IZDAVAČKI SAVET:

General-potpukovnik
mr VLADAN ŠLJIVIĆ, dipl. inž.
(predsednik)

General-major
dr ALEKSANDAR RADOVIĆ, dipl. inž.

General-major
dr MILORAD DRAGOJEVIĆ, dipl. inž.

General-major
mr MILAN ZAKLAN, dipl. inž.

Pukovnik
ĐORĐE ĐUKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
LJUBODRAG PAVLOVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr JOVAN TODOROVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr ZORAN STOJILJKOVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr JOSIP LENASI, dipl. inž.

Pukovnik
dr DOBRICA PETRIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr JUGOSLAV KODŽOPELJIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr VLADIMIR VOLAREVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
BORIS JURKOVIĆ-PERIŠA, dipl. inž.

Pukovnik
MILOSAV BRKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr NOVICA ĐORĐEVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr ZAHARIJE VLAŠKALIN, dipl. inž.

Pukovnik
JOVAN MARKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr VIDOJE PANTELIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr MILISAV ARSIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr TOMISLAV ŠTULIĆ, dipl. inž.
(sekretar)

Potpukovnik
IVAN SLAVKOV, dipl. inž.

Potpukovnik
ŽIVOTA ILIĆ, dipl. inž.

Kapetan I klase
RODOLJUB DOSIĆ, dipl. inž.

Kapetan I klase
MESUD HADŽIALIĆ, dipl. inž.
FRANJO BRKIĆ, dipl. inž.

●

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Pukovnik
mr TOMISLAV ŠTULIĆ, dipl. inž.

●

SEKRETAR REDAKCIJE

BRANKA STOJAKOV

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI GLASNIK — Beograd, Svetozara Markovića 70, VE-1. Telefoni: centrala 656-122, lokali: odgovorni urednik 22-976, sekretar 23-156, pretplata 32-937, žiro-račun: Vojnoizdavački i novinski centar (za Vojnotehnički glasnik) 60823-849-2393 Beograd. Godišnja pretplata: za pojedince — 30 dinara, a za ustanove, organizacije udruženog rada i druge organizacije — 90 dinara. Rukopisi se ne vraćaju. Štampa: Vojna štamparija — Beograd, Generala Ždanova 40 b.

YU ISSN 0042-8469

IZDAJE
SAVEZNI SEKRETARIJAT ZA NARODNU ODBRANU

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS JUGOSLOVENSKE NARODNE ARMIJE

VOJNOTEHNIČKI *glasnik*

4

GODINA XXXVIII ● JUL — AVGUST 1990.

SADRŽAJ

Mr Svetomir Minić, major, dipl. inž. **Prof. dr Jovan Todorović**, dipl. inž. 365 Izbor koncepcije i modela preventivnog održavanja prema stanju motornih vozila

Mr Dušan Korolija, kapetan I klase, dipl. inž. 376 Vreme zastoja modularno građenog elektronskog sredstva zbog snabdevanja rezervnim delovima

Mr Vlado Radić, kapetan I klase, dipl. inž. 382 Obrada metala eksplozijom

Dr Miloš Čolaković, pukovnik, dipl. inž. 394 Gorivo kao element sigurnosti i pouzdanosti funkcionisanja raketnog sistema

Mr Dragi Dimitrijević, potpukovnik, dipl. inž. 402 Kinorendgenografsko snimanje penetracije zrna streljačke municije

Mr Miladin Pitić, kapetan I klase, dipl. inž. **Krešimir Bogunović**, student VTF 406 Primena personalnih računara u projektovanju i crtanju elemenata automobila

Mr Gojko Savanović, profesor 412 Toplotni kapacitet električnih toplotnih pumpi

Nenad Popović, dipl. inž. 419 Temperaturno stabilni oscilator sa dielektričnim rezonatorom na Ku-opsegu

Majkić Zdravko, major, mipl. inž. 424 Standardna digitalna automatska telefonska centrala tipa ASB-501 u nestandardnoj aplikaciji interfonske centrale

Izv. prof. dr Jurij Kolenc, pukovnik, dipl. inž. 442 Odabrani metodološki pristup istraživanju saobraćaja u izvanrednim uvjetima

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

445 Programi razvoja robotizovanog oružja — P.M.

447 Pokretne radionice za tehničko održavanje i remont automobila — V.P.

451 Pokretna platforma »SUPACAT« za kretanje po svakom zemljištu — P.M.

455 Južnoafričko oklopno vozilo — topovnjača na točkovima »ROOIKAT« — P.M.

460 Eksperimentalno nemačko borbeno vozilo — točkaš (8×8) »EXF« — P.M.

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

465 Izbor buduće automatske puške za armiju SAD

467 Automatska puška 5,56 mm »STGW 90« švajcarske firme »SIG«

467 Brodski PVO sistem »MYRIAD« italijanske firme »BREDA«

469 Nova generacija »CROTAL NG« PVO raketnog sistema francuske firme »THOMSON-CSF«

470 Uništenje nadzvučnog projektila laserskim oružjem

471 Dnevno-noćni nišan »DNRS« američke firme »KOLLSMAN« za oklopna vozila

471 Podvesnik za lasersko obeležavanje ciljeva »ATLIS II« francuske firme »THOMSON — CSF«

472 Sistem za upravljanje vatrom »GUN STAR« švajcarske firme »CONTRAVES«

473 Brazilski protivoklopni projektil vođen preko optičkog vlakna »MAC-MP«

473 Razvoj novog švedskog tenka — trenutno stanje

475 Nove varijante austrijskog oklopnog transportera »PANDUR«

475 Novi detalji o sovjetskom samohodnom sistemu PVO »2S6«

476 VF radio-uređaj »RA 3700« britanske firme »RACAL«

476 Radio-goniometar »TELEGON« zapadnonemačke firme »AEG«

477 Američki detektor radarskih signala »ALR-68A(V)-2«

477 Američka baza podataka o softveru na disku CD-ROM

478 Američki vojni prenosivi računar »RTL-88«

Mr Svetomir Minić,
major, dipl. inž.
Prof. dr Jovan Todorović,
dipl. inž.

Izbor koncepcije i modela preventivnog održavanja prema stanju motornih vozila

Uvod

Na uspešno izvršenje funkcije cilja motornog vozila, pored konstrukcijskih osobina, utiče i koncepcija sistema održavanja i primenjeni model održavanja.

Motorno vozilo je složeni sistem, čije se tehničko stanje određuje »stanjem« sastavnih elemenata. Najveći broj sastavnih elemenata motornog vozila ima kontinualnu promenu parametara stanja u funkciji vremena rada, što je uslov za primenu koncepcije i modela preventivnog održavanja prema stanju sa proverom parametara.

Koncepcija *preventivnog održavanja prema stanju (POPS)* — (engleski *»Condition Based Maintenance«*, ruski *»obsluživanie po sostojaniju«)* uvedena je u novije vreme u svetu kao savremena koncepcija održavanja tehničkih sistema.

Izborom koncepcije POPS i uspešnom primenom odgovarajućeg modela POPS na motornim vozilima mogu se ostvariti mnogi efekti — poboljšati pouzdanost i gotovost i smanjiti troškovi održavanja, što su tri relevantna faktora preko kojih se ocenjuje kvalitet sistema održavanja [4].

Međutim, formiranje optimalnog procesa održavanja motornih vozila, kao veoma složenih sistema, zasniva se na kombinovanju koncepcija i modela održavanja na nivou sastavnih elemenata vozila (na »nivou funkcionalnih celina sistema [5]).

Ovakav koncept je uslovljen, pre svega, međusobno različitim karakteristikama sastavnih elemenata, kao što su: zakonitosti promene parametara stanja koje dovode do »postepenih« ili »iznenadnih« otkaza, pokazatelji pouzdanosti, dinamika i način sprovođenja postupaka održavanja, »konstrukcijska« pogodnost održavanja, i dr.

Danas je u svetu razvijen veliki broj modela održavanja. Među njima posebnu pažnju privlače modeli POPS [4]. Razvijeni matematički modeli su aproksimacije procesa održavanja i mogu poslužiti za izbor i dalju razradu za primenu na motornim vozilima radi postavljanja optimalnog procesa održavanja.

Zbog navedenog, nameće se potreba za posebnim sistemskim pristupom, u izboru koncepcije i modela POPS za primenu na motornim vozilima, koji se razmatra u ovom radu.

Izbor koncepcije održavanja

Koncepcija sistema održavanja predstavlja njegovo najvažnije obeležje, koje veoma utiče na opšti kvalitet sis-

tema održavanja motornih vozila. Pod koncepcijom sistema održavanja podrazumeva se princip donošenja odluka o vremenu u kojem treba da se sprovode postupci održavanja. Dve su osnovne koncepcijske mogućnosti: preventivno i korektivno održavanje, koje mogu da se povežu — to je kombinovano održavanje [1]. Kod preventivnog održavanja postupci održavanja se sprovode pre nego što dođe do pojave otkaza, a kod korektivnog pošto se otkaz već pojavi.

U načelu, postoje dve osnovne vrste preventivnog održavanja [1]. U prvom slučaju preventivno održavanje se sprovodi isključivo na osnovu informacija o pouzdanosti, tj. na osnovu raspodele vremena do pojave otkaza za motorno vozilo, odnosno njegov sastavni elemenat — to je tzv. preventivno održavanje »po vremenu« (engleski *»hard time«*). U drugom slučaju »posmatra se i prati« neki pokazatelj — parametar, koji reprezentuje stanje motornog vozila, odnosno sastavnog elementa vozila, čija je promena stanja slučajna — to je tzv. POPS sa proverom parametara stanja (engleski *»on condition«* i *»condition monitoring«*).

Kod POPS sa kontrolom nivoa pouzdanosti [3] (primenjuje se u vazduhoplovstvu) kriterijum stanja sastavnih elemenata i sistema u celini je dozvoljeni nivo pouzdanosti (R_d), koji se najpotpunije izražava intenzitetom otkaza, a utvrđuje na bazi ispitivanja eksploatacije sistema za period 3—5 godina. Sistem se koristi bez ograničenja resursa za održavanje, sve dok je stvarni nivo pouzdanosti (R_s) veći od dozvoljenog nivoa pouzdanosti. U slučaju kada postane $R_s < R_d$, mora se ispitati uzrok otkaza, usavršiti proizvedena konstrukcija ili uvesti model POPS sa proverom parametara.

POPS sa kontrolom nivoa pouzdanosti može se primeniti i na motorna vozila, za istotipne elemente sa približno konstantnim intenzitetom otkaza [4].

Zašto koncepcije POPS?

Zbog svojih prednosti, koncepcija POPS se u svetu sve više koristi u raznim područjima tehnike, što potvrđuju brojni radovi autora sa istoka i zapada. Uz odgovore na pitanje »zašto koncepcija POPS« [5], u nekim radovima se daju i konkretne aplikacije ovog pristupa održavanja na konkretnim sistemima, kao u [7].

Gotovost se povećava smanjenjem vremena sistema u stanju »u otkazu«, što se postiže smanjenjem ukupnog obima radova održavanja u slučaju primene POPS. Smanjenjem ukupnog obima radova smanjuje se rizik budućih otkaza koji se odnosi na kvalitet izvođenja postupaka održavanja, pa se na taj način održava traženi nivo pouzdanosti sistema. Troškovi održavanja sistema su tada manji [4].

Primena koncepcije POPS je došla do izražaja naročito u vazduhoplovstvu, gde su razvijeni posebni sistemi održavanja na osnovama ove koncepcije. Jedan od najpoznatijih je tzv. sistem TARAN (engleski: Test And Replace As Necessary, što u prevodu znači »Ispitaj i zameni ako je potrebno«), koji se koristi i za održavanje aviona u JAT-u [1].

Slična je tendencija primene i kod motornih vozila, gde su već mnogi proizvođači razvili svoje sisteme »praćenja stanja« (Volkswagen, Renault, BMW, i dr.). Američka armija, takođe, primenjuje na motornim vozilima ovaj vid održavanja prema stanju USATACOM (u.s. Army Tank Automotive Command) [4].

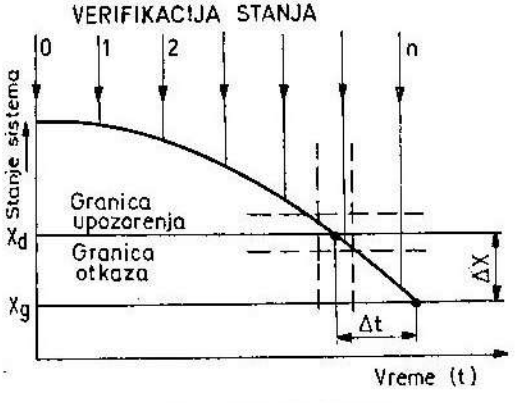
Razlika između koncepcije preventivnog održavanja »po vremenu« i POPS je suštinska, iako obe predstavljaju preventivnu aktivnost. Dok se kod preventivnog održavanja »po vremenu« postupci održavanja sprovode posle propisanog vremenskog ili eksploatacionog resursa, bez obzira na stanje sistema, kod POPS se vrši »provera stanja« sastavnih elemenata motornog vozila i preduzimaju se postupci održava-

nja samo ako su nađene vrednosti parametara stanja izvan propisanih granica.

Princip POPS i kriterijumi za izbor

Teoretska postavka koncepcije POPS zasniva se na »pregledu stanja«, odnosno na diskretnom ili kontinualnom »praćenju stanja« sastavnih elemenata sistema i uočavanju ili prognoziranju vremenskog trenutka dostizanja graničnih vrednosti parametara stanja. Prema rezultatima pregleda, odnosno »provere stanja«, preduzimaju se odgovarajući postupci održavanja.

Princip POPS ilustrovan je na slici 1 [5]. Stanje posmatranog elementa se pogoršava u odnosu na početno stanje i potrebno je da se vrši »provera stanja«. Može se sprovoditi kontinualno praćenje promene parametra stanja ili diskretna »provera stanja« sa verifikacijom stanja, pri čemu je bitna identifikacija nulte »provere stanja« i određivanje »početnog stanja«.



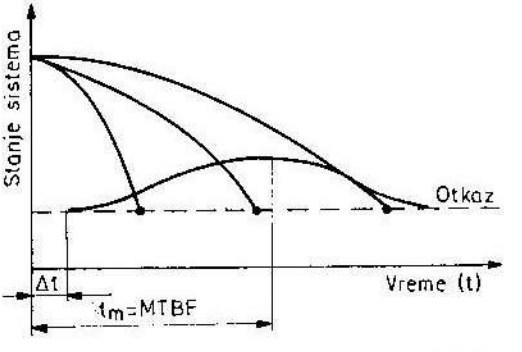
Sl. 1 Princip POPS

Slika 1 prikazuje jedan mogući slučaj zakonitosti promene parametara stanja s dinamikom »provere stanja«, gde su definisane: granica upozorenja (»predotkazni nivo«) i granica otkaza (X_g) koja se utvrđuje eksperimentalno i daje se u normativno-tehničkoj dokumentaciji sistema. Granica upozorenja predstavlja tzv. dozvoljenu vrednost parametra stanja (X_d), a određuje se kao jedna od relevantnih pokazatelja modela POPS sa proverom parametara. Granice upozorenja i otkaza definišu »signalizacionu toleranciju« (Δx) koja određuje stepen osetljivosti odabrane dijagnostičke metode na parametar stanja i njegovu identifikaciju u skladu sa zakonom promene stanja posmatranog elementa.

Postupci POPS se sprovode kada se pređe dozvoljeni nivo parametra stanja (X_d). Vremenski period (Δt) mora biti dovoljno dug da bi se preduzeli postupci POPS i sprečila pojava stanja »u otkazu«, ali ne i predug, jer bi to povećalo troškove održavanja i dovelo u pitanje primenjeni model POPS.

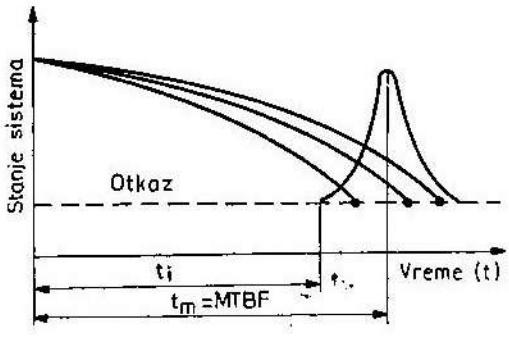
Osnovni princip POPS je, dakle, »stabilizacija« parametra stanja, tj. sprečavanje njegovog izlaska iz dozvoljenih granica, odnosno iz »signalizacione tolerancije«.

Kriterijum za primenu POPS može se odrediti iz odnosa dinamike »provere stanja« (Δt) i srednjeg vremena rada sastavnog elementa vozila do otkaza (t_m) (engleski MTBF). Ima smisla primeniti POPS u situaciji kada raspored ponovljenih tokova stanja ima široko rasturanje, kao što pokazuje slika 2 [5]. U toj situaciji dužina intervala »provere stanja« (Δt) znatno je manja od MTBF.



Sl. 2 Stanja sistema za primenu POPS; Δt — periodičnost »provere stanja«; t_m — srednje vreme do pojave stanja »u otkazu«

Nasuprot ovoj situaciji, preventivno održavanje »po vremenu« primenićemo u situaciji ako je malo rasturanje podataka o MTBF i kada interval preventivnog održavanja (t_i) nije znatno manji od MTBF, slika 3 [5].



Sl. 3 Stanja sistema za primenu preventivnog održavanja »po vremenu«;
t_i — periodičnost preventivnog održavanja;
t_m — srednje vreme do pojave stanja »u otkazu«

Dijagnostika stanja kao element POPS

Dijagnostika stanja, kao sastavni deo POPS, treba da utvrdi stanje elementa sa određenom tačnošću u određenom vremenskom trenutku korišćenja, bez njegovog rasklapanja.

Ovaj zadatak, u procesu formiranja modela POPS sa proverom parametara, rešava se kroz nekoliko koraka. To su:

— definisanje i izbor dijagnostičkih parametara;

— izbor i razrada metode dijagnostike;

— izbor dijagnostičkih instrumenata i uređaja, i

— ocena dijagnostičkog parametra.

Od pravilnog izbora dijagnostičkog parametra zavisi uspešnost realizacije modela POPS, jer se stanje elementa određuje na osnovu merenja dijagnostičkog parametra koji je povezan sa parametrom stanja (strukturnim parametrom) regresivnom krivom [8]:

$$X = A \cdot Y + B, \qquad (1)$$

gde je:

X — parametar stanja (strukturni parametar);

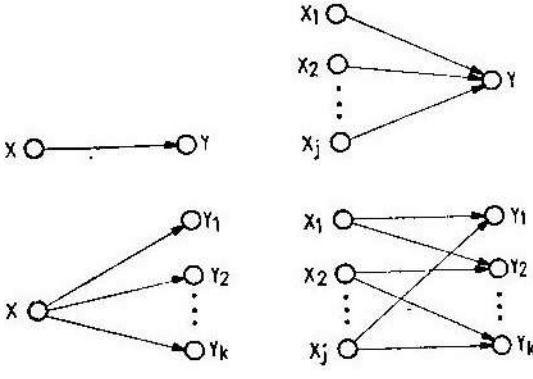
Y — dijagnostički parametar;

A i B — koeficijenti regresivne krive.

Pri tome koeficijent korelacije treba da bude $r = \pm 1$.

Da bi se izvršio izbor dijagnostičkih parametara, neophodno je utvrditi karakter njegove veze sa parametrima stanja (strukturnim parametrima).

Dijagnostički parametri mogu se nalaziti u jednoj od veza sa parametrima stanja (strukturnim parametrima), slika 4 [8].



Sl. 4 Veze dijagnostičkog parametra (Y) sa parametrom stanja (X)

Neophodno je da dijagnostički parametri moraju zadovoljiti određene kriterijume kojima se definiše: osetljivost, saglasnost, stabilnost, informativnost, ponovljivost, jednoznačnost, objektivnost, i dr.

Postoje različiti koncepti dijagnostike stanja sistema-dijagnostika »on li-

ne«, »off line« »on board«, »real time«, BIT i BITE. Razvoj senzora i njihova integracija sa mikroprocesorima učinili su značajan napredak u postavljanju dijagnostike stanja motornih vozila, pre svega, za pojedine elemente transmisije, pojedine funkcije od značaja za sigurnost vozila i druge funkcije, kako u toku rada vozila, tako i u procesu održavanja.

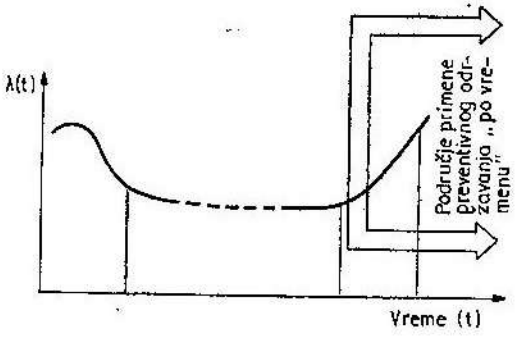
Algoritam za izbor koncepcije održavanja

Na osnovu podataka o pokazateljima pouzdanosti, zakonitostima promene parametara stanja, troškovima održavanja, »konstrukcijskoj« pogodnosti održavanja, i dr., moguće je izabrati odgovarajuću koncepciju, a zatim i model održavanja za primenu na motornim vozilima.

Odluka o pogodnosti primene neke koncepcije održavanja mora se doneti za svaki sastavni element posebno. Zbog toga je nužno »dekomponovanje« vozila na sastavne elemente [11].

Prilikom izbora koncepcije modela održavanja, potrebno je, pre svega, ispitati pokazatelje pouzdanosti — intenzitet otkaza $\lambda(t)$ i gustinu pojave otkaza $f(t)$.

Kao što se vidi sa slike 5 [1], područje primene preventivnog održavanja



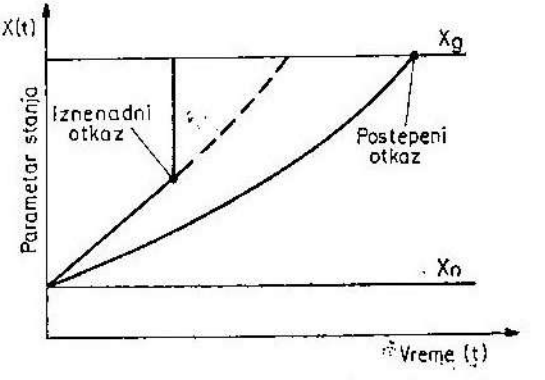
Sl. 5 Dijagram intenziteta otkaza

»po vremenu« je, u principu, određeno rastućom funkcijom intenziteta otkaza. To znači da bi preventivna zamena elementa, kada se on nalazi u normalnom dobu svoje upotrebe, mogla da dovede vozilo u »lošije«, a ne bolje stanje.

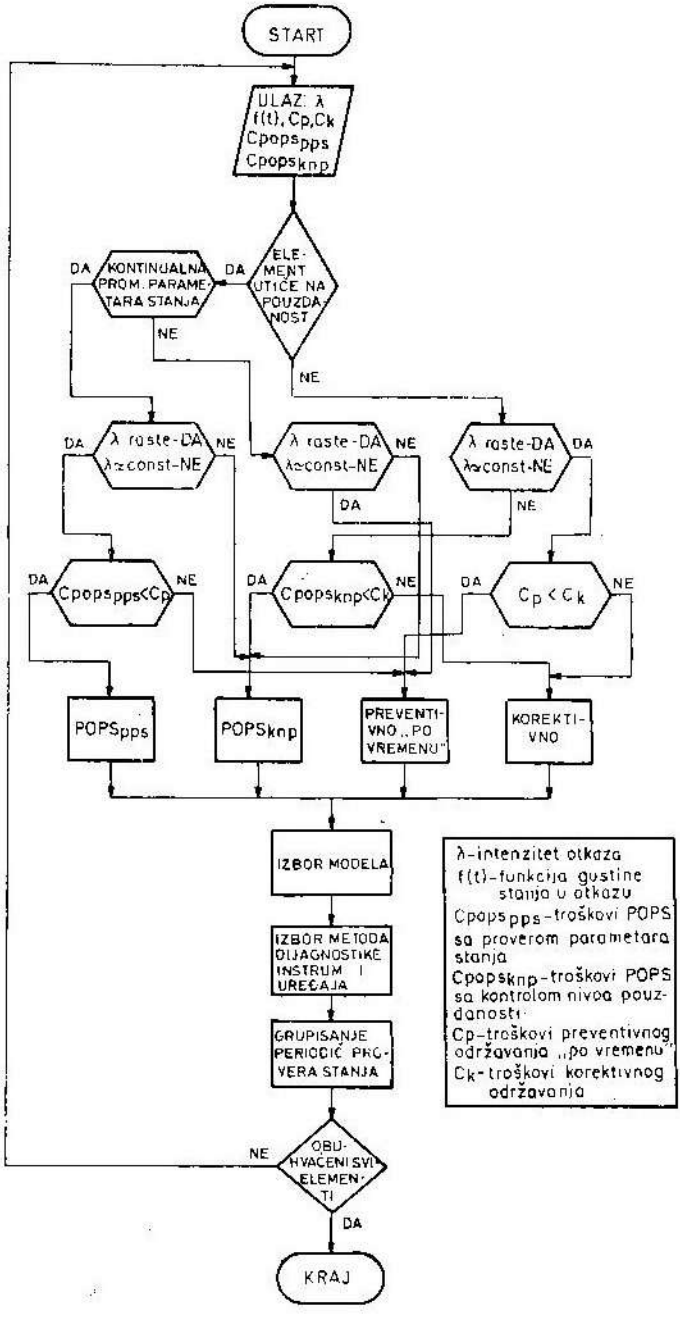
Propisivanje zamene nekog elementa, bez obzira na njegovo stanje, krije u sebi rizik kvaliteta novog elementa i rizik kvaliteta ugradnje, što može nepovoljno da utiče na pouzdanost, ukoliko je element koji se zamenjuje bio u ispravnom stanju, pa je njegova zamena bila faktički nepotrebna.

Da bi se primenila koncepcija POPS, potrebno je da se identifikuje jedan (ili više) parametar stanja, merodavan za stanje jednog elementa, i da se on može meriti. Model POPS sa proverom parametara može se primeniti na elemente kod kojih otkaz nastaje »postepeno«, a ne »iznenada« [6].

Za »postepeni« otkaz karakteristična je određena zakonitost kontinualne promene parametra stanja u funkciji vremena rada koje prethodi otkazu, tj. dolazi do tzv. »akumulacije« oštećenja. Kod »iznenadnog« otkaza kontinualna promena parametra praktično ne postoji, slika 6 [4]. Dakle, kontinualna promena parametra stanja elementa u funkciji vremena rada je uslov za »diskretno« praćenje stanja i prognoziranje preostalog vremena rada sastavnog elementa vozila.



Sl. 6 Promena parametra stanja pri »postepenom« i »iznenadnom« otkazu;
X_n — nominalna vrednost; X_g — granična vrednost parametra stanja



Sl. 7 Algoritam za izbor koncepcije sistema održavanja

Zakonitost promene većine parametara stanja tehničkih sistema može se izraziti zavisnošću [3]:

$$X(t) = v \cdot t^{\alpha} + X_n \qquad (2)$$

gde je:

α — koeficijent koji karakteriše brzinu promene parametra stanja;

v — vreme rada elementa;

t — pokazatelj stepena promene parametra stanja (uzima se iz tablica u literaturi);

X_n — nominalna (početna) vrednost parametra stanja.

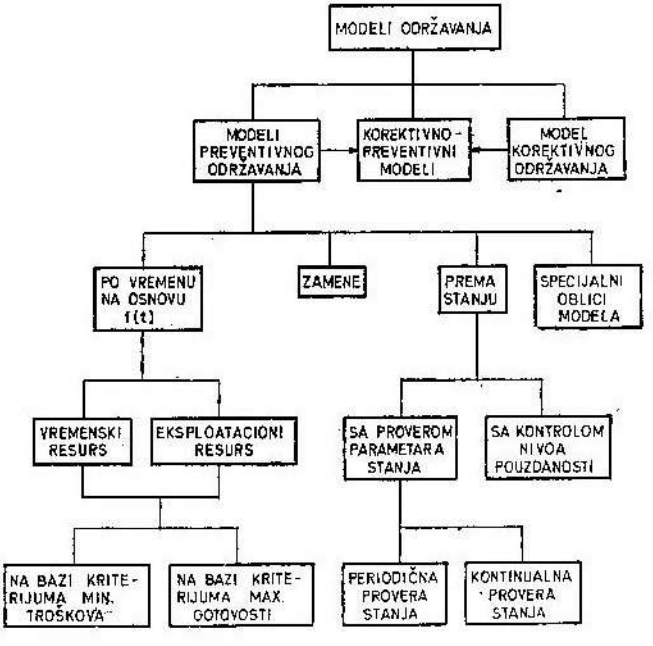
Ako otkaz sastavnog elementa vozila utiče na pouzdanost vozila u radu i u smislu njegove funkcionalne ispravnosti, pri porastu intenziteta otkaza koristiće se model POPS sa proverom parametra ili preventivno održavanje »po vremenu«.

Za elemente sa konstantnim intenzitetom otkaza uvek će se primeniti korektivno održavanje.

Sledeći koraci pri izboru koncepcije održavanja (sl. 7) sprovode se analizom troškova održavanja.

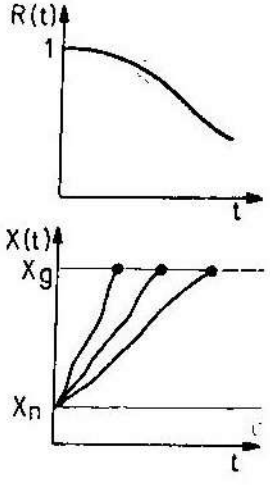
Iako važan, kriterijum minimalnih troškova ne primenjuje se u svim modelima održavanja da bi se donela optimalna odluka. Naime, definisanje kriterijuma i ograničenja za svaki element uslovljeno je ulogom elementa u funkciji vozila. Na primer, za neke elemente vozila (sistem za kočenje, uređaj za upravljanje, i dr.) kao kriterijum optimizacije uzima se maksimalna gotovost, tj. primenjuje se model održavanja na osnovu kriterijuma maksimalne gotovosti.

Sledeći koraci su izbor modela odgovarajuće koncepcije održavanja, a zatim izbor metoda dijagnostike i instrumenata i uređaja.

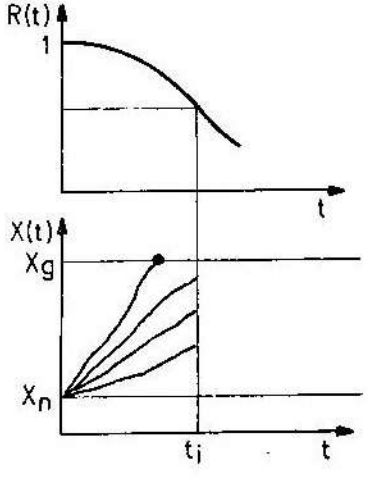


Sl. 8 Kriterijumi za razvoj modela održavanja: f (t) — funkcija raspodele vremena između otkaza

Ako bi se postupci POPS izvodili strogo po »lokalnim« periodičnostima za pojedine sastavne elemente vozila, bili bi veći troškovi, smanjila bi se operativna gotovost, nastali bi problemi u organizaciji održavanja, i sl. Zbog toga se, umesto periodičnosti »provere stanja« pojedinačnog elementa, vrši optimalno grupisanje »provera stanja«, odnosno određuje se periodičnost »provere stanja« za grupu elemenata [11].



Sl. 9 Model korektivnog održavanja; R (t) — pouzdanost; t — vreme rada sistema; X (t) — parametar stanpa, X_n — nominalna vrednost; X_g — granična vrednost parametra stanja



Sl. 10 Model preventivnog održavanja »po vremenu« — model VAJSBAUMA R (t) — pouzdanost; t — vreme rada sistema; t_i — optimalna periodičnost održavanja; X (t) — parametar stanja; X_n — nominalna vrednost; X_g — granična vrednost parametra stanja

Formiranje algoritma za izbor koncepcije održavanja prikazano je na slici 7.

Klasifikacija i izbor modela POPS

Modeli koji uprošćeno interpretiraju proces i sistem održavanja nazivaju se modelima održavanja [1]. Pomoću modela određuju se vrednosti parametara odabrane koncepcije — vreme zamene elementa (t_i) ako je u pitanju preventivno održavanje »po vremenu« ili dinamika »provere stanja« (Δt) i dozvoljena vrednost parametra stanja (x_d) ako je odabrana koncepcija POPS.

Kriterijumi pomoću kojih su definisani pojedini modeli održavanja prikazani su na slici 8 [4].

Bez pretenzije da se prikažu svi postojeći modeli održavanja, ovde se daje klasifikacija važnijih modela sa težištem na modelima POPS [4] radi izbora za primenu na motornim vozilima:

A) model korektivnog održavanja na slici 9, [3] neminovan je zbog postojanja »iznenadnih« otkaza, koji se ne mogu sprečiti;

B) modeli preventivnog održavanja »po vremenu«:

— model prema konstantnoj trajnosti — PO KONSTANTNOM VEKU, odnosno model VAJSBAUMA, slika 10 [1, 3, 4];

— model VAJTA koji definiše period preventivne zamene za veći broj istotipnih elemenata sistema, po kriterijumu Centralne granične teoreme i minimuma ukupnih troškova održavanja [1];

— modeli JORGENSONA koji se odnose na različite varijante preventivnog održavanja, a razvijeni su prema kriterijumu minimalnih troškova, propisane gotovosti i minimalnog napora za različite teoretske zakone raspodele vremena u stanju »u otkazu« [1];

C) modeli POPS za određivanje optimalne periodičnosti pregleda [4]:

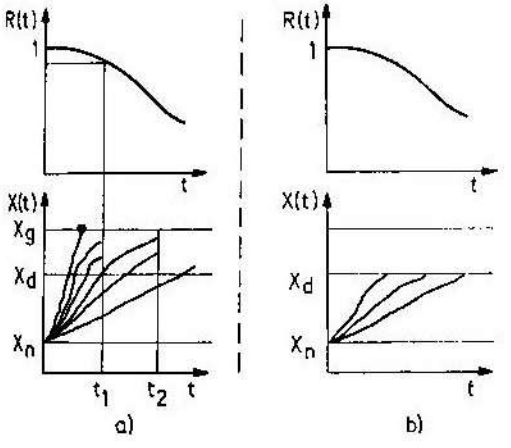
— model GOVORUŠĆENKA na bazi kriterijuma minimalnih ukupnih troškova održavanja;

— modeli HARAZOVA-KRIVENKA za optimalnu periodičnost dijagnostike stanja na bazi kriterijuma minimalnih troškova održavanja;

— SIMULACIONI model za izbor optimalne periodičnosti »provere stanja«;

— model BARLOW-PROSHAN-HUNTER-a za određivanje optimalnog trenutka dijagnostike stanja na bazi kriterijuma minimalnih troškova;

— model BALDINA na bazi kriterijuma minimalnih troškova za »pozne« otkaze;



Sl. 11 Modeli POPS sa proverom parametara: a) periodična »provera stanja«; b) kontinualna »provera stanja«; R (t) — pouzdanost; t_1 — vreme prve provere; t_2 — vreme druge provere; X (t) — parametar stanja; X_n — nominalna vrednost; X_d dozvoljena vrednost; X_g — granična vrednost parametra stanja

D) modeli POPS sa periodičnom i kontinualnom proverom parametara stanja, slika 11 [3, 4]:

— model sa proverom parametara stanja modeliranjem postupaka RETROSPEKCIJE, DIJAGNOSTIKE I PROGNOSTIKE;

— Model SMIRNOV-ICKOVIČA za vezu periodičnosti provere stanja za »signalizacionom tolerancijom« dijagnostičkog parametra — model »EKRANA«;

— model GERTSBAKHA, korišćenjem prognostičkog parametra, na bazi kriterijuma maksimalne gotovosti;

— model POPS sa kontrolom nivoa pouzdanosti;

— model BEDNJAKA na bazi maksimalne gotovosti i dijagnostike stanja;

— model GERTSBAKHA na bazi posmatranja višedimenzionog (vektorskog) procesa;

— model GERTSBAKHA za optimalno grupisanje sastavnih elemenata sistema prema njihovim periodičnostima »provere stanja«, i dr.

