturom koja pomaže da se pri noćnom snimanju raspoznaju objekti koji IC zrače. U novije vreme ove letelice su opremljene i najmodernijim kamerama koje rade pri maloj osvetljenosti, laser-



Sl. 3 Teledirigovane letelice

I — Startna pozicija za poletanje bespilotnog helikoptera:

1 — vozilo za lansiranje i prizemljenje letelice, 2 — stanica za poveru i snabdevanje električnom energijom, 3 — bespilotni helikopter koji se lansira

II — presek krajnjeg dela lopatice bespilotnog helikoptera:

1 — zaokretni mlaznik, 2 — pravac raketne struje, 3 — repić sa aluminijumskim agregatom, 4 — izolacija, 5 — gasovod, 6 — struja gorivnog gasa, 7 — remenjača, 8 — punjač (agregat)

III — Shema dejstva bespilotnih helikoptera:

1 — vozilo za lansiranje i prizemljenje, 2 — kontrolno-proverna stanica, 3 — bespilotni helikopter, 4 — putanja leta, 5 — stanica upravljanja, 6 — komandantsko vozilo

LBC — linija borbenog dodira sa protivnikom.

skim uređajima za označavanje ciljeva za obezbeđenje korekcije vatre vođenim artiljerijskim granatama, radarom, hemijskim predajnicima i sredstvima za zaštitu od ometanja.

Na bok letelice postavljeni su precizni navigacioni sistemi koji su upravljani pomoću mikroprocesora i omogućavaju korekciju putanje letelice na izviđanju na osnovu podataka koji se dobijaju od operatera sa zemlje u određenim vremenskim intervalima. Ovaj sistem omogućava poletanje i sletanje bespilotnog helikoptera. Princip rada sa nekoliko bespilotnih helikoptera, predviđenih za izviđanje bojišta i lasersko pronalaženje ciljeva, prikazan je na slici 3. Bespilotni helikopteri predaju informacije stanici za upravljanje projekcijom podataka na displej u realnom vremenu, a onda se te informacije automatski obrađuju pomoću računara.

Bespilotni helikopteri upravljani putem radio-veze imaju relativno male dimenzije i mase. Ovakva letelica koju su izradili Englezi imala je poletnu masu 35, kg, visinu trupa 0,86 m, prečnik trupa 0,66 m i prečnik noseće elise 1,52 m, dok je letelica napravljena u Kanadi imala poletnu masu od 154 kg, visinu i prečnik trupa 1,6 m i 0,6 m, a prečnik noseće elise 2,5 m. Na ovim letelicama primenjuju se simetrično postavljene koaksijalne elise, koje dozvoljavaju neprekidnu orijentaciju antenskog sistema helikoptera u pravcu stanice za upravljanje i obradu podataka na zemlji. Zahvaljujući modularnoj konstrukciji trupa letelice koriste se zamjenljivi blokovi određene aparature. Visina leta bespilotnih helikoptera je do 3000 metara, što dozvoljava izbor optimalne maršrute leta u zavisnosti od vremenskih uslova i dejstva sretstava PVO neprijatelja. Ove letelice mogu da deluju dvostruko i kao vezane pomoću kabla i kao teledirigovane — upravljane pomoću radio-veze.

U daljem razvoju ovog tipa letelice ide se na izradu linija za prenos informacija zaštićenih od ometanja, sa koriš-

ćenjem različitih vidova njenog kodiranja. Uporedo sa ovim poslom ispituje se kamera sa sistemom prednjeg pretraživanja velikih mogućnosti i televizijski sistem sa standardom od 1125 linija i više na monitoru, što će dati kvalitetniju sliku. Razmišlja se o uvođenju elemenata veštačke inteligencije (pete generacije računara) u sistem za upravljanje i obradu informacija, čime bi sistem bio potpuno automatizovan.

U principu, bespilotne letelice se isključivo koriste za izvršenje zadataka koji su rizični i opasni za pilote izviđačkih aviona. Uspešnom izvršavanju zadataka bespilotnih letelica doprinose njihove minijaturne dimenzije. Na nekoliko kilometara one se ne mogu videti, a pošto se izrađuju od kompozitnih materijala za radar su skoro nevidljive. Vrlo su precizne i mogu snimiti i najsitnije detalje na terenu ili nekom sredstvu. Bespilotni helikopteri, kako vezani kablom, tako i oni upravljani radio-vezom, imaju široku primenu, koriste se za:

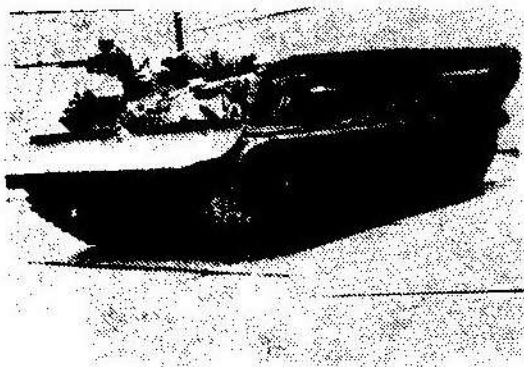
- izviđanje i osmatranje terena danju i noću;
- osmatranje morskog prostora za potrebe nosača aviona i helikoptera;
- obeležavanje ciljeva za artiljeriju;
- otkrivanje minskih polja;
- cilj (meta) za vežbu PVO;
- uništenje određenih ciljeva kao kamikaze;
- meteorološka merenja itd.

Ukupna iskustva sa bespilotnim letelicama su pozitivna. Osim navedenih dobrih osobina u osmatranju, izviđanju i drugim namenama one su vrlo jeftine, tako da su izdaci za njihovu proizvodnju i održavanje veoma mali. Sa porastom izviđačkih zadataka i dalje se radi na usavršavanju i razvoju sve savremenijih i složenijih bespilotnih letelica koje će ispuniti našu želju da saznamo šta radi naš protivnik i da nam pomogne pri izvršenju zadataka.

Ž. M.

Najnovije poljsko oklopno vozilo WZT-3 za izvlačenje oštećenih vozila*)

Od kako je T-72 postao osnovni borbeni tenk u zemljama-članicama bivšeg Varšavskog pakta ukazala se potreba za razvoj savremene varijante oklopnog vozila za opravke i izvlačenje oštećenih vozila koja bi se zasnivala na ovom tenku. Koristeći višegodišnje iskustvo poljskog KoV-a sa oklopnim vozilom za opravke i izvlačenje WZT-2, zasnovanog na tenku T-55, kao i tehničko iskustvo pri njegovom razvoju, stručnjaci poljskog istraživačkog i razvojnog centra za primenjenu mehaniku (OBRUM) razvili su novo oklopno vozilo za opravke i izvlačenje oštećenih vozila WZT-3, zasnovanog na tenku T-72. U toku je njegova proizvodnja (od 1989. godine) (sl. 1). Zadržana je opšta



Sl. 1 Poljsko oklopno vozilo WZT-3

konfiguracija ranije varijante tenka T-55, ali su primenjena dostignuća savremene proizvodne tehnologije, hidrauličkog pogona, optronike i daljinskog upravljanja. Ovo vozilo za opravke i izvlačenje znatno je bolje od ranijeg, zahvaljujući boljim performansama kranova, dozerskih noževa i čekrka, zajedno sa najnovijom konstrukcijom šasije vozila (sl. 2).

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 12/1919.

Neki novi konstruktivni principi primenjeni su kod mnogih hidrauličkih, električnih i mehaničkih podsistema sa integriranim servokomandama, smanjen je broj spojeva sa ostatkom vozila.



Sl. 2 Korišćenje buldozerskog noža za stabilizaciju vozila za vreme rada sa kranom

Upotrebljeni su i hidraulički blokatori oslanjanja vozila radi: poboljšanja stabilnosti vozila pri podizanju tereta, kao i za povećanje efikasnosti rada pri skidanju sloja zemlje buldožerskom opremom.

Preduzete su mere za smanjivanje prostora u vozilu za uređaje, sredstva za vezu i opremu i nišane. Nivo oklopne zaštite sveden je na minimum.

Naprezanje posade pri radu takođe je svedeno na minimum korišćenjem hidrauličkih pogona i komandi. Radni pritisak ograničen je 20 MPa, na primer, a glavni čekrk pokreće se mehanički sa hidrauličkim upravljanjem brzinom kada je pod teretom.

Specifična uloga vozila u zadacima podrške

WZT-3 je brzo vozilo na gusenicama, namenjeno za podršku vojnih operacija na savremenom bojištu, a posebno jedinica naoružanih tenkovima T-72 i T-55 ili njihovim varijantama. Ovo vozilo je višenamensko i može da obavlja sledeće zadatke:

- radove koje obavljaju pionirske jedinice;
- izvlačenje neispravnih vozila i njihovo tegljenje (kao tegljač);
- servisiranje i opravke vozila;
- zemljane radove;
- podizanje i maipulisanje (pomoću kрана).

Hodne karakteristike vozila WZT-3 su slične pokretljivosti tenka T-72, pa mu to omogućuje da obezbedi neposrednu podršku oklopnim jedinicama na bojištu. Osnovni zadaci vozila WZT-3 su tehničko izviđanje, uključujući traganje za zemljištem kontaminiranim hemijski i radiološki, kao i izvlačenje vozila na točkovima i gusenicama. Tome doprinosi i sposobnost vozila da podiže teške terete i raščićava zapreke. Vozilo je, takođe, pogodno za izviđanje mesta za prelaz preko vodenih prepreka i za savlađivanje prepreka u dubokoj vodi. Savlađivanje dubokih gazova omogućeno je sopstvenim sistemom šnorkela. Pored toga, vozilo WZT-3 može se koristiti i za ukazivanje prve pomoći članovima posada drugih vozila i za evakuaciju ranjenika do sanitetskih stanica.

Oprema vozila WZT-3

Vozilo WZT-3 opremljeno je prednjim glavnim čekrkom (vitlom) sa oko 200 m čeličnog kabla. Postoje dve debljine kabla: sadašnji kabl prečnika 28,5 sa silom od 280 kN i novi kabl prečnika 29,5 mm sa silom od 300 kN i ove brojke važe za ceo opseg radne brzine. Po-

moću koturača ova vučna sila može se povećati do 900 kN, a razmotavanje kabla vrši se pomoću hidrauličkog pogona ili, alternativno, pomoću pomoćnog vitla. Ovo pomoćno vitlo smešteno je u samom vozilu između sedišta komandira vozila i vozača, ima čelični kabl dužine 400 m i vučnu silu od 20 kN, dok sa koturačama ta sila povećava na 40 kN.