Izbor modela održavanja za primenu na motornim vozilima realizuje se posle izvršene analize razvijenih modela u pogledu njihove opštosti i pogodnosti za primenu.

Algoritam modela POPS sa proverom parametara

Kod modela POPS sa proverom parametara, čiji je algoritam prikazan na slici 12 [9], u koraku retrospekcije proučava se tendencija zakonitosti promene parametra stanja (strukturnog parametra), u koraku dijagnostike ocenjuje se stanje sistema u datom trenutku vremena, dok se u koraku prognostike prognozira, odnosno određuje tendencija promene stanja sistema u sledećem periodu rada.

Osnovna ideja pri formiranju ovog modela jeste da se, na osnovu izmerenih vrednosti dijagnostičkog parametra sistema, reše dva osnovna pitanja održavanja:

— kada treba vršiti sledeću »proveru stanja«, i

— kada treba sprovesti postupke održavanja da bi se obezbedio željeni nivo pouzdanosti?

U ovom modelu se, na osnovu rezultata retrospekcije i dijagnostike i podataka o željenom nivou pouzdanosti, izračunavaju pokazatelji modela — vreme prve »provere stanja« sistema (t_1) i dozvoljena vrednost parametra stanja (x_d). U trenutku t_1 meri se vrednost dijagnostičkog parametra (y) i **preko jednačine regresije (1) dobija odgovarajuća** vrednost strukturnog parametra (a samim tim saznaje se stanje sistema). Kada vrednost strukturnog parametra dostigne ili pređe dozvoljenu vrednost (x_d), pristupa se sprovođenju postupaka održavanja kojima se sistem obnavlja i vraća u dalji proces korišćenja.

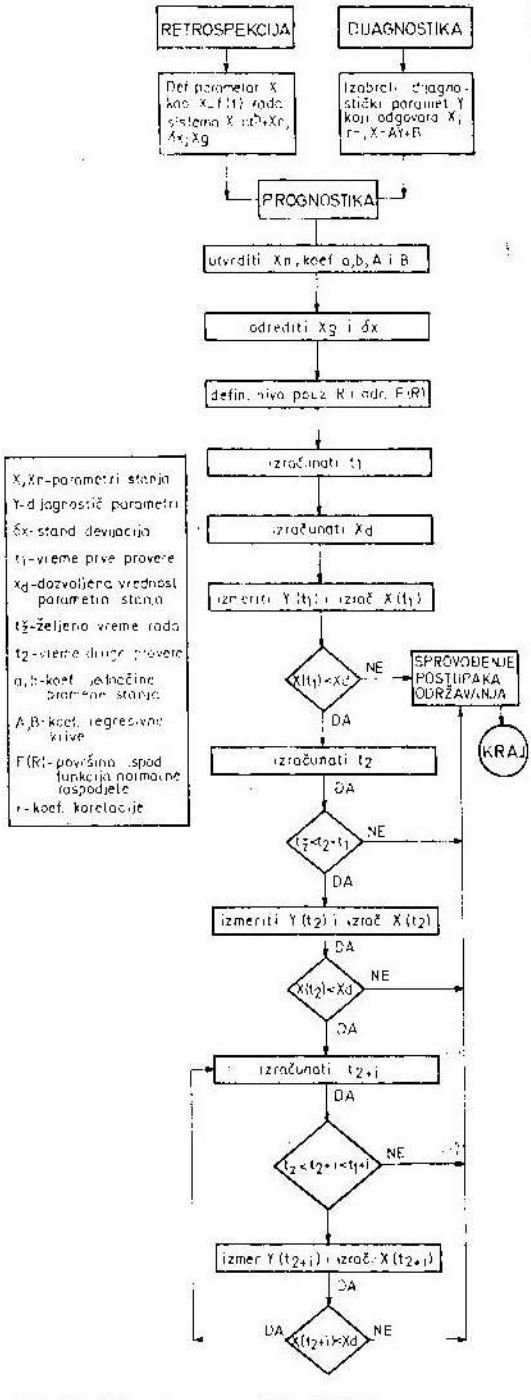
Osnovna obeležja i problematika modela POPS

I pored velikih međusobnih razlika, modeli POPS imaju izvesna zajednička obeležja [1]:

— počivaju na pokazateljima pouzdanosti, što znači da je za optimizaciju procesa održavanja bitan preduslov poznavanje zakona pouzdanosti elemenata i sistema u celini;

— prvenstveno obuhvataju koncepcijska obeležja sistema održavanja, odnosno efekte primene koncepcije POPS. Ređe se modelima obuhvataju i osobine sistema održavanja sa stanovišta organizacije i tehnologije, što umanjuje stvarne mogućnosti optimizacije;

— počivaju na bazi kriterijuma optimizacije, koji se odnose prvenstveno



Sl. 12 Algoritam modela POPS sa proverom parametara

na koncepciju održavanja, kao što su minimalni troškovi ili maksimalna gotovost. Za sada se u literaturi ne sreću matematički modeli koji povezuju kriterijume gotovosti i troškova — kao kompromisno rešenje optimizacije (engleski »*trade off*«), kojem se teži;

— nedostatak im je što su posvećeni održavanju sistema sa »jednim elementom« koji može da »otkaže« [2]. Postavlja se problemsko pitanje: kako organizovati optimalni proces POPS za složeni sistem, kao što je, na primer, savremeno terensko, neborbeno motorno vozilo sa $(15—18) \cdot 10^3$ sastavnih elemenata? Rešenje se mora tražiti u optimizaciji provere parametara stanja grupe sastavnih elemenata, što rezultuje sniženjem troškova održavanja.

Zaključak

POPS je savremena koncepcija održavanja u intenzivnom razvoju, novi pristup u održavanju motornih vozila, čijom se uspešnom primenom mogu ostvariti značajni efekti — održati traženi nivo pouzdanosti motornog vozila istovremeno smanjujući troškove održavanja, naročito kao rezultat produžavanja ostvarljivog radnog veka sastavnih elemenata motornog vozila.

POPS se zasniva na pregledu, odnosno »proveri stanja« motornog vozila, periodičnim praćenjem tog stanja i sprovođenju postupaka održavanja prema rezultatima provere. Naime, tu važi princip — »ispitaj i zameni ako je potrebno«.

Ključni su problemi: definisanje zakonitosti promene strukturnog parametra u funkciji vremena rada sastavnog elementa motornog vozila; izbor adekvatnog dijagnostičkog parametra; izbor i razrada metode merenja dijagnostičkog parametra; izbor dijagnostičkih instrumenata i uređaja; određivanje optimalne periodičnosti dijagnostike i dozvoljene vrednosti strukturnog parametra, odnosno »signalizacione tolerancije« u okviru koje se sprovode postupci POPS; prognoziranje stanja u intervalu predstojećeg vremena rada motornog vozila.

Popularno rečeno, kod primene POPS treba rešiti relevantna pitanja: *šta, kada i kako pregledati?*

Rastuća složenost motornih vozila i velika količina sredstava koja se odvajaju za njihovo održavanje prisiljava nas da posvetimo veću pažnju dijagnostici stanja i prognoziranju resursa rada sastavnih elemenata motornog vozila. Da bismo to ostvarili u praksi, potrebno je u sistemu održavanja borbenih i neborbenih motornih vozila primeniti koncepciju POPS.

Literatura:

[1] Todorović, J.: Održavanje motornih vozila — Osnovi teorije održavanja, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.

[2] Gertsbakh, I. B.: Models of preventive maintenance, North-Holland publishing company, Amesterdam-New York-Oxford, 1977.

[3] Smirnov, N. N., Ickovič, A. A.: Obsluživanie i remont aviacionnoj tehniki po sostojaniju, »Transport«, Moskva, 1980.

[4] Minić, S.: Istraživanje modela preventivnog održavanja prema stanju i njihova primena na motornim vozilima, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 1988.

[5] Smit, K.: Why Condition Monitoring? — Condition Monitoring as Part of a Maintenance Concept for Complex Equipment, XIII Konferencija YUMO'86, Beograd, 1986.

[6] Neale, M. J.: Condition Monitoring Methods And Economisc, XIII Konferencija YUMO'86, Beograd, 1986.

[7] Belmont, M. R., Bland, R. J. i dr.: Determination of a Strategy for Dynamic Control of Maintenance Processes for Electric Vehicle Components, XXI FISITA Congress, Beograd, 1986.

[8] Knežević, J.: »Dijagnostika« kao element modela preventivnog održavanja mašinskih sistema prema tehničkom stanju, OMO, 7/1983.

[9] Knežević, J.: »Prognostika« kao element modela preventivnog održavanja mašinskih sistema prema tehničkom stanju, OMO, 8/1983.

[10] Stanivuković, D.: The Future of the Maintenance — An Overview, IFIP Working Conference on Diagnostic and Preventive Maintenance Strategies in Manufacturing Systems, Dubrovnik, 1987.

[11] Stanković, R.: Izbor politike održavanja TMS, VTG, 4/1985.

Mr Dušan Korolija,
kapetan I klase, dipl. inž.

Vreme zastoja modularno građenog elektronskog sredstva zbog snabdevanja rezervnim delovima

Uvod

Savremena elektronska sredstva su modularno građena. Takva konstrukcija omogućava da se popravljaju na nižim nivoima održavanja, zamenom njihovih viših modularnih celina. Ispravna modularna celina, koja se stavlja na mesto neispravne celine, uzima se iz jednog od kompleta u kojima se nalazi kao rezervni deo. Ako potrebne modularne celine nema u kompletima rezervnih delova, vrši se popravak neispravne celine na određenom nivou održavanja. Vremenski period od pokretanja nabavke modularne celine do trenutka njenog dopremanja predstavlja vreme zastoja sredstva zbog snabdevanja rezervnim delom. Za popravak popravljive modularne celine takođe su potrebni rezervni delovi. Snabdevanje ovim rezervnim delovima indirektno utiče na vreme zastoja sredstva.

Poznavanjem srednjeg vremena zastoja sredstva zbog snabdevanja svim rezervnim delovima može se odrediti uticaj procesa snabdevanja na operativnu gotovost uređaja. U ovom članku pokazan je matematički model snabdevanja popravljivim rezervnim delovima sa jednog i dva nivoa snabdevanja. Na početku su dati opšti izrazi za određivanje srednjeg vremena zastoja modularno građenog elektronskog sredstva zbog snabdevanja svim vrstama rezervnih delova. Posebno su dati izrazi za određivanje srednjeg vremena zastoja elektronskog sredstva zbog nedostatka popravljivog rezervnog dela, kada se snabdevanje izvodi sa jednog i sa dva nivoa snabdevanja. Za svaki slučaj snabdevanja data je grafička zavisnost vremena zastoja sredstva od nekih parametara procesa snabdevanja.

Opšti izrazi

Modularno građeno elektronsko sredstvo korektivno se održava na više nivoa održavanja. Na svakom nivou održavanja dolazi do zastoja sredstva zbog snabdevanja rezervnim delovima. Opšti izraz za ukupno srednje vreme zastoja elektronskog sredstva zbog snabdevanja rezervnim delovima dato je izrazom:

$$t_p = \sum_{i=1}^{N} q_i t_{pi} \qquad (1)$$

gde je:

- q_i — verovatnoća opravke sredstva na i-tom nivou održavanja;
- N — broj nivoa održavanja;
- t_{pi} — srednje vreme zastoja sredstva zbog nedostatka rezervnih delova na i-tom nivou održavanja, koje je dato izrazom:

$$t_{pi} = \sum_{j=1}^{M} q_{ij} t_{pij} \qquad (2)$$

gde je:

t_{pij} — srednje vreme zastoja sredstva na i-tom nivou održavanja zbog nedostatka j-tog rezervnog dela;

M — broj vrsta rezervnih delova;

q_{ij} — verovatnoća opravke sredstva j-tim rezervnim delom, koja je data izrazom:

$$q_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{\lambda_{iuk}} \tag{3}$$

gde je:

λ_{ij} — intenzitet otkaza j-tog sastavnog dela;

λ_{iuk} — ukupni intenzitet otkaza svih delova koji se menjaju na i-tom nivou.

$$\lambda_{iuk} = \sum_{j=1}^{M} \lambda_{ij} \tag{4}$$

Srednje vreme zastoja sredstva na i-tom nivou održavanja zbog nedostatka j-tog rezervnog dela zavisi od mnogo faktora. Obnavljanje neispravnog popravljivog sastavnog dela vrši se u kompletu rezervnih delova koji je na nivou na kojem se popravlja sredstvo ili u jednom od kompleta na višim nivoima snabdevanja, zaključno sa kompletom koji je na nivou na kojem se popravlja potreban rezervni deo. Ako u kompletima rezervnih delova tog dela nema on se obnavlja u radionici nivoa održavanja koji je nadležan za popravak tog dela. Radionica u kojoj se vrši popravak dela može se posmatrati kao najviši nivo snabdevanja u kojem se deo sigurno obnavlja. Poznavanjem verovatnoća otkaza kompleta rezervnih delova, iz kojih se elektronski uređaj snabdeva j-tim rezervnim delom i srednjih vremena obnavljanja tog sastavnog dela u tim kompletima rezervnih delova, može se odrediti srednje vreme zastoja elektronskog sredstva zbog nedostatka tog rezervnog dela. U opštem slučaju, može se zapisati:

$$t_{pj} = \sum_{s=1}^{Q} t_{jos} R_j^s \tag{5}$$

gde je:

t_{pj} — srednje vreme zastoja sredstva zbog nedostatka j-tog rezervnog dela;

t_{jos} — srednje vreme obnavljanja j-tog sastavnog dela u kompletu na s-tom nivou;

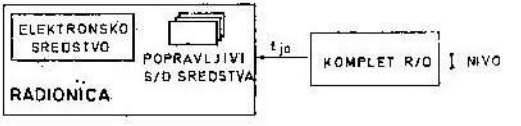
R_j^s — verovatnoća obnavljanja j-tog sastavnog dela u kompletu na s-tom nivou;

Q — broj nivoa snabdevanja.

U nastavku su određena srednja vremena zastoja elektronskog sredstva zbog nedostatka rezervnog dela, za slučajeve da se snabdevanje vrši sa jednog i sa dva nivoa snabdevanja.

Snabdevanje sa jednog nivoa snabdevanja

Elektronsko sredstvo i njegovi popravljivi sastavni delovi snabdevaju se potrebnim popravljivim rezervnim delovima sa jednog nivoa snabdevanja u slučaju kada se taj deo popravlja na nivou na kojem se i zamenjuje (sl. 1).



Sl. 1 Snabdevanje popravljivim rezervnim delom sa jednog nivoa snabdevanja

Obnavljanje neispravnog sastavnog dela sredstva ili njegovih popravljivih sastavnih delova vrši se u kompletu rezervnih delova. Srednje vreme obnavljanja j-tog sastavnog dela u kompletu rezervnih delova jednako je vre-

menu potrebnom da se ispravni deo dopremi iz kompleta do radionice za održavanje:

$$t_{jII} = t_{jo} \tag{6}$$

Ako potrebnog dela nema u kompletu rezervnih delova, njegovo obnavljanje se vrši u radionici za održavanje vanrednom popravkom neispravnog sastavnog dela. Srednje vreme takvog obnavljanja je:

$$t'_{jIR} = t_{jao} + t'_{ja} + t'_{jp} \tag{7}$$

gde je:

t_{jao} — srednje vreme opravke sastavnog dela;

t'_{ja} — srednje vreme zastoja sastavnog dela zbog administrativnih razloga, pri vanrednoj popravci tog dela;

t'_{jp} — srednje vreme zastoja sastavnog dela zbog nedostatka rezervnih delova, pri vanrednoj popravci tog dela.

Izuzeti rezervni deo, iz kompleta rezervnih delova, obnavlja se u radionici za održavanje redovnom opravkom zamenjenog dela. Srednje vreme ovog obnavljanja dato je izrazom:

$$t_{jIR} = t_{jao} + t_{ja} + t_{jp} \tag{8}$$

gde je:

t_{ja} — srednje vreme zastoja sastavnog dela zbog administrativnih razloga, pri redovnoj popravci tog dela;

t_{jp} — srednje vreme zastoja sastavnog dela zbog nedostatka rezervnih delova pri redovnoj popravci tog dela.

Kod popravljivih sastavnih delova, koji se u radionici redovno popravljaju (vraćaju se u komplet rezervnih delova), njihov j-ti popravljivi sastavni deo u radionici se redovno obnavlja i vreme tog obnavljanja dato je izrazom (8).

Na osnovu izraza (5) dobija se da je srednje vreme zastoja sredstva i njegovih popravljivih sastavnih delova, koji se u radionici vanredno popravljaju, zbog nedostatka j-tog popravljivog rezervnog dela:

$$t'_{pjI} = t_{jo}(1 - P_{jI}) + t'_{jIR}P_{jI} = t_{jo} + (t'_{jIR} - t_{jo})P_{jI} \tag{9}$$

Srednje vreme zastoja sastavnih delova sredstva, koji se u radionici redovno opravljaju, dato je izrazom:

$$t_{pjI} = t_{jo} + (t_{jIR} - t_{jo})P_{jI} \tag{10}$$

U izrazima (9) i (10) P_{jI} predstavlja verovatnoću otkaza kompleta rezervnih delova u slučaju potrebe j-tog popravljivog rezervnog dela:

$$P_{jI} = \frac{A_j^{n_j}}{n_j! \sum_{z=0}^{n_j} A_j^z / z!} \tag{11}$$

gde je:

n_j — broj j-tih delova u kompletu.

$$A_j = t_{jIR}\lambda_{juk} \tag{12}$$

U izrazu (12) λ_{juk} predstavlja ukupni intenzitet otkaza svih j-tih sastavnih delova, koji se obnavljaju u kompletu. U slučaju da se u radionici popravljaju samo sredstva zamenom j-tog sastavnog dela, ukupni intenzitet otkaza je:

$$\lambda_{juk} = \lambda_j b \tag{13}$$

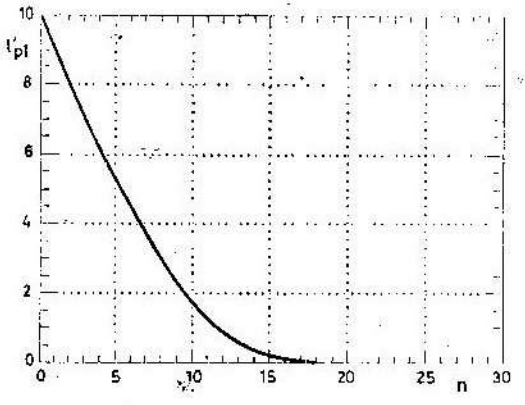
gde je:

λ_j — intenzitet otkaza j-tog sastavnog dela;

b — broj sredstava koji se održavaju u radionici.

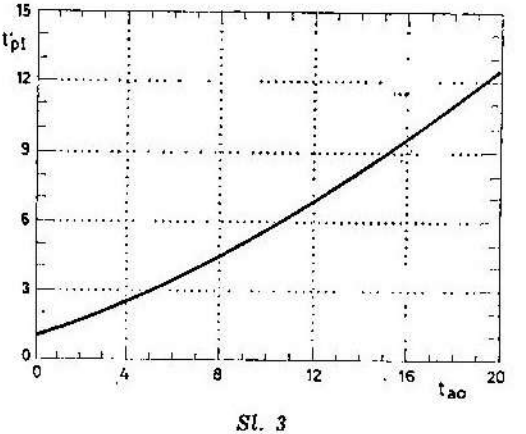
Na slici 2 prikazana je zavisnost srednjeg vremena zastoja sredstva zbog

nedostatka rezervnog dela ($t'_{pI}[h]$) od broja tih delova u kompletu rezervnih delova (n).



Sl. 2

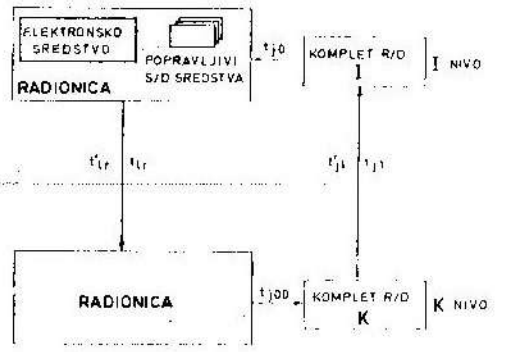
Na slici 3 prikazana je zavisnost srednjeg vremena zastoja sredstva zbog nedostatka rezervnog dela od srednjeg vremena opravke tog sastavnog dela ($t_{ao}[h]$).



Sl. 3

Snabdevanje sa dva nivoa snabdevanja

Snabdevanje popravljivim rezervnim delom sa dva nivoa izvodi se u slučaju popravke tog dela na neposredno višem nivou održavanja od nivoa na kojem je zamenjen (sl. 4).



Sl. 4 Snabdevanje popravljivim rezervnim delom sa dva nivoa snabdevanja

Obnavljanje neispravnog sastavnog dela izvodi se u kompletu rezervnih delova, koji je na nivou na kojem se deo zamenjuje (komplet I). Srednje vreme obnavljanja dato je izrazom (6).

Ako u kompletu I, dela nema, on se obnavlja u kompletu K, koji je na višem nivou snabdevanja. Srednje vreme ovakvog obnavljanja je:

$$t_{jIK} = t_{j0} + t'_{jI} \qquad (14)$$

gde je:

t'_{jI} — srednje vreme vanredne popune rezervnim delom kompleta na I nivou iz kompleta na K nivou.

U slučaju da dela nema ni u kompletu K on se obnavlja u radionici za održavanje na K nivou. Srednje vreme ovog obnavljanja je:

$$t'_{jIKR} = t_{j0} + t'_{jI} + t'_{jKR} \qquad (15)$$

gde je:

$$t'_{jKR} = t'_{jtr} + t_{jao} + t'_{ja} + t'_{jp} + t_{joo} \qquad (16)$$

gde je:

t'_{jtr} — srednje vreme vanrednog transporta dela od radionice na I nivou do radionice na K nivou održavanja;

t_{joo} — srednje vreme dopremanja dela od radionice do kompleta na K nivou.

Izuzeti deo iz kompleta I redovno se obnavlja u kompletu K ili u radionici na K nivou. Srednje vreme obnavljanja dela u kompletu K je:

$$t_{jIK} = t_{jI} \tag{17}$$

gde je:

t_{jI} — srednje vreme redovne popune rezervnim delom kompleta na I nivou iz kompleta na K nivou.

Srednje vreme obnavljanja dela u radionici je:

$$t_{jIKR} = t_{jo} + t_{jI} + t_{jtr} + t_{jao} + t_{ja} + t_{jp} + t_{joo} \tag{18}$$

gde je:

t_{jtr} — srednje vreme redovnog transporta dela od radionice na I nivou do radionice na K nivou održavanja.

Izuzeti deo iz kompleta K redovno se obnavlja u radionici na K nivou. Srednje vreme obnavljanja je:

$$t_{jKR} = t_{jtr} + t_{jao} + t_{ja} + t_{jp} + t_{joo} \tag{19}$$

Srednje vreme zastoja elektronskog uređaja i njegovih popravljivih sastavnih delova, koji se u radionici vanredno popravljaju, zbog nedostatka j-tog popravljivog sastavnog dela je:

$$t'_{pjK} = t_{jo} + t'_{jI}[P_{jIK} \cdot (1 - P_{jKR}) + P_{jIR} \cdot P_{jKR}] + t'_{jKR} \cdot P_{jIR} \cdot P_{jKR} \tag{20}$$

P_{jIK} predstavlja verovatnoću otkaza kompleta I u slučaju da je na I nivou održavanja potreban j-ti deo, pod uslovom da taj deo postoji u kompletu K:

$$P_{jIK} = \frac{A_{jIK}^{n_j}}{n_j \; ! \sum_{z=0}^{n_j} A_{jIK}^{z} \; / \; z!} \tag{21}$$

gde je:

$$A_{jIK} = t_{jI}\lambda_{jIuk} \tag{22}$$

gde je:

λ_{jIuk} — ukupni intenzitet svih j-tih sastavnih delova, koji se obnavljaju u kompletu I.

P_{jIR} predstavlja verovatnoću otkaza kompleta I u slučaju da je na I nivou održavanja potreban j-ti deo, pod uslovom da taj deo ne postoji u kompletu K:

$$P_{jIR} = \frac{A_{jIR}^{n_j}}{n_j \; ! \sum_{z=0}^{n_j} A_{jIR}^{z} \; / \; z!} \tag{23}$$

gde je:

$$A_{jIR} = t_{jIKR} \cdot \lambda_{jIuk} \tag{24}$$

P_{jKR} predstavlja verovatnoću otkaza kompleta K u slučaju potrebe j-tog dela:

$$P_{jKR} = \frac{A_{jKR}^{m_j}}{m_j \; ! \sum_{z=0}^{m_j} A_{jKR}^{z} \; / \; z!} \tag{25}$$

$$A_{jKR} = t_{jKR} \cdot \lambda_{jKuk} \tag{26}$$

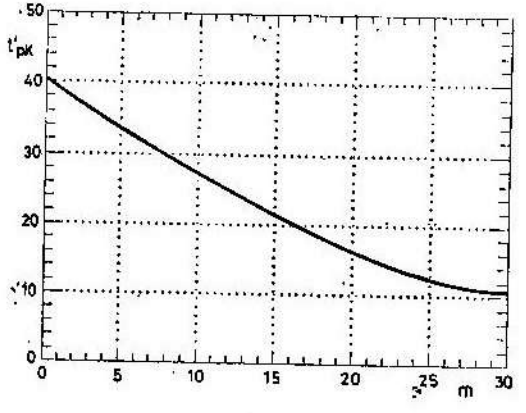
gde je:

m_j — broj j-tih delova u kompletu K;

λ_{jKuk} — ukupni intenzitet otkaza svih j-tih sastavnih delova, koji se obnavljaju u kompletu K.

Srednje vreme zastoja popravljivih sastavnih delova, koji se u radionici redovno popravljaju, zbog nedostatka j-tog popravljivog dela je:

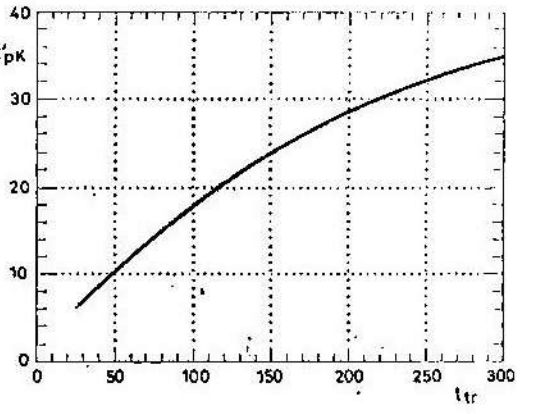
$$t'_{pjK} = t_{jo} + t_{jI} \cdot [P_{jIK} \cdot (1 - P_{jKR}) + P_{jIR} \cdot P_{jKR}] + t_{jKR} \cdot P_{jIR} \cdot P_{jKR} \quad (27)$$



Sl. 5

Na slici 5 prikazana je zavisnost srednjeg vremena zastoja sredstva zbog nedostatka rezervnog dela (t'_{pK}[h]) od broja tih delova u kompletu K (m).

Na slici 6 prikazana je zavisnost srednjeg vremena zastoja sredstva zbog nedostatka rezervnog dela od srednjeg vremena redovnog transporta od radionice na I nivou do radionice na K nivou održavanja (t_{tr}[h]).



Sl. 6

Zaključak

Srednje vreme zastoja elektronskog sredstva zbog snabdevanja rezervnim delovima predstavlja, pored cene snabdevanja, osnovni kriterij za optimizaciju zaliha rezervnih delova. U radu su dati izrazi za srednja vremena zastoja sredstva zbog nedostatka jednog rezervnog dela, u slučajevima snabdevanja sa jednog i dva nivoa snabdevanja. Pomoću izraza (5) to vreme je moguće odrediti i u slučajevima snabdevanja sa više nivoa od dva. Na osnovu tih izraza i opštih izraza, datih na početku rada, moguće je odrediti srednje vreme zastoja bilo koje vrste elektronskih sredstava, za bilo koju varijantu njihovog održavanja.

Literatura:

[1] Kuljbak L. I.: »Osnovi raščeta obesprečenija elektronnoj aparaturi zapasnimi elementami«, Sovetskoe radio, Moskva, 1970.

[2] Korolija D.: »Model snabdjevanja modularno građenih elektroničkih uređaja rezervnim dijelovima«, Magistarski rad, Zagreb, ETF, 1988.

[3] Korolija D.: »Snabdevanje modularno građenih tehničkih sredstava rezervnim delovima, Brioni, Zbornik radova SYMOPIS'88, 1988.

[4] Blanchard B.: »Logistics engineering and management«, New Jersey, Prentice Hall, Inc., 1986.

Mr Vlado Radić,
kapetan I klase, dipl. inž.

Obrada metala eksplozijom

Uvod

Savremeni razvoj pojedinih oblasti mašinstva, hemijske i petrohemijske industrije, avioindustrije i sl., zahteva korišćenje materijala čije karakteristike omogućavaju podnošenje velikih opterećenja u posebnim eksploatacionim uslovima, kao što su: visoka temperatura, velike brzine, agresivne sredine, visoki pritisci, i dr. U takve materijale spadaju npr. metali sa velikom čvrstoćom i poboljšanim fizičko-mehaničkim i eksploatacionim karakteristikama, te višeslojni metali.

Dobijanje delova od takvih materijala, pogotovo klasičnim postupcima plastične deformacije, veoma je teško ili, u nekim slučajevima, čak neizvodljivo. Zbog toga se počelo raditi na uvođenju novih postupaka i tehnologija, vodeći pri tome računa o ekonomičnosti.

Krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina sve veću primenu u preradi metala plastičnom deformacijom imaju eksplozivne materije. Upravo, korišćenje energije eksplozije umnogome proširuje mogućnosti obrade plastičnom deformacijom. Eksplozijom je moguće ostvariti pritiske u dijapazonu od nekoliko bara do megabara. Takav nivo dostignutih pritisaka omogućava obradu plastičnom deformacijom i onih materijala koji se primenom klasičnih postupaka nisu mogli obrađivati. Jer, plastična svojstva nekih materijala, u uslovima velikih brzina i visokih pritisaka, menjaju se u pozitivnom smislu, tj. poboljšavaju. Tako je, na primer, zavarivanje raznorodnih metala i ojačavanje do određenih mehaničkih karakteristika, bilo nemoguće ostvariti klasičnim postupcima.

Primena eksploziva u obradi materijala počela je na polju spajanja metala i brzo se proširila na ostale postupke obrade metala plastičnom deformacijom. Pored spajanja (zavarivanja) raznorodnih metala, oblaganja pojedinih delova i ojačavanja metala, naročito je značajno korišćenje energije eksploziva u oblasti obrade lima deformisanjem. Primena eksploziva u obradi lima omogućava ne samo dobijanje predmeta visoke tačnosti i boljih mehaničkih karakteristika.

Pored mogućnosti da se ostvare vrlo veliki pritisci, potrebni za proces plastične deformacije, glavna prednost obrade korišćenjem energije eksplozije jeste relativno jednostavna oprema. Snažne, masivne mašine i veliki prostor za njihov smeštajj zamenjeni su malom količinom eksploziva.

Stanje i tendencije razvoja obrade metala eksplozijom

Brojna ispitivanja na polju stvaranja novih tehnologija sa impulsnim opterećenjem pokazala su da se energi-

ja eksplozije može koristiti u oblikovanju, površinskom ojačavanju delova, zavarivanju raznorodnih metala, plakiranju, probijanju otvora, dobijanju složenih oblika cevi, i dr. Najekonomičniji od navedenih postupaka je proces obrade lima.

Postupci obrade lima deformisanjem, inače, mogu da se podele u dve grupe [8, 10]:

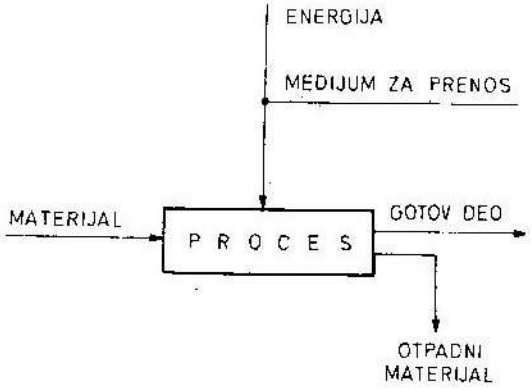
— obrada lima odvajanjem, i

— obrada lima oblikovanjem.

Pri operacijama odvajanja deformisanje lima vrši se do potpunog odvajanja lima u lokalizovanom delu žarišta deformacije. Za razliku od tih operacija, pri deformisanju lima oblikovanjem ostvaruje se značajna promena oblika od početnog pripremka do konačnog dela, ali bez razaranja lima.

Sadašnja istraživanja u svetu orijentisana su na korišćenje energije eksplozije u postojećim tehnološkim postupcima. Tako je pri izvlačenju lima fluidom razmotrena mogućnost zamene izvora energije (naročito kod visokih hidrostatičkih pritisaka) energijom eksploziva. Kasnije se ispostavilo da je zamena moguća i da će značajno uprostiti proces. To podrazumeva izostavljanje specijalnih pumpi visokih pritisaka i složenih sistema zaptivanja.

Proces obrade lima deformisanjem brizantnim eksplozivom ima najširu primenu, mada to ne isključuje razradu novih i ekonomičnijih tehnoloških procesa. Izrada delova od lima, zasnovana na deformisanju, može se ilustrovati slikom 1. Tok materijala u procesu obrade deformisanjem određenim tehnološkim postupkom karakteriše se promenom njegovog početnog oblika u željeni oblik. Energija koja je potrebna za izvršenje procesa obrade materijala prenosi se na materijal posredstvom nekog medijuma. Stanje medijuma za prenos energije može da bude različito.



Sl. 1 Proces obrade lima plastičnom deformacijom

Podela postupaka obrade lima deformisanjem, s obzirom na izvor energije, odnosno brzinu deformisanja, izvršena je na:

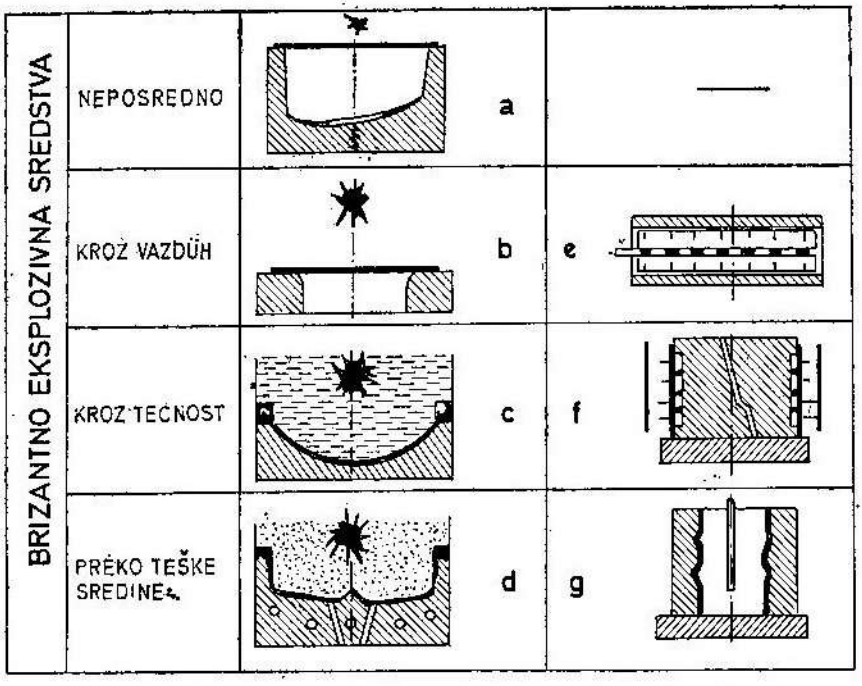
— konvencionalne metode obrade lima deformisanjem, i

— visokoenergetske impulsne metode obrade lima deformisanjem,

Konvencionalne metode odlikuju se brzinom deformisanja reda veličine do 10 m/s. Visokoenergetske impulsne metode odlikuju se time da se potencijalna energija, koja je potrebna za izvršenje procesa obrade materijala deformisanjem, pretvara u kinetičku energiju u vrlo kratkom vremenskom intervalu. Brzine deformisanja pri visokoenergetskim metodama su 100—300 m/s. Vidi se da su ove brzine znatno veće nego u konvencionalnim metodama obrade, pa je drugačiji i proces promene oblika [4, 6, 10].

Sa aspekta praktične primene najinteresantniji od postupaka obrade jeste proces izrade predmeta velikih gabarita od visokootpornih materijala pomoću brizantnih eksploziva. Proces oblikovanja lima može se prikazati shemama na slici 2.

Postoji oblikovanje kontaktnom eksplozijom i eksplozijom na određe-



Sl. 2 Principijelne sheme oblikovanja lima eksplozivom

nom rastojanju od predmeta obrade. Pri kontaktnoj eksploziji (sl. 2a) na površini predmeta obrade razvija se pritisak od $150 \cdot 10^8$ Pa. Različite stepene deformacije moguće je ostvariti primenom debljine eksploziva. Takva shema se uspešno koristi za probijanje i prosecanje visokootpornih materijala. Kontaktna eksplozija, čiji je nedostatak mali koeficijent iskorišćenja energije, kao i trenutno opterećenje i rastereće-nje materijala, najčešće se koristi za procese probijanja i površinskog ojačavanja, očvršćavanja i zavarivanja [9, 13, 14].

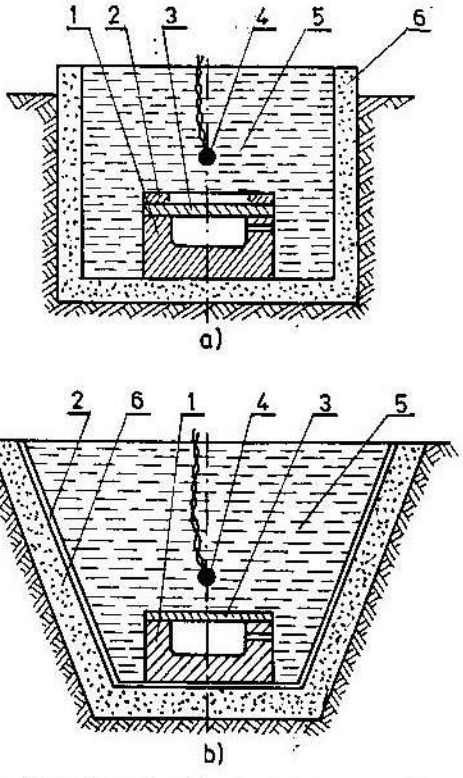
Oblikovanje lima eksplozijom na određenom rastojanju koristi se češće u praksi, pri čemu je prenosni medijum vazduh, voda ili pesak. Pritisak koji se predaje predmetu obrade zavisi i od vrste eksploziva, prenosnog medijuma, mase eksploziva i rastojanja. Najčešće primenjivan postupak je onaj koji kao prenosni medijum ima tečnost zbog sigurnosti u radu i jednostavnosti opreme.

Procesi se, najčešće, obavljaju u bazenima ili rezervoarima. Na slici 3 prikazane su sheme oblikovanja lima brizantnim eksplozivom u cilindričnim (a) i konusnim (b) bazenima. Sa istim mehaničkim karakteristikama zidova bazena i kod istih razmera, veću količinu eksploziva može podneti konusni bazen, jer odbijeni udarni talas izlazi na površinu vode, za razliku od cilindričnog, gde se udarni talas odbija od suprotne strane [9].

Eksplozivne materije i njihove karakteristike

Eksplozivne materije su hemijska jedinjenja ili smeše različitih elemenata sposobnih da se pod dejstvom spoljnih sila razlažu uz oslobađanje velike količine energije i obrazovanje velike količine gasovitih produkata.

Eksplozija je proces pri kojem dolazi do brze transformacije potencijalne energije sistema u kinetičku ili ne-



Sl. 3 Bazeni za izvršenje oblikovanja lima eksplozivom

a) cilindrični bazen: 1 — matrica; 2 — držač lima; 3 — lim; 4 — eksploziv; 5 — voda; 6 bazen

b) konusni bazen: 1 — matrica; 2 — betonski zid bazena; 3 — lim; 4 — eksploziv; 5 — voda; 6 — metalna obloga bazena

ku drugu vrstu energije. Ta pojava povezana je sa trenutnom izmenom stanja i, po pravilu, praćena je naglim, skokovitim porastom pritiska u sredini gde je izvršena transformacija, uz stvaranje udarnih talasa i vršenje mehaničkog rada ekspanzijom gasova ili para, nezavisno od toga da li su gasovi postojali ili su stvoreni za vreme eksplozije.

Eksplozija ne može nastati sama od sebe, već mora biti izazvana određenim spoljnim impulsom, tzv. inicijalnim impulsom ili energijom aktiviranja. U odnosu na vrste procesa transformacije energije sistema, eksplozije mogu biti: fizičke, nuklearne ili atomske i hemijske ili molekularne [11].

Hemijska ili molekularna eksplozija nastaje kao posledica hemijskih reakcija, pri čemu se potencijalna hemijska energija materije pretvara u toplotnu energiju, uz oslobađanje gasova kao produkata reakcije. Ovako oslobođena toplotna energija transformiše se u kinetičku energiju gasova koji su sposobni da izvrše mehanički rad za vrlo kratko vreme.

U prirodi nema čistih eksploziva, već se nalaze samo sirovine od kojih se posebnom tehnologijom u industrijskim postrojenjima proizvode eksplozivi. Prema tome, eksplozivi su samo oni tehnički proizvodi (hemijska jedinjenja ili smeše) koji imaju svojstvo da se, pod uticajem spoljnog impulsa, brzo hemijski razlažu i pri tome oslobađaju toplotu i gasove.

Eksplozivne materije mogu biti u čvrstom, tečnom ili gasovitom stanju. Najširu primenu u tehnici imaju čvrste eksplozivne materije.

Da bi došlo do hemijske eksplozije, potrebno je da budu ispunjeni sledeći uslovi:

— proces hemijskih promena treba da se odigrava srazmerno velikom brzinom;

— proces mora biti praćen oslobađanjem toplotne energije, i

— produkti hemijskih promena treba da budu pretežno gasovi.

U toku eksplozije, zahvaljujući velikoj brzini reakcije, praktično nema gubitaka energije niti oticanja gasova u toku reakcije. O brzini procesa eksplozivnog razlaganja (eksplozije) može se suditi na osnovu srednje brzine prostiranja hemijske reakcije kroz masu eksplozivne materije. Maksimalne brzine prostiranja eksplozije kroz eksplozivne materije kreću se u granicama od

1000 do 9000 m/s. Ova brzina naziva se detonaciona brzina i predstavlja jednu od osnovnih karakteristika, koja opredeljuje bližu namenu eksploziva. Brzina eksplozivnog razlaganja predstavlja, u najvećoj meri, osnovu za podelu procesa, pa se na osnovu nje razlikuju:

— sagorevanje,

— eksplozija, i

— detonacija.

Eksplozija je proces kod kojeg brzina eksplozivnog razlaganja dostiže vrednost od nekoliko stotina, pa čak i nekoliko hiljada m/s, i koji u znatno manjoj meri zavisi od spoljnih faktora. Karakteristična obeležja eksplozije, pored male zavisnosti od spoljnih faktora, jesu: nagli skok pritiska na mestu eksplozije i promenljiva brzina prostiranja procesa. Dejstvo eksplozije ispoljava se iznenadnim udarom koji izaziva snažne deformacije i razaranje predmeta oko mesta eksplozije.

Eksplozija predstavlja nestabilan proces, koji u svom prostiranju prelazi ili u detonaciju ili se gasi. Na taj način termin »eksplozija«, u širem značenju, obuhvata pojam stacionarne i nestacionarne forme odvijanja procesa koji se principijelno ne razlikuju po mehanizmu svog prostiranja.

Detonacija se, po svojoj prirodi, ne razlikuje od eksplozije, već predstavlja njenu stacionarnu i graničnu formu. Brzina detonacije ima konstantnu vrednost, maksimalno moguću za datu eksplozivnu materiju i date uslove, koja je znatno veća od brzine zvuka u toj eksplozivnoj materiji. Brzina detonacije, kao granična vrednost, predstavlja jednu od najvažnijih karakteristika eksplozivne materije, jer se samo u uslovima detonacije može postići maksimalno moguće razorno dejstvo.

Veliki broj eksplozivnih materija, koje se međusobno razlikuju po hemijskom sastavu, fizičko-hemijskim i eksplozivnim osobinama, kao i razna stanovišta sa kojih možemo posmatrati eksplozivne materije, pružaju mogućnost raznih podela. Međutim, najjednostavnija podela eksplozivnih materija jeste prema njihovoj praktičnoj primeni. Prema toj podeli, eksplozivne materije mogu se svrstati u četiri grupe: inicijalne eksplozive, brizantne eksplozive, barute i pirotehničke smeše.

Brizantni eksplozivi našli su široku primenu u tehnici i osnovni oblik njihovog eksplozivnog razlaganja jeste detonacija. Najvažniji predstavnici brizantnih eksploziva koji su našli primenu su [11]:

— nitrojedinjenja, među kojima najveću primenu imaju: trotil, pikrinska kiselina, tetril, heksogen, oktogen i nitrogvanidin;

— esteri azotne kiseline ili nitrati: nitroglicerin, nitroglikol, dinitroglikol, pentrit i nitroceluloza.

Među eksplozivnim smešama najpoznatije su:

— smeše amonijumnitrata i trotila, kao što su amatoli (80/20, 60/40, 50/50, 40/60), zatim amonali — smeše koje sadrže aluminijum u prahu;

— smeše nitrojedinjenja, najčešće binarne smeše na bazi trotila: pentolit, heksoliti, oktoliti, tetrioli, i dr.

Razorni učinci (efekti) eksplozije rezultiraju iz izvanredno naglog širenja velikih količina vrelih gasova koji razvijaju visoke pritiske reda nekoliko stotina hiljada bara. Istovremeno sa širenjem gasovitih produkata eksplozije javlja se i udarni talas. Udarni talas, a za njim gasoviti produkti, vrše razlaganje sredine koja okružuje mesto eksplozije. Stvaranje udarnog talasa je posledica naglog oslobađanja i(ili) transformacije energije u bilo kojoj sredini (vazduh, voda, zemlja, metal, i sl.). Prema tome, energija eksplozije se prenosi na znatna rastojanja od mesta eksplozije u vidu energije udarnog talasa i kinetičke energije gasovitih produkata eksplozije.

Deformisanje metala eksplozijom

Ponašanje metala koji se najčešće koriste u mašinstvu, pri statičkom deformisanju, poznato je i dovoljno izučeno. Međutim, izlaganje tih istih metala trenutnom, impulsom opterećenju, dovodi do strukturnih promena, a samim tim i do promena mehaničkih karakteristika. Metali, kao nerđajući čelik i legure titana, skloni su razaranju pri statičkim uslovima deformisanja, dok se dejstvom na njih impulsnim opterećenjem, stepen deformacije povećava skoro dva puta. To omogućava dobijanje veće dubine izvlačenja, kao i složenijih oblika pri obradi lima eksplozijom, što, u krajnjoj meri, smanjuje broj operacija [5, 6, 10].

Skoro sva ispitivanja govore o tome da pri dinamičkom opterećenju metala dolazi do povećanja granice tečenja, čvrstoće i izduženja. Neke orijentacione vrednosti tih karakteristika date su u tabeli 1.

Pri ispitivanju gvožđa, ugljeničnih i legiranih čelika, aluminijuma, bakra i njegovih legura, primećeno je smanjenje plastičnosti pri velikim brzinama deformisanja, što se objašnjava postojanjem »kritične« brzine za navedene materijale pri kojoj razaranje nastaje trenutno. Ustanovljeno je da se kritična brzina za čelike nalazi u granicama 50—100 m/s, a za aluminijum 11 m/s.

Pri prelazu sa statičkog na dinamičko ispitivanje sa brzinom 3,8 m/s, primećeno je smanjenje relativnog izduženja. Daljim povećanjem brzine deformisanja dolazi do blagog porasta karakteristika plastičnosti. Autori V. N. Beljajev i V. N. Kovalevski su ispitivali uticaj brzine deformisanja na karakteristike plastičnosti metala. Rezultati ispitivanja navedeni su u tabeli 2. Za većinu ispitivanih materijala utvrđeno je povećanje karakteristika plastičnosti u odnosu na statičke vrednosti [4, 6, 10].

Tabela 1

Neke orijentacione vrednosti mehaničkih karakteristika pri dinamičkom opterećenju metala

Materijal	σ_v	σ_m	φ	ψ
	povećanje u %			
Ugljenični čelici	do 90	do 40	do 40	do 300
Aluminijum	50	30	50	do 10
Duraluminijum	30	bez promene	40	bez promene
Bakar	40	40	50	bez promene

Uticaj sila inercije na proces deformisanja ogleda se u tome što dovode materijal deformisanja u prostorno naponsko stanje. To je, u stvari, drugi razlog za promenu obradivosti metala pri deformisanju velikim brzinama. Međutim, pored uticaja brzine deformisanja, potrebno je razmatrati i uticaj temperature. Ovde treba naglasiti nerazdvojnost brzinskog i temperaturnog faktora i nemogućnost izolovanog posmatranja oba faktora čije je dejstvo na karakteristike metala suprotno.

Tabela 2

Uticaj brzine deformisanja na karakteristike plastičnosti

Materijal i oblik termičke obrade	Brzina deformisanja [m/s]	Karakteristike plastičnosti [%]			
		δ_5	δ_m	δ_s	ψ
Čelik, kaljeni	10^{-4}	58	37	112	73
	0,1	60	46	118	70
	10	69	59	124	71
	200	74	63	129	75
	500	21	18	58	24
Čelik, kaljeni u stanju dugog otpuštanja	10^{-4}	53	36	111	73
	0,12	58	45	116	69
	10	65	54	118	70
	100	72	60	120	72
	500	28	21	62	39
Čelik, žareni	10^{-4}	26	16	46	52
	0,2	27	18	49	57
	10	31	22	53	60
	65	34	24	61	60
	140	21	10	66	69
	250	11	7,5	50	56
Čelik, poboljšani	10^{-4}	14	2,6	38	60
	0,12	14,1	2,8	37	58
	10	16,1	7,8	44	57
	100	22	9,2	58	66
	250	7	1,6	55	56
Legura titana, žarena	10^{-4}	20	12	45	47
	10	23,5	15,6	48	52
	65	25	17	52	55
	300	11	7	29	31
Legura titana, kaljena	10^{-4}	6,5	3,5	24	24,6
	10	12	6,3	35	38
	100	16	9,8	41	45
	300	8	5	26	27
Legura aluminijuma	10^{-4}	15	12	20	20
	4	18	15	33	26
	50	22	13	45	31
	100	16	9	41	28

Plastična deformacija metala, kod najrazličitije sheme spoljnih uslova — od aksijalnog istezanja do složenog naponskog stanja, od naprezanja pri visokim temperaturama do naprezanja na temperaturama bliskim apsolutnoj nuli, nastaje na do sada tri poznata načina: klizanjem, dvojnikovanjem i difuzionim puzanjem [9, 10].

Mehanizam nastanka plastične deformacije monokristala i polikristala može biti važniji nego spoljni uslovi — temperatura i brzina opterećenja. Kod polikristalnih materijala plastična de-

formacija se ostvaruje ne po jednom, nego preko nekoliko mehanizama i preko većeg broja oblika jednog te istog procesa.

Uzimajući u obzir da realizacija jednog ili drugog mehanizma deformacije zavisi od uslova deformacije, mnogi autori su pokušavali da opišu novi proces deformacije, svojstven samo visokobrzinskom opterećenju, kada napon dostiže nekoliko kilobara, a brzina poremećaja je bliska brzini zvuka.

Jedna od niza pretpostavki u tom pravcu jeste da se pri dejstvu na metal udarnim talasom visokog pritiska javljaju tangencijalni naponi takvog intenziteta da relaksacija napona može nastupiti samo putem razaranja kristalne rešetke. To je, opet, povezano sa gubitkom stabilnosti i obrazovanjem velikog broja dislokacija. Pretpostavlja se da je takav mehanizam relaksacije napona u vrlo kratkom vremenskom intervalu sličan mehanizmu Frenkela i veličine napona su proporcionalne teorijskoj čvrstoći [9].

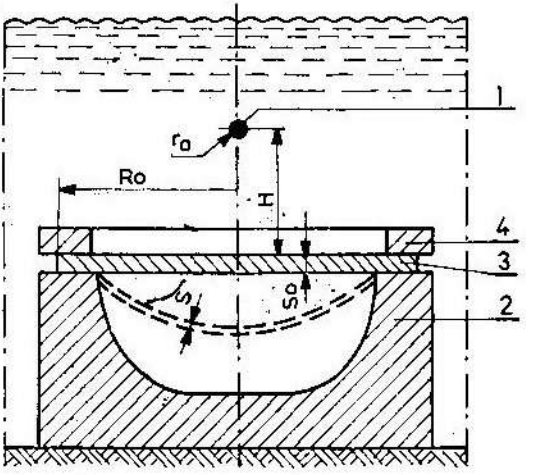
Veliki broj ispitivanja u poslednje vreme negiraju mogućnost da može postojati bilo kakav principijelno novi mehanizam plastične deformacije koji bi odgovarao samo visokobrzinskom impulsnom opterećenju.

Karakteristike oblikovanja eksplozijom u vodi

Proces oblikovanja lima eksplozijom ostvaruje se prema slici 4.

Na matricu (2) postavlja se pripremak (3) sa držačem lima na njemu. Iznad pripremka na određenoj visini H postavlja se eksploziv (1). Tako komponovan sklop potapa se u bazen sa vodom, gde se vrši eksplozija. Eksplozijom se oslobađa energija koja se predaje okolnoj sredini. Deo oslobođene energije predaje se pripremku i troši na njegovo deformisanje [9, 13, 14].

Osnovna karakteristika deformisanja lima eksplozijom jeste brzina deformisanja (200—300 m/s). U tim uslovima vazduh u kalupu znatno utiče na proces deformisanja, pa se kao posledica toga javlja ili nedovoljno izvučen deo ili lokalna ispupčenja u suprotnom smeru. Zbog toga iz matrice odstranjuje se vazduh pomoću vakuum-pumpe ili izradom otvora pri dnu matrice.



Sl. 4 Sklop za oblikovanje lima eksplozivom u vodi

1 — eksploziv; 2 — matrica; 3 — pripremak; 4 — držač lima

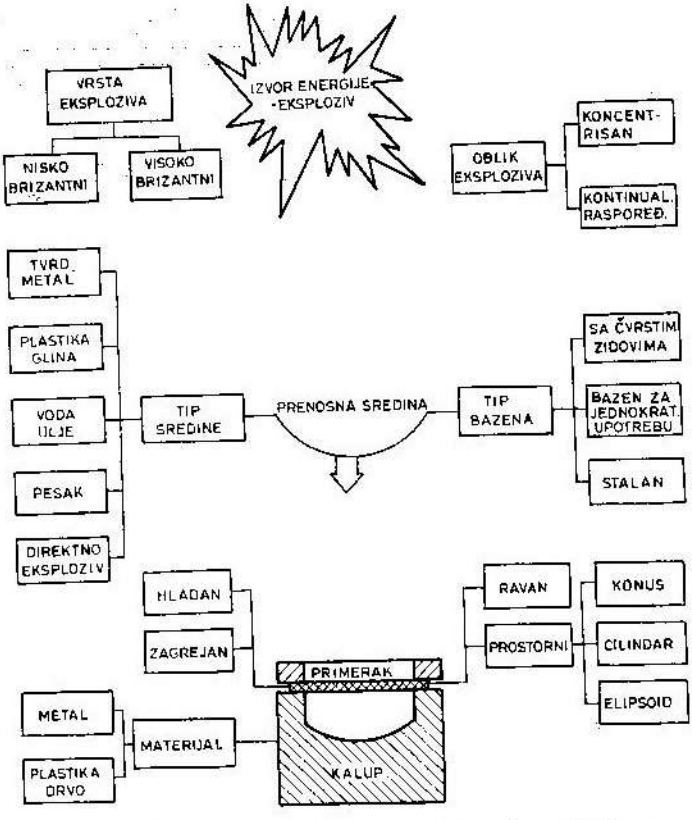
Na slici 5 prikazana je klasifikacija osnovnih elemenata karakterističnih za svaki vid oblikovanja lima eksplozijom: izvor energije — eksploziv — prenosni medijum — pripremak i matrica.

Kao izvor energije koriste se brizantni eksplozivi koji odgovaraju zahtevima sigurnosti pri radu sa njima u industrijskim uslovima. Ti eksplozivi omogućavaju oblikovanje u različite forme eksplozivnog punjenja.

Pri detonaciji eksploziva, kao posledica hemijske reakcije, jako sabijeni i zagrejani gasni produkti eksplozije se šire, sabijajući okolnu sredinu i izazivajući u njoj udarni talas. Udarni talas, u suštini, predstavlja zonu sabijanja koja se kreće kroz sredinu brzinom većom od brzine zvuka. Karakter udar-

nog talasa se principijelno ostvaruje na različit način od zvučnog talasa. Prostiranje zvučnih talasa ostvaruje se oscilatornim kretanjem čestica, dok kretanje sredine praktično ne postoji. Pri prostiranju udarnog talasa iza njegovog fronta nastaje strujanje sredine u pravcu prostiranja udarnog talasa.

Parametri udarnog talasa zavise ne samo od vrste eksploziva i okolne sredine, već i od oblika eksplozivnog punjenja i rastojanja fronta od centra eksplozije. Najčešći oblik punjenja kod oblikovanja lima je sfera. Kod eksplozivnog punjenja u obliku sfere stvara se centralnosimetrični udarni front.



Sl. 5 Klasifikacija osnovnih elemenata oblikovanja lima

Brzina prostiranja zvučnih talasa u bilo kojoj jednorodnoj sredini pri određenim početnim uslovima konstantna je veličina, dok je brzina prostiranja udarnog talasa promenljiva. Promena pritiska, gustine i temperature sredine usled prolaza zvučnog talasa je zanemarljiva, dok je kod udarnog talasa znatna i, što je najvažnije, nagla, skokovita.

Veliki uticaj na proces oblikovanja ima visina postavljanja eksploziva iznad pripremka. Kod distancionih procesa, kod kojih se eksplozivno punjenje nalazi na određenom rastojanju od pripremka, udarni talas može padati prema pripremku normalno ili pod uglom. Povećanje visine položaja eksploziva dovodi do povećanja količine eksploziva potrebne za deformisanje lima, po-

većava troškove izrade ostale opreme (bazen) i vreme ponovnog punjenja bazena vodom.

Prenosna sredina, takođe, ima znatnog uticaja na proces oblikovanja. Ona treba da bude jeftina (male cene), da se može koristiti više puta i da bude dostupna. Voda, kao prenosna sredina, odgovara svim ovim zahtevima, te se najčešće koristi.

Za oblikovanje eksplozijom koriste se, uglavnom, tri tipa bazena: sa čvrstim zidovima, stalni i bazeni za jednokratnu upotrebu. Bazeni za jednokratnu upotrebu, izrađeni od plastične mase ili nekih drugih materijala, koriste se za izradu elemenata velikih gabarita kod pojedinačne proizvodnje. U tom slučaju obrada se vrši na otvorenom mestu, dovoljno udaljenom od naseljenih mesta [, 16, 17].

U odnosu na klasične metode obrade lima, oblikovanje eksplozivom ima nekoliko prednosti: relativno jednostavna i jeftina oprema (uključujući bazene, pumpe za vodu i vakuum-pumpe), praktično neograničena energetska mogućnost dozvoljava izradu delova od lima veće debljine od visokootpornih materijala, prostiji (jednostavniji) proizvodni proces, poboljšani uslovi rada i kultura proizvodnje.

Već je naglašeno da se najčešće koristi brizantni eksploziv. Količina potrebnog eksploziva za deformisanje lima pri obradi oblikovanjem eksplozivom jedan je od najvažnijih parametara procesa. Ta količina koja će dovesti do oblikovanja lima treba da bude minimalna, a da pri tome ne preopterećuje delove alata i bazena. Za tačno određivanje potrebne količine eksploziva ne postoji egzaktna teorija zasnovana na fizici eksplozije, s jedne strane, i na stavovima iz teorije elastičnosti, s druge strane. Veliki je broj faktora koji utiču na proces eksplozije u vodi, a time i na potrebnu količinu eksploziva.

Savremena teorija podvodne eksplozije omogućava da se odredi energija direktnog talasa koji se predaje na lim. Mnogo je složenije određivanje energije sledećeg protoka tečnosti i difrakcionog izjednačavanja pritiska. Zbog toga pribegava se metodama koje omogućavaju približnu procenu i izračunavanje potrebne količine eksploziva.

Na osnovu izvoda u literaturi i raznih eksperimentalnih istraživanja došlo se do izraza na osnovu kojeg se određuje količina eksploziva po jedinici okvašene površine pripremka (odnosi se na eksploziv VITEZIT 20) [9, 14]:

$$q = 0{,}0113 \cdot s^{0{,}972} \cdot k^{4{,}134} \cdot H_0^{0{,}582} \text{ [kg]} \quad (1)$$

gde su:

- s [mm] — debljina lima koji se izvlači;
- k — odnos izvlačenja;
- H_0 [mm] — rastojanje eksplozivnog punjenja od površine pripremka (preporučljiva vrednost $H_0 = (0{,}3—0{,}4)D$, gde je D — prečnik okvašene površine pripremka).

Količina potrebnog eksploziva može da se izrazi i preko zatezne čvrstoće R_m. Tako definisana zavisnost, za čelik i bakar, ima oblik:

$$q = 2{,}69 \cdot 10^{-5} \cdot R_m \cdot s^{0{,}972} \cdot k^{4{,}134} \cdot H_0^{0{,}582} \text{ [kg]} \quad (2)$$

Primenom teorije modelovanja procesa hidroizvlačenja eksplozivom može da se odredi potrebna količina eksploziva za izvlačenje bilo kojeg dela oblika danca, ako je poznata količina eksploziva za izvlačenje nekog modela. Izraz za to ima oblik [14]:

$$G_p = G_m \cdot N_r^2 \cdot N_s \text{ [kg]}, \quad (3)$$

gde su:

- $G_p = q \cdot A$ — količina eksploziva za odgovarajuće dance u [kg];

A [mm²] — površina okvašene površine pripremka;

G_m [kg] — količina eksploziva na model;

$N_r = D_p/D_m$ — koeficijent modelovanja za prečnik;

$N_s = S_p/S_m$ — koeficijent modelovanja za debljinu lima.

Zaključak

Nova tehnološka rešenja i postupci dobijanja materijala usmerena su na zadovoljavanje pojedinih konstrukcionih, fizičko-hemijskih i mehaničkih zahteva. Novi materijali, sa novim karakteristikama, umnogome proširuju mogućnosti primene u propulzivnim oblastima, kao što su mašinstvo, hemij-

Tabela 3

Zavisnost količine eksploziva od dimenzija danca

Redni broj	Dimenzije danca		Odnos $k = D_0/D$	Potrebna količina eksploziva G u [kg]
	Prečnik D [mm]	Debljina s [mm]		
1	900	9	1,33	3,1296
2	900	10	1,33	3,4671
3	1000	5	1,30	1,9206
4	1000	8	1,30	3,0923
5	1000	10	1,30	3,9068
6	1000	14	1,30	5,4318
7	1200	8	1,25	3,7864
8	1200	10	1,25	4,7957
9	1200	14	1,25	6,6510
10	1500	8	1,27	6,3175
11	1500	14	1,27	11,0970
12	1500	15	1,27	11,8667
13	1500	16	1,27	12,6349
14	2000	6	1,25	7,9521
15	2000	18	1,25	23,9894
16	2000	20	1,25	26,5763
17	2500	8	1,24	15,8972
18	2500	10	1,24	20,1347
19	3000	15	1,23	41,5846
20	3000	16	1,23	44,2766

U tabeli 3 dati su podaci o dimenzijama danaca i potrebnih količina eksploziva za izvlačenje. Podaci o potrebnoj količini eksploziva za izvlačenje danaca pokazuje da je cena energije, koju u ovom slučaju obezbeđuje eksploziv, znatno manja nego pri klasičnom izvlačenju [14].

ska i petrohemijska industrija, avioindustrija, i dr.

Tehnologije koje podrazumevaju korišćenje energije eksploziva u obradi metala počele su da se razvijaju i primenjuju u industriji krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina. Najširu primenu te tehnologije našle su u obradi plastičnom deformacijom. Izvlačenje limova, kao kvalitetan, veoma ekonomi-

čan, jednostavan, a nadasve produktivan proces obrade potvrđuje tezu da energija eksploziva, osim rušećeg dejstva, ima itekako važan aspekt tehnološke primenljivosti.

Sadašnja istraživanja u svetu usmerena su na korišćenje energije eksploziva u postojećim tehnologijama. Pored mogućnosti da se ostvare vrlo visoki pritisci, potrebni za proces plastične deformacije, glavna prednost obrade korišćenjem energije eksplozije je relativno jednostavna oprema koja isključuje snažne, masivne i skupe mašine, prateća postrojenja i opremu.

Postoje različite mogućnosti da se ostvari visokoenergetsko oblikovanje korišćenjem različitih eksplozivnih materija — zapaljivih gasnih smeša, baruta i brizantnih eksploziva. Sredina za prenos energije eksplozije (medijum) može da bude vazduh, voda, pesak, i sl. Za industrijsku izradu delova od lima najčešće se primenjuju postupci sa upotrebom brizantnih eksploziva kao izvora energije i vode kao fluida za prenos energije na predmet obrade. Korišćenjem energije eksploziva moguće je dobiti predmete različitih dimenzija od visokootpornih materijala bilo koje debljine.

Deformaciono stanje predmeta je vrlo povoljno. Kod pravilno odabranih tehnoloških parametara u ovom procesu javlja se najmanji stepen deformacije u normalnom pravcu, za razliku od ostalih postupaka izvlačenjem. To potvrđuje da u meridijalnom preseku postoji velika ravnomernost deformacija. Struktura materijala deformisanog elementa je dosta ujednačena. Razlog tome je velika brzina deformisanja koja dovodi do istovremenog deformisanja svih zrna u poprečnom preseku lima.

Veoma povoljni tehnološki parametri obrade lima (izvlačenja) eksplozivom, kao što su kraći ciklus rada, velika količina energije (zavisno od količine i vrste eksploziva), tačnost i kvalitet dobijenih predmeta, doprinose da ovakva obrada svakim danom sve više postaje sastavnim delom industrijskih pogona, a perspektive su, što se oblika i gabarita tiče, praktično neograničene.

Literatura:

[1] Rajhart D., Pirson D.: »Vzrivnaja obrabotka metallov«, Mir, Moskva, 1966.

[2] Stanjukovič K. P.: »Fizika vzriva«, Moskva, 1975.

[3] Ionov V. N., Ogibalov P. M.: »Naprjaženija v telah pri impul'snom nagruženii«, Moskva, 1975.

[4] Beljajev V. N.: »Visokoskorostnaja deformacija metallov«, Nauka i tehnika, 1976.

[5] Deribas A. A.: »Fizika upročnenia I svarki vzrivom«, Novosibirsk, Nauka, 1980.

[6] Rjbin V. V.: »Boljšie plastičeskie deformacii i razrušenie metallov«, Mašinostroenie, 1971.

[7] Epštejn G. N.: »Visokoskorostnaja deformacija i struktura metallov«, Mašinostroenie, 1971.

[8] Stoiljković V.: »Teorija obrade deformisanjem«, Mašinski fakultet Niš, 1984.

[9] Dimitrov B.: »Doktorska disertacija«, Mašinski fakultet Niš, 1987.

[10] Maksimović P.: »Tehnologija eksplozivnih materija«, VIZ, Beograd, 1972.

[11] Nikolaevski B. N.: »Dinamičeskaja pročnost' i skorost' razrušenia«, Mir, Moskva, 1981.

[12] Anucin M. A.: »Štampovka vzrivom«, Mašinostroenie, Moskva, 1972.

[13] Stoiljković V., Dimitrov B.: »Izrada danaca eksplozivom«, »Obrada deformisanjem u mašinstvu«, 8 (1984) 1, Novi Sad.

[14] Dimitrov B., Stoiljković V.: »Analitičko-eksperimentalni način određivanja količine eksploziva pri hidroekpsozivnom izvlačenju delova od lima«, AMSTL, Opatija, 1987.

[15] HERF '89; Proceedings of 10th International Coeference of High Energy Rate Fabrication, Ljubljana, 1989.

[16] Blazynski T. Z.: »Explosion Welding, Forming and Compaction«, Applied Science Publishers, London and New York, 1983.

[17] Blazynski T. Z., Murr L. E.: »Shock Waves for Industrial Applications«, Noyes Publications, Nwe Jersou, 1988.

Dr Miloš Čolaković,
pukovnik, dipl. inž.

Gorivo kao element sigurnosti i pouzdanosti funkcionisanja raketnog sistema

Uvod

Čvrsto raketno gorivo sagoreva u strogo određenom režimu dajući pri tome potisak u vidu funkcije F(t). Za jedan određen sastav goriva oblik ove funkcije određen je njegovom geometrijom i stepenom inhibiranja. Po pravilu, početna površina sagorevanja se ne sme znatnije menjati za sve vreme rada raketnog motora. Uslovi rada raketnog motora su takvi da utiču na stvaranje pukotina u kompaktnoj masi goriva, dovode do loma zrna, do odlepljenja inhibitora od goriva ili goriva od termozaštite. Dugogodišnjim skladištenjem raketnih motora dolazi do promene supstance goriva u smislu promene sastava (naročito na kontaktnim površinama), do isušivanja lepila, do kemijske degradacije, pri čemu nastaju gasoviti produkti koji, pre nego što difundiraju, mogu izazvati pukotine ili odlepljenja ili uticati na smanjenje početnih mehaničkih svojstava goriva do granice kada ono više nije u stanju da održi svoju celovitost. Gubljenjem celovitosti, pogonski materijal sagoreva uz znatno veću površinu, što proizvodi veći pritisak barutnih gasova i konačno eksploziju raketnog motora u trenutku pripaljivanja ili za vreme leta rakete. Osim toga, gorivo (naročito dvobazna pogonska materija) hemijski se degradira, oslobađajući izvesnu količinu toplote, koja se zbog slabe temperaturne vodljivosti barutne mase može nagomilati i izazvati samozapaljenje i pre upotrebe sistema. Ova degradacija dovodi i do smanjenja energetskog i mehaničkog potencijala goriva, što se manifestuje u smanjenju specifičnog impulsa ($I_{sp.}$) i mehaničkih karakteristika.

U vezi sa navedenim promenama u barutnoj masi za vreme čuvanja i eksploatacije raketnog sistema, neophodno je u toku razvoja proceniti hemijski, fizičko-mehanički i balistički vek upotrebe.

Pod hemijskim vekom upotrebe podrazumeva se vreme za koje raketno gorivo može biti sigurno skladišteno (stokirano), da ne predstavlja opasnost od samozapaljenja. Smatra se da ova opasnost nastaje kada procesi razgradnje goriva postaju samoubrzavajući.