Dvosegmentni kran postavljen je sa leve strane vozila (sl. 2 i 3), a pri sklopljenom položaju okrenut je nazad. Ima snagu podizanja do 150 kN, tako da može da podigne kupole tenkova T-72 i T-55. Tereti do 3,5 t mogu se prevoziti na platformi koja je smeštena iznad odeljenja transmisije i glavnog vitla. U te terete spada sklop motora. Dodatna stabilnost vozila pri podizanju tereta pomoću kрана obezbeđuje se pomoću višenamenskog buldozerskog noža, kao i pomoću blokiranja sistema oslanjanja vozila na prvom i poslednjem potpornom točku sa obe strane.

Od alata vozilo je opremljeno kompletnom opremom za gasno zavarivanje i rezanje, kao i izvorom naizmenične struje od 220 V za električne alate i osvetljenje. Takođe u vozilu postoje kompletne garniture za servisiranje i opravke tenkova T-72 i T-55, kao i alati za vozila na točkovima. U zadnji deo vozila mogu se postaviti nosila i komplet sanitetske opreme.

Za samoodbranu vozilo ima bacače dimnih bombi koji mogu da postave dimnu zavesu širine 450 m na daljinu od 30 m od vozila, kao i ugrađen mitraljez 12,7 mm na kupoli komandira. Na zadnjem delu vozila mogu se postaviti dodatni rezervoari za gorivo.

Konstrukcija unutrašnjosti vozila WZT-3

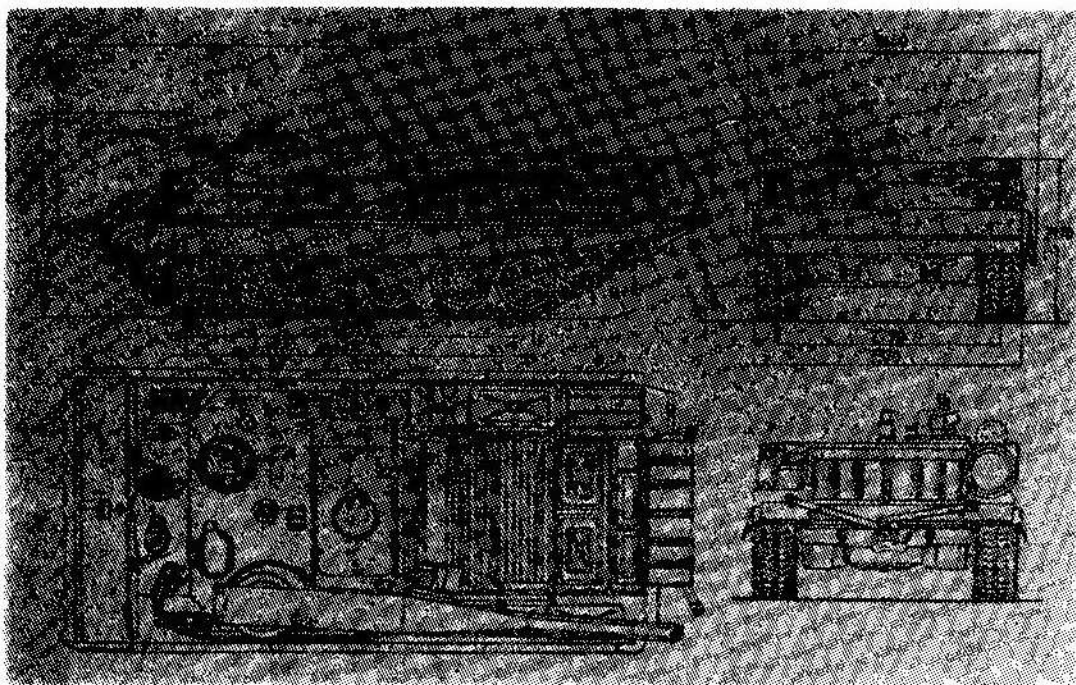
Unutrašnjost vozila podeljena je u tri odeljenja. U odeljenju za posadu smešteni su: komandir vozila (u pred-

njem desnom delu) i vozač (u prednjem levom delu) dok mehaničar/tehničar i električar sede iza njih na dvosednoj klupi. Predviđena su još dva dodatna mesta. Teretno odeljenje smešteno je u sredini vozila i u njemu se nalaze rezervoari za gorivo (na podu) i prostor za smeštaj opreme ili jednog ranjenika koji se prevoze (sve pod oklopnom zaštitom) i još jedno sklapajuće sedište za četvoricu ljudi. U zadnjem delu vozila smešteno je transmisiono odeljenje i ono je veće nego kod standardnog tenka T-72, kako bi se u njemu mogao smestiti sklop glavnog vitla. Prednja odeljenja vozila odvojena su sklapajućom pregradom koja jednovremeno služi i kao naslon sedišta, dok je zadnje odeljenje stalno odvojeno nepokretnom pregradom. Odeljenje za posadu i teretno odeljenje zaštićeni su protivradijacionom oblogom.

Radno mesto vozača opremljeno je normalnim komandama vozila i potpunim kompletom komandi vitla i buldo-

zerskog noža. Komande buldozerskog noža smeštene su na levoj upravljačkoj poluzi, dok je komanda blokirana oslanjanja vozila na njenoj levoj strani. Komanda za pomoćno vitlo nalazi se sa desne strane vozača. Komandni mehanizam sistema za napajanje gorivom smešten je sa leve strane iza sedišta vozača, dok su komandne poluge glavnog vitla na desnoj strani. Vozač ima dva periskopa za posmatranje iz vozila.

Na svom radnom mestu komandir ima četiri periskopa i pasivni infracrveni dnevno-noćni nišan. Kutija za ispaljivanje bombi sa crvenim dimom smeštena je neposredno ispred radio-stanice R-173. Oprema za navigaciju vozila i održavanje veze, a komande za filtriranje i ventilaciju smešteni su sa desne strane komandira vozila. Vozilo WZT-3 ima sovjetski navigacijski sistem TNA-3 koji je uveden 1973. Sastoji se od dva pokazivača kompasa, uređaja za popravku geografske širine, merača pređenog puta, pretvarača električne



Sl. 3 Dimenzije oklopnog vozila WZT-3

struje i kalkulatora. Vozač može da uvodi promenljive parametre, kao što je stanje tla radi povećanja preciznosti, ali je potrebno da se ponovo podesi posle svakih nekoliko časova. Radio-oprema sastoji se od VHF predajnika R-173 sa pripadajućim prijemnikom R-173. Snaga radio-stanice je 30 W i ima efikasan domet od 20. km. Prednji rezervoari za gorivo smešteni su ispod komandirovog sedišta.

U odeljenju za posadu nalaze se akumulatori i grejač ispod klupe za sedenje. Oba mehaničara imaju svoje blokove za posmatranje iz vozila. U teretnom odeljenju smešten je sistem za filtriranje i ventilaciju i rezervoar hidrauličke tečnosti. Radni pritisak hidrauličkog sistema je ograničen na 20 MPa, što mu povećava radni vek i eliminiše potrebu za hlađenjem. Ugrađen je i rezervni sistem za hidraulički pogon, kako bi se u slučaju glavnog hidrauličkog pogona hidraulička oprema mogla prevesti u marševsko stanje. Iz taktičkih razloga glavnim vitlom se upravlja iz sopstvenog integralnog hidrauličkog sistema. Osnovni hidraulički sistem takođe upravlja, osim nožem buldozera, konzolom krana i pomoćnim vitlom, i mehanizmom za deblokiranje oslanjanja vozila.

Dimenzije vozila WZT-3 date su na slici 3.

P. M.

Električne transmisije za oklopna vozila u francuskoj*)

U Francuskoj je obnovljeno interesovanje za električne transmisije za oklopna vozila. Treba podsetiti da se prvi tenk sa električnom transmisijom pojavio baš u toj zemlji već 1916, pod nazivom ST. CHAMOND. Radove na proučavanju električne transmisije za oklopna vozila preuzela je ista francuska

firma (»GEC Alsthom«) koja je razvila i konstruisala električne vodove velikih brzina, poznate kao AGV.

Iskustvo sa električnom vučom šinskih vozila, kao i u drugim oblastima, osnova je za proučavanje korišćenja savremenih električnih transmisija za oklopna vozila. Radovi na ovom proučavanju počeli su još 1985, pa se već stiglo do detaljnijih konstrukcija električnih transmisija za oklopna vozila na gusenicama od 27 i 45 t, a skicirana je takva transmisija i za tenk od 60 t i oklopna vozila na točkovima od 2 i 30 t.

Firma »GES Alsthom« takođe učestvuje u oblasti primene električnih transmisija na moru, uključujući električni pogon torpeda. Pored toga, firma je preuzela odgovornost za održavanje električnih transmisija, firme ACES, oklopnih vozila na 4 točka protivavionskog raketnog sistema »CRITALE«. To su, za sada, jedina oklopna vozila sa električnom transmisijom u upotrebi, za koja je firma proizvela polovinu vučnih motora.

Transmisije za vozila na gusenicama

U toku proučavanja konstrukcije električne transmisije, u firmi »GEC Alsthom« iskrslalo je na videlo nekoliko pitanja o kojima se diskutovalo među stručnjacima. U nekim od prvih studija razmatrano je korišćenje homopolarnih motora, kako bi se rešio problem velike mase pogonskih sistema sa istosmernom strujom klasičnih motora sa kolektorom i četkicama. Ovaj zadnji motor predstavlja osnovu električne transmisije vozila raketnog sistema »CROTALE« koja su se pojavila u toku šezdesetih godina, a i eksperimentalnih oklopnih vozila na gusenicama »COBRA« koja su rađena u Belgiji u toku sedamdesetih i osamdesetih godina. Pogonski sistemi sa istosmernom strujom ovih vozila imaju preimućstvo u relativnoj jednostavnosti i niskoj ceni i još imaju pristalica. Međutim, sada se smatra da

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 1/1992.

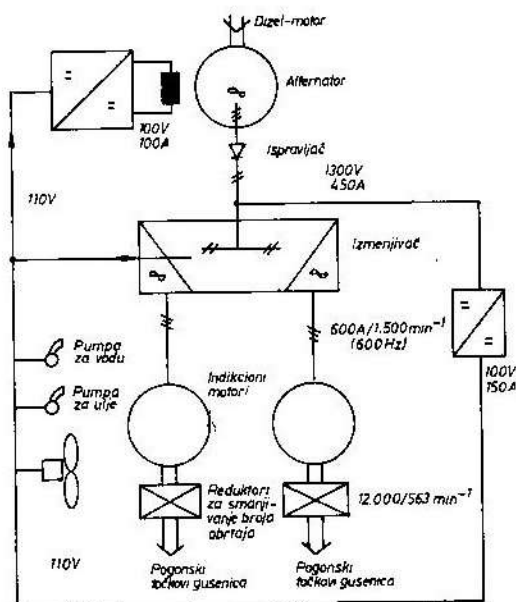
manje obećavaju nego drugi električni pogonski sistemi, zasnovani na idejama koje su savremenije od onih primenjenih u vozilima COBRA i CROTALE. To se posebno odnosi na ranije preimućstvo u nižoj ceni jednostavnih sistema na istosmernu struju i ima malo izgleda za smanjivanje njihove mase. Zbog toga je firma »GEC Alsthom« odlučila da ne koristi ovakav sistem električnog pogona i sistem istosmerne struje sa homopolarnim motorima, pa se koncentrisala na pogonske sisteme sa neizmeničnom strujom.

U prvo vreme očekivalo se da će se kod pogonskih sistema sa naizmeničnom strujom (AC) koristiti poluprovodnički ciklo-konvertori za promenu frekvencije, ali je ta ideja kasnije napuštena u korist DC-AC izmenjivača koji se sastoje od poluprovodnika i imaju ispravljenu struju alternatora koje pokreće motor. Takođe je napuštena ideja o korišćenju mehaničkog međuspoja između pogonskih točkova gusenica za prenošenje struje koja se stvara prilikom kočenja sa jedne gusenice na drugu. To je imalo svojih pristalica u Velikoj Britaniji i Nemačkoj, ali su za to potrebne elektromehaničke transmisije sa poprečnim vratilima. Time se povećava komplikovanost i dolaze do izražaja instalacione mogućnosti električnih transmisija gde električni motor treba povezati sa svakim pogonskim točkom.

Jednostavnost u odnosu na cenu

Što se tiče pogonskih sistema sa neizmeničnom strujom, misli se da bi kavezni indukcionni motori obezbedili najbolji kompromis između konfliktnih zahteva za malu masu i cenu, a da pritom bude jednostavan i robustan. Međutim, pogonski sistemi zasnovani na sinhronim motorima sa stalnim magnetima imaju preimućstvo u znatno manjoj masi. Međutim, oni su skuplji za proizvodnju, uglavnom zbog velike cene stalnih magneta.

Na sl. 1 šematski je prikazana jedina francuska studija električne transmisije.



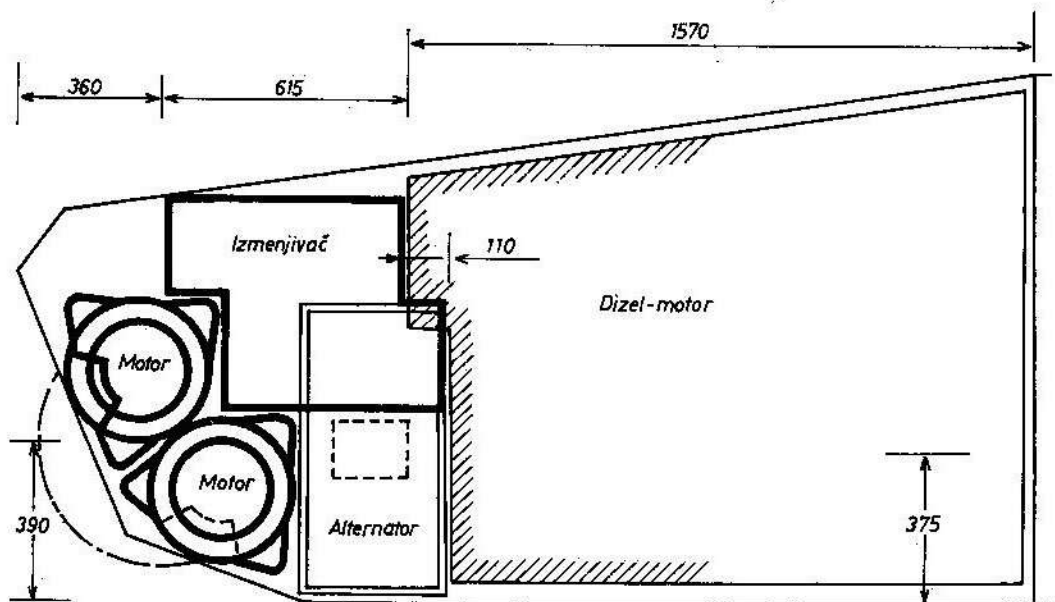
Sl. 1 Pojednostavljeni dijagram strujnih kola električne transmisije za oklopno vozilo na gusenicama

Za električnu transmisiju vozila na gusenicama od 27 t ispitivani su detalji konstrukcije. Ovo vozilo trebalo bi da ima dizel-motor od 600 kW koji bi okretao alternator sa ispravljačem i koji bi davao jednosmernu struju od 1.300 V u dva izmenjivača na svakom od dva motora koji su povezani sa pogonskim točkovima gusenica preko reduktora za smanjivanje brzine. U jednoj verziji transmisije motori su bili indukcionog tipa sa uljem hlađenim statorima i maksimalnim brojem obrtaja od 12.000 min⁻¹. Svaki motor bio je konstruisan za prosečnu snagu od 1,2 MW i maksimalnu od 2,3 MW.

Ocenjeno je da bi osnovna verzija transmisije sa indukcionim motorima trebalo da ima ukupnu masu od 1.600 kg, zajedno sa pomoćnim uređajima. To je poboljšanje kod druge verzije koja ima sinhronne motore sa stalnim sama-

rijum-kobaltnim stalnim magnetima. Imaju isti maksimalni broj obrtaja od 12.000 min^{-1} , kao i indukcionni motori ali sa upola manjom masom. Kao rezultat ovih i drugih izmena druga verzija transmisije imaće masu od 1.194 kg, zbog čega će biti konkurentnija sadašnjim hidromehaničkim transmisijama.

U oba slučaja tu je uključena upotreba posebnog motora za svaki točak, međutim, nasuprot eksperimentalnim vozilima sa više točkova, izrađenih u Nemačkoj i SAD poslednjih godina, motori transmisije, namenjeni vozilu 8×8 od 30 t nisu ugrađeni u točkove. Umesto toga, oni su smešteni u telu vozila



Sl. 2 Presek električne transmisije prednjeg dela vozila na gusenicama

Saglasno studijama transmisije za vozilo od 27 t (sl. 2), ispitivana je još jedna studija za vozilo na gusenicama od 45 t za KoV Francuske sa sinhronim motorima sa stalnim magnetima. Tako je urađeno i u preliminarnom projektu transmisije za tenk od 60 t savetodavno industrijsku grupu NATO.

Električne transmisije za vozila na točkovima

Studije konstrukcije električne transmisije za dva oklopna vozila na točkovima za KoV Francuske, koje radi »GEC Alsthom« dovela su do opštih zaključaka u pogledu relativnih vrednosti različitih tipova električnih pogona.

i pokreću točkove preko niza zupčanika u podužnim vođicama (trailing arms) na čijim krajevima su postavljeni točkovi, kao što je to slučaj kod nekoliko oklopnih automobila »PANHARD«, AMX 10RC i novom južnoafričkom vozilu 8×8 »ROOIKAT«.

Motor se ugrađuje u telo vozila jer se time omogućuje njegova integracija sa pripadajućim električnim komandama i na taj način sklapanje u kompaktne zaptivene sklopove sa najmanje spoljašnjih električnih spojeva i spojeva za tečnost za hlađenje. Takođe se smanjuje osetljivost na oštećenje, a i neovešena masa vozila se neznatno povećava.

Drugi projekt odnosi se na borbeno vozilo koje se može prevoziti vazdušnim putem VCA (Vehicle de Combat Aeroporté). To je vrlo lako oklopno vozilo 4×4, koje se može prevoziti helikopterima, a masa mu je samo 2 t. Pokreće ga motor od 50 kW. Da bi masa transmisije bila što manja, njegovi sinhroni motori sa stalnim magnetima ugrađeni su u točkovima. Time je i broj mehaničkih delova i smanjen na minimum. Zbog toga se procenjuje da je masa cele transmisije vozila VCA oko 96 kg.

Druga interesantna karakteristika transmisije VCA jeste korišćenje jednog izmenjivača na svaki par točkova (prednjih i zadnjih) umesto posebnih izmenjivača za svaki točak kao što je slučaj kod drugih vozila na točkovima sa električnim transmisijama. Time se smanjuje ukupni broj izmenjivača sa četiri na dva, pa se smanjuje na najmanju meru potrebni prostor za njihovu ugradnju, što je još uvek veliki problem kod električnih transmisija AC-DC-AC.

U međuvremenu, KoV Francuske je odlučio da ne nastavi razvoj vozila VCA, uglavnom zbog toga što ne bi bilo ekonomično zbog relativno malog broja potrebnih vozila. Električna transmisija, namenjena za ovo vozilo, nije zbog toga ni rađena a ni transmisije za bilo koje drugo vozilo.

Međutim, firma »GEC Alsthom« nastavlja da radi na električnim transmisijama za ostale primene. Tu spada razvoj lakih motora sa stalnim magnetima sa stalnom snagom od 200 kW i 450 kW, čija bi masa bila 75 kg, odnosno 120 kg. Oba su namenjena, u prvom redu, za torpeda sa električnim pogonom. Kada budu razvijeni predstavljaju osnovu za nove i lake električne transmisije za oklopna vozila, koja se mogu već gotove nabaviti iz trgovačke mreže.

Čuvanje vojne tehnike u pokrivačima metodom potpune hermetizacije*)

Opšte je poznato da Sovjetska armija ima na hiljade tenkova i oklopnih transportera. Postavlja se pitanje na koji način se može čuvati ovaj veliki broj sredstava kada se ona neće upotrebljavati određeni vremenski period. Da bi se ova sredstva zaštitila od vlage, korozije, nečistoće i drugih spoljnih uticaja primenjuje se delimična i potpuna hermetizacija.

Do sada se, uglavnom, za čuvanje oklopnih sredstava i naoružanja na njima koristila delimična hermetizacija. Postupak delimične hermetizacije ima niz nedostataka, od kojih je glavni da oko 70% vlage koja dospeva u sredstva u procesu čuvanja ne dopire kroz hermetične materijale (polietilenske ploče, PVC materijale, tkanine TT, i dr.), već kroz elemente kućišta i kupolu sredstva. Vлага obično prodire kroz loše zavarene varove ili mikropukotine varova oklopa, zbog nehermetičnosti raznih otvora na sredstvima, kroz poklopce kućišta i kupole, elemente hodnog dela, zaptivke i pri promenama temperature zbog različitih temperaturnih koeficijenata širenja materijala. Pored toga, pri delimičnoj hermetizaciji može doći do oštećenja na mestima lepljenja, odnosno prišivanja hermetizirajućih materijala. Ovi nedostaci su uzrok smanjenja hermetizacije sredstava ratne tehnike i dovode do toga da mora češće da se menja silikogel. U procesu održavanja vojne tehnike to predstavlja dodatne troškove i ujedno smanjuje sigurnost zaštite vojne tehnike.