Fizičko-mehanički vek upotrebe (ili život) pogonskog punjenja je maksimalno vreme od njegove izrade do momenta startovanja motora, nakon kojeg će motor bez rizika ispravno raditi, ostvarujući funkciju potiska F/t/, koja u okviru dozvoljenih tolerancija odgovara funkciji ostvarenoj tokom prijemnih ispitivanja motora.

Pod balističkim vekom upotrebe podrazumeva se vreme trajanja rakete, u kojem će ona ispuniti minimum zadanih balističkih zahteva.

Sva tri pomenuta veka upotrebe raketnog goriva moraju se posmatrati zajedno zbog velikog broja parametara koji se međusobom superponiraju. Na primer, hemijska dekompozicija, pored toga što utiče na mogućnost samozapaljenja, drastično smanjuje srednju molekularnu masu goriva, a ona je u neposrednoj vezi sa viskozitetom, odnosno mehaničkim svojstvima goriva i sa balističkim ponašanjem (pritisak, brzina sagorevanja, temperaturni koeficijent brzine sagorevanja).

Kod nas postoji dugogodišnje iskustvo u određivanju hemijskih promena u klasičnom i raketnom gorivu, vezano za mogućnost njegovog samozapaljenja. Ta iskustva se koriste u definisanju metoda za kontrolu goriva u toku izrade, prijema i ekspertize nakon dugogodišnjeg skladištenja (TU SSNO preko CVTŠ KoV JNA, zajedno sa VTI-om i nekim RO namenske proizvodnje privodi kraju nove SNO za ovo područje, koji po obimnosti ispitivanja i kvalitetu ne zaostaju za svetskim).

Nešto manje iskustva, zbog nesistematskog rada, imamo sa predviđanjem balističkog veka upotrebe, ali i tu je u toku izrada novih Standarda narodne odbrane (SNO).

Takođe, malo iskustva imamo u definisanju fizičko-mehaničkog veka upotrebe goriva za klasičnu i raketnu municiju, pa će zbog toga u ovom radu i biti reči, uglavnom, o toj problematici.

Nomenklatura:

a_T — faktor temperaturno-vremenske analogije;

H — toplotna difuzivnost;

K — modul kompresibilnosti;

G — modul smicanja;

t — vreme;

w — debljina svoda raketnog goriva;

d — unutrašnji prečnik;

L — dužina pogonskog punjenja.

Fizičko-mehanički vek upotrebe raketnih goriva

Na osnovu naših i stranih iskustava najčešći razlog izbacivanja raketnog goriva iz upotrebe jeste slabljenje njegovih mehaničkih svojstava, a s tim u vezi i slabljenje strukturnog integriteta bloka pogonskog goriva. Ovakav vid oštećenja obavezno daje neadekvatnu funkciju F(t), što može uzrokovati, u najboljem slučaju, nezadovoljenje zadanih TTZ, a najčešće eksploziju raketnog motora. Da bi se to izbeglo, potrebno je u toku razvoja goriva i raketnog motora izvršiti strukturnu analizu bloka raketnog goriva. Uzima se u obzir koncentracija naprezanja, određena empirijskim izrazima u zavisnosti od w, d i L. Profili μ, σ i ε, u zavisnosti od dužine i oblika, određuju se numeričkim metodama.

PRELIMINARNA STRUKTURNA ANALIZA ima za cilj da utvrdi da li određeni tip goriva uopšte može da konkuriše za neki raketni motor, odnosno da li može da zadovolji minimalne TTZ, s obzirom na fizičko-mehanički vek upotrebe. Iz nje se izvodi zaključak da li treba učiniti nekakva poboljšanja u konstrukciji goriva ili raketnog motora. Na osnovu teorije linearne elastičnosti računaju se maksimalna naprezanja, deformacije i pomaci za zrno u obliku šupljeg cilindra. Kod složenijih oblika zrna, koncentracije naprezanja računaju se pomoću empirijskih izraza eksperimentalno usaglašenih pomoću fotoelascitometrije.

KOMPLETNA STRUKTURNA ANALIZA se radi nakon odluke o usvajanju tipa goriva za konkretni raketni motor. Ovde se ne računaju samo maksimalne veličine μ, σ i ε, već njihove vrednosti po celom volumenu goriva sa manje restrikcija i pretpostavki. Profili ovih vrednosti, u zavisnosti od dužine i oblika zrna, određuju se numeričkim metodama.

Kada se radi o specijalnim konstrukcijama, prave se posebni proraču-

ni za gorivo u oblasti prelaznog stanja (u području ostakljivanja) za σ, μ i ε na krajevima zrna, na spojevima zrno-inhibitor i na utorima.

Značajna je i eksperimentalna potvrda proračunatih rezultata. Ona je nekad i glavna analiza (kod kompleksnih konfiguracija i posebnih reoloških karakteristika goriva), kada valjanost analitičkih izraza i numeričkih metoda dolazi u pitanje. Za eksperimentalnu analizu koriste se STRAIN TESTING MOTORS (STM), STRAIN EVOLUTION CILINDER (SEC) ili, pak, mali i realni raketni motori.

ANALIZA LOMA predstavlja finalno stanje u proračunu. Rezultati ove analize izražavaju se kao koeficijent sigurnosti ili koeficijenti oštećenja. Zadatak ove analize jeste da omogući iznalaženje izraza preko kojih će se uslovi loma, dobijeni testovima kidanja na epruvetama u laboratoriji, moći koristiti za predočavanje lomova materijala u realnim uslovima eksploatacije. Značajno je pomenuti da nijedna od postojećih teorija loma ne može da se primeni i na raketna goriva, jer u sebi ne sadrže parametre kao što su naponska i deformaciona stanja u zavisnosti od istorije opterećenja, brzine, temperature, pa čak i stanja površine.

Posebno se razmatraju slučajevi loma kada u masi goriva postoje određene pukotine manje veličine i kada je masa potpuno homogena. U prvom slučaju lom nastaje kao posledica deformacija i opterećenja, a u drugom se mora utvrditi da li će pukotine nastaviti da rastu i kojom brzinom. Zbog, uglavnom, poznatih nedostataka postojeće teorije loma, za predočavanje loma raketnog goriva koriste se empirijska pravila koja polaze od USPOREDBI STVARNOG SA DOZVOLJENIM STANJEM NAPREZANJA I DEFORMACIJE U RAKETNOM MOTORU.

Zbog kompleksnosti goriva kao kompozitnog polimernog materijala za primenu navedenih empirijskih pravila mora se unapred: a) utvrditi u kom području materijala važi temperaturno-vremenska analogija; b) voditi računa da se upoređuju izračunate veličine sa maksimalnim dozvoljenim veličinama. (To podrazumeva upotrebu eksperimentalnih rezultata koji su dobijeni samo u uslovima sličnim realnim — u motoru, na kidalici sa dvoosnim ili troosnim epruvetama pod hidrostatičkim pritiskom, uz primenu faktora koncentracije naprezanja, i sl.); c) upoređivati one veličine koje se mogu računati s najvećom pouzdanošću. (Kada se radi o temperaturnim naprezanjima pouzdanije je upoređivati deformacije, a pri akceleraciji i odlepljenjima — naprezanja).

U strukturnoj analizi veliki značaj ima područje KARAKTERIZACIJE MATERIJALA. S obzirom na to da se radi o kompleksnom polimernom materijalu, problem predstavljaju nedovoljno razvijene metode sa malim stepenom pouzdanosti, pa svaka vrednost mora predstavljati statistički obrađenu veličinu. Karakterišu se sledeća svojstva goriva:

— termička: λ, d, Cp, χ,

— mehanička i reološka: σ_m, ε_m, $\sigma(t)$, $\varepsilon(t)$, $E(t)$, a_T, μ, K, G, i

— osobine loma sa funkcijama: $\sigma_m\ (t/a_T)$ i $\varepsilon_m\ (t/a_T)$.

Vrste i značaj opterećenja kojima je gorivo izloženo za vreme skladištenja i eksploatacije

Opterećenja kojima je izloženo pogonsko gorivo od dana proizvodnje do trenutka upotrebe najčešće se svrstavaju u:

— specificirana, i

— inducirana.

Specificirana opterećenja definisana su zahtevima kupca. Nastala su kao rezultat:

— temperature skladištenja, temperature eksploatacije, aerodinamičkog zagrevanja i temperaturnog cikliranja;

— akceleracije;

— vibracija i šokova;

— uticaja okoline.

Inducirana naprezanja su ona koja nastaju kao rezultat posebnih zahtjeva konstruktora i proizvođača da bi obezbedili funkcionisanje sistema. Nastaju kao rezultat:

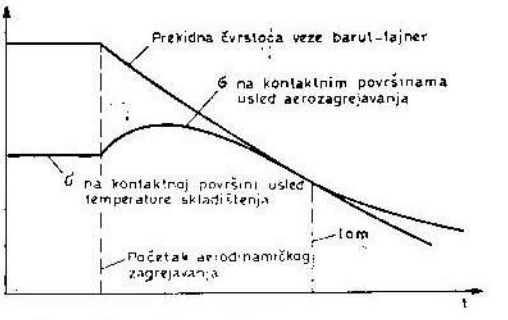
— tehnologije proizvodnje (smanjenja volumena baruta za vreme umrežavanja);

— naglog porasta pritiska u trenutku pripaljivanja;

— naprezanja i deformacija za vreme leta raketa.

Temperaturna naprezanja

Najveća temperaturna naprezanja i deformacije javljaju se na nižim temperaturama kada se uspostavi ravnotežno stanje između temperature okoline i barutne mase. Najopasnija σ i ε su na unutrašnjoj površini šupljeg cilindra, na krajevima zrna i na mestima povećane koncentracije kod složenijih oblika zrna. Povećavaju se sa povećanjem veka zrna. Povećavaju se i u slučaju čestih promena temperature. Na ova naprezanja (deformacije) superponiraju se i ona nastala usled aerodinamičkog zagrevanja. Aerodinamičko zagrevanje je značajno kod raketa koje se lansiraju iz supersoničnih aviona, kao i onih koje se koriste za gađanje brzih ciljeva u odlasku. Problemi nastaju usled naglog zagrejavanja zidova raketnog motora kada je prelaz topline na barut smanjen usled njegove male toplotne vodljivosti. Razlika temperature baruta i komore indukuje σ i ε koji rastu proporcionalno sa njenom veličinom. Na slici 1 može se videti kako se σ menja sa vremenom leta raketa uporedo sa promenom izdržljivosti kontaktnog spoja komora — termoizolacija — barut, na odlepljenje. Do najkritičnijeg dela dolazi nakon nekog vremena leta rakete.



Sl. 1 Šematski prikaz dejstva aerodinamičkog zagrejavanja

Naprezanja koja se javljaju pri akceleraciji nastaju:

— u trenutku lansiranja i manevara;

— za vreme stokiranja u skladištima, i

— za vreme transporta.

Za vreme lansiranja nastaju naprezanja na kontaktnim površinama. Najveća su na krajevima zrna u trenutku maksimalnog ubrzanja. Veća su u motoru koji »ne radi« nego u onom koji je pod radnim pritiskom, pa su, prema tome, marš-faza i drugi stepen rakete kritičniji. Sabiraju se ubrzanja aviona i rakete pri lansiranju. Velika temperatura pri lansiranju povećava opasnost. Za vreme transporta nastaju ubrzanja i vibracije, različiti u zavisnosti od sredstava i puteva transporta. U stručnoj literaturi date su neke zavisnosti [1]:

— transport kamionima po lošim putevima odvija se pri ubrzanju od $\approx$ 2 g i vibracijama od 10 ciklusa u sekundi (cps);

— transport traktorom pri $\approx$ 3,7 g i 250—350 cps;

— helikopterima: 7,0 g i 400 cps;

— brodovima po uzburkanom moru: 3,0 g i 15—40 cps.

Ako je raketni motor stokiran u skladištu vertikalno, problem predstav-

lja puzanje goriva, naročito pri višim temperaturama kod većih bondingovanih punjenja. To deformiše kanal za prolaz produkata sagorevanja, pa može izazvati eksploziju raketnih motora, ako ova pojava konstrukcijski nije uzeta u obzir. Slično se dešava i pri horizontalnom stokiranju većih raketnih motora složenijih konfiguracija goriva.

Vibracije i šokovi

Jedan tip akceleracije predstavljaju i vibraciona opterećenja koja se javljaju pri transportu i pri nestabilnom sagorevanju. Zbog viskoznih svojstava raketnog goriva vibracione sile i deformacije prouzrokuju njegovo zagrevanje, što povećava temperaturu, a samim tim smanjuje mehanička svojstva i može dovesti do samozapaljenja. Kriteriji loma za termalno-vibracione uslove opterećenja još nisu najjasnije definisani.

Šok je trenutno dejstvo sile, obično koncentrisane na vanjsku površinu motora.

Uticaj okoline

Prirodna degradacija molekularnog lanca osnovnog polimera, te uticaj vlage i većeg broja drugih agensa dovode do smanjenja mehaničkih svojstava goriva, a time i njegovog veka upotrebe. Poznavanjem kinetike ove razgradnje može se predvideti vreme kada gorivo neće zadovoljiti postavljene kriterijume loma.

Tehnologija proizvodnje

Kod kompozitnog raketnog goriva temperatura umrežavanja i priroda polimera utiču na stepen kontrakcije barutne mase, a time i na veličinu trajnih naprezanja i deformacija, naročito na kontaktnoj površini motor — gorivo.

Kod dvobaznih raketnih goriva nivo mehaničkih osobina je, uglavnom, određen poreklom i svojstvima nitroceluloze i plastifikatora, kao i njihovog stepena degradacije u toku želatinizacije.

Porast pritiska za vreme pripaljivanja

Pripaljivanje raketnog motora inducira pritisak u celom bloku goriva sa naprezanjima i deformacijama koja su najveća na unutrašnjoj površini šupljeg cilindra. Veličine ovih naprezanja i deformacija zavise od veličine pritiska, karakteristika goriva (kompresibilnosti, brzine sagorevanja, eksponenta »n«, temperaturne osetljivosti) i konfiguracije zrna. Zbog malih dozvoljenih deformacija goriva veća je mogućnost eksplozije raketnog motora u trenutku pripaljivanja na nižim temperaturama.

Let i kombinovana opterećenja

Neka opterećenja i deformacije mogu se superponirati u toku veka upotrebe i eksploatacije goriva u raketnom motoru, pa predstavljaju veću opasnost nego svako za sebe pojedinačno, što se pri pravljenju strukturne analize mora uzeti u obzir. Najznačajnija su kombinovana opterećenja u trenutku pripaljivanja na nižim temperaturama gde se superponiraju deformacije zbog ohlađenosti goriva na temperaturu skladišta, deformacije nastale naglim porastom pritiska, deformacije usled lansiranja i deformacije kao rezultat kontrakcije volumena zbog umrežavanja.

Rezultati proračuna

Trenutno raspolažemo znanjem i opremom da možemo napraviti Preliminarnu strukturnu analizu u uslovima kada se materijal ponaša elastično (stišljivo) i visokoelastično linearno (stišlji-

vo i nestišljivo). Za jednostavnije oblike pogonskog punjenja koristi se ANALITIČKI POSTUPAK, a za složenije NUMERIČKI. Zbog složenosti jednog i drugog postupka i nedostatka prostora izneće se samo rezultati dobijeni analitičkim postupkom za proračun koeficijenta oštećenja (D) s obzirom na održavanje strukturnog integriteta jednog kompozitnog goriva ulivenog u motor određenih karakteristika.

Koeficijent oštećenja definiše se kao odnos stvarnih deformacija goriva u raketnom motoru u uslovima čuvanja i eksploatacije (ε_0), prema maksimalnoj deformaciji koju u istim uslovima može da podnese gorivo (ε_m).

$$D = \Sigma \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_m} < 1 \qquad (1)$$

U proračunu koji se ovde zbog obima rada ne navodi, izračunaće se deformacije na temperaturama skladištenja od 233 i 333°K, usled porasta pritiska za vreme pripaljivanja na 233°K, zbog akceleracije za vreme stokiranja i pri transportu sa ubrzanjem od 3 g i sinusoidalnim vibracijama od 10 cps na 293°K.

Ovako dobijene deformacije upoređuju se sa dozvoljenim deformacijama, dobijenim pri kidanju epruveta različitih oblika i dimenzija, koje simuliraju višeosna opterećenja goriva u raketnom motoru.

Da bi se mogao izvršiti ovaj proračun, potrebno je raspolagati sledećim karakteristikama goriva i raketnog motora:

— geometrija zrna (data na sl. 2);

— debljina zida komore, k=0,003 [m];

— toplotni koeficijent dilatacije baruta $d_p = 4{,}4\times10^{-5}$ [mm/°K];

— toplotni koeficijent dilatacije komore $d_c = 0{,}63\times10^{-5}$ [mm/°K];

— modul elastičnosti komore $E_c = 2{,}1\times10^{11}$ [Pa];

— odgovarajući modul elastičnosti baruta — E_p;

— Poissonov broj baruta, $\mu_p = 0{,}495$;

— Poissonov broj komore, $\mu_c = 0{,}30$;

— modul kompresibilnosti baruta K;

— radni pritisak u motoru $P = 4\times10^6$ [Pa];

— vreme porasta pritiska u toku pripaljivanja, t=0,03 [s];

— minimalna temperatura stokiranja raketnog motora, $T_{min} = 233$ [°K];

— maksimalna temperatura stokiranja raketnog motora, $T_{max} = 333$ [°K];

— minimalna temperatura eksploatacije, $Tf_{min} = 233$ [°K];

— maksimalna temp. eksploatacije $Tf_{max} = 333$ [°K];

— toplotna vodljivost goriva $\lambda = 0{,}23$ [W/Km];

— specifična toplota baruta $C_p = 1500$ [J/kg °K];

— specifična masa baruta, $\rho = 1700$ [kg/m³];

— odnos b/a'=2,0.

Dimenzije i geometrija goriva dati su na slici 2.

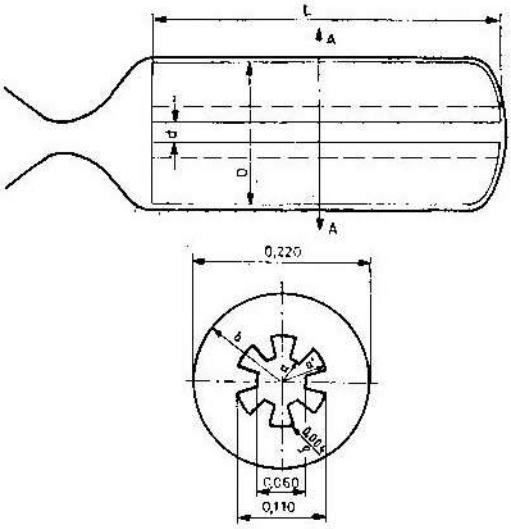
Na osnovu zadanih i izmerenih parametara, izračunate deformacije i naprezanja za pojedine vrste opterećenja iznose:

— deformacije nastale usled razlike temperatura polimerizacije i skladištenja i deformacije nastale zbog skupljanja volumena za vreme polimerizacije; uzet je obzir i koeficijent koncentracije naprezanja:

$\varepsilon_T = 7{,}07\%$;

— deformacija usled dejstva pripale, $\varepsilon_p = 0{,}86\%$;

— deformacija usled sopstvene težine za vreme skladištenja, $\varepsilon_{sk} = 0{,}08\%$;

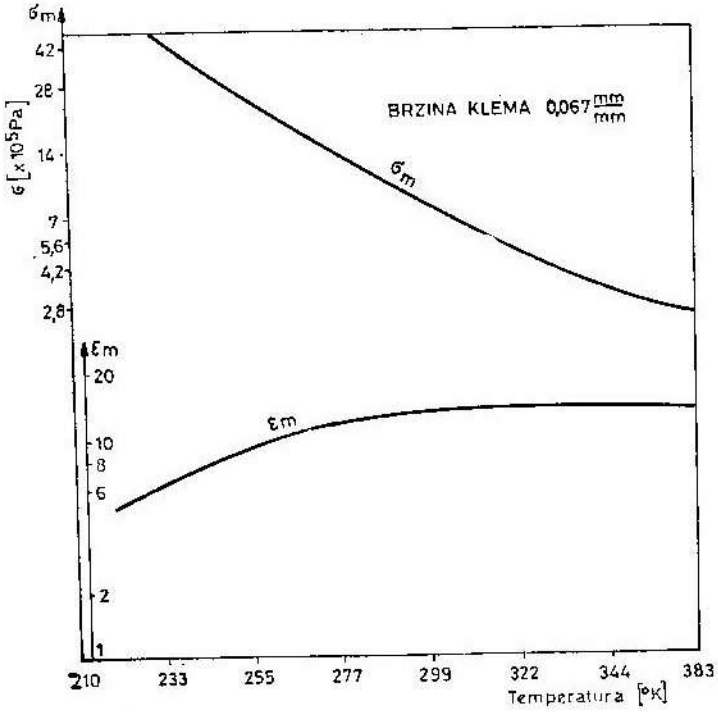


Sl. 2 Geometrija goriva za koje je izvršen proračun

— naprezanja usled transporta i vibracija $\sigma_{tr}=0{,}028\times10^5$Pa.

Da bi se odredili dozvoljeni σ_m i ε_m, treba izvršiti opite kidanja pri jednoosnoj, dvoosnoj i troosnoj deformaciji (u zavisnosti od vrste deformacije u konkretnom slučaju) na raznim temperaturama, pri različitim brzinama i hidrostatskom pritisku koji odgovara ravnotežnom pritisku u raketnom motoru. Na osnovu tih opita dobiju se krive prikazane na slici 3. Sa ovih krivih očita se maksimalna deformacija ili naprezanje za uslove koji se odnose na konkretan slučaj.

Na osnovu izračunatih σ i ε i očitanih σ_m i ε_m sa slike 3, prema izrazu (1), odredi se koeficijent oštećenja za svaki vid opterećenja posebno. U našem slu-



Sl. 3 σ_m i ε_m u funkciji temperature na bioksijalnim epruvetama

čaju za deformacije usled promena temperature, dejstva pritiska i puzanja zbog sopstvene težine:

$$D = \frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_{m_T}} + \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{m_p}} + \frac{\varepsilon_{sk}}{\varepsilon_{m_{SK}}} =$$

$$= 0{,}589 + 0{,}04 + 0{,}07 = 0{,}699$$

Koeficijent oštećenja usled transporta:

$$D_{tr} = 0{,}0035$$

S obzirom na to da pri eksperimentalnom određivanju dozvoljenih σ i ε zbog polimernih svojstava goriva, postoje velika rasturanja rezultata od srednje vrednosti, za donošenje, zaključka o valjanosti upotrebe dobijenih rezultata vrši se njihova statistička obrada.

Kada se radi o utvrđivanju dozvoljenih opterećenja, statističkom obradom rezultata [4] potrebno je obezbediti minimalni kapacitet goriva sa verovatnoćom od 99% i stepen pouzdanosti od 95%.

Da se ovaj uslov ispuni, potrebno je dobijeni koeficijent oštećenja pomnožiti faktorom 1,78, što iznosi:

$$D = 0{,}698 \times 1{,}78 = 1{,}244$$

Zaključak

Na osnovu iznetog jasno je da je u toku svog životnog veka raketno gorivo, a time i raketni motor, izloženo takvim uslovima koji mogu dovesti do hemijskog, balističkog i fizičko-mehaničkog oštećenja. Ova oštećenja, u zavisnosti od polaznih stanja materijala i uslova eksploatacije, mogu izazvati promene koje dovode do neuspešnog leta ili eksplozije.

U trećem odeljku ovog članka istaknute su najznačajnije vrste naprezanja i način njihovog delovanja da bi se uočila nužnost njihovog proračuna i analizom loma utvrdili kriteriji do kojih se ova naprezanja mogu tolerisati. Iskustvo pokazuje da su temperaturna naprezanja trajna i najveća, pa se često u prvoj varijanti određuju samo ona, a druga se pretpostave i uzmu u obzir povećanjem koeficijenta sigurnosti. Međutim, kod složenijih oblika zrna to je riskantno, pa se vrši kompletna strukturna analiza goriva kao polimernog materijala, što znatno otežava posao. Najbolja rešenja u tom slučaju dobiju se numeričkim metodama koje moraju biti praćene većim brojem eksperimenata da bi se definisali parametri goriva u uslovima identičnim uslovima čuvanja i eksploatacije raketnog motora. Dobijene vrednosti proveravaju se eksperimentalno ili u analognim motorima. Vek upotrebe raketnog sistema, s obzirom na pouzdanost goriva, procenjuje se ponavljanjem tih opita (i proračuna) nakon određenog vremena ili, pak, ubacivanjem u proračun mehaničkih i reoloških parametara dobijenih na ubrzano starenim gorivima. Zemlje koje su ovladale ovom tehnologijom ulažu znatna sredstva za njeno provođenje, a u standardima koji se odnose na održavanje municije ova procedura je neizbežna. Rezultati proračuna, dati u ovom radu, dobijeni su analitičkim postupkom, uz ograničenja koja se mogu tolerisati. Vršene su uporedbe sa rezultatima dobijenim eksperimentalno (na SEC-u) i odstupanja nisu značajna. Pogonsko punjenje oblika datog na slici 2 ne može da podnese temperaturno područje upotrebe od +60 do —40°C (333 do 233°K).

Za složenije oblike i »opterećenije« motore, uz upotrebu savremenih goriva, proračuni se izvode numeričkim metodama, a provere vrše u analognim ili originalnim motorima.

Literatura:

[1] Bernard Gondouin: »Tenue mecanique des chargements propulsifs« Masson, 1989, Paris.
[2] Fitzgeral, I. E.: »Handbook for the engineering structural analysis of solid propellants«.
[3] Čolaković Miloš: »Strukturna analiza«, CVTŠ, 1988.
[4] Srob G. J., Mc Connell I. D.: »Structural Integritu of solid Propellants Graivs«, ICT — Karlsruhe, 1981.

Mr Dragi Dimitrijević,
potpukovnik, dip. inž.

Kinorendgenografsko snimanje penetracije zrna streljačke municije

Uvod

Na osnovu merenja vremena penetracije običnih zrna za dva oružja (01 i 02) sproveden je celokupni postupak proračuna i određeni su parametri kretanja navedenih zrna kroz neprekinutu drvenu masu javora [1]. Dobijeni rezultati proračuna su u granicama ± 1% u odnosu na rezultate dobijene merenjem, odnosno koeficijenti korelacije su $\rho_{01P1} = 0{,}998$ i $\rho_{02P1} = 0{,}997$. Radi kontrole rezultata merenja dobijenih korišćenjem kontrolno-logičnog sklopa sa mehaničkim barijerama i rezultata proračuna [1], izvršena su merenja nekih parametara kretanja zrna, za oružje 02 pomoću ultrabrze kinorendgenografije, u toku kretanja kroz specijalnu metu izrađenu od javora.

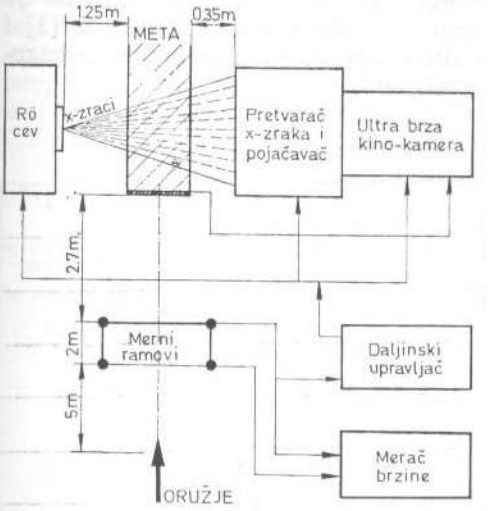
Uzorci za ispitivanje

Za snimanje kretanja zrna korišćenjem ultrabrze rendgenografije izrađeni su specijalni blokovi od javorovog drveta u obliku kvadra dimenzija 10 × × 50 × 40 cm. Očekivane dubine penetracije zrna su ispod 40 cm [1], pa su mete prilagođene, kako bi se snimanjem mogla propratiti cela dubina penetracije zrna. Mete za ovo snimanje izrađene su od javora istih karakteristika i na isti način kao i mete za snimanje koje koriste kontrolno-logički sklop [1].

Blokovi od neprekinute drvne mase javora izrađeni su tako da se može snimiti kretanje zrna radijalno kroz makrostrukturu drveta [2,3 i 4].

Merna aparatura

Deo kinorendgenografskog sistema za snimanje kretanja običnog zrna za oružje 02 kroz neprekinutu drvnu masu javora dat je u [2], a dopunjena šema na slici 1. Izvor X — zračenja (Rö — cev) postavlja se ispod pretvarača na udaljenosti 0,5 do 10 m, u ovom slučaju na 1,7 m. Aktiviranjem izvora zračenja što obavlja fenomen koji će se snimati preko uredaja za sinhronizaciju, dobija se snop X zraka koji prozračuju objekt snimanja i padaju na prednju ploču pretvarača. Pretvarač transformiše X zrake u svetlosne koji se intenziviraju u pojačavaču i šalju na ekran pojačavača. Svetlosni signal sa ekrana pojačavača beleži ultrabrza kamera u obliku snimaka sa vremenskim korakom, u ovom slučaju od 10 μs. Trajanje procesa penetracije zrna za oružje 02 u navedenu prepreku puno je duže od trajanja snimanja kinorendgenografskog sistema, pa je snimanje vršeno po intervalima razmatrane dubine penetracije.

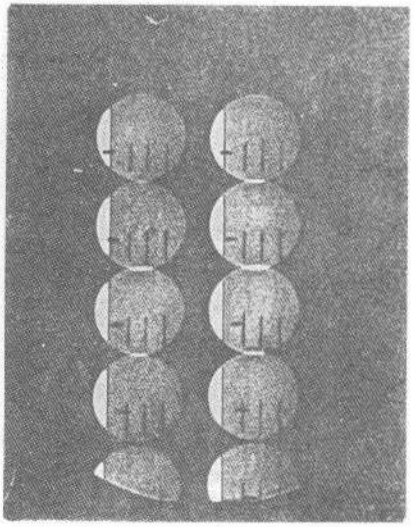


Sl. 1 Šema kinorendgenografskog sistema

Rezultati snimanja

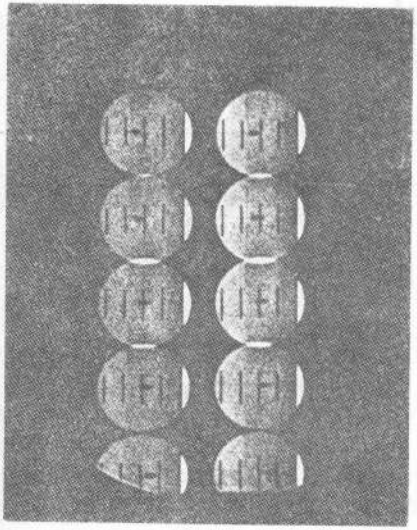
Sa 12 uspešnih snimanja popraćena je cela dubina penetracije običnog zrna za oružje 02 kroz specijalnu metu od javora. Tri karakteristična snimka, radi ilustracije, prikazana su na slikama 2, 3 i 4.

Na slici 2 prikazan je rendgenski snimak za početni deo penetracije zrna, do 4,2 cm odnosno vremenski do 65 μs.



Sl. 2 Rendgenski snimak 1

Vreme [μs]	5	15	25	35	45	55	65
Put [cm]	0,4	1,1	1,8	2,5	3,1	3,7	4,2

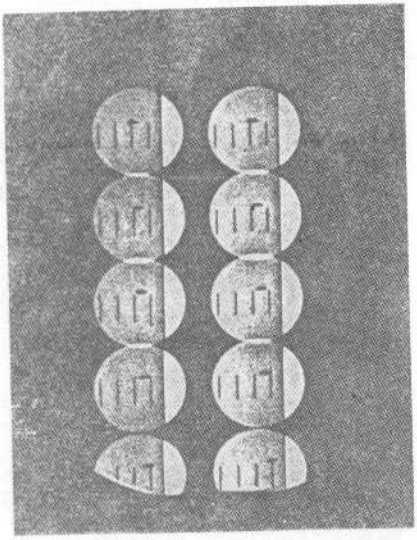


Sl. 3 Rendgenski snimak 5

Na slici 3 dat je rendgenski snimak kretanja zrna oko sredine mogućeg dometa (od 19,5 do 23,8 cm), odnosno za vreme kretanja zrna od 325 do 415 μs.

Vreme [μs]	325	335	345	355	365
Put [cm]	19,5	20	20,5	21	21,5
Vreme [μs]	375	385	395	405	415
Put [cm]	2	22,5	23	23,4	23,8

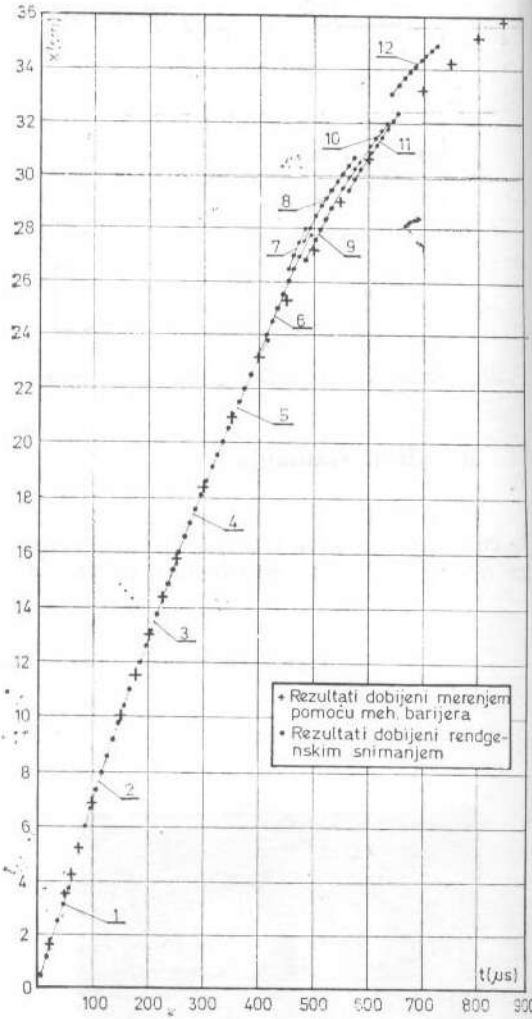
Na slici 4 dat je snimak kretanja zrna na dubinama penetracije zrna od 29,5 do 32,4 cm, odnosno u vremenu od 565 do 655 μs od početka penetracije.



Sl. 4 Rendgenski snimak 11

Vreme [μs]	565	575	585	595	605
Put [cm]	29,5	29,9	30,3	30,6	30,9
Vreme [μs]	615	625	635	645	655
Put [cm]	31,2	31,5	31,8	32,1	32,4

Na slici 5 data je promena puta zrna u funkciji vremena koja je dobijena snimanjem, korišćenjem mehaničkih barijera kontaktnog tipa [1]. Na istoj slici dati su i grafički prikazi snimaka 1 do 12 koji su dobijeni ultrabrzom rendgenografijom. Rendgenografskim sistemom snimljena je najveća dubina penetracije od 38 cm. Ako se uporedi ova dubina penetracije sa dubinom penetracije iz [1], za obično zrno oružja 02 dobija se da se dometi razlikuju za <3%. Odstupanje dometa za oko 3% je posledica nastale mane u meti zbog višestrukog gađanja na relativno malim rastojanjima između pogodaka. Na 90% dometa dobijeno je praktično poklapanje rezultata iz [1] i rezultata dobijenih ultrabrzom rendgenografijom.



Sl. 5 Uporedni prikaz rezultata

Zaključak

Rezultati dobijeni snimanjem pomoću ultrabrze rendgenografije potvrdili su rezultate dobijene osnovnim snimanjem [1, 3]. Maksimalne dubine penetracije razlikuju se za manje od 3%.

To odstupanje nastalo je zbog izraženog diskontinuiteta u bloku mete zbog višestruke upotrebe. Praktično poklapanje rezultata snimanja i proračuna iz [1] i rezultata dobijenih rendgenografskim snimanjem dopušta primenu oba sistema merenja i obrade rezultata radi analize parametara kretanja zrna streljačke municije kroz neprekinutu drvnu masu drveta našeg podneblja.

Literatura:

[1] Dimitrijević D.: Dejstvo streljačke municije na drvo, Vojnotehnički glasnik, br. 3/1990.

[2] Janev J.: Kinorendgenografska tehnika snimanja i njena primena u balistici, Zbornik radova XVII simpozijuma o eksplozivnim materijama, Knjiga 2, 1968. (401—410).

[3] Janković S.: Spoljna balistika, VIZ Beograd, 1977.

[4] Horvat I., Krpan J.: Drvno-industrijski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, Zagreb, 1967.

Mr Miladin Pitić,
kapetan I klase, dipl. inž.
Krešimir Bogunović,
student VTF

Primena personalnih računara u projektovanju i crtanju elemenata automobila

Uvod

Savremeni tokovi u industrijskoj proizvodnji i privredi uopšte podrazumevaju konkurentan odnos proizvođača.

Konstruisanje proizvoda, tehnologija izrade i razvoj u celini nužan su uslov za stvaranje konkurencije.

Uvođenje novih metoda, postupaka i tehničkih sredstava u proces projektovanja daju šanse za svestraniji napredak.

Primena računara u procesu projektovanja i konstruisanja (CAD) danas je u mnogim zemljama u svetu dostigla takav nivo da se to smatra rutinskim poslom. Kod nas, u našoj privredi, ovaj postupak se retko primenjuje.

Ovim radom želi se ukazati na činjenicu da projektovanje i crtanje uz primenu personalnih računara imaju mesta u našoj automobilskoj industriji, unatoč poznatoj nestašici novca i složenim uslovima investiranja.

U razvoju nekog sredstva ili sklopa automobila, veliki deo vremena troši se za izradu crteža projektovanog elementa. Manje ili veće korekcije na već projektovanom elementu, što znači i nacrtanom, vrlo su česte iz više razloga.

Savremena birotehnička sredstva taj posao umnogome olakšavaju, ali je on još uvek spor. Pored toga, mnogo ljudi je uključeno po raznim segmentima, a greške su još uvek prisutne. Relativno jeftini CAD paketi namenjeni personalnim računarima, čiji je tipičan predstavnik Auto CAD prihvatljivo su rešenje za projektovanje i crtanje elemenata automobila i drugih sredstava.

Auto CAD (CAD — Computer Aided Design) — program za konstruisanje i crtanje razvijen je početkom 1982. godine u firmi »Autodesk«, a razvijeni su i drugi programi za personalne računare, poput CAMPUS za ATARI i slični.

Karakteristike Auto CAD-a

Glavne karakteristike Auto CAD-a ujedno su i njegove osnovne prednosti u pogledu primene. To su raznovrsna područja primene, velika fleksibilnost u radu i izražena pogodnost za korištenje. Danas se Auto CAD koristi u mašinstvu, elektrotehnici, crtanju šema svih vrsta, crtanju tehničkih ilustracija, planova zgrada, u oblasti dizajna, crtanju geografskih karata, u izradi raznih vrsta dokumentacije o ispitivanjima zemljine kore, itd.

Svetski priznate firme koriste ga u projektovanju hemijskih postrojenja, preciznih optičkih instrumenata, u konstrukciji filmskih kamera. Neki uspešni jugoslovenski proizvođači sportske opreme koriste ga u projektovanju svojih proizvoda.

Za komunikaciju u radu sa računarom postoji bogat meni koji se može dopunjavati u skladu sa željom i potrebama korisnika. Iz Auto CAD-a moguće je pokrenuti korisničke programe pisane u bilo kom programskom jeziku, uz pomoć njegovog programskog jezika Auto LISP-a. Crtanje je moguće automatizovati i dovesti u vezu sa proračunima, spoljnim programima ili bazama podataka.

Naročito je pogodno što za korištenje Auto CAD-a ne treba imati posebno računarsko znanje. Menijima se upravlja programom, a rad je interaktivan. Tako je prelazak sa klasičnog načina rada u projektovanju i konstruisanju na novi, uz pomoć računara brz i jednostavan, upravo zbog jednostavnosti rada, pa projektanti i konstruktori direktno rade na računaru i ne trebaju za to posebno obučeno osoblje.

Auto CAD može se direktno vezati i za velike CAD programske pakete koji rade na malim ili velikim računarima i sa njima razmenjivati crteže ili podatke.

Primena Auto CAD-a u projektovanju elemenata automobila

Da bi konstrukcija automobila bila dobra, potrebno je da zadovolji čitav niz zahteva. Njihovo ispunjavanje podrazumeva maksimalnu optimizaciju niza karakteristika koje se određuju još u fazi konstruisanja.

Određivanje oblika automobila koji će optimalno uskladiti funkcionalne zahteve, celinu kompozicije, komfor, itd., postiže se zahvaljujući stalnom poboljšavanju i usavršavanju početne varijante i osnovne ideje. Ideje za neku izmenu često dolaze relativno kasno što se tiče projekta, ali još uvek dovoljno rano s obzirom na proizvodnju.

Kada se u takvoj situaciji izmena može brzo realizovati, može se govoriti i o dobrom projektu i dobrom poslu. Kada se nakon osnovne ideje prelazi na formiranje dispozicije vozila koja predstavlja međusobni raspored sklopova i agregata na vozilu i njihovu međusobnu povezanost, onda se projektovanje i crtanje pomoću računara može svrsishodno primeniti.

Razmeštaj sklopova i agregata unutar raspoloživih gabarita, ergonomski aspekti položaja vozača i ostalog ljudstva u vozilu zahtevaju precizno određene ugradbene mere, jer u protivnom sistem ne može funkcionisati. Korišćenjem širokog spektra mogućnosti programa za crtanje, uz određivanje tačnih koordinata ključnih tačaka i utvrđivanje određenih rastojanja, pruža se mogućnost jednostavne provere i promene određene dimenzije.

Zorno predstavljanje svih definisanih veličina omogućava dodatnu kontrolu ispravnosti definisanih položaja.

S obzirom na to da je princip rada Auto CAD-a zasnovan na mogućnosti prikazivanja slika u više nivoa, crtež se pojednostavljuje za rad i olakšava sagledavanje svih interesantnih detalja.

Kao što se uz korištenje grafofolija jedna slika na kojoj se nalazi više krivulja orijentisanih na isti koordinantni sistem može prikazati po principu jedna krivulja — jedna folija, a kada se slože jedna preko druge dobije se kompletna slika, to isto omogućava Auto CAD. Kod njega nivoi odgovaraju folijama.

Mogućnost korištenja različitih debljina linija pruža novi kvalitet — dobijanje crteža po pravilima tehničkog crtanja.

Odgovarajuća debljina linija postiže se izborom odgovarajućeg pera za crtanje.

Postavljanjem pera željene debljine i boje može se obezbediti visoka preglednost i kvaliteta crteža. Sve nacrtano može se vrlo brzo promeniti, prilagoditi želji konstruktora ili naručioca. Primer nacrta dispozicije vozila na točkovima formule točkova 8×8 prikazuje slika 1. Na slici 2 prikazan je tlocrt iste dispozicije, a na slici 3 neki elementi transmisije prikazani izdvojeno na posebnom nivou u nacrtu.

U izradi raznih vrsta šema, poput električne instalacije na vozilu, hidropneumatskog ili pneumatskog uređaja za kočenje, i slično, može se iskoristiti još jedna dobra osobina Auto CAD-a.

Posebno izdvojeni pneumatski elementi, označeni standardnim pneumatskim simbolima, mogu se dodavati na osnovni crtež i spajati kao celina.

Tako se postiže brza izrada instalacije u koju su uključeni standardni simboli. Jednom kreiran simbol može se upotrebiti željeni broj puta, čime se skraćuje vreme izrade crteža. Tako se prikazivanje unificiranih delova nekoliko puta skraćuje.

Posebna pogodnost pruža se u situacijama kada se radi o elementima ili sklopovima koji su identični u više različitih konstrukcija. Tada se izbegava dupliranje posla, a rade se samo eventualne izmene koje su, uglavnom, brzo gotove sa jednakom kvalitetom koja se praktično unapred određuje.

Šema hidropneumatske instalacije vozila formule točkova 8×8 prikazana je na slici 4.

Izrada radioničkog crteža elementa sklopa na automobilu

Pre neposredne izrade nekog radioničkog crteža željenog elementa, kao i pre crtanja i prikazivanja bilo kakve slike, neophodno je definisati parametre koji će karakterisati crtež. Radnje kojima se to postiže su:

— usvajanje sistema mera,

— određivanje veličine crteža,

— podešavanje pomoćnih funkcija,

— postavljanje mreže,

— uspostavljanje postojećih tekućih koordinata,

— definisanje nivoa.

Prilikom izrade crteža na raspolaganju stoje uobičajene radnje kojima se može postići brzo, kvalitetno, precizno i jasno prikazivanje elemenata.

Mogućnosti crtanja svih osnovnih entiteta, kao što su tačka, linija, kružni luk, krug i elipsa su osnova svih oblika.

Produžavanjem i pomeranjem linija dopunjuju se već formirani entiteti.

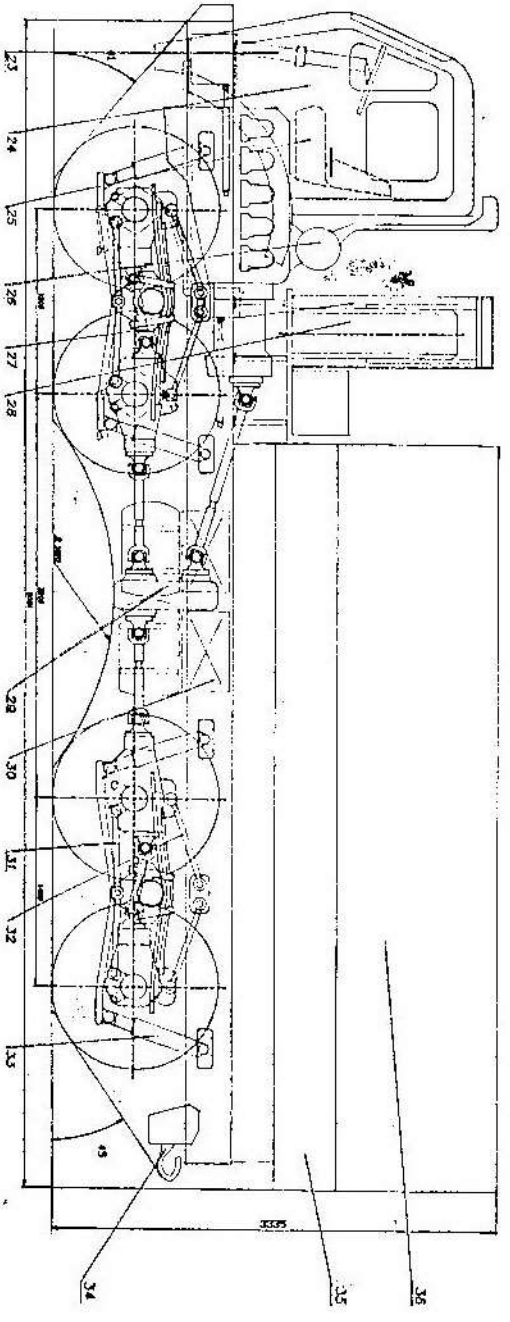
Jednom nacrtani element može se, ako je identičan, jednostavno preseliti na drugo mesto. Na već nacrtanom elementu mogu se očitati željena rastojanja i time proveriti dimenzije ili određeni detalji dodati na željeno mesto. Poput pomeranja elemenata nacrtani elementi mogu se umnožiti željeni broj puta na novodefiniranim pozicijama.

Katkada se javi potreba za odsecanjem dela ucrtane linije za što, takođe, postoji mogućnost.

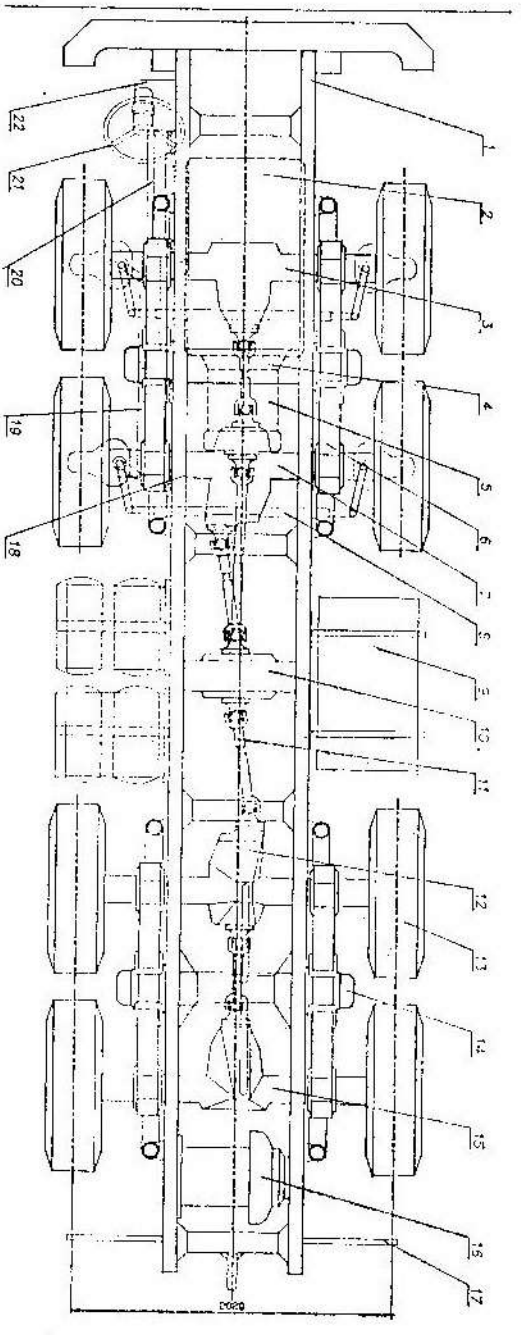
Za osnosimetrične delove predviđeno je i omogućeno preslikavanje s obzirom na zadanu osu. Kako je skidanje rubova i zaobljavanje oštrih ivica skoro uvek prisutno, postoji posebna komanda kojom se to izvodi, čime se štedi vreme na preciznom definiranju linija koje označavaju rubove.

Tekstualni deo je neizbežni sastavni deo svakog crteža zbog potrebe ispunjavanja sastavnice i ispisivanja dimenzija, pozicija, tolerancija, označavanje preseka, i slično.

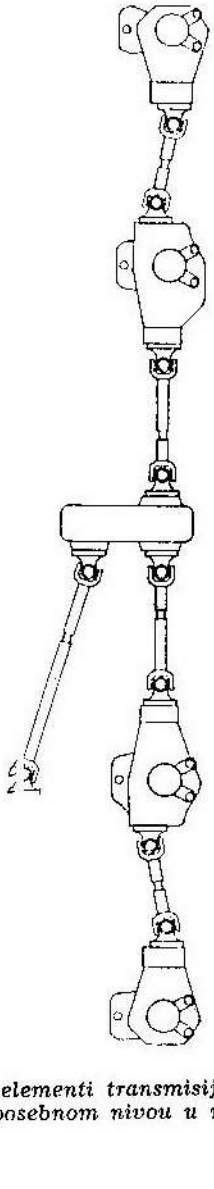
Tehničkim pismom se obezbeđuju sve te aktivnosti. Značajni deo svakog crteža su kote. Zato je omogućeno određivanje izgleda kotnih linija i natpisa, kao i kotiranje radijusa uglova, i



Sl. 1 Nacrt dispozicije vozila formule točkova 8×8



Sl. 2 Tlocrt dispozicije vozila formule točkova 8×8



Sl. 3 Neki elementi transmisije prikazani na posebnom nivou u nacrtu

slično. Naravno, uvek je predviđena mogućnost ispravljanja već nacrtanog, kotiranog i napisanog. Postoji i mogućnost takozvanog parametarskog kotiranja.

Crtanje u izometriji daje širok spektar mogućnosti prikazivanja elemenata u željenim koordinatnim sistemima i različitim izometrijskim ravnima.

Zaključak

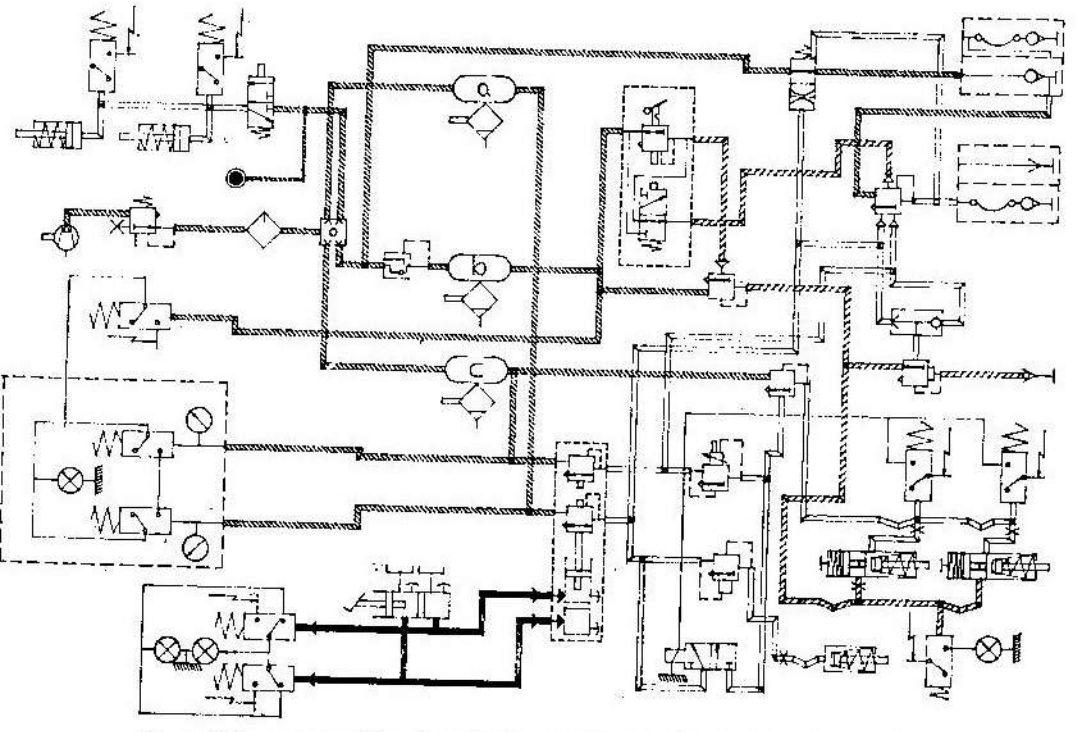
Kroz kratku prezentaciju mogućnosti Auto CAD-a moglo se steći elementarno saznanje o pogodnosti primene ovog paketa u crtanju i konstruisanju elemenata automobila.

Zbog jednostavnosti korištenja i širokog spektra mogućnosti pogodan je za sve koji se bave crtanjem i konstruisanjem. Primerima koji su dati želelo se pokazati kako se ideje mogu preneti na papir i kako se mogu jednostavno nadograđivati, razvijati i usavršavati.

Članak obuhvata neznatni deo materije i ima inicijalni karakter. Uz literaturu koja je još uvek oskudna, ali postoji, mogu se kvalitetno realizirati i veoma ozbiljni projekti. Povezivanje sa moćnijim računarima ovde nije opisano, ali postoje i takve mogućnosti.

Za poslove i radne zadatke u tehničkoj pripremi proizvodnje, u izradi tehnologije oblikovanja proizvoda, a posebno u izradi radioničke i remontne dokumentacije, primena Auto CAD-a ima velike šanse.

Jedan korak do tog cilja je i prezentacija ovim putem.



Sl. 4 Hidropneumatska instalacija vozila sa četiri pogonska mosta

Literatura:

[1] Damjanović B. i P.: Auto CAD — konstruisanje i projektovanje pomoću personalnih računara, Institut za nuklearne nauke »Boris Kidrič«, Vinča, Beograd, 1989.

[2] Jakupović A., Milović R..: Auto CAD, Tehnička knjiga, Beograd, 1989.

[3] Bogunović K.: Projektni zadatak iz vozila na točkovima, VVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1990.

Mr Gojko Savanović,
profesor

Toplotni kapacitet električnih toplotnih pumpi

Uvod

Električne toplotne pumpe predstavljaju originalno rješenje za provođenje mjera racionalnog korištenja obnovljivih i drugih izvora energije. Mogu biti najrazličitijih kapaciteta i oblika. Kapacitet ovisi o potrebama vojnog objekta, a oblici se prilagođavaju uslovima postavljanja. Bolje je izrađivati sisteme klimatizacije sa više odvojenih termoelektričnih jedinki. Time se znatno smanjuje buka u cijevima kroz koje struji vazduh, a pojednostavljuje se priključivanje na izvor napajanja. Svaka jedinka u sistemu čini potpuno odvojeno postrojenje i radi neovisno o drugim, a sve zajedno obezbeđuju potrebni toplotni kapacitet.

Toplotni kapacitet u funkciji temperature

Za ugradnju električne toplotne pumpe, kao modela za klimatizaciju objekata različitih namjena, potrebno je poznavati nekoliko značajnijih veličina:

— toplotnu snagu koju model može da primi ili preda [W];

— jačinu struje koja se propušta kroz model [A];

— maksimalnu vrijednost temperaturne razlike između toplog i hladnog spoja [°K];

— električnu snagu izvora napajanja [W].

Toplotna snaga koja se može predati zahvaljujući efektu Peltiera proporcionalna je Sebekovom koeficijentu, temperaturi hladne, odnosno vruće strane i jačini električne struje koja se propušta kroz element:

$$Q = \pi I = a \cdot T \cdot I \qquad (1)$$

Zbog električnog otpora u elementu se pri proticanju električne struje javlja tzv. Džulova toplota. Tako, u području grijanja, ova toplota uvećava ukupni učinak (ima pozitivan predznak), a u području hlađenja umanjuje ukupni učinak (ima negativan predznak). Polovina Džulove toplote odlazi na toplu, a polovina na hladnu stranu Peltierovog elementa:

$$Q = a \cdot T \cdot I \pm 0{,}5\ I^2 R \qquad (2)$$

Zbog prirodnog provođenja toplote kroz spojeve termoelementa dolazi do stvaranja toplote Q_{pp}, koja ima iste predznake kao i Džulova toplota. Ona je proporcionalna koeficijentu toplotne provodljivosti i temperaturne razlike:

$$Q = k\,(T - T_{\text{„}}) \qquad (3)$$

Ukupna toplota koju termoelektrični element može da primi — preda može se predstaviti izrazom:

$$Q = a\,T\,I \pm 0{,}5\ I^2R - k(T - T_o) \quad (4)$$

$$k = (\lambda_1 S_1/l_1 + \lambda_2 S_2/l_2) \quad (5)$$

gde su:

λ_1 i λ_2 — koeficijenti provođenja toplote jednog i drugog materijala od kojeg su napravljeni termoelementi [W/ /mK];

S_1 i S_2 — površine presjeka jednog i drugog materijala [m²];

l_1 i l_2 — dužine jednog i drugog materijala [m].

Za gotove modele električnih toplotnih pumpi uzima se ukupni koeficijent toplotne provodljivosti [1].

Kao što se iz jednačine (1) i (2) vidi, toplotna snaga koju jedan termoelement može da primi — preda u direktnoj je zavisnosti od jačine električne struje:

$$I = a\,T / R \quad (6)$$

Analizom jednačine (6) vidi se da je jačina električne struje u direktnoj zavisnosti od temperature na hladnoj, odnosno toploj strani. Dobijena vrijednost jačine električne struje omogućava najveće odavanje toplote. Pri tome se dobiju i najveće temperaturne razlike između tople i hladne strane:

$$\Delta T_{max} = 0{,}5 \cdot a^2 \cdot T_o^2\ R/\ R^2 k = 0{,}5\ a^2 T_o^2\ /\ R\ k; a^2/Rk = z \quad (7)$$

$$\Delta T_{max} = 0{,}5 \cdot z \cdot T_o^2 \quad (8)$$

Uvrštavanjem jednačine (6) u jednačinu (4) dobijemo jednačinu za maksimalnu toplotu koju Peltierov element može da primi/preda u jedinici vremena:

$$Q_{max} = (0{,}5 \cdot a^2 \cdot T_o^2\ /R) - k \cdot \Delta T \quad (9)$$

odnosno

$$Q_{max} = k(\Delta T_{max} - \Delta T) = k \cdot \cdot \Delta T_{max}(1 - \Delta T/\Delta T_{max}) \quad (10)$$

Jednačine (9) i (10) predstavljaju toplotnu snagu koju Peltierov element može da oda u režimu hlađenja [2].

Električna snaga napajanja termoelektričnog elementa može se odrediti iz izraza:

$$P = a \cdot I \cdot \Delta T + I^2 \cdot R \quad (11)$$

Uvrštavajući vrijednosti jednačina (6) i (8) u jednačinu (11) dobijamo:

$$P = 2k\Delta T_{max}(1 + \Delta T / \Delta T_{max}) \quad (12)$$

Jačina električne struje u optimalnom režimu rada izražena je izrazom:

$$I_{opt} = \Delta T \cdot I / \Delta T_{max} \quad (13)$$

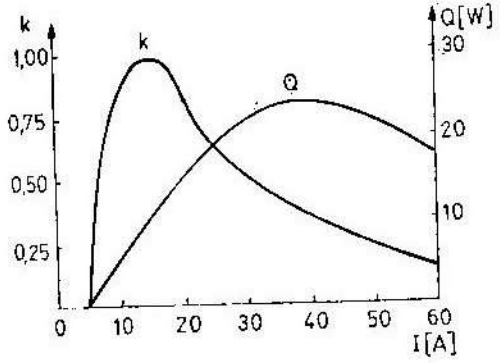
a toplotnu snagu

$$Q_{opt} = \Delta T \cdot Q_{max} / \Delta T_{max} \quad (14)$$

Regulacija kapaciteta električnih toplotnih pumpi

Kao i kod mehaničkih, tako i kod električnih toplotnih pumpi, zbog promjenljivih vanjskih uslova potrebno je mijenjati toplotni kapacitet. Povećani toplotni kapacitet je potreban u modusu grijanja pri smanjivanju vanjske temperature, kao i zbog pokrivanja gubitaka. U modusu hlađenja kapacitet se povećava, ukoliko se vanjske temperature povećavaju. Potrebni toplotni kapacitet kod električnih toplotnih pumpi reguliše se mnogo jednostavnije nego kod mehaničkih toplotnih pumpi. Toplotni kapacitet je u funkciji jačine električne struje. Na slici 1 dat je prikaz zavisnosti toplotne snage Q i koeficijenta korisnog dejstva od jačine električne struje. U području malih struja i pri njihovom povećavanju dolazi i do povećavanja toplotne snage koja se toplotnom pumpom ostvaruje i do povećanja koeficijenta korisnog dejstva. Pri višim strujama koeficijent korisnog dejstva opada [3].

Pri izradi termoelektrične jedinke vodi se računa da ona može zadovoljiti

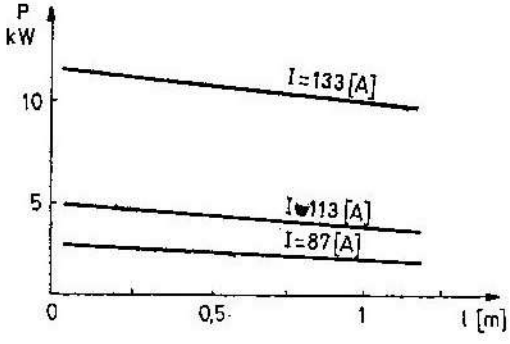


Sl. 1 Ovisnost toplotne snage i koeficijenta korisnog dejstva o jačini električne struje

u toplotnim potrebama, uz što viši stepen korisnog dejstva.

Na regulaciju kapaciteta utiču i odgovarajući toplotni gubici u samim vazdušnim kanalima. Na slici 2 prikazan je grafik koji pokazuje kako se povećava toplotni učinak povećavanjem jačine električne struje, odnosno kako se on smanjuje povećavanjem dužine vazdušnih kanala koji za jedan model iznose čak 15%. Ovi gubici mogu se smanjiti upotrebom Vidasila za izolaciju vazdušnih kanala.

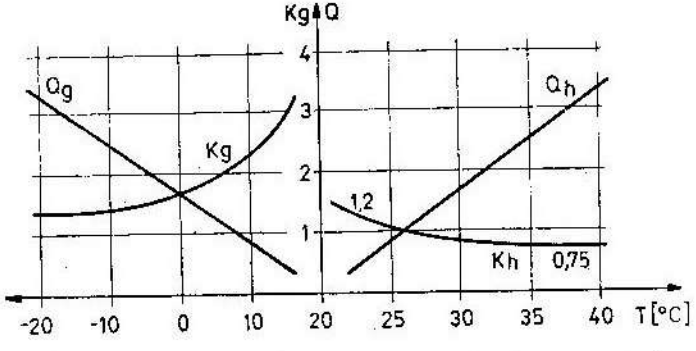
Analizom grafika (sl. 1 i sl. 2) zaključuje se da porast toplotnog kapaciteta nije linearan sa porastom jačine



Sl. 2 Ovisnost korisne snage o stalnoj električnoj struji pri promjeni dužine vazdušnih kanala

električne struje. U području viših struja za istu promjenu struje brže se mijenja snaga grijanja nego u području nižih struja.

U području suviše niskih i visokih temperatura raste potreba za toplotom, zbog čega koeficijent korisnog djelovanja naglo opada. Eksperimenti pokazuju da je koeficijent korisnog djelovanja znatno viši u području grijanja nego u području hlađenja (sl. 3).



Sl. 3 Ovisnost koeficijenta korisnog djelovanja o jačini električne struje u području grijanja i hlađenja

Regulacija kapaciteta električnih toplotnih pumpi se, uglavnom, svodi na kontinuiranu regulaciju jačine električne struje koja je u funkciji od potrebnog kapaciteta. Regulacija se izvodi istovremeno na svim termoelektričnim jedinkama modula.

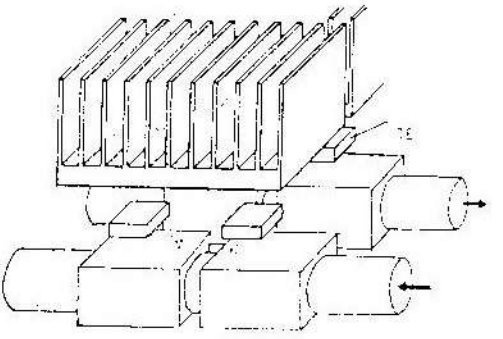
Tipovi električnih toplotnih pumpi

Tip električne toplotne pumpe, prije svega, zavisi od sredine kojoj se uzima ili predaje toplota. Te sredine su najčešće vazduh i voda, koje smatramo obnovljivim izvorima toplote. Ovisno o sredinama, u upotrebi su sledeći tipovi električnih toplotnih pumpi:

— voda-voda je tip električnih toplotnih pumpi gdje se hladna strana nalazi u vodi od koje oduzimamo toplotu u modusu grijanja. To su riječne, jezerske, podzemne ili druge vode. Oduzeta toplota se posredstvom električne snage »pumpa« na drugu, vruću stranu. Ona je, najčešće, u struji vode zatvorenog sistema. Temperatura vruće strane je viša od temperature vode, te joj predaje uzetu toplotu od vode na drugoj strani. Ovaj proces odgovara modusu grijanja. U modusu hlađenja proces je obrnut, što se postiže promjenom smjera protoka električne struje kroz električnu toplotnu pumpu;

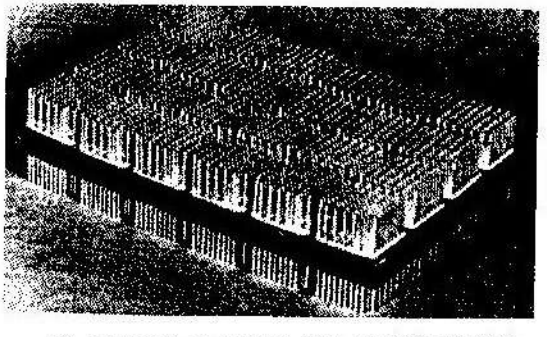
— voda-vazduh je tip toplotne pumpe kod koje je na primarnoj strani voda od koje se uzima toplota i predaje vazduhu koji je na sekundarnoj strani kao prenosilac toplote u prostoriju koja se grije;

— vazduh-voda je tip električne toplotne pumpe kojom toplotu uzimamo od vazduha koji struji preko hladne strane (sl. 4) i predajemo je vodi koja struji preko izmenjivača na vrućoj strani. U ovom slučaju voda je prenosilac toplote do prostorije koju grijemo. Ovaj tip toplotne pumpe može se koristiti za grijanje vode u rezervoarima (bojlerima), te se mogu preporučiti za primjenu i na željeznici, u toaletima putničkih vagona i vagonima-restoranima za obezbjeđenje tople potrošne vode;



Sl. 4 Toplotna pumpa tipa vazduh-voda

— vazduh-vazduh je tip električne toplotne pumpe kod koje i sa hladne i sa vruće strane struji vazduh. Ovaj tip pumpi našao je primjenu kod pokretnih objekata klimatizacije, kao što su željeznički putnički vagoni, autobusi, kamioni, avioni i letjelice. Na slici 5 dat je prikaz, odnosno izgled, jedne električne toplotne pumpe koja ima sa obje strane vazdušne izmjenjivače toplote koji su dani tako da se ova pumpa može lako koristiti kao pregradni zid prostorije ili dio stropa.



Sl. 5 Toplotna pumpa tipa vazduh-vazduh

Tipovi pumpi voda-vazduh i vazduh-voda su, u stvari, ista električna toplotna pumpa, samo sa promjenjenim smjerom struje kroz poluprovodničke materijale.

Sistemi električnih toplotnih pumpi

Električne toplotne pumpe mogu se koristiti za klimatizaciju objekata najrazličitijih namjena, kao što su:

— monovalentna, i

— bivalentna postrojenja.

Monovalentna postrojenja podmirivala bi cjelokupne potrebe objekta za toplotom i hladnoćom. To bi iziskivalo izradu toplotnih pumpi velikih snaga, gdje mogu da rade pri velikoj temperaturnoj razlici. Razumije se da bi izrada ovakvih pumpi pri sadašnjoj tehnologiji izrade termoelektričnih materijala bila neekonomična. Drugi razlog su suviše velike dimenzije, što otežava ugradnju.

Pored pomenutih problema, javlja se i problem dužine zagrijavanja objekta prije korištenja. Zbog toga se preporučuje upotreba toplotnih pumpi kao bivalentna postrojenja. Kako kod mehaničkih, tako i kod električnih toplotnih pumpi postoji:

— bivalentno alternativni, i

— bivalentno paralelni sistem rada.

Mnogo je podesniji bivalentno paralelni sistem rada sa drugim grijanjem kao dodatnim.

Snaga grijanja termoelektrične jedinke (TEJ)

Snagu grijanja jednog termoelektričnog elementa možemo dobiti izrazom:

$$Q_g = aIT + 0{,}5I^2R - k\Delta T$$

Prvi član jednačine daje Peltierovu toplotnu snagu, a drugi Džulovu snagu. Ona iznosi 1/2 ukupne Džulove snage, jer se koristi samo ona toplotna snaga koja se rasporedi na toploj strani termoelektričnog elementa. Treći član predstavlja gubitak toplotne snage zbog prirodnog provođenja toplote kroz zidove poluprovodnika [5].