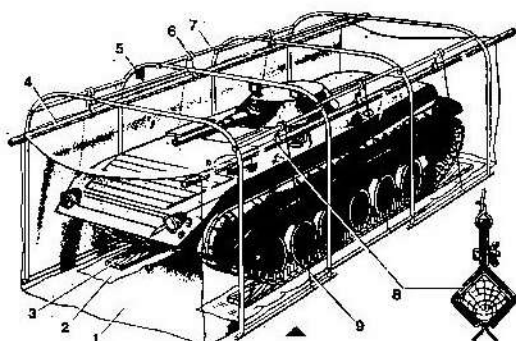
U novije vreme, za čuvanje sredstava ratne tehnike (tenkova i oklopnih transportera) Sovjeti primenjuju potpunu hermetizaciju pomoću pokrivača od različitih materija, gde se ovaj način zaštite u praksi pokazao kao odlično rešenje. Pri potpunoj hermetizaciji znat-

P. M.

*) Prema podacima iz časopisa „Техника и вооружение“, 8/89.

no se smanjuje mogućnost prodiranja vlage u sredstva ratne tehnike i drugih agresivnih faktora okoline kroz nehermetične otvore, poklopce i zaptivke. Radove na potpunoj hermetizaciji moguće je izvoditi u toku cele godine, nezavisno od vremenskih uslova, jer se ne primenjuje lepak, premazivanje slojem ZZK i drugim materijalima za hermetizaciju. Potpunom hermetizacijom bitno se smanjuju troškovi na održavanju vojne tehnike.

Potpuna hermetizacija je po obimu i redosledu izvođenja identična delimičnoj hermetizaciji oklopnih sredstava. Za postavljanje sredstava u pokrivač koristi se prenosni ram (skelet) koji je vrlo lako izraditi u radionici svakog voj-

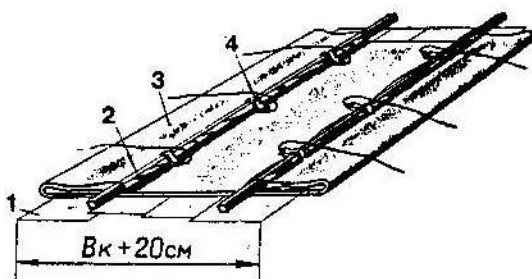


Sl. 1 Ram pokrivača i način njegovog postavljanja na sredstvo:

1 — pokrivač, 2 — folija PV, 3 — daske-ležišta, 4 — drvene gredice, 5 — lučni nosač, 6 — točkić, 7 — poprečni nosač, 8 — stezač, 9 — konopac

nog objekta (kasarne). Dimenzije rama određuju se prema osnovnim dimenzijama sredstava koje želimo da zaštitimo hermetizacijom, s tim da se dužina rama mora povećati za 10—15 cm, širina za 40—50 cm i visina za 10 cm. U komplet konstrukcije rama spadaju lučni nosač za držanje gornjeg dela pokrivača u oвеšenom stanju, šipke za spajanje, točkići, stezači sa konopcima i dve drvene gredice, preseka 40×40 cm, za držanje pokrivača iznad sredstava (sl. 1).

Postupak hermetizacije oklopnih sredstava vojne tehnike odvija se sledećim redosledom: prvo se na mesto gde će stajati sredstvo prostre jedan sloj hartije PV i na nju se smešta pokrivač. Sa donje strane pokrivača provlače se dve drvene gredice (sl. 2). Zatim se sa stavlja prenosni ram od elemenata napravljenih u radionici. Kada je ram sa stavljen, postavlja se na mesto gde će sredstvo stajati odnosno gde smo već postavili pokrivač sa gredicama. Točkići na ramu (6. sl. 1) postavljaju se na sredinu veze lučnog nosača (5) i poprečnog nosača (7). Na drvene gredice (4), zajedno sa pokrivačem, postavljaju se po tri stezača (8) sa svake strane, tako da budu u osi sa točkićima rama. Na stezače se privezuju konopci i prebacuju preko točkića. Zatežući istovremeno sve konopce, podiže se gornji deo pokrivača na visinu koja omogućava da sredstvo uđe ispod pokrivača. Nakon toga, kanape treba privezati za donje spojeve lukova i šipke. Posebno treba obratiti pažnju da provodnik struje predajnika pribora PKB-2, koji je montiran u pokrivaču, bude u nivou otvora vozača tenka i da se pri instaliranju nalazi u slobodnom stanju.



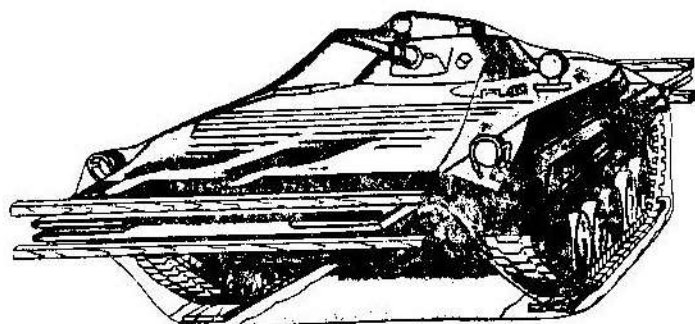
Sl. 2 Način pakovanja pokrivača:

1 — folija PV, 2 — drveni stezač, 3 — pokrivač, 4 — stezač, Bk—širina traga gusenica ili točkova sredstva

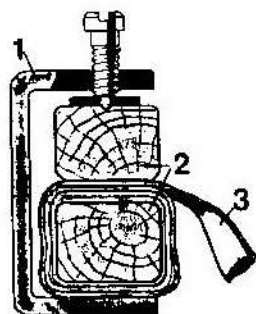
Da bi sredstvo mogli da postavimo ispod rama sa pokrivačem, potrebno je da na unutrašnju površinu pokrivača postavimo jedan sloj folije i na nju postavimo daske-ležišta (3) na koje će

sredstvo naići gusenicama ili točkovima. Pre nego što se sredstvo uveze ispod rama sa pokrivačem, na izduvnu cev mora se navući štiti koji odvodi struju izduvnih gasova iz sredstva nadole.

Kada se sredstvo postavi na daske-ležišta ispod rama, pristupa se konzervaciji motora i drugih sastavnih delova prema uputstvu za eksploataciju sredstva, a obavezno se skidaju i akumulatorske baterije iz sredstva. Postavljaju se kese sa silikagelom i predajnik pribora PKB-2. Zatvaraju se svi otvori i poklopci na celom sredstvu. Kada su ove operacije završene, pomoću kanapa se spušta gornji deo pokrivača na sredstvo, skidaju se stezači, izvuku se drvene gređice i ukloni ram za držanje pokrivača. Nakon toga, pomoću stezača koji se sastoji od dve drvene letve i četiri ili pet metalnih stega, vrši se hermetizacija čeonih strana pokrivača. Pri ovoj operaciji potrebno je složiti njihove krajeve (sl. 3) i svaki okrenuti tri puta oko jedne letve i tako ih pritisnuti uz drugu letvu. Na jednakim rastojanjima letve se celom dužinom zategnu stezačima.



Sl. 3 — Sklapanje i pritezanje delova pokrivača
1 — stega, 2 — letva, 3 — pokrivač



Radovi na održavanju i kontroli hermetizovanih sredstava vrše se periodično i u obimu koji je propisan u uputstvu za čuvanje oklopnih sredstava (BTVT). Periodično se vrši provera stanja materijala pokrivača odnosno kontroliše se relativna vlažnost vazduha u sredstvu i, po potrebi, menja se navlaženi silikagel.

Kada sredstvo želimo da koristimo, postupak dehermetizacije je obrnut. Prvo se uklanjaju stezači sa čeonih delova pokrivača, ponovo se namontira ram i postavi iznad sredstva. Pomoću konopca podigne se gornji deo pokrivača i učvrsti vezivanjem za donji deo rama. Sredstvo se dekonzervira; posle pripreme uključuje se motor i sredstvo izvozi iz pokrivača (sl. 1). Ukoliko je potrebno, koristi se grejač Webasto za startovanje motora. Pored toga, pod izduvnu cev na pokrivač treba postaviti dva sloja azbesta, dimenzija 50×50 cm, kako se od toplote izduvnih gasova nebi ošteti sloj pokrivača.

Ako nema vremena za dehermetizaciju sredstva, ram na kojem stoji pokrivač ne postavlja se iznad sredstva, već se po skidanju stezača seče jedna strana pokrivača (obično duž zavarenog šava) i on se skida sa sredstva. Izvlači se predajnik pribora PKB-2 zajedno sa strujnim provodnikom i izbacuju se kese sa silikagelom. Instaliraju se akumulatorske baterije i motor sredstva se pokreće.

Metod potpune hermetizacije sredstva ratne tehnike primenjuje se široko u armiji sada već bivšeg SSSR-a (ZND) i pokazao se kao odlično rešenje koje daje dobre rezultate pri čuvanju konzerviranih tenkova i oklopnih transportera. Metoda je relativno jednostavna, lako primenjiva i jeftina.

Z. M.

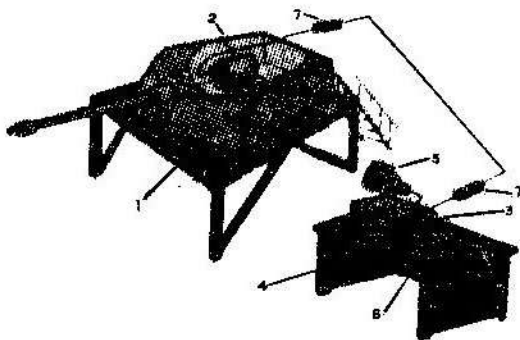
Trenažni komplet s mikroelektronskim računarom*)

U poslednje vreme, usavršavanje tenkova i borbenih vozila pešadije (BVP) je, u znatnoj meri, povezano s njihovim zasićenjem savremenim uređajima i automatizovanim sistemima. Potpuno iskorišćenje svih mogućnosti borbenih vozila zavisi od pravilnosti njihove upotrebe, što traži visok nivo pripreme ličnog sastava. Radi obezbeđenja procesa usvajanja nove tehnike izrađeni su različiti trenažeri koji omogućavaju navikavanje na određene postupke bez utroška motočasnova borbenih vozila. Isto tako, na savremenom nivou obuke, radi pametnog izbora režima rada, koji obezbeđuje maksimalnu efikasnost pametnog izbora režima rada, koji obezbeđuje maksimalnu efikasnost primene oružja pri delimičnom otkazu elemenata, traži se, takođe, dublje izučavanje sistema za upravljanje vatrom (SUV).