Da bi se dobila potrebna toplotna snaga, potrebno je upotrijebiti veći broj termoelektričnih elemenata koji će zajedno obezbijediti potrebnu snagu. U tom slučaju dobijamo [6]:

$$Q_g = N(aIT + 0{,}5I^2R - k\Delta T) \qquad (15)$$

Jačina električne struje koja je potrebna za obezbeđenje potrebne snage dobija se izrazom:

$$I = aT_o\Delta T/R\Delta T_m$$
$$\Delta T_m = 0{,}5zT_o^2$$
$$I = 1624\ \Delta T/T_o \qquad (16)$$

gdje je:

ΔT_m — maksimalna temperaturna razlika koja se može dobiti na stranama poluprovodničkih elemenata [°K];

z — koeficijent efektivnosti koji iznosi 0,00025 [°K^{-1}];

R — električni otpor poluprovodničkih materijala koji iznosi 0,0001 Ω;

T — temperatura u objektu [293°K];

T_o — vanjska temperatura [°K];

k — koeficijent toplotne provodljivosti koji iznosi 0,062 [W/°K];

a — termoelektrični ili Peltierov napon koji ima vrijednost 0,0002 [V/°K].

Uvrštavajući pomenute konstante u jednačinu za izračunavanje toplotne snage, dobijamo:

$$Q_g = N \cdot [96{,}59\Delta T/T_o + 0{,}00005 (1624\Delta T/T_o)^2 - 0{,}062\Delta T] \qquad (17)$$

Broj termoelektričnih jedinki N ovisi o toplotnoj potrebi prostorije koja se grije. Kad se za neku prostoriju od-

redi radna temperatura T_0, onda je za odgovarajuće ΔT iz jednačine (17) lako izračunati potreban broj elemenata.

Snaga hlađenja termoelektrične jedinke

Kao i kod izračunavanja snage grijanja, tako i kod snage hlađenja koristimo se obrascem:

$$Q_h = aIT - 0{,}5I^2R - k\Delta T \qquad (18)$$

s tom razlikom što se kod hlađenja Džulova toplotna snaga smatra gubitkom. Zbog toga se ispred člana te snage stavlja znak minus. Pomenuti obrazac koristi se za izračunavanje snage hlađenja jednog termoelektričnog elementa. Za dobijanje potrebne snage mora se uzeti u obzir N elemenata u serijskom spoju.

$$Q_h = N \cdot (aIT - 0{,}5I^2R - k\Delta T) \qquad (19)$$

Uvrštavajući vrijednosti pojedinih veličina u jednačinu (19) dobijamo:

$$Q_h = N \cdot [96{,}59\Delta T/T_0 - 0{,}00005 (1624\Delta T/T_0)^2 \cdot - 0{,}062\Delta T] \qquad (20)$$

Imajući u vidu da je T_0 minimalna temperatura, odnosno temperatura do koje se objekt želi hladiti, te da ona iznosi $293^{\circ}K$, imamo:

$$Q_h = N \cdot [96{,}59\Delta T/293 - 0{,}00005 (1624\Delta T/293)^2 - 0{,}062\Delta T] \qquad (21)$$

Kao što se iz izraza vidi, snaga hlađenja je u funkciji ΔT. Ovaj se izraz koristi za izračunavanje snage hlađenja bez uticaja sunčevog zračenja.

Električna snaga grijanja i hlađenja TEJ

Da bi se dobila potrebna toplotna snaga termoelektrične jedinke (TEJ) potrebno je uložiti odgovarajuću električnu snagu grijanja. Ona se dobija iz izraza:

$$P_g = N \cdot (aI\Delta T + I^2R) \qquad (22)$$

Prvi član predstavlja Peltierovu, odnosno termoelektričnu snagu jednog elementa. Potrebna snaga dobija se spajanjem N elemenata u termoelektričnu jedinku. Jačina struje koja je potrebna za obezbjeđenje odgovarajuće snage dobije se iz izraza:

$$I = aT_0\Delta T/R\Delta T_m$$
$$I = 1624 \cdot \Delta T/T_0 \qquad (23)$$

Pri računanju struje koja je potrebna za obezbjeđenje određene toplotne snage, uzima se električni otpor jednog termoelementa. Kad se određuje električna snaga termoelektrične jedinke, mora se uzeti u obzir otpor termoelementa, spojeva sa obje strane i otpor vodova kojim se vežu elementi. Otpor ovakve jedne cjeline je $0{,}0007\Omega$ za $N = 1000$.

Uvrštavajući odgovarajuće vrijednosti konstanata u izraz (22), izraz za dobijanje odgovarajuće električne snage TEJ dobija oblik:

$$P_g = N \cdot [0{,}3248\,\Delta T^2/T_0 + (1624\,\Delta T/T_0)^2 \cdot 0{,}0007] \qquad (24)$$

Kao što se iz izraza vidi, potrebna električna snaga termoelektrične jedinke je u funkciji temperaturne razlike ΔT.

Koeficijent korisnog dejstva električnih toplotnih pumpi

Koeficijent korisnog dejstva električnih toplotnih pumpi je odnos dobijene toplotne snage i uložene električne snage. Kod uređaja za klimatizaciju potrebno je da se odredi koeficijent korisnog dejstva u režimu grijanja i u režimu hlađenja.

U režimu grijanja potrebna toplotna snaga je u funkciji razlike temperature koju treba postići u objektu i vanjske temperature (ΔT). Koeficijent korisnog dejstva ima oblik:

$$K_g = Q_g/P_e \qquad (25)$$

Najnepovoljniji režim rada TEJ je u slučaju kada je objekt prazan. Tada je potrebno savladati najveće temperaturne razlike. U slučaju kad u objektu borave ljudi, nastaju povoljniji režimi rada TEJ. To je zbog toga što zbog oslobađanja toplote ljudi opada potreba za toplotom, što uzrokuje savlađivanje manje temperaturne razlike i manje angažovanje električne snage.

Zbog uticaja sunčevog zračenja u određenim periodima u režimu grijanja, dolazi do smanjenja toplotnih potreba objekta za toplotom. Kao i kod prethodnog, tako i kod ovog slučaja, smanjuje se angažovana električna snaga potrebna za obezbeđenje odgovarajuće toplotne snage TEJ, jer je smanjena potreba za toplotom.

U režimu hlađenja koeficijent korisnog dejstva je nepovoljniji, zbog toga što za istu temperaturnu razliku koju treba postići u režimu hlađenja treba angažovati veću električnu snagu. Razlog je Džulova toplota koja je u režimu hlađenja štetna, a u režimu grijanja korisna. Zbog toga je uvijek za isto ΔT snaga hlađenja manja od snage grijanja. Koeficijent korisnog dejstva može se napisati u obliku:

$$K_h = Q_h / P_e \qquad (26)$$

Najveću temperaturnu razliku moguće je savladati u najpovoljnijem režimu rada, što važi i za režim grijanja, s tom razlikom što je ono što je u režimu grijanja povoljno u režimu hlađenja je nepovoljno. Tako je u režimu hlađenja najpovoljniji režim rada TEJ kad je objekt prazan. Nepovoljniji režimi nastaju u slučaju povećanja broja ljudi koji oslobađaju određenu toplotnu snagu, čime raste potreba za hladnoćom. To uzrokuje veće angažovanje električne snage. To se odnosi i na uticaj sunčevog zračenja.

Zaključak

Toplotni kapacitet električnih toplotnih pumpi ovisi o tipu pumpe, kao i o vrsti objekta klimatizacije. Određuje se na osnovu potreba za hladnoćom objekta, jer su one znatno veće od potreba za toplotom. Moguća je kontinuirana regulacija kapaciteta promjenom jačine struje u funkciji vanjske temperature, što kod postojećih klima-postrojenja nije moguće.

Rad električnih toplotnih pumpi je potpuno automatizovan. Ako se ima na umu da im nije potrebno nikakvo održavanje, niti osoblje za rukovanje i upravljanje, onda je jasno kolike su im prednosti nad ostalim sistemima klimatizacije.

Literatura:

[1] T. E. Pannkoke: »How the heat pump conserves energy resoures«, Chicago, Illinois, 1983.

[2] V. S. Martinovskij: »Cikli shemi i karakteristiki termotransformatorov«, Energija, Moskva, 1979.

[3] J. G. Stockholm, P. Sternat: »Prototype thermoelectric air conditioning of a pasenger railway coach«, Texas, 1982.

[4] J. I. Bernard, L. P. Soulet, J. Willaime: »Les nouvelles voitures a compartiments VU75 de la SNCF«, Paris, 1975.

[5] P. Sternat: »Le conditionnement d'air des nouvelles voitures a compartiments de la SNCF«, Paris, 1981.

[6] G. Savanović: »Primjena električnih toplotnih pumpi za klimatizaciju željezničkih putničkih vagona«, magistarski rad, ETF Sarajevo.

Nenad Popović,
dipl. inž.

Temperaturno stabilni oscilator sa dielektričnim rezonatorom na Ku-opsegu

Uvod

U savremenim mikrotalasnim uređajima, kako vojnim, tako i civilnim, postoji stalna potreba za veoma stabilnim mikrotalasnim izvorima koji nalaze primenu u različitim komunikacionim i radarskim sistemima, sintezatorima učestanosti, mernim uređajima, itd.

Degradiranje učestanosti oscilovanja sa promenom temperature ambijenta, jedna je od osnovnih nestabilnosti izvora uopšte, a posledica je promene karakteristika elemenata koji ulaze u njegov sastav.

U slučaju oscilatora sa dielektričnim rezonatorom (DRO), dve komponente, aktivni element (tranzistor ili dioda) i dielektrični rezonator (DR) svojim temperaturnim karakteristikama najviše doprinose temperaturnoj nestabilnosti izvora.

Da bi se umanjio njihov uticaj, moguće je izvršiti delimičnu kompenzaciju temperaturnih promena, tako što će se jedan od ova dva elementa učiniti što manje zavisnim od karakteristika ambijenta. To je, najčešće, dielektrični rezonator. Naime, temperaturna zavisnost rezonantne učestanosti dielektričnog rezonatora, odnosno njegovog temperaturnog koeficijenta τ_f, data je sledećim izrazom [1]:

$$\tau_f = -(1/2\,\tau_\varepsilon + \alpha + c\tau_c) \qquad (1)$$
$$c = 0{,}05 - 1$$

gde je:

- τ_ε — temperaturni koeficijent dielektrične konstante DR-a;
- α — koeficijent temperaturnog širenja DR-a;
- τ_c — temperaturni koeficijent kućišta oscilatora.

Kako se komercijalno proizvode dielektrični rezonatori sa temperaturnim koeficijentom ($\tau_f = -1/2\,\tau_\varepsilon - \alpha$) u opsegu od -10ppm/°C do $+10$ppm/°C, to je moguće da se njegovim pogodnim izborom izvrši kompenzacija temperaturnih promena ostalih elemenata na promenu učestanosti oscilovanja oscilatora.

U vezi sa tim, moguće je umanjiti i uticaj promene dimenzija kućišta oscilatora sa temperaturom, izborom pogodnog materijala (invar, mesing, aluminijum...) i konstrukcije, na promenu rezonantne učestanosti samog DR-a.

Uticaj aktivnog elementa na stabilnost učestanosti ogleda se u promeni njegove fazne karakteristike [2]. To se može predupredi ti odabiranjem aktivnog elementa čije su karakteristike takve da što manje zavise od temperaturnih promena. S druge strane, prednost ove promene jeste što je temperaturni drift faze aktivnog elementa konstantan [2], tako da je moguće uzeti ga

u obzir i kompenzovati odabiranjem temperaturnog koeficijenta DR-a.

Pored pomenute delimične temperaturne kompenzacije, koja omogućava temperaturnu stabilnost oscilatora do određene granice, a u opštem slučaju to je reda do 1ppm/°C, moguća je i »potpuna« temperaturna kompenzacija kojom se postižu znatno bolji rezultati (ispod 1ppm/°C). Kod ove vrste temperaturne kompenzacije moguća su dva pristupa. Jedan, da se promena temperature ambijenta na neki način »odstrani« i da oscilator radi na stalnoj temperaturi.

Drugi, da se promeni temperature ambijenta, odnosno promeni učestanosti oscilovanja, parira suprotnim dejstvom promene učestanosti oscilovanja.

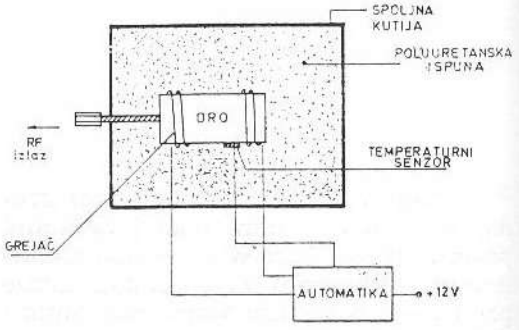
U daljem tekstu biće opisane dve takve metode, kao i rezultati merenja na oscilatorima koji rade na 14 GHz. Na prvom od njih, temperaturna stabilizacija je izvršena *termostatskom metodom*, a na drugom *digitalnom*.

Termostatski stabilisan oscilator

Osnovna ideja termostatske stabilizacije učestanosti oscilatora (DRO-a) ogleda se u održavanju njegove temperature u vrlo uskim granicama, bez obzira na temperaturu ambijenta. To se postiže zagrevanjem oscilatora na temperaturu koja je nešto viša (5°C—10°C) od one maksimalne u zahtevanom radnom temperaturnom opsegu. Na taj način je osigurano da oscilator radi u temperaturno nepromenljivim radnim uslovima.

Kućište DRO-a smešteno je u nešto veću temperaturno izolovanu kutiju (ispunjenu poluretanom) i putem grejača snage između 6 i 10 W zagreva se na konstantnu temperaturu od 55°C do 60°C, bez obzira na temperaturu ambijenta (—25°C do +55°C). Pri ovim uslovima učestanost DRO-a menjaće se samo neznatno, proporcionalno temperaturnoj promeni grejača i unutrašnjih efekata komponenti.

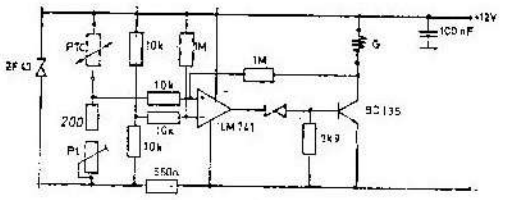
Održavanje stalne temperature omogućava automatika koju sačinjavaju temperaturni senzor (PTC otpornik) i elektronika preko koje se napaja grejač. Blok-šema termostatski kontrolisanog DRO-a za rad na 14 GHz prikazana je na slici 1.



Sl. 1

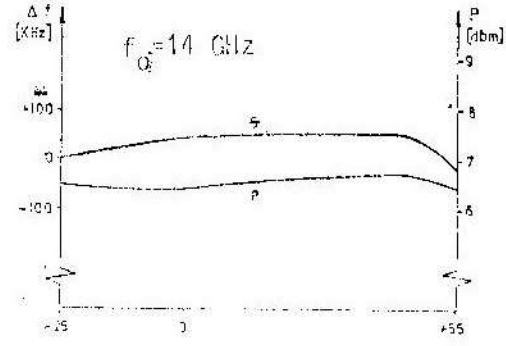
Informaciju o temperaturi daje, kao što je rečeno, otpornik sa pozitivnim temperaturnim koeficijentom (PTC otpornik) čija otpornost zavisi od nje. Ova informacija, odnosno promena otpornosti, izaziva uključivanje komparatora sa histerezisom (LM 741), koji dalje uključuje izlazni tranzistor (BD-135) u čijem se kolektorskom kolu kao opterećenje nalazi grejač. Određivanje temperature pri kojoj se uključuje grejač vrši se trimer-potenciometrom P_t, a njegovo isključivanje biće na nešto višoj temperaturi (zbog histerezisa) za oko 3 do 5°C. Grejač je napravljen od otporne žice koja je direktno namotana na kutiju DRO-a i ima otpornost reda 12 Ω, tako da pri uključivanju vuče struju od oko 0,7 A. Optimalna jačina grejača određena je kalorimetrijskim merenjem prema masi kutije DRO-a i kvalitetu i debljini ispune od poliuretana.

Električna šema kola automatike prikazana je na slici 2.



Sl. 2

Rezultati merenja temperaturne zavisnosti učestanosti i mikrotalasne snage prikazani su grafikonom na slici 3.



Sl. 3

Sa dijagrama se može videti da je u celom temperaturnom opsegu od 80°C maksimalna promena učestanosti 0,1 MHz, a snage 0,5 dBm. Za ovu promenu učestanosti temperaturni koeficijent oscilatora τ_f, prema formuli, iznosi:

$$\tau_f = \frac{1}{f_o} \frac{\Delta f}{\Delta t} = 0{,}1 \text{ ppm/°C} \quad (2)$$

gde su:

f_o — centralna učestanost (14 GHz);

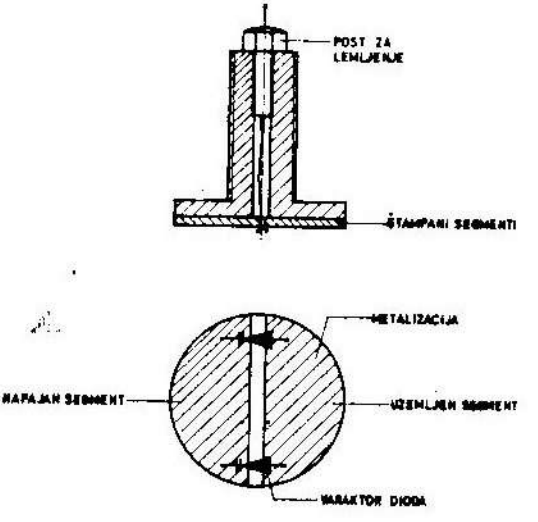
Δf — promena učestanosti (0,1 MHz);

Δt — promena temperature (80°C).

Digitalna temperaturna stabilizacija oscilatora

Kod digitalne temperaturne stabilizacije učestanosti temperaturno ponašanje oscilatora »ubačeno« je u memoriju (EPROM-a) digitalnog sklopa i za određen broj temperaturnih tačaka, dobijenih od senzora, ovaj sklop daje odgovarajuće korekcione napone kojima se menja učestanost oscilatora i zadržava oko centralne učestanosti [6].

DRO se ovde nešto razlikuje, jer poseduje i kolo varaktor diode koje je induktivno spregnuto sa DR-om, a kojim se menja učestanost oscilovanja DRO-a za oko 0,1% što je sasvim dovoljno da se izvrši temperaturna kompenzacija učestanosti. Postoje dva načina na koje se može izvesti ovo elektronsko podešavanje učestanosti DRO-a. Jedan je da se $\lambda/4$ vod na jednom kraju zatvori sa varaktor diodom i spregne sa DR-om, a drugi da se na zavrtanj za fino podešavanje učestanosti postavi štampana pločica sa segmentima koji su međusobno spojeni varaktor ili PIN diodama [4,5]. Promena napona na diodama menja vrednost preslikane impendanse na DR, odnosno vrši se promena rezonantne učestanosti ekvivalentnog rezonantnog kola, čime se menja učestanost oscilovanja oscilatora. U našem slučaju, odlučili smo se za varijantu sa segmentima na zavrtnju za fino podešavanje učestanosti [5], jer pruža više fleksibilnosti. Izgled realizovanog zavrtnja sa štampanom pločicom i dve varaktorske diode (MA 46582) prikazan je na slici 4.

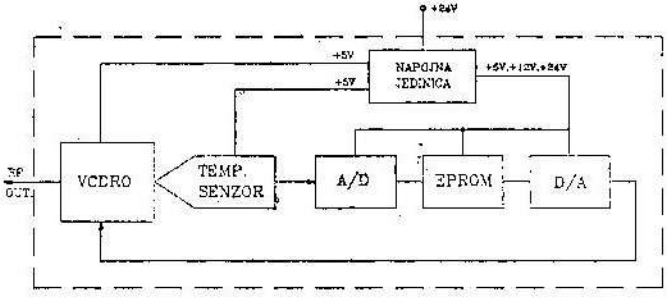


Sl. 4

Dakle, kompletan oscilator sastoji se od dve celine, naponom kontrolisanog oscilatora sa dielektričnim rezonatorom (VCDRO) i elektronskog kola za digitalno upravljanje i kontrolu sa temperaturnim senzorom (LX 5700).

U prvom koraku snimljena je temperaturna zavisnost upravljačkog, odnosno korekcionog napona na varaktor diodama, sa kojim se menja učestanost VCDRO-a, a zatim je on upisan u EPROM. Takođe, pod istim uslovima snimljena je i zavisnost napona na temperaturnom senzoru (LX 5700), pa je i on upisan u EPROM, čime su obezbedi potrebne korekcione (upravljačke) napone za promenu učestanosti oscilovanja VCDRO-a, u zavisnosti od temperature ambijenta. Veličina korekcionog napona »upisana« je u EPROM za svaku tačku radnog temperaturnog opsega od —25°— do +55°C u koraku od 5°C. Prepoznavanje određenog napona prema temperaturi ambijenta omogućava ulazni upravljački napon koji daje temperaturni senzor. Blok-šema kompletnog sklopa oscilatora prikazana je na slici 5.

Rezultati temperaturnog ponašanja VCDRO-a sa digitalnom kontrolom u



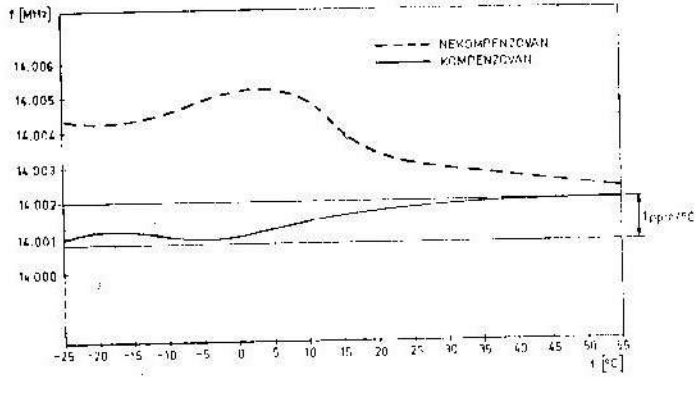
Sl. 5

đeni podaci za rad kola digitalnog upravljanja.

Dakle, zadatak kola za digitalnu kontrolu i upravljanje jeste da obez-

radnom temperaturnom opsegu prikazani su grafikom na slici 6.

Na istom grafiku (sl. 6), radi ilustracije, prikazana je i promena učesta-



Sl. 6

nosti oscilatora pre izvršene temperaturne kompenzacije. Vidi se da je tada oscilator menjao svoju učestanost nešto više od 2,5 MHz u celom temperaturnom opsegu (80°C). Kada je izvršena kompenzacija, ta promena je smanjena na oko 1 MHz, što znači da je temperaturni koeficijent oscilatora postao, prema izrazu (2):

$$\tau_f = 0{,}9 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$$

Zaključak

Upoređujući izmerene karakteristike oscilatora oba tipa temperaturne kompenzacije, može se zaključiti da termostatska metoda poseduje neke prednosti u odnosu na digitalnu. Naime, njena prednost ogleda se u većoj temperaturnoj stabilnosti, mogućnosti promene radne učestanosti putem zavrtnja za fino podešavanje i jednostavnijoj konstrukciji. Nedostaci su: veća potrošnja DC napajanja (zbog grejača), kao i nešto komplikovanija mehanička konstrukcija i veći gabariti, koji su prouzrokovani upotrebom temperaturne izolacije oscilatora od spoljnog ambijenta.

Kod digitalne kompenzacije temperaturnih promena učestanosti, kao što je već napomenuto, osnovni nedostatak je nemogućnost promene centralne učestanosti oscilovanja posle izvršenog podešavanja korekcionog (upravljačkog) napona. Naime, kada se jednom izvrši podešavanje korekcionog napona, svaka promena centralne učestanosti zahteva ponavljanje celokupne procedure merenja i podešavanja, što je dosta složen postupak.

Dobre osobine digitalne kontrole su znatno manja DC potrošnja, jednostavnija mehanička konstrukcija i manje dimenzije.

U donjoj tabeli dat je uporedni pregled najvažnijih električnih karakteristika za oba tipa oscilatora, odnosno oba tipa temperaturne kompenzacije. Takođe, treba napomenuti da su sami oscilatori, u obe vrste kompenzacije, potpuno identični [3] (naravno koliko je to moguće praktično izvesti), tako da su razlike koje su nastale rezultat različitih osobina samih kompenzacija.

	VCDRO	termost. — DRO
Centralna učestanost	14 GHz	14 GHz
Izlazna RF snaga	12 dBm	10 dBm
Meh. promena učestanosti	0	1%
Temp. stabil. učestanosti	0,9 ppm/°C	0,1 ppm/°C
Fazni šum	—75 dBc/Hz na 10 KHz	—75 dBc/Hz na 10 KHz
Napajanje	max 24 V/70mA	max 12 V/780 mA

Literatura:

[1] Tech-Brifs № 61: »Temperature coeficients of dielectric resonators«, Trans-Tech, inc.

[2] C. Tsironis, P. Lesartre: »Temperature stabilization of GaAs FET oscillators using dielectric resonators«, 12 th EMC, 1982, pp. 181—186.

[3] N. Popović: »MESFEST DRO refleksionog tipa na Ku opsegu«, 32. ETAN, Sarajevo, 198., pp. II. 33—39.

[4] A. Nešić: »A new method for frequency modulation of dielecric resonators oscillators«, proc. 15 th EMC, France, 1985, pp. 403—406.

[5] Z. Golubičić, V. Stoiljković: »New type of VCDRO«, proc. 18 th EMC, Stokholm, 1988. p. 283.

[6] A. J. Slobodnik, M. R. Stiglitz, G. A. Roberts: »16 GHz Dielectric resonators oscillators with digital temperature compensation«, Microwave Journal, Nov. 1984. pp. 155-166.

Zdravko Majkić,
major, dipl. inž.

Korisničke mogućnosti automatske telefonske centrale ASB-501 u funkciji interfonske centrale

Uvod

Digitalni komutacijski sistem ASB-501 (poznat pod nazivom i MD 110) (DATC) ugrađuje se u automatsku telefonsku mrežu oružanih snaga na nivou tranzitnih centrala [1]. Proizvodi ga poduzeće za proizvodnju telekomunikacionih uređaja »Nikola Tesla« iz Zagreba, po licenci LM ERICSSON iz Švedske.

Karakterizira ga modularna konstrukcija (hardvera i softvera), distribuirano mikroprocesorsko upravljanje sa uskladištenim programom (SPC-Stored program controlled) i geografska distribuiranost [2]. Sistem je u celom dijapazonu kapaciteta (od 40 do 15000 učesnika) izgrađen od identičnih linijskih modula — LIM-ova i, po potrebi, modula grupnog stupnja. ASB 501 je u celini digitalan, pa je digitalizovana i učesnička petlja. Upravo, digitalni telefonski priključak sa digitalnim telefonom (DT) omogućava veoma lako korištenje svih funkcija sistema ASB 501 i time ostvarenje svih zahteva koji se postavljaju pred savremeni interfonski uređaj (terminal) i koje JNA, kao poseban imalac sistema veza, zahteva od tog sistema.

Interfonski sistem ASB-501 sastoji se od telefonskog sistema ASB-501 kao komutacijskog dela, na koji su spojeni svi priključci DATC (LU, LB, CB, PJ, PVF) i digitalnog telefona u funkciji interfonskog terminala.

ASB-501 se ugrađuje i u funkciji interfonskog sistema u stacionarne veze, pa su u ovom članku opisane osnovne korisničke funkcije tog sistema i način njihove realizacije. Pošto se radi i o nekim nestandardnim zahtevima, opisan je i način njihovog aktiviranja u sistemu, pa ovaj članak može koristiti i osoblju za održavanje ovakvih sistema.

Težište rada je u opisu korisničkih funkcija, od kojih se većina javlja i u nekim drugim savremenim komutacionim sistemima (i u javnim i u funkcionalnim mrežama), a koje bitno opredeljuju upotrebu ovakvog sistema u funkciji interfonske centrale. Ove funkcije u našoj literaturi do sada nigde nisu opisivane, pa ovo poglavlje može biti interesantno i širem krugu korisnika DATC.

Korisničke funkcije sistema ASB-501

Zahvaljujući mikroprocesorskom upravljanju u sistem ASB 501 ugrađene su mnoge funkcije koje korisnicima ovog sistema umnogome olakšavaju rad u toku uspostavljanja veze. Postojanje tih funkcija omogućuje korišćenje DATC ASB-501 u funkciji interfonske

centrale, a učesnički termini — digitalni telefon olakšava korištenje tih funkcija. U ovom pogledu opisane su osnovne od tih funkcija, izvorni engleski pojmovi, njihovo značenje, način korištenja tih funkcija i za neke način aktiviranja u sistemu sa ulazno-izlazne jedinice (komande i parametri).

U daljem tekstu, za učesnika koji inicira vezu (pozivajući učesnik) korištena je skraćenica A učesnik, pozvan je B učesnik, a C učesnik je treći učesnik u vezi (onaj koji »upada« u vezu, ko se najavljuje, i slično).

Sve funkcije sistema mogu se svrstati po nekom kriterijumu u više grupa. Tako je izvršena podela na grupe funkcija koje:

— štede vreme;

— štede novac;

— nadziru i dosežu zauzetog učesnika;

— nadziru i dosežu odsutnog učesnika.

Sama podjela nije do kraja fiksna i uočljivo je da se pojedine funkcije mogu naći u više grupa.

Osobine koje korisnicima štede vreme

Skraćeno biranje (abbreviated dialling)

Učesnici u okviru sistema ASB 501, ili vanjski učesnici, mogu se pozivati biranjem skraćenih brojeva koji mogu biti zajednički (common) za sve, ili neke učesnike u sistemu, ili individualni (individual), gde svaki učesnik koristi svoje skraćene brojeve. Zajednički skraćeni brojevi mogu se podeliti u 4 grupe — tabele, a svakom učesniku se dozvoljava korištenje jedne od tih tabela — grupa.

Zajednički skraćeni broj može imati 1 do 5 znamenki. Skraćeni broj ne mora biti kompletan pozivni broj B učesnika. U tom slučaju A učesnik posle skraćenog broja nastavlja birati znamenke do kraja. To je veoma upotrebljivo pri pozivanju vanjskih učesnika kod kojih je pozivni broj te odredišne centrale neuobičajeno dugačak.

Osoblje za održavanje komunicira sa sistemom preko terminala ili PC računala, koristeći MML (man machine language) jezik. U tom jeziku komanda je definisana rečju sa pet slova, parametri se odvajaju zarezima, a kraj komande je uvek »;«.

Na primjer:

Komanda za aktiviranje skraćenog biranja sa I/O jedinice (input/output unit) je:

NANSI : NUMSE = 7,

NUMTYP = AC;

Time je u analizi broja definisano da je zajednički skraćeni broj 7 (sedmica).

Komandom ADCOI : ABB=7,
TRA = 0041334433, CLASS = 0;

gde je:

TRA — broj koji se poziva biranjem zajedničkog skraćenog broja 7;

CLASS — grupa u koju je smešten ovaj broj, jeste određen broj 0041334433 kao zajednički skraćeni broj.

ADCOE : ABB=7, je ukidanje ovoga skraćenog broja.

U sistemu može biti 1400 zajedničkih brojeva za skraćeno biranje.

Svakom od učesnika ASB 501 dodeljuje se kategorija koja definiše njegova prava u korišćenju pojedinih osobina sistema ili pravo na ostvarivanje određene vrste veze. Definisanje analognog priključka vrši se komandom EXTEI, a digitalnog KSEXI. U ovoj ko-

mandi sadržani su parametri CAT, CDIV, SERV i TRAF. Prva 2 bita u parametru TRAF određuju u kojoj je grupi taj učesnik za korištenje zajedničkih skraćenih brojeva (jedna od 4 grupe).

Individualne skraćene brojeve definiše svaki učesnik za svoje potrebe. Do deset skraćenih brojeva mogu se pozivati sa svakog učesničkog priključka kao individualni skraćeni brojevi. Maksimalna dužina jednog broja je 20 znamenki.

Način aktiviranja sa telefona je **3.

Sledećom komandom učesniku 2344 dodjeljuje se pravo da sam upisuje skraćene brojeve sa svog telefona:

ADINI : DIR=2344;

Upisivanje skraćenog broja sa telefona je:

*51*skraćeni broj*kompletan broj#

Aktiviranje ovako skraćenog broja sa telefona je:

**skraćeni broj (skraćeni broj je znamenka od 0 do 9).

Brisanje memorisanog skraćenog broja je:

#51 *skraćeni broj #

Stopedeset učesnika mogu koristiti individualne skraćene brojeve po LIM-u.

Problem naše funkcionalne mreže je neizgrađenost signalizacije u cjelini [2], pa učesnici često moraju da čekaju ton slobodnog biranja kao znak za nastavak biranja. ASB 501 omogućava da se u analizi broja definiše posle kojeg izabranog vanjskog broja sistema čeka ton slobodnog biranja kao znak za nastavak slanja preostalih znamenki. Komanda za aktiviranje ove osobine je:

NAPTS:EXL=5510, POS=1&4;

EXL — vanjski pozivni broj u kojem se ton slobodnog biranja čeka posle 1. i 4. znamenke.

Koristeći ovu osobinu, sistem u skraćenom broju nastavlja slanje cifara posle prijema tona slobodnog biranja, posle znamenke, kako je to definisano prethodnom naredbom.

Povratni upit (inquiry)

Učesnik A, koji je u govornoj vezi sa učesnikom B, može pozvati i učesnika C sa mogućnošću da se naizmenično uključuje u vezu sa B i C. Ukoliko je u vezi sa C, B učesnik je »parkiran«. Parkirani učesnik ne čuje A ili B za to vreme. Aktiviranje povratnog upita i povratak parkiranom učesniku nastaje biranjem znamenke dva. Učesnik A može prespojiti B i C učesnika polaganjem mikrotelefonske kombinacije (tzv. transfer) i to pre nego što se C učesnik javi ili posle javljanja C učesnika. I B i C učesnik mogu biti vanjski učesnici, ali u tom slučaju sistem će dozvoliti prespajanje ako bar jedan od te dvojice obavezno raskida vezu. (Vanjski učesnik je učesnik spojen na drugi komutacioni sistem). To je definisano u parametru SIG pri uključivanju svakog odlaznog pojedinačnog snopa (routa) za vezu sa drugim komutacionim sistemima.

Prolazno biranje (indialling)

Direktno biranje broja učesnika ASB 501 iz javne centrale je bez posredovanja poslužioca.

Ova osobina je uslovljena osobinom javne centrale na koju se povezujemo. Povezivanje, sa korištenjem ove osobine, možemo ostvariti na digitalnom nivou korištenjem 2 Mbit/s prenosnog sistema ili na analognom nivou — na nivou učesničkog priključka. Svakom učesniku ASB 501 definiše se da li mu je dozvoljen pristup prolaznim biranjem ili ne. Definiše se u parametru SERV petim bitom.

Konferencijska veza (and-on conference)

To je jednovremena veza više učesnika.

Istovremeno u jednoj vezi može biti do 8 učesnika, od kojih do 7 učesnika može biti van sistema ASB 501. Način aktiviranja funkcije je da se posle povratnog upita učesnik C uključuje u konferenciju (posle njegovog javljanja) biranjem znamenke »3« (ili pritiskom posebne tipke na digitalnom telefonu). Uključenje svakog sledećeg učesnika u konferenciju je — povratni upit (biranjem znamenke »3«) pozivanje D učesnika, njegovo javljanje, njegovo uključivanje u konferenciju biranjem znamenke »3«, itd.

Treba naglasiti da se učesnik uključuje u konferencijsku vezu tek posle njegovog javljanja.

Bitno je napomenuti da, ukoliko se radi o učesnicima u okviru ASB 501, samo podizanje mikrotelefonske kombinacije (MTK) pozvanog učesnika sistem raspoznaje kao javljanje tog učesnika. Problem je, ukoliko je C ili bilo koji drugi učesnik van ASB 501, a na odlaznom smeru se ne očekuje signal javljanja (smerovi sa nepotpunom signalizacijom i smerovi prema javnoj ATC). Tada se uključenje tog učesnika u vezu može ostvariti kada sistem »zaključi« da se učesnik javio. Pošto nema signala javljanja sistem prati, kroz analizu broja (ukoliko je definisana), maksimalni broj cifara koje se šalju na smer i posle poslate zadnje cifre »shvata« da se učesnik javio. Ukoliko nije data analiza cifara, sistem prati pauzu između birački cifara i ukoliko prođe definisano vreme posle zadnje izabrane cifre sistem »shvata« da se učesnik javio.

Svi učesnici konferencijske veze primaju ton upozorenja za vreme govorne veze. Svaki učesnik može napustiti konferencijsku vezu polaganjem MTK.

Broj vanjskih učesnika koji mogu biti u konferencijskoj vezi definisan je vrednošću parametra NTC u komandi:

SYDAS:NTC=5;

Svakom učesniku (definisano kategorijom) određuje se da li može biti učesnik konferencijske veze ili može biti prespojen sa nekom priključnom tačkom sistema ASB 501.

Veza bez biranja (hot line)

Učesnik uspostavlja vezu sa unapred određenim odredištem samo podizanjem MTK ili na digitalnom telefonu samo pritiskom na tipku.

Komanda sa kojom se inicira ovakva vrsta veze od telefona 2134 na odredište (pozivajući broj) 2532 je:

SPEXI:DIR=2134,OPT=N,
NDC=2532;

Vrednost parametra OPT=N govori da se radi o vezi bez biranja.

Ukoliko želimo vezu bez biranja i u drugom smeru aktiviraćemo ga komandom:

SPEXI:DIR=2532,OPT=N,
NDC=2134;

Ukidanje ovakve vrste veze je:

SPEXE:DIR:2532,OPT=N;

Veza bez biranja prema određenom prenosniku, u nekom smeru, se aktivira komandom:

SPEXI:DIR=2134,OPT=N,
NDC=A0A201B0;

U parametru NDC prva tri bita označavaju da se radi o pojedinačnom pristupu prenosniku, 201 znači da je prvi prenosnik u drugom LIM-u u smeru čiji je pristup kod 0 (zadnji znak u ovom parametru).

Osobine sistema koje korisnicima štede novac

Ovu grupu osobina teško je razgraničiti od prethodne, jer je, na primer, jasno da je prolazno biranje, pored toga što učesnicima štedi vreme (brže uspostavljanje veze — bez posredstva manipulanta), i ekonomski povolj-

nije, jer smanjuje broj radnih mesta — poslužilaca na DATC. Ipak, neke funkcije sistema omogućuju učesnicima samo ekonomske prednosti.

Tarifiranje razgovora ostvarenih preko javne mreže

Svakom učesniku kome je dozvoljeno da ostvaruje određene pozive kroz javnu mrežu vrši se tzv. tarifiranje razgovora, tj. brojanje tarifnih impulsa koje je utrošio u određenom periodu. Uslovi za to su da javna ATC šalje tarifne impulse (u našoj zemlji 16 kHz). Jasno je da određena kontrola i saznanje o postojanju te kontrole disciplinira učesnike u razgovorima koji se naplaćuju.

Noćni servis

U vreme izuzetno malog saobraćaja sve dolazne pozive koje opslužuje operator-posrednički aparat, mogu se opslužiti i sa običnog telefonskog aparata, koji je definisan kao noćni spoj za sistem. U to vreme nema potrebe za posebnim dežurstvom na posredničkim mestima.

Klase lokalnih priključaka

Svakom učesniku može se dozvoliti ili zabraniti da bira kroz automatsku telefonsku funkcionalnu mrežu ili javnu PTT mrežu. Ograničenja su uslovljena malim kapacitetom prenosnih puteva između komutacionih sistema i skupom nadoknadom u korišćenju javnih (PTT) sistema.

Ograničenje biranja određenih pravaca ili odredišta na nekim pravcima se može vršiti na više mesta u sistemu. Najlakše ga je izvesti u analizi broja npr. komandom:

NACDS:NUMTYP:0058, CDCAT=1&3&&6;

To konkretno znači da pozivni broj Splita kroz javnu mrežu (058) mogu birati lokali kategorije 1, 3, 4, 5 i 6.

Sadržaj parametra TRAF i to 3. i 4. bit za dnevni, i 5. i 6. bit za noćni spoj centrale određuju kategoriju lokala koji mogu birati određeni broj iz analize broja. Učesnik sa vrednošću ovoga parametra 00070715 ne bi mogao birati navedeni broj 0058, a učesnik sa TRAF=00060615 mogao bi pozivati taj broj.

Rezervisanost smerova za određene učesnike

Zahtev da se određenim učesnicima obezbede sigurne veze i u uslovima nedovoljnih prenosnih kapaciteta između komutacionih sistema realizuje se tako što se određeni prenosnici (spojni putevi) rezervišu samo za te učesnike. Oni se dimenzionišu tako da su gubici na njima ispod 1%.

Osobine sistema koje omogućuju učesniku da nadzire i doseže zauzetog učesnika

Naknadni poziv na zauzetog učesnika (automatic call-back)

Ukoliko je pozvani B učesnik (u okviru sistema) zauzet (A učesnik dobio ton zauzeća nakon biranja broja B učesnika) komutacijskom sistemu se da nalog (biranjem znamenke »6«) da nadzire njegovo stanje. Kada B učesnik spusti MTK (raskine prethodnu vezu) ASB 501 poziva A učesnika (pozivnom strujom čiji se ritam razlikuje od uobičajenog poziva) i po njegovom odazivu šalje poziv i B učesniku.

Ova osobina može se ostvariti i na zauzetom odlaznom prenosniku uz biranje kompletnog ili samo dela pozivnog broja B učesnika. Po oslobađanju odlaznog prenosnika sistem na prenosnik šalje sve cifre, a poslednju tek kada se A učesnik odazove.

Ova osobina je veoma upotrebljiva, jer znatno smanjuje »jalovi« saobraćaj i pruža veliki konfor učesnicima.

Mogućnost učesnika da koristi ovu osobinu definisana je u parametru SERV šestim bitom (stanje 0 — onemogućen call-back, stanje 1 — omogućeno iniciranje call-back učesniku i stanje 2 omogućeno iniciranjem i učesniku i prenosniku).

Čekanje poziva (call waiting)

Kod zauzetog B učesnika A učesnik inicira slanje tona upozorenja B učesniku (ne i C učesniku koji je sa B u vezi). A učesnik inicira slanje ovoga tona biranjem znamenke »5« posle prijema tona zauzeća. B učesnik prihvata poziv uz aktiviranje osobine »povratni upit« biranjem znamenke »2«. Zadnja dva bita u parametru SERV definišu mogućnost korištenja ove osobine. Ukoliko je stanje 00, taj učesnik je blokiran da inicira ili primi »call waiting« ton, stanje 01 — omogućava da inicira slanje ovoga tona, 02 — otvoren da primi ovaj ton, 03 — može da inicira i da primi ovaj ton, 06 — otvoren da primi ovaj ton od učesnika, posrednika i vanjske linije.

Pozivajući A učesnik može biti i dolazni poziv van ASB 501. Tada se tom učesniku šalje ton kontrole poziva, a B učesniku »call waiting« ton. To je veoma bitna mogućnost sistema, jer u tom slučaju pozivi kroz mrežu ne propadaju u slučaju zauzeća B učesnika. Za dolazne vanjske pozive ova osobina se aktivira u SERV parametru smera i tada se dodeljuje svim dolaznim pozivima na tom smeru (sem za klasu A lokalnog učesnika, vidi [3]).

Upad u vezu prioritetnog učesnika (priority intrusion)

U slučaju zauzetog B učesnika, A učesnik može upasti u vezu B i C učesniku uz aktiviranje tona upozorenja da je treći u vezi.

U sistemu ASB 501 postoje 4 nivoa prava upada u vezu. Svaki nivo može upasti u vezu nižem nivou, a najviši nivo svim nivoima. Sistem nadgleda koji je od učesnika u vezi višeg nivoa i tada odlučuje da li se može upasti u vezu ili ne.

Aktiviranje ove osobine postiže se biranjem znamenke »4«.

U parametru SERV, B. i 4. bit određuju grupu u kojoj se učesnik nalazi (jedna od 4 grupe). Ukoliko je stanje ovoga bita 00 radi se o nultoj grupi prioriteta upada (nikome ne može upasti u vezu, a njoj sve ostale grupe), stanje 04- 1. grupa, 08- 2. grupa i 12- 3. grupa (svima može upasti u razgovor).

Ponavljanje zadnjeg vanjskog biranog broja (last number redial)

Poslednji birani vanjski broj memoriše se u sistemu i ponovo se poziva skraćenim kodom ***. Ovaj kod (***) može se pretvoriti u neku cifru, kao zajednički skraćeni broj, pa se tada ponavljanje zadnjeg biranog broja ostvaruje biranjem te cifre.

Zajednička grupa za prijem poziva (group hunting)

Više pojedinačnih učesnika može činiti jednu grupu koja se poziva zajedničkim — grupnim brojem. Grupa se poziva zajedničkim pozivnim brojem, a poziv se upućuje članovima grupe na jedan od dva sledeća načina:

— sekvencijalnim pozivanjem,

— ravnomerno raspodeljenim brojem poziva (svaki naredni poziv sledećem slobodnom).

Pored grupnog broja svaki učesnik zadržava svoj individualni broj. Ako je na učesniku aktivirana osobina »prati me«, tada taj učesnik privremeno prestaje biti član grupe.

Osobine sistema koje omogućavaju učesniku da nadzire odsutnog učesnika

Naknadni poziv na odsutnog učesnika (automatic call-back)

Radi se o istoj osobini koja je opisana u »naknadnom pozivu na zauzetog učesnika«. Aktivira se ukoliko se B učesnik ne javlja, a poziv A učesniku sistem šalje posle promene na telefonskom aparatu B učesnika (dizanje, pa polaganje MTK).

Preuzimanje poziva (call pick-up)

Ukoliko poziv dolazi na susedni telefon, a mi ga želimo preuzeti sa svog telefona, nakon biranja tog pozivnog broja i dobijanja tona zauzeća izabraćemo određeni pristupni kôd i prihvatiti taj poziv.

Ovo preuzimanje može biti individualno ili u okviru grupe. U grupi je maksimalno 75 učesnika. Prihvatanje poziva u grupi vrši se biranjem samo broja 8. Grupe se definišu komandom:

GRGMI:GRP=1,DIR=200&&220;

gde su u prvoj grupi brojevi od 200 do 220. Alternativna grupa 2 grupi 1 se daje komandom:

GRAPI:GRP=1,AGRP=2;

Preusmeravanje poziva (call diversion)

Bilo koji dolazni poziv na učesnika B može se preusmeriti na:

— zajedničko mesto za preusmeravanje;

— individualno za svakog učesnika posebno ili aktivirati,

— tip preusmeravanja — »prati me (follow me)«.

Dolazni pozivi B učesniku razvrstavaju se na lokalne pozive, pozive iz javne mreže i pozive iz funkcionalne mreže.

Samo jedno mesto u sistemu može da postoji kao zajedničko mesto za preusmeravanje. Komanda za individualno preusmeravanje učesnika 1124 na učesnika 1323 je:

CDINI:DIR=1124,DIV=1323.

Aktiviranje ovoga preusmeravanja vrši se na samom telefonskom aparatu, i to biranjem:

*211# — pozivi se preusmeravaju kada se učesnik ne javlja;

*212# — pozivi se preuzmeravaju kada je učesnik zauzet;

*21# — pozivi se uvek preusmeravaju.

Deaktiviranje ove osobine na samom telefonskom aparatu je biranjem

#211# ili #212# tj. #21#

Bitno je napomenuti da se dodatni brojevi na digitalnim telefonima preusmeravaju samim aktiviranjem komande CDINI za taj dodatni broj (mogućnost da glavni interfon prima sve pozive ukoliko je sekretar odsutan). Vrsta preusmeravanja »prati me« aktivira se sa samog telefonskog aparata biranjem

*21*xxx#, gde je xxx odredište — broj za preusmeravanje.

Sa tog mesta pozivi se dalje preusmeravaju postupkom:

*21*zzz*yyy#, gde je zzz osnovni broj koji se preusmerava, a yyy je novo odredište. Odredište za preusmeravanje poziva može biti i van naše centrale. U tom slučaju svi dolazni pozivi na naš broj preusmeravaju se na mesto koje smo mi odredili u mreži (PTT ili našoj). Ukoliko je osobina »prati me« aktivirana na digitalnom telefonu i svi dodatni brojevi koji su komandom CDINI preusmereni na osnovni broj tog telefona biće upućeni na novo odredište.

Traženje osoba (paging)

Funkcija »traženja osoba« omogućuje prenošenje pozivnog signala do učesnika koji je izvan područja čujnosti zvonjave vlastitog telefonskog aparata. Takva osoba biva obaveštena o dolaznom pozivu na jedan od dva načina:

a) zvučnim signalom ili vibracijom minijaturnog prijemnika kôda, kojeg ASB 501 preko radio-uređaja šalje u okolinu (svaki prijemnik reagira samo na prepoznavanje vlastitog kôda),

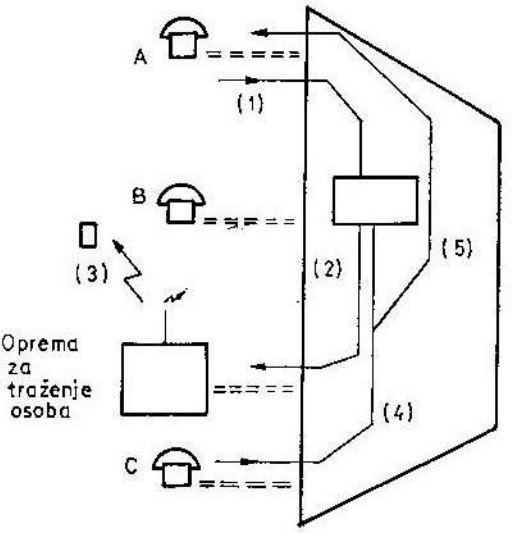
b) najavljivanje kôda pozvanog učesnika na posebnim panelima, sa lampama, koji se montiraju na mestima u predviđenom krugu kretanja traženih osoba.

Ako je potrebno pozivati mobilnog učesnika i učesnika koji se nalazi na otvorenom prostoru, povoljnije rešenje navedeno je pod *a*. Ono zahteva poseban radio-uređaj koji se sastoji od predajnika kôda sa kontrolnom jedinicom i određenog broja minijaturnih prijemnika koji se dodjeljuju učesnicima. Kontrolna jedinica povezuje se sa centralom preko određenog interfejsa (najčešće prenosnik sa E&M signalizacijom uz dekadsko ili DTMF biranje). Ova funkcija realizira se na bazi učesničke numeracije u centrali.

Sistem automatski prelazi na aktiviranje funkcije »traženje osoba«, ako je aktivirana usluga preusmeravanje poziva na opremu za traženje. Pozivi se preusmeravaju kao i kod normalnog preusmeravanja (preusmeravanje poziva). Na slici 1 prikazan je način ostvarivanja veze uz korišćenje funkcije traženje osoba«.

Digitalni telefon sistema ASB 501

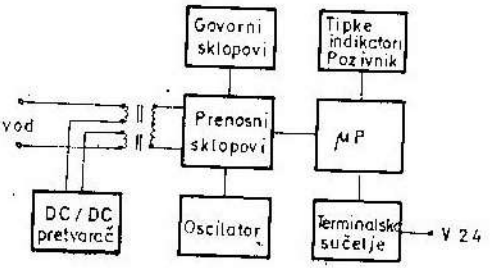
Uz digitalno komutacijsko polje koje komutira kanale od 64 kbit/s, bilo je potrebno digitalizovati i učesničku liniju. Zbog nepostojanja standardizovanog digitalnog telefonskog aparata na svjetskom tržištu, LM ERICSSON je razvio vlastiti digitalni telefonski apa-



Sl. 1 Ostvarivanje veze korišćenjem funkcije traženja osoba

(1) učesnik A aktivira funkciju traženja osoba; (2) zaposeda se dodatna oprema za traženje osoba; (3) kôd traženog učesnika B se odašilje do njegovog prijemnika; (4) B učesnik se javlja u sistem kodom za odgovor na aktivirano traženje; (5) sistem vrši prospajanje govornog puta između A i B

rat za sistem ASB 501 (sl. 2), te pripadni sklop u centrali za prihvat digitalne linije. Analogno-digitalna konverzija govora obavlja se u digitalnom telefonskom aparatu, digitalizovani uzo-



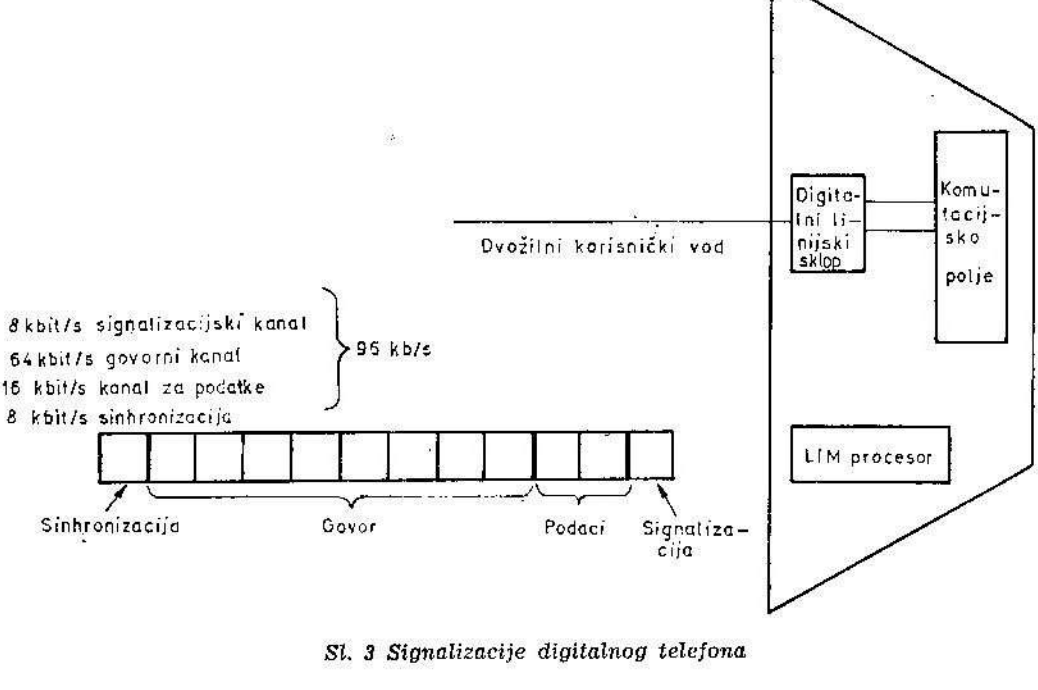
Sl. 2 Blok šema digitalnog telefona

rak govora prenosi se preko digitalne učesničke linije jednog učesnika kroz digitalno komutacijsko polje na digitalnu liniju drugog učesnika i u njegovom digitalnom aparatu se ponovo kon-

vertira u analogni oblik. Zahvaljujući digitalizovanoj učesničkoj liniji moguć je prenos i govornih i negovornih informacija preko iste linije. Informacioni kapacitet na digitalnoj liniji koristi se za istovremeni prenos govora (64 kbit/s) i podatak (16 kbit/s) te signalizacije. I kanal od 64 kbit/s i kanal od 16 kbit/s komutiraju se kao kanali od po 64 kbit/ /s. Upravo signalni kanal od 8 kbit/s između ASB 501 i digitalnog telefona jedan je od uslova koji obezbeđuju korištenje digitalnog telefona u funkciji interfona. Po istim dvožičnim vodovima prenose se i nizovi bitova podataka i digitalizovani uzorci govora, omogućavajući istovremeno i neovisne govorne i negovorne veze (sl. 3).

DIALOG 2561. Na slici 4 prikazana je gornja ploha tog telefona.

Ovaj tip digitalnog telefona ima 20 funkcijskih tipki. Funkcije digitalnih centrala (tj. sistema ASB 501) mogu biti fiksno pridružene tipkama digitalnog telefona, a to su tipke funkcije: trostruke linije dostupa (Access1, Access2 Inguiry), tipke za programiranje (Prvog), tipka za transfer (Transfer), tipka za raskidanje (Clear), tipka za rad sa zvučnikom (Speaker) i tipka za isključivanje mikrofona (Mute). Ostalim tipkama određene se funkcije programiraju sa samog digitalnog telefona ili sa ulazno-izlazne jedinice. Na prednjoj ploči nalazi se i 2×20 alfanumerički displej, na kojem se pojavljuju određene poruke.



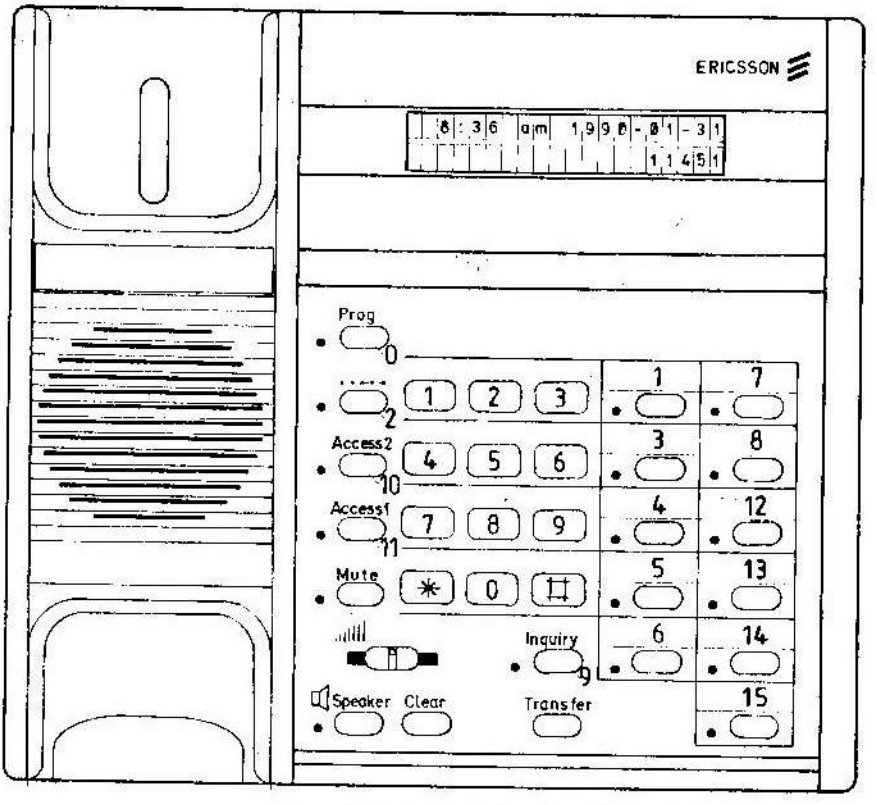
Sl. 3 Signalizacije digitalnog telefona

Postoji više izvedbi digitalnog telefona. Prva serija ovih aparata je nosila oznaku COURIER DBA 700, koji su uz korišćenje adaptera TAU-T i TAU-S omogućavali prenos podataka. Novija generacija digitalnih telefona je serija DIALOG 2500. Najrasprostranjeniji je

Funkcionalne mogućnosti digitalnog telefona

1) Akustičko signaliziranje poziva

Uz svaku tipku digitalnog telefona, po kojoj se ostvaruju dolazni pozivi,



Sl. 4 Digitalni telefon tipa DBC 2561

može se programirati sedam različitih načina signalizacije prijema poziva:

Kodna znamenka	Pozivni signal
0	samo optička signalizacija
1	periodički pozivni signal
2	periodički signal nakon kašnjenja
3	samo jedan pozivni signal
4	samo jedan pozivni signal nakon kašnjenja
5	direktna govorna veza bez pritiska na tipku — uvjetno-posebnom tipkom.
6	direktna govorna veza bez javljanja — bez ikakvih uvjeta.

Dolazni pozivi tokom razgovora po drugoj liniji signaliziraju se samo jednim signalom i to smanjenog intenziteta.

2) Trostruka linija dostupa

Trostruka linija dostupa odgovara učesničkoj liniji konvencionalnog telefona. Ona se reprezentira na tri određene tipke (Access1, 2 i Inquiry). Preko ovih linija moguće je preko vlastite linije primiti odjednom dva dolazna poziva i ostvariti ujedno jedan odlazni poziv ili imati tri odlazna poziva odjednom. Kada je jedna od linija dostupa zauzeta, normalno je da je vlastiti učesnički broj zauzet. Međutim, on se može proglasiti uslovno slobodnim na drugoj liniji dostupa, tako da učesnik dobije

indikaciju drugog poziva na led-diodi i može prihvatiti i drugi poziv, a preko treće linije dostupa ostvariti i još jedan odlazni poziv.

3) Dodatni broj

Svaka programibilna tipka može se programirati kao dodatni broj, tako da takva tipka funkcionira praktično kao nezavisan telefonski aparat. Kod dolaznog poziva na dodatni broj također se zauzima samo jedna pozicija (tipka) na koju je taj broj programiran, na kojoj dobijemo svetlosnu i zvučnu indikaciju dolaznog poziva. Odlazni pozivi ostvaruju se pritiskom na tu tipku i biranjem učesničkog broja. Na ovaj način moguće je isprogramirati celu seriju telefona (dodatnih brojeva) koji dele neke zajedničke resurse kao što su MTK, tastatura za biranje i displej. Moguće je, u isto vreme, primiti više poziva (koliko ima tipki sa ovom funkcijom) i samo o korisniku ovisi koji će poziv prihvatiti pritiskom na tipku i koju govornu vezu će ostvariti. Očito je da sa jednom MTK u isto vreme može ostvariti jednu vezu.

4) Višestruko prezentiranje broja

Ova funkcija omogućuje nam da se jedan broj, bilo osnovni ili dodatni, prezentira na više digitalnih telefona istovremeno (maksimalno 32). Određenoj tipki se isprogramira broj koji se nadgleda. Kod dolaznog poziva na taj broj signalizacija poziva inicira se istovremeno na svim telefonima na kojima je broj prezentiran. Poziv može preuzeti bilo koji iz serije telefona, a ostali dobiju informaciju da je broj zauzet tako što led-dioda pored tipke počinje trajno svetleti, a ne više treperavo kao za vreme pozivnog signala. Odlazne veze po tom broju mogu se ostvariti sa svakog od telefona, a ostali odmah dobiju svetlosnu indikaciju da je linija zauzeta.

5) Dostup preko jedne tipke

Svakoj funkcijskoj tipki, koja se može programirati, može se dodeliti ova funkcija. Ona deluje kao skraćeno biranje i uz svaku tipku može se memorisati do 20 znamenki. Te znamenke se šalju preko osnovnog broja samo pritiskom na tu tipku.

Ostale funkcije koje se mogu programirati

Sve funkcije sistema koje se sa običnog telefona aktiviraju određenim kodom mogu se pridodeljivati pojedinim funkcijskim tipkama, tako da korisnik ne mora da pamti te kôdove. Te se funkcije aktiviraju pritiskom na tu tipku, pod kojom su memorisani određeni brojevi. Takve su, na primer, sledeće funkcije:

— preusmeravanje;

— naknadni poziv;

— konferencija;

— upadanje u vezu;

— slanje tona čekanja (call waiting ton);

— preuzimanje poziva;

— traženje osoba;

— automatska govorna veza (uslovno);

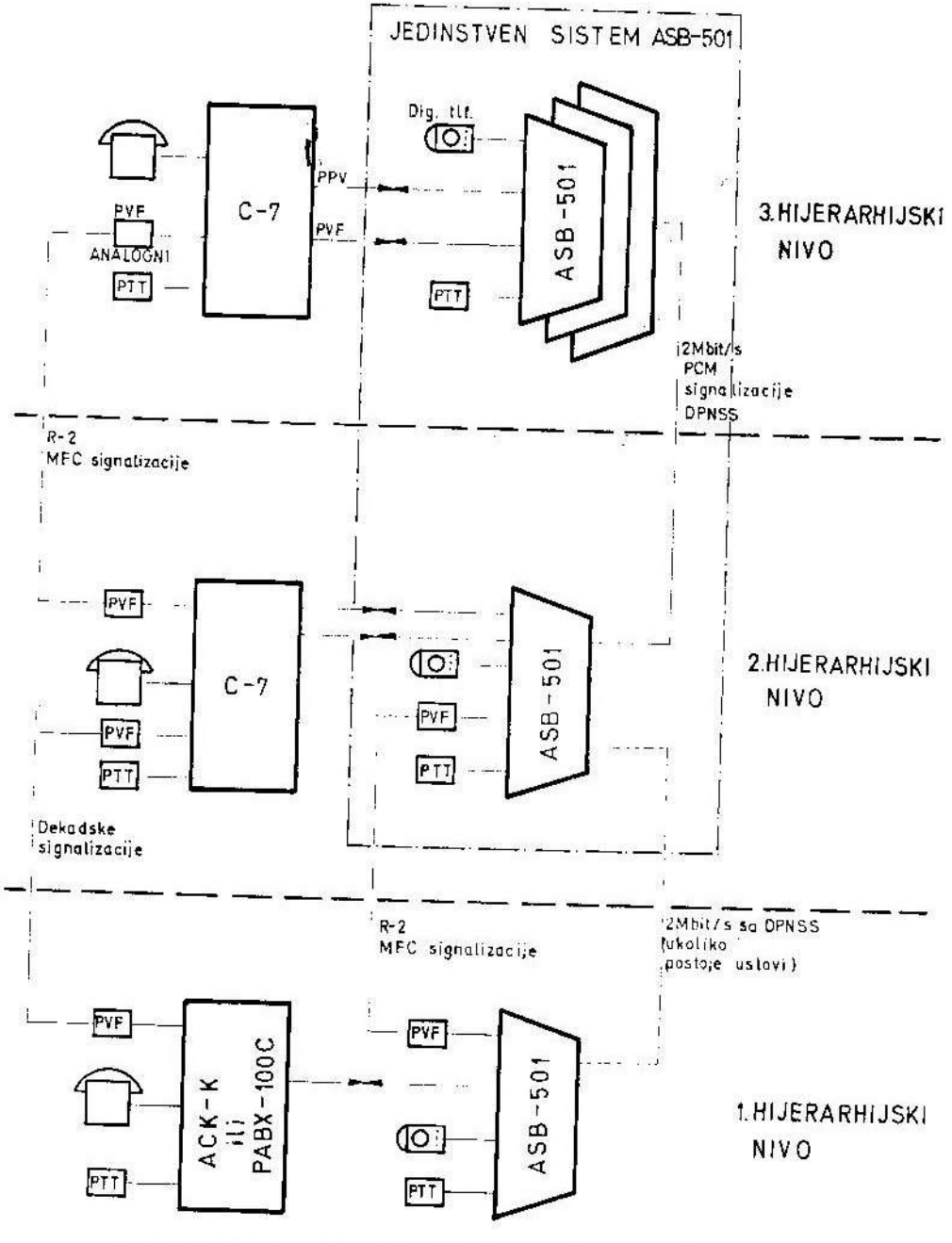
— slobodan na drugoj liniji dostupa;

— ponovno pozivanje željenog vanjskog broja (ne u funkciji pozivanja zadnjeg vanjskog biranog broja).

Funkcije koje nisu standardne digitalnom telefonu, a bitne su za realizaciju interfonskog sistema

1) Lična vanjska linija

Pri korištenju digitalnog telefona u funkciji interfonskog uređaja neophodno je osigurati pojedine vanjske linije na koje ekskluzivno pravo ima samo jedan učesnik, i to kako za odlazne,



Sl. 5 Izgradnja prektivajuće digitalne mreže postojećoj analognoj

tako i za dolazne veze. U konvencionalnim uređajima funkcija se realizuje povlačenjem telefonske parice direktno iz druge centrale. U sistemu ASB 501 to je nepotrebno.

Ovaj zahtev ostvaruje se kombinacijom nekoliko mogućnosti digitalnog telefona i sistema ASB 501. Na jednu tipku digitalnog telefona, na kojoj želimo imati ličnu vanjsku liniju, iniciramo dodatni broj (sl. 5). Prenosniku na koje ima pravo samo taj učesnik odredimo taj dodatni broj kao mesto za odgovor u dnevnom i noćnom spoju. Time smo ostvarili da svi pozivi koji dolaze na taj prenosnik završavaju na našem aparatu na toj tipki. Za ostvarivanje odlaznih poziva koristimo se uslugom veze bez biranja (hot line). Iniciramo da se pritiskom na tipku sa dodatnim brojem dobije direktna veza sa tim određenim prenosnikom. Svim ostalim učesnicima u sistemu parametrima se zabranjuje pozivanje ovog prenosnika i dodatnog broja, tako da je zagarantovana potpuna privatnost ove linije.

2) Sekretarske funkcije

Pod ovim nazivom obuhvaćeno je više funkcija koje omogućuju formiranje od dva ili više digitalnih telefona sekretarskih garnitura. Osnovni princip rada u sekretarskoj garnituri je da sekretar prima sve pozive za jednog ili više pretpostavljenih i da posreduje u vezama. Ali i pretpostavljeni može po svom nahođenju koristiti određene linije.

Detaljnije objašnjenje samog načina rada na ovakvoj garnituri vidi se u sledećem poglavlju.

Sekretarski aparat tip DBC 2562

Tipka broj	Funkcija		Tipka broj	Funkcija	
0	Programiranje		0	Programiranje	
1	Naknadni poziv		1	Naknadni poziv	
2	Preusmeravanje		2	Preusmeravanje	
3	Konferencija		3	Slobodan na 2. lin.	
4	Dodatni broj 1000	1. ATC priklj.	4	Ponavlj. biranog broja	
5	„ 1001	2. ATC „	5	Upad u vezu	
6	„ 1002	1. LB „	6	Nadgledanje 1001	2. ATC priklj.
7	„ 1003	1. CB „	7	Dodatni broj 1010	3. ATC „
8	„ 1004	2. CB „	8	„ 1011	3. CB „
9			9		
10	Trostruki vod dostupa		10	Trostruki vod dostupa	
11	Osnovni broj 2111		11	Osnovni broj 2112	
12	Dodatni broj 1005	4. ATC „	12	Dodatni broj 1012	sekretar
13	„ 1006	šef	13	„ 1013	sekretar
14	„ 1007	šef	14	Slobodna	sk. br. 0222222
15	Slobodna	sk. br. 0234234	15	„	„ 5512200
16	„	„ 54122200			
17	„	„ 53122200			

Od 18 do 42 su slobodne za upis skraćenih brojeva.

Zahtevi koji se postavljaju pred interfonski sistem i način njihove realizacije u sistemu ASB 501

Kao stacionarna varijanta interfonskih sistema u JNA do sada su ugrađivani interfoni tipa IF-2 i IF-3, male komutacijske jedinice u kojima je komutacioni deo izveden u relejnoj tehnici. Korisnik je upotrebljavao posredni-čki aparat koji je sa 30-paričnim kablom bio povezan na komutacioni deo. Najveći problem koji se pojavio pri održavanju ovakvih sistema je nedostatak rezervnih delova, a pri seljenju korisnika pojavljuju se veliki problemi u postavljanju ovako velikih kablova.

Pošto su više godina u upotrebi, stečene su određene navike pri njihovom korištenju, a na neki način su njegove mogućnosti diktirale (uslovljavale) organizaciju rada sekretar — šef u korištenju ovih sistema. Iz mogućnosti postojećih interfona proistekli su mnogi zahtevi za nove interfonske sisteme.

U ovom poglavlju su opisani samo neki od tih zahteva [5] i način njihove realizacije u sistemu ASB 501.

Mogućnost za održavanje veza preko ATC, LB i CB telefonskih priključaka

Realizacija ovoga zahteva obezbeđena je standardnom mogućnošću povezivanja ASB 501 sa drugim komutacionim sistemima preko različitih vrsta prenosnika uz podršku velikog broja različitih signalizacija. Naime, ATC priključak je standardni PJ prenosnik (PJ — prenosnik javni najviše upotrebljavan za vezu sa javnim centralama) sa mogućnošću vezivanja na ATC različitog napajanja (24 V, 48 V ili 60 V) i uz mogućnost prijema tona slobodnog biranja kao znaka za nastavak slanja biračkih impulsa. Priključak LB je standardni prenosnik LB za vezu sa telefonom sa lokalnim napajanjem ili za vezu preko kanala VF. Priključak CB je standardni telefonski priključak ASB 501, a interesantno je napomenuti da može biti daleko od sistema 1500 oma.