Na katedri za elektroopremu i automatiku Vojne akademije oklopnih jedinica razvijen je trenažni komplet (sl. 1), koji omogućava aktiviranje nastavnog procesa, povećanje intenziteta nastave i samostalne pripreme, a objektivno ocenjivanje rezultata rada obučavanih kandidata. Izrađen je na bazi školsko-funkcionalnog stenda UDS-72, uvedenog centralizovano u sovjetsku armiju i elektronskog računara tipa UKNC-MS-0511. U sastav trenažnog kompleta ulazi trenažer UDS-72, elektronski računar (ER) »elektronika« MS-0511, crno-beli i kolor monitori, disk jedinica sa magnetnim diskovima HGMD-6022, štampač D-100 i interfejs.

Dorada školsko-funkcionalnog stenda sastojala se u dokompletiranju sa interfejsom i kolor monitorom, koji omogućava nišandžiji grafičku i tekstualnu informaciju od ER, koristi se u formacijskoj kompletaciji, koja pruža mogućnost da se izuči sastav i princip rada

sistema za upravljanje vatrom tenka T-72, a i privikavanje obučavanih kandidata na određene navike.

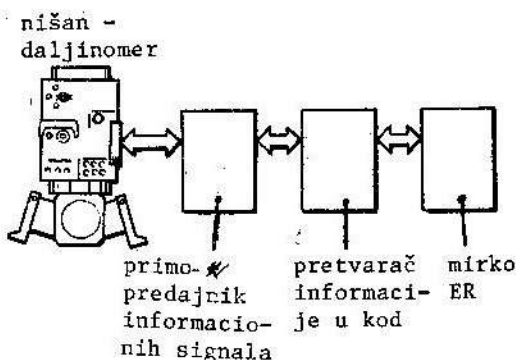


Sl. 1 Trenažni komplet
UNKC-MS-0511-T-72:

1 — stend-trenažer tenka T-72, 2 — kolor monitor »elektronika 32« VTC 201, 3 — disk jedinica NGMD 6022, 4 — deo nastavne učionice, 5 — crno-beli monitor, 6 — štampač D100, 7 — interfejs

»Elektronika« MS-0511 s perifernim uređajima povezana je serijskom vezom preko interfejsa, koji konstruktivno sadrži dve štampane ploče, a sastoji se od primopredajnika signala i pretvara informacije u kod.

U principu, dati uređaj omogućava analiziranje stanja određene količine (do 256) komutacionih čvorišta stenda i predaju podataka na ulazno-izlazna vrata mikroracunara. Delimično, svi upravljački organi tenka T-72 s mesta nišan-



Sl. 2 Strukturna šema interfejsa

*) Prema podacima iz časopisa „Техника и вооружение“, broj 10/91.

džije povezani su preko interfejsa s mikroračunarom, što obezbeđuje obradu signala, koji dolaze na njega s UDS-72, njihovu analizu i upravljanje radnjama operatora u slučaju dozvoljenih odgovarajućih grešaka s njegove strane.

Na sl. 2 predstavljena je magistralna veza nišanske sprave — daljinomera TPD-K1 s elektronskim računarom (ER) MS-0511.

Naponski signali +27 V jednosmerne struje dovode se preko prekidača za uključivanje (POGON, ODKOČ, D, itd.) i aktiviraju hermetizovani relej RES-49 razmešten na ploči primopredajnika. Kontakti aktiviranog releja vrše komutaciju magistralnih kanala ploče pretvarača podataka u kod. Na poslednjoj ploči nalazi se dvostrani baf, koji upravlja usmerenom predajom informacija.

Pri poklapanju adresa, koje su postavile ER i uključeni upravljački organi, dolazi do predaje na kolor monitor nišandžije odgovaračkih signala s ER, koji je, rukovodeći se programski zadatom komandom, izvršava prema odgovarajućem protokolu.

Trenažni komplet koristi se i za izvođenje grupnih, samostalnih vežbi predviđen je za rad u nekoliko režima.

Cilj jedne od predviđenih je izučavanje sastava, rada, uzajamnog rada elemenata i redosleda uključivanja sistema za upravljanje vatrom tenka T-72 u različitim uslovima primene.

Pri tome se na kolor monitoru, programski, pomoću grafičkog paketa ER, »crta« prednja ploča nišana — daljinomera TPD-K1 sa svim upravljačkim organima, pri čemu se postavljenje svakog od njih u uključeno stanje prenosi po kanalu interfejsa na ER, i prema ovim signalima na ekranu dolazi do dinamičke promene položaja upravljačkih organa, to jest »žive slike«, koja predstavlja sve radnje operatora.

Osim toga, u specijalno izdvojenom informacionom prozoru operator dobija skraćene tekstualne podatke o jednim

ili drugim fizičkim procesima, koji se dešavaju u sistemu za upravljanje vatrom tenka, što omogućava onome ko se obučava, a ne poznaje sistem, da dobije, bez pomoći sa strane, sve neophodne informacije o specifičnosti konstrukcije i redosledu uključivanja. Treba konstatovati da obučavani kandidat nije ograničen ni komandama ER, ni vremenom, a može uključivati bilo koji upravljački organ s bilo kojim redosledom. Data etapa rađa se ponavlja u zatvorenom ciklusu i prekida se samo posle potpunog usvajanja nastavne materije.

Na drugoj etapi, čiji je cilj utvrđivanje dobijenih teoretskih znanja i sticanje navika, nišandžiji se za izvršavanje radnji postavljaju određena ograničenja. Kao prvo, on je dužan da prati komande ER. Na primer, treba uključiti sistem za upravljanje vatrom tenka u režim »stabilisanog praćenja«. Pri tome, pod redoslednim upravljačkim organom »potpisuje se« strelica pokazivač, koja usmerava radnju obučavanog. Kao drugo, pri nepoštovanju redosleda izvršavanja zadate operacije, u informacionom oknu pojavljuje se tekst »pogrešili ste«, i sve dotle dok ne bude uključen odgovarajući upravljački organ, neće doći do daljeg kretanja programa.

Na taj način, kod obučavanog se putem pokazivanja izgrađuju čvrste praktične navike. U protivnom, moguć je povratak radu u zatvorenom ciklusu do dobijanja očekivanog rezultata.

Cilj uspostavljenog režima kontrole jeste da se ocene radnje obučavanog kandidata, da se zapamte njegove greške. Na ovoj etapi nije prisutna pomoć u pokazivanju. U slučaju neuključivanja bilo kojeg organa upravljanja, u informacionom oknu pojaviće se komanda »prevedite SUV u početni položaj«, posle čega obučavani pristupa izvršavanju odgovarajućih operacija. Pamte se i očitavaju njegove greške za ceo ciklus rada, posle čega se njihov broj, ocena, prikazuju u tabeli na ekranu monitora. Ova se informacija kontroliše preko štampača, što omogućava nastavniku da oceni praktične navike obučava-

vanih kandidata, pruži uputstva za otklanjanje dozvoljenih grešaka. Na to se troši znatno manje vremena, nego pri obuci na formacijskoj tehnici.

Upotreba trenaznog kompleta na katedri pokazala je da on ima visoku informativnost i efikasnost. U poređenju s klasičnim metodom rada s tehničkom literaturom, vreme potrebno za usvajanje materije je 2—3 puta manje.

Takođe, visok je moralno-etički aspekt rada obučavanog kandidata na datom uređaju, kao i objektivnost dobijene ocene.

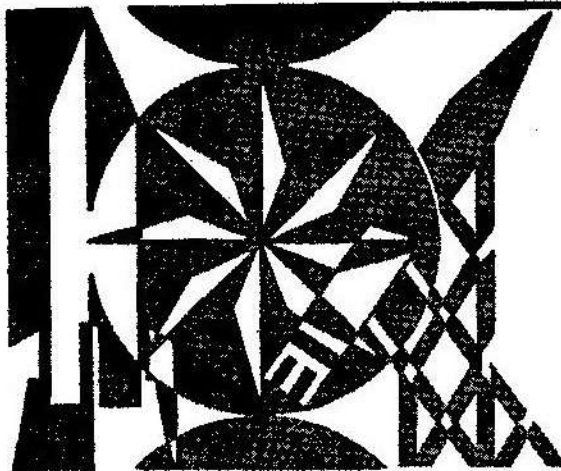
Mogućnosti kompeta nisu iscrpljene. Tako, uz pomoć razmotrene aparature i izrade novog programskog pake-

ta, mogu se izučavati nastavna materija i sticati iskustva za regulaciju sistema za upravljanje vatrom tenka i ocenjivati da li, u odnosu na efikasnost primene, obučavani kandidati pravilno biraju režim funkcionisanja sistema.

Pri tome predavač ima dopunsku mogućnost da daje polazne podatke o neispravnosti bilo kojeg elementa SUV.

Iskustvo je pokazalo da zahvaljujući ovom trenaznom kompletu obučavani kandidati, znatno brže usvajaju najslabiju materiju iz teorije automatske regulacije i metodike regulacije stabilizatora tenkovskog naoružanja.

L. B.



tehničke novosti i zanimljivosti

Automatska puška 7,62 mm »RK90« finske firme »SAKO«¹

Finska firma SAKO je za potrebe finske armije razvila novu automatsku pušku kalibra 7,62 mm RK90 kojom treba da se zameni ranija varijanta RK62. Nova puška je nastala poboljšanjem karakteristika varijante RK62. Za obe varijante predviđeno je korišćenje sovjetskog metka 7,62×39 mm. Za potrebe izvoza nova puška može da se preradi i za metak 5,56×45 mm.

Na odluku o izradi nove puške za sovjetski metak 7,62 mm uticala je okolnost što se u naoružanju finske armije već nalaze određene količine oružja i municije tog kalibra. Odluci je doprinela i ocena da sovjetskoj municiji, koja ima veću masu zrna, manje smeta gađanje na terenima prekrivenim rastinjem nego municija kalibra 5,56 mm.

Puška RK90 ima novu oblogu cevi, poboljšan rukohvat i preklapajući kundak izrađen kao kod belgijske puške FNC. Težište oružja je pomerenano unapred, a odskočni ugao se smanjuje

pomoću uređaja na ustima cevi, koji se koristi kao tromblon. Gađanje se vrši sa sklapajućih nožica sličnih kao kod automatskih pušaka firme COLT.

Puška je ispitana gađanjem u različitim uslovima (pored ostalog i na -50°C). Pri ispitivanju preciznosti na 100 m grupom od 10 metaka dobijeno je rasturanje pogodaka u krugu prečnika 50 mm. Firma LAPUA je za metak 7,62 mm razvila novo zrno sa čeličnim jezgrom oznake K413. Ovim zrnom se na 40 m probija oklop debljine 8 mm.

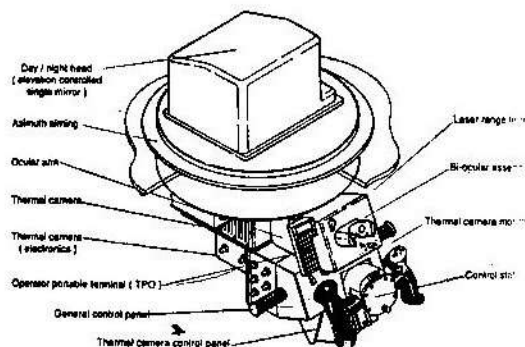
Francuski dnevno-noćni osmatrački artiljerijski uređaj »DANAOS«²

Francuska firma SAGEM konstruisala je osmatrački sistem DANAOS koji se može postaviti na laka ili teška vozila na točkovima ili gusenicama, tako da ona mogu da služe kao dnevna i noćna artiljerijska osmatračka vozila

¹ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1991, br. 3, str. 268.

² Prema podacima iz: KATALOG SATORY '93 str. 2-438.

visokih performansi. Ovaj sistem se sastoji od 3 osnovna dela: dnevno-noćnog panoramskog nišana sa daljinomerom (artiljerijski osmatrački teleskop LOA 20); navigatora NSM 20 i modula za prenošenje koordinata X, Y, Z tačaka koje se osmatraju.



Danju i noću sistem DANAOS obavlja autonomno sledeće funkcije:

- osmatranje bojišta,
- akviziciju ciljeva i
- transmisiju UTM koordinata ciljeva.

Performanse su sledeće: Elevacija danju i noću je od -20° do $+40^\circ$, a azimut je 360° . Uveličavanje danju je 2,5, a vidno polje 100 mrad i uveličavanje $\times 10$ a vidno polje 400 mrad. Noću je usko polje 46 mrad a široko polje 100 mrad. Telemetrijska preciznost je ± 7 m. Preciznost osmatranja po visini i pravcu je 0,4 mrad. Vreme početka rada radnacijske i termovizijske kamere — 10 minuta. Vreme za postavljanje uređaja na mesto i za određivanje koordinata cilja je trenutno. Preciznost određivanja severa je 1,6 mrad. Održavanje kursa je 1 mrad/h, a preciznost navigacije je $10 \text{ m} \pm 0,25\%$ pređenog rastojanja. Lokalizacija ciljeva je do 10000 m.

U toku je izrada prototipa.

Familija laserskih daljinomera »Tempo« francuske firme »CILAS«³

Francuska firma CILAS (La Compagnies Industrielle des Lasers) razvila je familiju modularnih laserskih daljinomera TEMPO nove generacije za upravljanje vatrom na kratkim i srednjim dometima, kao npr. iz tenka AMX LECLERC ili protivtenkovskog helikoptera GAZELLE/HOT.

Ovi daljinomeri imaju sledeće karakteristike: bezbedni su za ljudski vid i imaju prosečnu učestanost repetiranja 1 do 6 Hz kao i visoku rezoluciju (2,5 m) i kompaktnost.

Bezbednost za vid postignuta je pretvaranjem talasne dužine od 1,06 μm laserskog zraka koji emituju kristali Ni:YAG, pomoću efekta Raman, u talasnu dužinu 1,54 μm . Stariji modeli laserskih daljinomera opremljeni ovim kristalima, mogli su da izazovu oslepljivanje na kratkim odstojanjima ili da ozlede oko na većoj daljini.

Savremeni laserski daljinomer mora biti sposoban da emituje više laserskih impulsa u sekundi, što predstavlja poboljšano rešenje u odnosu na klasične, koji emituju samo jedan impuls u vremenu od 5 ili 10 sekundi. Diskriminacija (sposobnost otkrivanja) između dva cilja je 30 m. Područje merenja je 300 do 8000 m sa mogućom selekcijom od 8 telemetrijskih »prozora« širine minimum 50 m.

Kineski sistem za upravljanje vatrom »TYPE 313«⁴

Tokom prošle godine kineska armija primila je isporuke novog sistema za upravljanje vatrom TYPE 313. Na-

³ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMAMENT HERACLES INTERNATIONAL 1990, br. 92, str. 75.

⁴ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1991, br. 2, str. 168.

menjen je prvenstveno za upravljanje vatrom do 8 protivavionskih topova 37 mm TYPE 74, ali se može prilagoditi i za druge sisteme prema zahtevu korisnika.

Razvijen od sistema za upravljanje vatrom TYPE 311 (i TYPE 311B koji je prodat Tajlandu), u sistemu TYPE 313 su kombinovani X-band radar i TV praćenje sa laserskim daljinomerom.

Sa teoretskim maksimalnim dome-
tom od 35 km navodi se da je verovat-
noća otkrivanja radarskog cilja od 2 ili
više m² 90% na daljini do 25 km. Saz-
naje se da Kinezi prodaju sistem TYPE
313 po približnoj ceni od 800000 dola-
ra, što je znatno manje od 5 miliona do-
lara za neke zapadne sisteme. Već je
razvijen TYP 313A koji ima radar sa
frekventnim skakanjem, ali izgleda da
se trenutno ne koristi u kineskoj ar-
miji.

Uređaj za smanjenje otpora dna zrna⁵

— nemački patent —

Pronalazak se odnosi na smanjenje
otpora dna zrna sistemom visokog-nis-
kog pritiska sa punjenjem, koje stva-
ra gas, sa komorom sa reduktorom pri-
tiska i sa otvorom za izlaz gasa na dnu.

Kod poznatog sklopa za smanjenje
otpora dna zrna stvaraju se pod rela-
tivno visokim pritiskom gasovi sago-
revanja u komori. Oni napuštaju komo-
ru kroz mlaznicu kritičnim strujanjem.
Jedan deo usporava strujanje. Tada ga-
sovi odlaze veoma malom brzinom uz
površinu dna zrna. Takvi sklopovi su
smešteni jedan iza drugog, pa im je
zato potreban relativno veliki prostor.

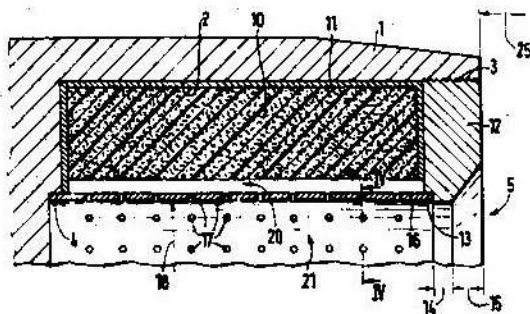
S druge strane se zna, da se radi
smanjenja otpora dna zrna punjenje
raspoređuje prstenasto u zadnjem delu

zrna i da se predviđa mlaznica na stra-
ni gde je dno zrna. Manu u ovom slu-
čaju je jak mlaz, koji izlazi iz mlaznice.
Na ovaj način se otpor dna smanjuje sa-
mo delimično.

Zadatak pronalaska je bio da se
sklop koji zahteva malo prostora i koji
jako smanjuje otpor dna pomoću sla-
bog mlaza gasa.

Zadatak je rešen na taj način, što
je punjenje 10 postavljeno prstenasto,
što kroz punjenje 10 prolazi aksijalno
cev sa puno mlaznica 17, 34 i što je cev
16 povezana sa zadnjim delom zrna ta-
ko, da tu mogu da izlaze gasovi sman-
jenog pritiska.

Velikim brojem mlaznica u cevi,
koja razgraničava prostor visokog pri-
tiska od prostora niskog pritiska, javlja
se uz zadnji deo zrna relativno slab
mlaz gasa. Za to je merodavno vrtlože-
nje pojedinačnih mlazova gasa u pros-
toru niskog pritiska na principu protiv-
strujanja. Donji pritisak je u predelu
dna zrna smanjen na minimum pomo-
ću slabog mlaza. Tome doprinosi i či-
njenica, što slab mlaz ima relativno ve-
lik prečnik strujanja.



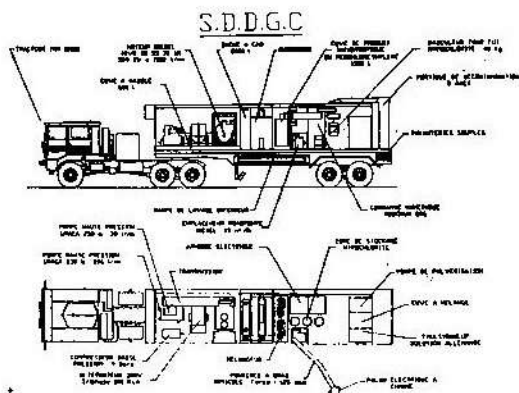
Na slici je prikazan zadnji deo ar-
tiljerijskog zrna 1, čiji ostali delovi ni-
su dati. To je ustvari komora 5 sa iseč-
kom 2, navojem 3 i isturenim delom 4.
U isečku 2 nalazi se punjenje 10, koje
proizvodi gas, sa slojem toplotne izola-
cije 11. Poklopac 12 zatvara punjenje
10. Poklopac 12 ima istureni deo 13, či-

⁵ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECH-
NIK 1990, br. 9, str. 681.

lindrični otvor 14 i levkasti deo 15. U odsečcima 4 i 13 nalazi se cev 16, koja ima mnogo mlaznica 17. Cev 16 odvaja u komori 5 područje visokog pritiska 20 od područja niskog pritiska 21. Unutrašnji prečnici cevi 16 i cilindričnog odsečka 14 su jednaki. Paljenje punjenja 10 vrši se u toku ubrzavanja zrna u cevi topa, koja nije prikazana. Vrući pogonski gasovi struje kroz mlaznice 17 i upale punjenje 10. Pad pritiska pogonskog gasa, do koga dolazi kada zrno napusti cev, ne utiče bitno na sagorevanje punjenja 10, jer mlaznice 17 svode na minimum varijacije pritiska u oblasti usta cevi.

Francuski sistem za NBH-dekontaminaciju vozila i opreme velikom brzinom »S.D.D.G.C.«⁶

Francuska firma RENAULT AUTOMATION DTAT konstruisala je sistem za brzu NHB-dekontaminaciju vozila S.D.D.G.C. (Systeme de Decontamination Differee a Grande Capacite) koji omogućuje brzu hemijsku i NBH-dekontaminaciju vozila i opreme.



Sistem je ugrađen na autonomnu prikolicu (20 t). Dekontaminacija je pot-

⁶ Prema podacima iz: KATALOG SATORY '90 str. 4-148.

puno kompjuterizovana i obavlja se pomoću pokretnog portala:

- pranje (voda + deterdžent),
- obrada (emulzija, koloid tiksotrop),
- pražnjenje + čekanje,
- ispiranje (voda).

Autonomija sistema omogućuje obradu do 20 vozila.

Rad obavlja posloga od 3 člana. Postavljanje uređaja traje 15 minuta, a dekontaminacija vozila tipa tenka traje 1,5 h. Postoji mogućnost dekontaminacije dela bojišta.

U toku je izrada makete.

Južnoafrička samohodna top-haubica 155 mm »G6«⁷

Južnoafrička firma ARMSCOR je, na bazi vučne varijante G5, razvila samohodnu top-haubicu 155 mm/45 kalibara, G6.



Top-haubica G6 realizovana je na oklopnoj šasiji sa 6 točkova i pneumaticima promenljivog pritiska kojima upravlja vozač u zavisnosti od terena.

⁷ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HÉRACLÉS INTERNATIONAL 1990, br. 52, str. 71.

Ukupna borbena masa je 46 t, a za pogon služi vazdušno hlađeni dizel-motor, smešten u prednjem delu oklopnog tela, snage 886 kW. Motor je spregnut sa automatskim ili mehaničkim menjačem sa 6 stepeni prenosa unapred i 2 unazad i sa razvodnikom pogona. Maksimalna brzina kretanja na putu iznosi 85 km/h (30 km/h na peščanom terenu), a autonomija kretanja 600 km. Vozilo poseduje sofisticirani sistem za zemaljsku navigaciju i traženje severa čime se skraćuje potrebno vreme reakcije i uprošćava procedura pripreme baterije za paljbu (spremnost za paljbu za 60 s i spremnost za polazak 30 s posle opaljenja poslednjeg metka).

Top-haubica 155 mm.45 kalibara sa poluautomatskim punjenjem ima polje dejstva od 80° po pravcu i -5° do +75° po visini. Za indirektno gađanje oruđe je snabdeveno optičkim nišanom, a za direktno gađanje sistemom za nišanje dan/noć sa laserskim daljinomerom. Ugrađen je i komandno-upravljački sistem koji daje različite parametre potrebne za izvršenje paljbe.

Brzina gađanja je 3 metka/minut za vreme od 15 minuta, sa kompletnom gamom municije, domet je 30 km za standardnu municiju i 39 km za municiju sa gasogeneratorom.

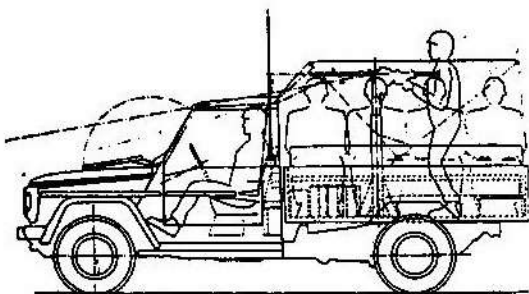
Pomoćno naoružanje je mitraljez 12,7 mm i 8 lansera dimnih granata kalibra 81 mm.

Francuski taktički kamionet 4×4 »PEUGEOT P4«⁸

Francuske firme AUTOMOBILES PEUGEOT i PANHARD ET LEVASSOR razvile su taktički kamionet 4×4 PEUGEOT P4 koji je namenjen za prevoz borbene grupe u operacionim uslovima. Snabdeven je sredstvima veze (24 V).

Tehničke karakteristike:

- korisni raspoloživi teret (kg) 1500
- mogućnost vuče: 1 minobač 120 mm ili automatski top 20 mm ili 0,5 t tereta
- posada (ljudi) — — — 2+8
- brzina (km/h) — — — 120



- autonomija kretanja (km) 600
- ukupna masa opterećenog vozila (kg) — — — — 3700
- dužina (m) — — — — 1,91
- visina sa teretom (m) — — — 2,64
- klirens (m) — — — — 0,30
- rastojanje između točkova (m) 3,120
- uspon (%) — — — — 50
- bočni nagib (‰) — — — — 30
- vodeni gaz (m) — — — — 0,50
- motor: PEUGEOT XD 3 turbodizel zapremine 2498 cm³, 4-cilindrični
- transmisija: menjačka kutija sa 4 stepena prenosa unapred sinhronizovana i s jednim stepenom prenosa unazad, razvodnik pogona PUCH sa 2 stepena prenosa sinhronizovana.

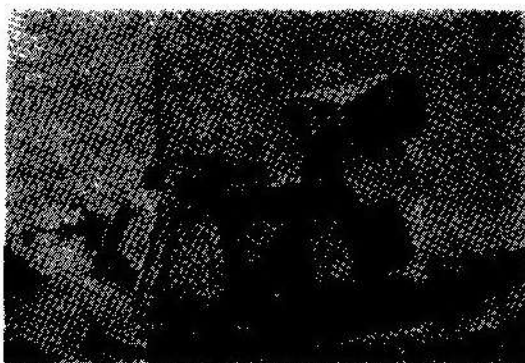
Vozilo je spremno za serijsku proizvodnju.

⁸ Prema podacima iz: KATALOG SATORY '86 str. 2-162.

Francuska kupola za osmatranje i intervencije⁹

Francuska firma CREUSOT-LOIRE INDUSTRIE razvila je kupolu namenjenu za ugradnju na laka oklopna vozila za osmatranje i intervencije.

Kupola omogućuje panoramsko osmatranje pomoću diaskopa, ili sa video kamerom, sa eventualnom registracijom i prenosom slike. U slučaju potrebe kupola omogućuje upotrebu različitog naoružanja smeštenog u vozilu (bacač granata, vodeni top, mitraljez itd.). U kupolu može takođe da se ugradi sistem za blisku odbranu tipa CREC kojim se rukuje iznutra. U kupolu je bez teškoća moguće ugraditi različito naoružanje potrebno za vreme intervencije.



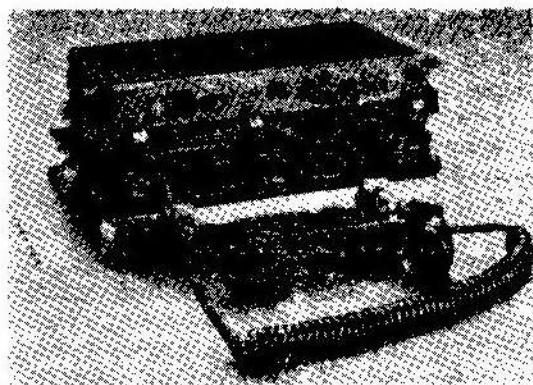
Osnovne tehničke karakteristike kupole

- pokretanje kupole — ručno 360° po pravcu
- osmatranje panoramsko vizuelno: diaskopom 360° po pravcu i -40° do +90° po visini
- osmatranje panoramsko video dan/noć:
 - sa kamerom i farom 360° po pravcu (rotacija nezavisna od kupole) i -15° +80° po visini

- sistem registracije video
- sistem prenosa slike na daljinu
- naoružanje:
 - bacač granata, vodeni top, mitraljez 7,62 mm, DREC itd.
 - gađanje iznutra, zaptivenost potpuna
 - gađanje spolja, zaštita vratima
- električno napajanje — pomoću rotativnog kontaktora
- masa kupole — 270 kg (u zavisnosti od varijante)
- opcija:
 - kamera + električni zum
 - far beli ili IC aktivni
 - kutija za navođenje kamere i fara po visini i po pravcu
 - električna motorizacija kamere i fara.

VF radio-uređaj »AN/GRC-213« američke firme »HUGHES AIRCRAFT COMPANY«¹⁰

AN/GRC-213 je standardni VF radio-primopredajnik snage 20 W. To je prevozni radio-uređaj koji se sastoji iz prijemnika/pobuđivača pojačavača sna-



⁹ Prema podacima iz: KATALOG SATORY '90 str. 1-384.

¹⁰ Prema podacima iz: SIGAL 1990, novembar, str. 36.

ge sa antenskim prilagođenjem i uređajem za međusobni razgovor u vozilu AM-7152. Čitav komplet ima masu od oko 20 kg. Uređaj za međusobni razgovor u vozilu raspolaže audio-pojačavačem kojim se može pobuđivati eksterni zvučnik. AM-7512 takođe obezbeđuje automatsku retranslaciju između VF SSB signala iz AN/GRC-213 i nekog VVF radio-uređaja sa FM. Radni frekvencijski opseg ovog radio-uređaja je 2 do 30 MHz.

Sovjetski automatizovani informacioni sistem »NAUKA« za evidenciju, kontrolu i planiranje naučno-istraživačkih radova¹¹

Informacioni sistem NAUKA razvijen je i eksploatiše se na Kijevskoj višoj inženjerijskoj radiotehničkoj školi protivvazdušne odbrane. Baza podataka, koja se koristi kao osnovni informacioni resurs, projektovana je tako da je omogućeno njeno periodično ažuriranje, izmene obuhvata, sadržaja, ulaznih i izlaznih podataka, kao i korišćenje brojčanih kodova umesto alfanumeričkih znakova.

Informacioni sistem se sastoji iz šest podsistema. Podsystem unosa podataka je namenjen za unošenje novih slogova sa podacima o naučnoistraživačkim radovima koji su u toku, a kontrola podataka vrši se automatski. Podsystem za korigovanje omogućuje ispravku ili dopunu već unetih podataka. Različita obaveštenja, grafikoni i izveštaji o toku istraživanja, formiraju podsystem za kontrolu. Podsystem izlaza omogućuje korišćenje informacije i sadrži module za formiranje svih osnovnih obaveštenja o naučnoistraživačkim radovima, module za izradu potrebnih statističkih podataka i grafičko predstavljanje istih. Izlaz može biti u štam-

panom obliku ili na magnetskim nosiocima. Podsystemom za pomoć pružaju se korisniku razna uputstva pri korišćenju informacionog sistema. Podsystem registracije obezbeđuje zaštitu od neovlašćenog korišćenja kao i prioritet pri korišćenju.

Francuska baza podataka »PASCAL« na CD-ROM¹²

Baza podataka PASCAL francuskog Nacionalnog instituta za naučne i tehničke informacije (INIST) preneti je na novog nosioca informacija-CD-ROM.

PASCAL obuhvata 3 miliona referenci u naučnom, tehničkom i medicinskom domenu.

Nosioc nosilac informacija je veoma pogodan za rukovanje i ima veliki kapacitet memorisanja: jedan disk sadrži do 450000 referenci, što je ekvivalentno godišnjem prirastu PASCALA. Ažuriranje se vrši polugodišnje, a sistem poseduje i dva načina konsultacija (»pomoć« ili »ekspert«).

Američka bibliografija o pretraživanju informacija u ON-LINE režimu rada¹³

U SAD je izrađeno¹³ ažuriranje Bibliografije o pretraživanju informacija u on-line režimu rada. Obuhvata period od 1988. god. do polovine 1990. god. Ukupan broj podataka je 1039.

U Bibliografiji se nalaze podaci o: knjigama, časopisima, naučnim skupovima, priručnicima; opisi on-line sistema, baza podataka i usluga; korisnički interfejs, kreiranje baza podataka,

¹² Prema podacima iz: DOCUMENTALISTE. SCIENCES DE L'INFORMATION 1990, br. 4-5, str. 246.

¹³ Prema podacima iz: ONLINE REVIEW 1990, br. 4, suplement, str. 1-129.

¹¹ Prema podacima iz: TEHNIKA I VOORUŽENIE 1990, br. 4, str. 18.

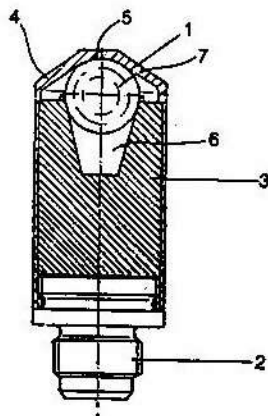
kontrola kvaliteta: krajnji korisnici i posrednici; tehnike pretraživanja, indeksiranje, ručno/mašinsko pretraživanje, primena mikro/mini računara; baze podataka na optičkim medijumima; ekonomski i marketinški aspekti; obuka korisnika.

Bibliografija ima permutacioni indeks naslova i autorski indeks. U izradi Bibliografije korišćen je sistem UNIX.

Rasprskavajuća glava za vežbovnu municiju¹⁴

— nemački patent —

Pronalazak se odnosi na rasprskavajuću glavu za vežbovnu municiju sa jezgrom od presovanog ili sinterovanog praha, kao što je metalni ili keramički prah. Jezgro okružuje košuljica, na koju prenosi telo, smešteno u udubljenju jezgra, prenosi sile prilikom udara zrna o cilj.



Već je poznata rasprskavajuća glava za vežbovnu municiju za bestrajna oružja, koja se sastoji od presovanog ili sinterovanog metalnog praha i od košuljice oko jezgra, koja je u predelu udara konična sa zaravnjenim vrhom.

Kada vežbovna municija sa rasprskavajućom glavom udari o cilj, pukne košuljica i jezgro se rasprskava pod dejstvom udarne sile skoro u prah. Na rasprskavanje jezgra utroši se najveći deo energije vežbovne municije, koja udara o cilj. Pored toga što se rasprskavanjem izbegava prekomerno oštećenje mete (ciljne ploče), istovremeno se sprečava rikošetiranje municije, a time i eventualno povređivanje ljudi na poligonu.

Poznat je i rasprskavajući metak, kod koga je jezgro od krhkog materijala probušeno po celoj dužini, a u ruhu je utaknut klin, koji se pri udaru o cilj utera u ruhu i time rascepi jezgro. Na taj način se dobiju bolji rezultati pri udaru o cilj nego sa rasprskavajućom glavom, ali to ipak nisu optimalni rezultati.

Ispostavilo se da se poznate rasprskavajuće glave, naročito pri kosom udaru o cilj, ne rasprskavaju dovoljno pouzdano. Kosí udar ne dogodi se samo kada je smer leta municije kos prema cilju; češći je slučaj da laki vežbovni meci ponekad posreću u toku leta, tako da i pri direktnom gađanju udaraju koso o cilj.

Zadatak pronalaska je da se na navedenom rasprskavajućem zrnu izvrši jednostavna modifikacija tako, da se i pri kosom naletu na cilj zrno sigurno raspadne i da nema mogućnosti rikošeta.

Rešenje je nađeno ugradnjom kugle 7 kao prenosnog tela između košuljice 4 i jezgra 3, koja je smeštena na potezu 6-6' na vrhu cilindričnog ili koničnog izdubljenja u jezgru. Ovakvom konstrukcijom postignuti su najbolji rezultati u pogledu rasprskavanja. Kugla ima prednost, jer pri udaru o cilj sile uvek prolaze kroz središte kugle, pa su za sve uglove, pod kojim zrno udari o cilj, sile rasprskavanja približno iste. Čak i pri ekstremno kosom udaru zrna o cilj, jezgro se u ovom slučaju sigurno raspada.

¹⁴ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1990, br. 11, str. 840.

UNAPREĐENJE SADRŽAJA I FORME ČASOPISA »VOJNOTEHEIČKI GLASNIK« I NJEGOV PLASMAN ŠIREM KRUGU ČITALACA

Redovna godišnja sednica Izdavačkog saveta časopisa VTG održana je 18. 03. 1992. godine. Na njoj je svestrano razmotren godišnji izveštaj o radu redakcije časopisa u 1991. godini, kao i aktuelna pitanja i problemi u vezi sa programskom orijentacijom, kvalitetom, sadržajem i formom časopisa, ako i tiražom, pretplatom i plasmanom časopisa.

U 1991. godini u objavljenim člancima VTG razmatrana su pitanja iz oblasti tehničkog i saobraćajnog obezbeđenja, iz oblasti razvoja, konstrukcije i proizvodnje, kao i druga teoretska i praktična dostignuća koja doprinose razvoju i usavršavanju vojne misli. Analizom članaka u protekloj godini zapaža se neravnomerna zastupljenost pomenutih oblasti. Tako, na primer, najmanji je broj članaka iz oblasti održavanja tehničkih materijalnih sredstava, a najviše iz oblasti projektovanja i konstrukcije. Na sednici je, takođe, konstatovano da nema dovoljno članaka iz oblasti visokoautomatizovanih i integrisanih tehničkih sistema, kao i iz oblasti informatike i informacionih sistema.

U protekloj godini objavljeno je 49 autorskih članaka, 36 prikaza iz inostranih časopisa i 145 naslova u delu »Tehničke novosti i zanimljivosti«.

Na sednici Izdavačkog saveta takođe je konstatovano, i pored svih problema u protekloj godini, da je časopis uspeo da zadrži nivo naučno-stručnog profila iz proteklih godina, što potvrđuju i stručne recenzije objavljenih autorskih radova. Analiza strukture saradnika u protekloj godini pokazuje da je preko 80% saradnika sa stepenom magistra i doktora tehničkih nauka.

U 1991. godini redakcija je pripremila i stampala šest brojeva časopisa, uglavnom u planiranim rokovima, osim broja šest (novembar—decembar), koji je kasnio zbog nedostatka autorskih radova. Tiraž je u stalnom opadanju, tako da je sa 2.000 primeraka u prvom broju pao na 1.000 primeraka u šestom broju.

Časopis je u 1991. godini koštao u pretplati 25 dinara po jednom primerku, što iznosi oko 18,2% pune cene. Cena u pretplati za 1992. godinu je povećana i iznosi 100 dinara po primerku za pojedinca, odnosno 300 dinara za ustanove.

Članovi Saveta aktivno su učestvovali u diskusiji povodom izveštaja redakcije o radu u 1991. godini, a pokrenuto je i niz pitanja na poboljšanje sadržaja i forme časopisa. Prihvatajući izveštaj o radu redakcije za 1991. godinu, Savet je ocenio da časopis uspešno ostvaruje svoju namenu.

Savet je na svojoj sednici doneo i zaključke koji se moraju realizovati u tekućoj godini, od kojih su najznačajniji sledeći:

- održati kvalitativni nivo časopisa;
- očekuje se daleko veće angažovanje komandnih i upravnih struktura, kao i članova Izdavačkog saveta i redakcije na angažovanju što većeg broja saradnika — autora i pretplatnika za održavanje kvaliteta i kvantiteta časopisa;
- maksimalno prezentirati iskustva iz ratnih dejstava iz oblasti integralnog tehničkog obezbeđenja;

— angažovati veći broj autora i objavljivati radove iz oblasti informatike i visokoautomatizovanih sistema;

— objavljene članke ubuduće klasificirati (prethodna saopštenja, pregledni radovi, stručni radovi, naučni radovi, itd.), što će obavljati stručni recenzenti;

— na početku svakog autorskog rada dati kratak sadržaj;

— i dalje provoditi aktivnost na poboljšanju i proširenju strukture autora i saradnika prevodilaca;

— objavljivati inovacije koje su prihvaćene i od šireg su interesa;

— glavni i odgovorni urednik treba da prisustvuje sastancima, analizama i, savetovanjima po TOB-u;

— izučiti mogućnost povećanja honorara;

— reducirati broj besplatnih pretplatnika, i

— zaključke dostaviti članovima Izdavačkog sveta.

REDAKCIJA

Vojnotehnički glasnik je stručni i naučni časopis JNA.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem tehničkog obezbeđenja, tehniku vidova, rodova i službi, razvoj, proizvodnju, upotrebu, tehnologiju, metodologiju, obuku, organizaciju i sva stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli i obrazovanju pripadnika oružanih snaga.

Članak koji se dostavlja Redakciji mora biti kompletan, tj. treba obavezno da sadrži: propratno pismo sa kratkim sadržajem članka, članak, spisak grafičkih priloga, spisak literature i podatke o autoru. U propratnom pismu treba istaći da li se radi o originalnom, naučnom, stručnom radu ili kompilaciji, koji su grafički prilozi originalni, a koji pozajmljeni. U kratkom sadržaju — siže, treba izneti suštinu članka, najviše u desetak redova.

Članak treba da sadrži uvod, kratak sadržaj, razradu i zaključak. Njegov obim treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa novinskim proredom). Tekst članka mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, sa jasnim mislima, bez daktilografskih grešaka, bez skraćénica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u zakonski dozvoljenim mernim jedinicama, prema »Službenom listu SFRJ« br. 13/76. Matematičke izraze, koji se ne mogu pisati mašinom, ispisati rukom, pri čemu voditi računa o tačnom pisanju slova grčke azbuke, o velikim i malim slovima, o indeksima i eksponentima. Redosled obrazaca (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Ne treba ih lepiti, već samo naznačiti njihovo mesto u tekstu. Crteže treba raditi tušem na paus-papiru, a bročane i slovne oznake ispisati grafitnom olovkom. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane. Članak se obavezno dostavlja u dva primerka.

Spisak grafičkih priloga sadrži naziv slike — crteža i nazive pozicije na njima.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama, a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima u JNA.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, titulu, adresu radne organizacije (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni telefon, žiro račun banke i SO mesta stanovanja.

Rukopis slati na adresu: Redakcija »Vojnotehničkog glasnika«, 11000 Beograd, Birčaninova 5, VE-1.