Sve priključne tačke sistema mogu biti dostupne samo jednom učesniku nekolikim učesnicima ili svima, dakle i digitalnim telefonima.

Mogućnost komutacije svih priključaka međusobno

Realizacija ovoga zahteva je standardna funkcija ASB 501 i opisana je kroz osobinu digitalnog telefona — »transfer i kroz funkciju »konferencijska veza«. Sistem neće dozvoliti da se ostvari tranzitna veza (transfer) dva ATC (ili ATC i LB) priključka, jer takvu vezu učesnici ne mogu (ili u slučaju LB nisu obavezni) da poruše (nema signala rušenja po PJ prenosničkom priključku). Takve veze se ostvaruju kao cirkularne veze u kojoj posrednik u cirkularnoj vezi može da se isključi govorom pritiskom na tipku »Mute« i »sluša«, ostvarenu vezu ili pritiskom na tipku koja ostaje da svetli posle organizovanja konferencijske veze (u tom slučaju tu vezu ne sluša). Vraćanje u tu vezu može se ostvariti ponovnim pritiskom na tipku koja svetli. Rušenje takve veze je isključivanje posrednika, organizatora ove veze.

Postojanje najmanje 17 jednovremenih priključaka, i to:

— najmanje 4 priključka za automatsku telefonsku centralu;

— 12 priključaka LB, CB sa sopstvenim napajanjem ili CB bez napajanja;

— 1 priključak za poprečnu vezu sa drugim interfonima iz kompleta formirane sekretarske garniture.

Kapacitet digitalnog telefona tipa DIALOG 2561 je 12 programabilnih tipki, a za tip DIALOG 2562 39 programabilnih tipki. Svakoj od tipki može se pridružiti bilo koja od priključnih tačaka DATC u funkciji »hot line« za odlazni i za dolazni saobraćaj. Dakle, DT tipa DIALOG 2562 može imati do 39 ATC priključaka, ili do 39 CB priključaka, ili do 39 LB priključaka, itd.

Mogućnost rada kao sekretarske garniture

Mogućnost rada kao sekretarske garniture posebno je opisana, a jedna od konkretnih izvedbi opisana je u poglavlju »sekretarske funkcije«.

Mogućnost uspostave konferencijske veze više učesnika

Realizacija ovoga zahteva već je opisana, a napominje se da se u jednom LIM-u može organizovati istovremeno ili 3 konferencije po 8 učesnika, do 8 konferencija po 3 učesnika. Ukoliko je zauzeta jedinica za konferencijsku vezu u jednom LIM-u, sistem će koristiti i druge slobodne jedinice u drugim LIM-ovima.

Mogućnost da glavni interfon prima sve pozive ukoliko je sekretar odsutan

Realizacija ovoga zahteva ostvarena je koristeći osobine preusmeravanja poziva. Komandom CDINI:DIR=1001, DIV=2111; definišemo da se dodatni broj 1001 (sl. 5) preusmerava na osnovni broj 2111. Time je aktivirana osobina preusmeravanja na dodatnom broju. Svaki dolazni poziv na broj 1001 može se prihvatiti ili na tipki 4 DT ili na tipki 10 ili 11. Dalje prosleđenje ovog poziva aktivira se kôdom »prati me«. Njime se preusmeravaju svi pozivi koji dolaze na osnovni broj. Kod je *21*2112#, a može biti upisan pod nekom tipkom (olakšava njegovo aktiviranje). U ovom primjeru 2112 je broj glavnog aparata. Na ovom primeru na glavnom aparatu je upisan prijem poziva 0 (akustičko signalizovanje poziva) na tipki 6. Zvonjavu pri ovom pozivu na ovoj tipki glavni aparat će dobiti preko osnovne linije na koju je poziv preusmeren u slučaju da sekretar ne prima pozive.

Mogućnost zadržavanja veze dok se obavi razgovor po nekom drugom priključku

U toku rada na DT, do prihvatanja drugog poziva u toku razgovora dolazi kada se pritisne ta tipka. Prvobitni poziv stavlja se automatski na čekanje (parkiranje). Do vraćanja u prethodnu vezu dolazi ponovnim pritiskom na tu tipku.

Mogućnost signalizacije zauzetosti zajedničkih priključaka na svim interfonima na kojima se može koristiti, tj. na kojima je taj priključak serijski vezan

Realizacija ovoga zahteva opisana je kao »višestruko prezentiranje broja«.

Mogućnost prijema poziva pojedinačno po ATC priključku, odnosno isključenje te mogućnosti

Poziv treba da se prima samo na jednom unapred određenom interfonu, a ako se niko ne javi za neko vreme, poziv se preusmerava na drugi interfon.

Prijem poziva i zvonjava na sekretarovom i glavnom interfonu može se rešavati na više načina. Najlakše je upisati različit način akustičnog signaliziranja poziva za isti priključak na različitim interfonima. U konkretnoj konfiguraciji »sekretarske funkcije« na sekretarovom telefonu je upisano »1« za prijem poziva na tipki 5, a na glavnom je upisano »2« na tipki 6. U slučaju dolaznog poziva zvučna indikacija poziva na drugom interfonu će kasniti, pa sekretar svaki poziv može prihvatiti, a da zvonjavom ne uznemirava korisnika glavnog DT.

Drugi način je opisan kroz preusmeravanje poziva kao »mogućnost da glavni interfon prima sve pozive ukoliko je sekretar odsutan«.

Mogućnost biranja učesničkih brojeva tasterima — dekadno i multifrekventno

Način biranja (slanje biračkih impulsa) od DT ka ASB 501 je u digitalnom obliku (signalizacioni kanal od 8 kbit/s). Određivanje da li će cifre iz

sistema ASB 501 preko javnih prenosnika biti dekadne ili DTMF (multifrekventne) definisano je u parametrima svakog smera pojedinačno (SIG parametar).

Mogućnost memorisanja najmanje 20 devetocifrenih brojeva

Prilikom pojedinačnog stavljanja učesničkih brojeva u memoriju mora postojati mogućnost programiranja pauze između cifara u intervalima od po jedne sekunde do najviše 10 sekundi ukupno za jednu pauzu.

Svi memorisani brojevi u sistemu mogu biti do 20 znamenki, a DT tipa DIALOG 2562 može uz tipke memorisati najviše do 39 brojeva i još 10 brojeva kao individualne skraćene brojeve koji se pozivaju tastaturom, dakle najviše 49 memorisanih brojeva, od kojih svaki ima najviše 20 znamenki. Mogućnost za pauzu između cifara postoji zbog prijema tona slobodnog biranja kao znaka za nastavak slanja preostalih cifara. Sistem kroz analizu brojeva čeka na prijem tona slobodnog biranja za nastavak slanja cifara pa nije potrebno da korisnik čeka taj ton. On može kasniti i više sekundi, što je posledica stanja u našoj i PTT mreži.

Mogućnost sprečavanja automatskog biranja u međumesnoj i međunarodnoj mreži

Ograničenje biranja u međumesnoj PTT mreži vrši se kroz analizu znamenki gde se definiše koji telefon (osnovni ili dodatni brojevi) mogu da pozivaju određene brojeve. Analiza ograničenja biranja brojeva vrši se do pete cifre vanjskog broja.

Mogućnost sprečavanja odlaznih veza po svim ATC priključcima (elektronska brava)

Sprečavanje svih odlaznih poziva vrši se »zaključavanjem« DT biranjem sa tastature *72#. Otključavanje DT vrši se tipkanjem #72*xxxx#, gde je xxxx četveroznamenkasta šifra koja se posebno upisuje za svaki DT. Promena šifre za zaključavanje vrši se tipkanjem #*72*stara šifra*nova šifra#. Ukoliko korisnik digitalnog telefona ima određena saobraćajna prava na svom aparatu, on ih može koristiti i sa drugog DT, »predstavljajući se« sistemu određenim postupkom, koristeći osnovni broj svog DT i šifru za njegovo otključavanje.

Interfon treba da ima displej sa najmanje devet cifara koji će pokazivati izabrani učesnički broj

Digitalni telefon ima 2×20 alfanumerički displej. Donji red pokazuje koji smo broj izabrali, koji nas broj poziva, da li je poziv preusmeren i na koji broj. U gornjem redu javljaju se poruke, kao npr.: NAKN.POZIV=6, SMER ZAUZET, VANJ. POZ, itd. U mirnom stanju ispisuje se vreme i datum.

Električne karakteristike interfonskog sistema treba da zadovolje propise ZJPTT.

Električne i transmisione karakteristike zadovoljavaju propise ZJPTT za digitale komutacione sisteme.

Na interfonu mora postojati priključak za uključenje magnetofona sa mogućnošću snimanja svih razgovora učesnika u vezi i slanja poruka sa magnetofona

Priključenje magnetofona vrši se na posebnoj parici koja je na priključnom kablu digitalnog telefona, a aktiviranje magnetofona je po želji korisnika automatsko dok je DT u govornoj vezi.

Sekretar treba da ima indikaciju kada je glavni telefon aktivan (u govornoj vezi preko svojih posebnih priključaka)

Na istom priključnom kablu DT postoji još i treća parica koja se može upotrebljavati npr. za posebnog izdvo-

jenog prijemnika pozivnog signala (zvučnog ili svetlosnog). Može se iskoristiti da se po njoj prenese informacija sa jednog DT na drugi, da je ovaj prvi u govornoj vezi. Ta informacija dovodi se na jednu od led-dioda sekretarovog aparata.

Konstrukcija interfona mora biti modularna

Koliko je sistem modularan vidi se iz podatka da se upotrebljava kao automatska telefonska centrala za kapacitete od 40 do 15 000 učesnika. Osnovni modul ove centrale je LIM koji u celini čini centralu za sebe.

Perspektivnost rešavanja interfonskih veza sistemom ASB 501

Potreba za uvođenjem posebnih malih komutacionih sistema (nazvanih interfonima), pored postojećih velikih komutacija (automatske telefonske centrale), postojala je zbog više razloga:

— nesavršenosti korisničkog terminala (telefonskog aparata) koji nije pružao određene pogodnosti u radu (npr. rad bez ruku);

— nemogućnosti korištenja ličnih linija sa takvog terminala i koncentracije više linija na jednom učesničkom terminalu uz indikaciju prijema više poziva jednovremeno;

— slabe saobraćajne mogućnosti velikih, postojećih komutacionih sistema;

— nedovoljne pouzdanosti takvih sistema i odatle proistekle potrebe za mogućnošću korištenja više vrsta veza i različitih spojnih puteva prema istom korisniku;

— nemogućnosti jednostavnog načina pozivanja (brzog uspostavljanja veze) samo pritiskom na tipku. Neizgrađena mreža zahtevala je dosta komplikovan način biranja, koristeći štafetni način rada ATC;

— nemogućnosti da se pozivi preusmeravaju u okviru sistema ili van njega;

— nemogućnosti dosezanja zauzetog učesnika, itd.

Sistem ASB 501 sa svojim učesničkim terminalom — digitalnim telefonom, uspešno rešava sve ove probleme i pruža učesnicima još mnogo više pogodnosti. Prestaje potreba za ugradnjom više komutacionih sistema (automatskih telefonskih centrala, interfona, komutacionih stolova, i sl.) u istom stacionarnom centru veze JNA. Sve potrebe korisnika mogu se zadovoljiti ugradnjom jednog digitalnog komutacionog sistema ASB 501 sa njegovim digitalnim telefonima.

Jasno je da ekonomski interes mora biti sve prisutniji pri daljoj izgradnji svih sistema. Ima dosta komutacionih sistema novijeg datuma koji moraju odraditi svoj radni vek, a u istim garnizonima postoje interfoni koji se moraju menjati. Na slici 5 prikazan je jedan od načina povezivanja ASB 501 sa postojećim sistemima koji i dalje rade. To je, u suštini, jedan od načina izgradnje prekrivajuće mreže postojećoj analognoj mreži sa dosta problema u signalizaciji [3]. Ukoliko je obezbeđen digitalni spojni put (žični ili radio-relejni) možemo govoriti o prekrivajućoj digitalnoj mreži.

Ima više razloga da se i tranzitni deo postojećih analognih komutacionih sistema zameni digitalnim. Osnovni bi bili: mogućnost alternativnih smerova (i to do 6 za svaki smer), brzina uspostavljanja veze sa R-2 signalizacijom, pouzdanost sistema, mogućnost daljinskog nadzora i upravljanje sistemom, pa time i saobraćajem kroz mrežu u celini. Ukoliko se digitalni sistem ASB

501 povezuju digitalnim spojnim putevima preko 2 Mbit/s prenosnog sistema uz korištenje signalizacije DPNSS (digital private network signalling system), tada učesnicima jednog sistema pružamo mogućnost da koriste deo osobina koje se prenose kroz mrežu. Takve su osobine, npr.: prikazivanje broja pozivajućeg učesnika (prenošenje pozivnog broja A učesnika između centrala), naknadni poziv na zeuzetog učesnika, nadgledanje zauzetog učesnika što obavlja poslužilac u jednoj centrali, i sl.

Mogućnost sistema da komutira podatke komutacijom kanala zaslužuje više pažnje i poseban članak. Ovdje samo napominjemo da učesnici data komunikacije mogu biti sva oprema za prenos podataka sa V.24 interfejsom (terminali, PC, printeri, modemi, velika računala, ploteri), sa V.25 bis interfejsom (CCITT standard za automatsko pozivanje od data opreme). Mogu se formirati LAN (Local Area Network) mreže malih brzina (do 64 kbit/s). I data priključci mogu da koriste određene osobine sistema, kao što su, na primer, vruća veza (hot line), normalno pozivanje biranjem, zajedničko skraćeno biranje, ponavljanje zadnjeg vanjskog biračkog broja, spoji me na B učesnika kada se on oslobodi, preusmeravanje, prati me, itd. I tim učesnicima dodeljuju se određena saobraćajna prava kategorijom učesnika.

Zaključak

U ovom članku opisano je korištenje standardne digitalne automatske telefonske centrale tipa ASB 501 u neuobičajenoj izvedbi interfonske centrale. Ono što je čini neuobičajenom nisu funkcije, već konfiguracija same centrale (broj lokalnih priključaka digitalnih ili analognih u odnosu na broj prenosnika u funkciji lične vanjske linije). Činjenica je da se sve funkcije u sistemu ASB 501 i dalje veoma brzo razvijaju zahvaljujući modularnoj izvedbi prvenstveno softvera. U ovom članku opisane su neke od funkcija koje su prisutne u verziji softvera R.4. Neke od njih su bile u ranijim verzijama softvera, kao npr. mogućnost »zaključivanja« DT, »vanjski prati me«, DPNSS signalizacija, i sl. Takođe su povećane mogućnosti korištenja određenih funkcija u sistemu. Tako, na primer, 25 naknadnih poziva može biti aktivirano jednovremeno u jednom LIM-u, 500 grupa u sistemu u funkciji zajedničke grupe za prijem poziva, a većinu ostalih osobina mogu koristiti svi učesnici, što ranije nije bio slučaj.

Ovako veliki broj razvijenih funkcija nije posledica razvoja sistema prema našim zahtevima, već su funkcije razvijane prema zahtevima tržišta, što garantuje i njihov dalji razvoj. Time, je pokazano da se jedna standardna telefonska centrala može koristiti i prema posebnim zahtevima, kao što su zahtevi funkcionalnih mreža.

Literatura:

[1] Majkić Z.: Digitalni komutacijski sistem ASB 501 u funkciji tranzitne automatske telefonske centrale u automatskoj telefonskoj mreži oružanih snaga, Vojnotehnički glasnik, Beograd, 2/1989.

[2] Pejković M.: Integrisani uredski sistem ASB 501 za komutiranje govora i podataka, Elektrokomunikacije, Zagreb, 2/1987.

[3] Majkić Z.: Signalizacija telefonskih komutacionih sistema u automatskoj telefonskoj mreži oružnih snaga, Vojnotehnički glasnik, Beograd, 1/1989.

[4] L. M. Ericsson: Operation and maintenance ASB 501.

[5] Prethodni taktičko-tehnički zahtevi za telefonski interfon, UV GŠ OS SFRJ.

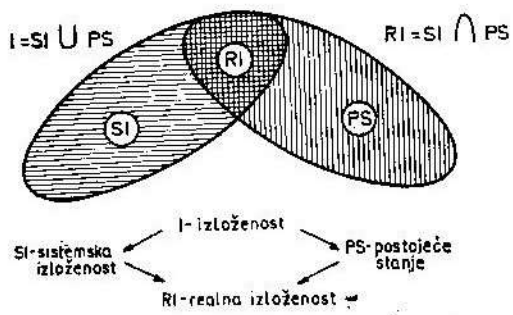
Izv. prof. dr Jurij Kolenc,
pukovnik, dipl. inž.

Odabrani metodološki pristup istraživanju saobraćaja u izvanrednim uvjetima

Uvod

Saobraćajni sistem SFRJ je po svojoj složenosti, obimu, specifičnostima pojedinih podsistema i njihovom organiziranošću, vrlo važan za privredu zemlje i uspješno realiziranje koncepcije općenarodne obrane.

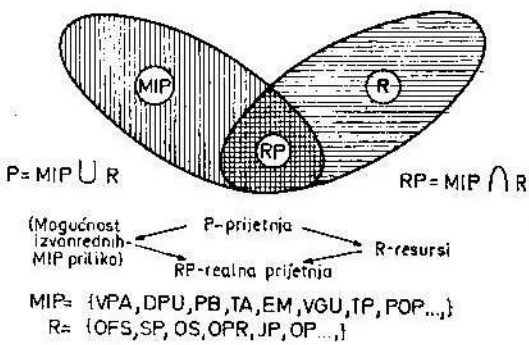
Kao osnovni integrirajući činilac, saobraćajni sistem zemlje mora osigurati aktiviranje svih ljudskih i materijalnih potencijala, kako u »redovnim«, tako i »izvanrednim«[1]) uvjetima.



Sl. 1 Izloženost saobraćajnog sistema izvanrednim uvjetima

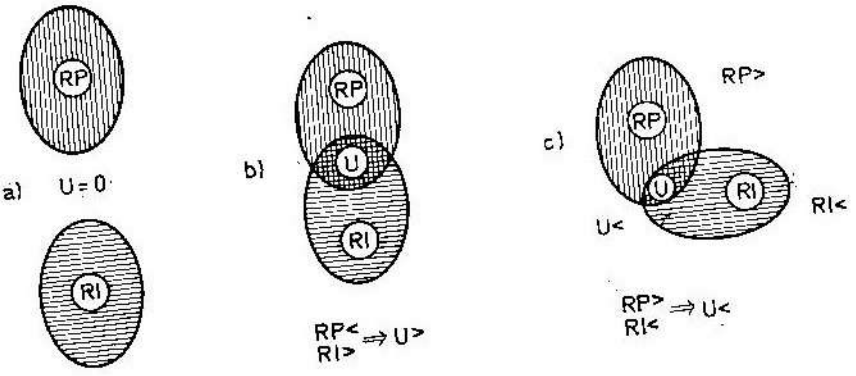
Dosadašnja iskustva o odlučujućoj ulozi saobraćaja u »izvanrednim« uvjetima, kao i problemima koji se tom prilikom javljaju, iziskuju potrebu studioznog i kontinuiranog izučavanja saobraćajnog sistema s ciljem da se nađu rješenja za njegovo efikasno funkcioniranje u svim, pa i izvanrednim uvjetima.

Naučnoistraživački rad u rješavanju problema saobraćaja u izvanrednim okolnostima, prema dosadašnjim spoznajama, nužno je vezati za metodologiju izučavanja ratne vještine. U skladu s tim, u ovom radu se u traženju rješenja polazilo od ocjene izloženosti, pretnje, ugroženosti i opasnosti saobraćajnog sistema. Na osnovu tako utvrđenih ocjena može se prići i planiranju razvoja

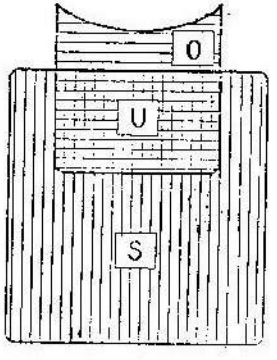


Sl. 2 Prijetnja saobraćajnom sistemu izvanrednim uvjetima

[1]) Pod »izvanrednim« uvjetima u ovom radu podrazumijevaju se, prije svega, prirodne katastrofe i ratna dejstva. Svi ostali uvjeti smatraju se »redovnim«.



Sl. 3 Ugroženost saobraćajnog sistema izvanrednim uvjetima



Sl. 4 Opasnost saobraćajnog sistema od izvanrednih uvjeta

sistema, koji će zadovoljiti zahtjeve njegovog efikasnog funkcioniranja i u izvanrednim uvjetima.

Mogući pristup istraživanju saobraćaja u izvanrednim uvjetima

Naučnoistraživački rad za ocjenu stanja saobraćaja u pretpostavljenim (prvenstveno ratnim) izvanrednim uvjetima treba obuhvatiti istraživanje pojedinih elemenata izloženosti, prijetnje, ugroženosti i opasnosti, primjenjujući pri tome sistemski pristup u optimiziranju rješenja.

Izloženost saobraćajnog sistema izvanrednim uvjetima može se ocijeniti prema slici 1.

Prijetnja saobraćajnom sistemu izvanrednim uvjetima može se ocijeniti prema slici 2.

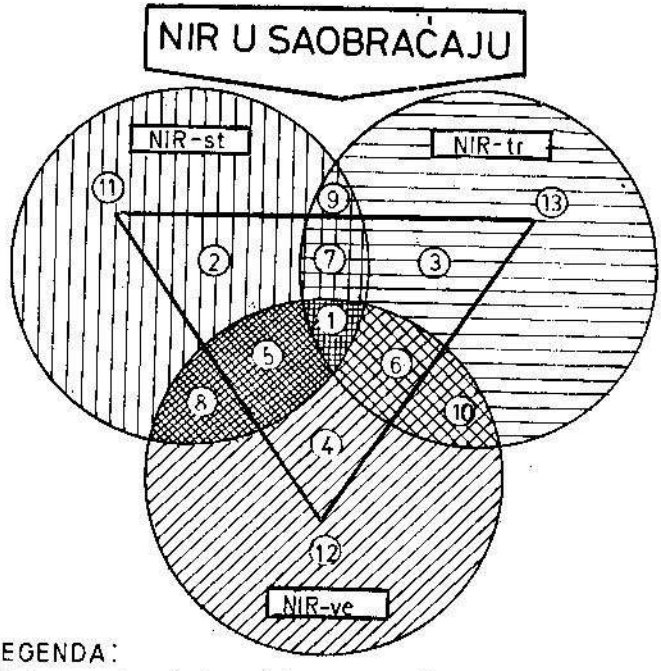
Ugroženost saobraćajnog sistema izvanrednim uvjetima može se ocijeniti prema slici 3.

Opasnost saobraćajnog sistema od izvanrednih uvjeta može se ocijeniti prema slici 4.

Na slici 5 prikazan je pokušaj sistemskog pristupa NIR-u saobraćaja u izvanrednim uvjetima, pri čemu je prvenstveno uvažavan zahtjev za efikasnim funkcioniranjem sistema u ratu.

Zaključak

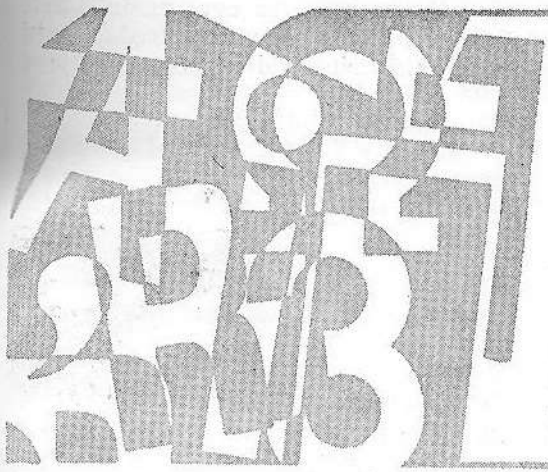
Izneseni stavovi o metodološkim problemima i prijedlozima NIR-a o saobraćaju u izvanrednim uvjetima prvenstveno su usmjereni na takvo usavršavanje postojećeg saobraćajnog sistema koji bi efikasnije funkcionirao u svim, pa i u izvanrednim uvjetima (prvenstveno ratnim), bez posebnih i složenih prelaza sa »redovnog« na »izvanredno« stanje.



LEGENDA:

- ▽ NIR izvanredne okolnosti (rv - ratna veština)
- ◍ NIR disciplina iz saobraćaja i transporta (st - saobraćaj i transport)
- ⊜ NIR tehn. razvoj saobraćajnog sistema (tr - tehnički razvoj)
- ○ NIR ekonomika i organiz. rada u obl. saobr. i transporta (ve - ekonomika organizacije rada)

Sl. 5 Sistemski pristup NIR-u saobraćaja u izvanrednim uvjetima



prikazi iz inostranih časopisa

Programi razvoja robotizovanog oružja*)

Centar američkog KoV za istraživanje i razvoj naoružanja ARDEC sklopio je, iz familije modula, prvi modul robotizovanog naoružanja. Očekuje se da će posao biti završen krajem godine, a predstavlja deo programa poluautonomnih modula za izvršavanje borbenih zadataka SAAM (Semi-Autonomous Mission Modules), koji je namenjen za primenu u budućim borbenim vozilima.

Konačno je planirano da se izradi nekoliko različitih tipova modula SAAM i tu će biti obuhvaćene funkcije artiljerijskih oruđa za posredno i neposredno gađanje, kao i dotur rezervi municije, koje se mogu ugraditi u različita laka i srednja vozila na gusenicama i točkovima.

U pogledu automatizacije naoružanja, SAAM namerava da ide dalje od ranijih istraživačkih vozila sa automatizacijom naoružanja, kao što je ispitni tenk (Tank Test Bed) komande američkog KoV TACOM. Njihovo naoružanje biće u potpunosti robotizovano, a ljudi (operatori) biće smešteni na fizički udaljenom mestu. Zadatke komandira, nišandžije i punioca obavljaće elektronski kontrolisani sistemi u vozilu.

Verovatno je da će takvo vozilo imati vozača, bar u najranijoj primeni, mada komanda TACOM radi paralelnu studiju o »Unapređenoj tehnologiji kopnenih vozila« kojom bi se automatizovale funkcije vozača u potpuno robotizovanom vozilu.

Automatski punjač tenkovskog oruđa

Centar američkog KoV ARDEC bavi se ovom posebnom oblašću već od 1984, odnosno 1985. kada su obavljeni eksperimenti dokaza principa robotizacije pomoću modifikovanog lovca tenkova M56 SCORPION sa topom 90 mm. Vozilo je imalo robotizovani automatski punjač i električne motore istosmerne struje za pogon opreme za upravljanje topom. Korišćen je nišan nišandžije, stabilizovan po dve ose, slično kao kod nemačkog borbenog tenka LEOPARD 2, sa TV automatskim uređajem za praćenje.

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 3/1990.

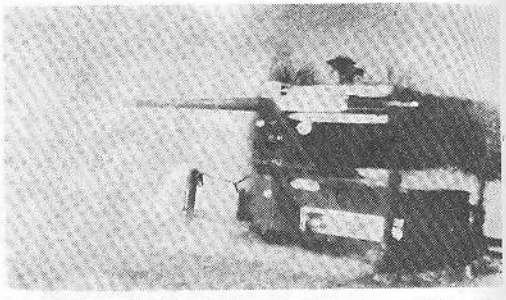
Prvi od modula SAAM laki je modul za neposrednu vatru LDFM (Light Direct Fire Modul), izrađen na bazi topa EX35 105 mm sa malom silom trzanja, koji treba da bude ugrađen u autonomnu kupolu bez posade, a imaće automatski punjač.

Ovaj top, zajedno sa svojom municijom, mehanizmom punjenja i nišanom, treba da bude postavljen iznad prstena kupole, a elektronika ispod. Razdvajanje municije od elektronike i vozača poboljšaće verovatnoću opstanka (preživljavanje) u slučaju da vozilo bude pogođeno, a omogućiće komandiru da koristi zalihe hemijski kontaminirane municije bez opasnosti po vozača.

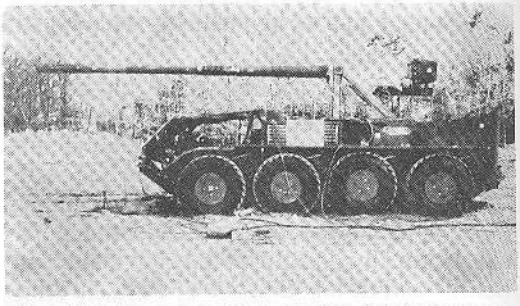
Konstrukcija kupole je modularna, može se ugraditi na različite šasije, i može biti rekonstruisana da primi topove 120, 140 mm ili kalibre artiljerijskog oruđa. Kod sadašnje konfiguracije, sa topom 105 mm kupola ima visinu 81,3 cm iznad prstena kupole, a opseg pokretanja topa po visini je $-10°$ do $+20°$. Kao i kod instalacije oružja na samohodnoj haubici, ramena topa su pomaknuta dosta nazad radi smanjivanja projekcije zadnjaka na minimum, kada je cev u položaju maksimalne depresije, a time se dobija minimalni profil kupole.

Automatski punjač ima ulogu dvojnika integralnog sistema za manipulisanje i skladištenje municije, a tako je konstruisan da je kompatibilan sa modifikovanim varijantama standardnih municijskih kontejnera 105 mm koji su u fazi razvoja. Pored punjenja metka u zadnjak topa, automatski punjač će moći popunjavati duple magacine municije modula. To se može obaviti metak po metak, a može se koristiti neki oblik priključka za uvlačenje kompletnog kontejnera sa municijom u magacin.

Decembra 1988. centar ARDEC sam je ugradio top EX35 na otežano paletizovano ispitno postolje (6,062 t) (sl. 1) radi utvrđivanja minimalne praktične ukupne mase za ovaj modul LDFM i vozilo. Posle toga, ceo uređaj, sa tri stabilizirajuće dizalice, postavljen je na



Sl. 1 Top E×35 105 mm sa malom silom trzanja u trenutku gađanja sa paletnog postolja, oslonjenog na zemlju



Sl. 2 Paletizovan ispitni uređaj SAMM na vozilu na točkovima (8×8) za ispitivanja u decembru 1988.

zadnji deo transportera na točkovima (8×8), čija je masa bila 5,5 tona, a ukupna masa 11 t (sl. 2).

Ispitivanja gađanjem

Iz ove instalacije na vozilu ispaljene su serije metaka, čak sa dve podignute zadnje dizalice, a cev je bila usmerena pravo napred. Obavljena su gađanja i sa skinutom paletom uz pomoć samih dizalica.

Prema izjavi zvaničnika centra ARDEC, namena ovih gađanja bila je da se ispita uglavnom efikasnost gasne

kočnice (37%), a ne stabilnost vrlo lakog topa i platforme za ugradnju. Masa topa bila je približno 1.270 kg, a dužina trzanja 762 mm, dok je gasna kočnica, dugačka oko 609 mm, smanjila impuls za oko 50%. Gubitak početne brzine nije bio veći od 2%, kada se uporedi sa standardnim topom velike brzine M68 105 mm.

Osnova za konstruisanje modula LDFM jeste da treba da koristi postojeće razvoje tehnike izrade automatskih punjača ili razvoje u bliskoj budućnosti. To se, takođe, odnosi i na automatske uređaje za praćenje i sisteme za upravljanje vatrom. Zaključeni su ugovori sa firmom »Hughes« za razvoj sistema za automatsko punjenje i automatsko praćenje, uključujući poboljšanu tehniku dvorežimskog korelacionog praćenja.

U dogledno vreme, u lancu za upravljanje vatrom poluautonomnih modula za izvršavanje borbenog zadatka zadržaće se čovek kao operator sa daljine, radi kontrole rada. Predloženo je uvođenje linije za vezu preko koje bi se udaljenoj komandnoj stanici u realnom vremenu slali TV snimci ciljeva brzinom od 4 do 5 snimaka/s. Za ovaj deo programa zadužena je firma »General Dynamics« i navodno je postignuta brzina prenošenja od 1 snimka/s, korišćenjem radija sa frekventnim skakanjem. Konačno je predočeno da bi sistem za upravljanje vatrom trebalo da bude jedino povezan sa automatskim sistemom za prepoznavanje cilja u vozilu. Takođe je moguće da potpuno autonomna vozila za upravljanje vatrom sa modulom za neposrednu vatru LDFM budu razmeštena kao »trojka«, sa dva ili više podređenih vozila koja dejstvuju pod lokalnom komandom iz vozila »komandira odeljenja« sa posadom.

Očekuje se da će definitivni modul LDFM imati masu između 3 i 4 t. Sredinom februara sistem za upravljanje vatrom firme »Hughes« isporučen je »Piccatiny« arsenalu, a u toku je programiranje automatskog punjača. Sklapanje kupole i njenih sistema planirano je za proleće 1990, a završetak u oktobru, na kraju tekuće budžetske godine.

Očekuje se da će prva instalacija biti na šasiji zastarelog lakog američkog tenka M551 SHERIDAN, a posle toga planirano je prikazivanje na oklopnom vozilu na točkovima (8×8) LAV čija je masa 13 t.

P.M.

Pokretne radionice za tehničko održavanje i remont automobila*)

Osnovni zadaci, koje vojni specijalisti u nekim zapadnim zemljama postavljaju pred pokretna sredstva (radionice) za tehničko održavanje i remont automobila su: održavanje automobilske tehnike u stalnoj gotovosti za upotrebu, obnavljanje ispravnosti vozila oštećenih u toku borbe; pružanje pomoći vozačima ili posadama u izvršavanju složenih i odgovornijih operacija u sklopu izvođenja tehničkog održavanja i vršenje remonta u poljskim uslovima.

U mirnodopskom periodu i u slučaju lokalnih ratova u zapadnim armijama predviđa se upotreba pokretnih radionica konstruisanih i izrađenih po specijalnim zahtevima vojnih konstruktora, koje se nalaze u sastavu odgovarajućih remontnih organa (u operativnoj upotrebi).

Istovremeno, oni smatraju da se u toku globalnih ratova, ili ratova većih razmera, neizbežno moraju upotrebljavati za vojne potrebe značajne količine komercijalnih pokretnih radionica, koje se u doba mira koriste za remont i tehničko održavanje u auto-transportnim, putnim, građevinskim i drugim organizacijama. Sada su u toku intenziv-

*) Prema podacima iz časopisa „Техника и вооружение", 4/90.

ni radovi na usavršavanju postojećih i izradi novih pokretnih sredstava za tehničko održavanje i remont.

Postojeće pokretne radionice u naoružanju dela zapadnih armija po funkcionalnoj nameni uslovno se dele na dve osnovne grupe: univerzalne, namenjene za ispunjenje širokog spektra radova tehničkog održavanja i remonta automobila i specijalizovane, koje su namenjene isključivo za pojedine grupe radova, na primer, za podmazivanje, dijagnostičke, mehaničke, zavarivačke radove i za montažu i održavanje pneumatika.

Opremanje perspektivnim vrstama radionica vrši se obično paralelno sa razvojem automobila primereno zahtevima njihovog održavanja i remonta, a na osnovu njihovog baznog modela. Pri tome se koriste najsavremenija tehnološka dostignuća za sastavne delove i opremu (na primer: podvosci, kontejneri, specijalne radioničke kućice, ispitna oprema, merna sredstva i dijagnostički uređaji, instrumenti, i sl.), koji se ne nabavljaju samo u domaćoj industriji, već i iz drugih zemalja.

Jedan od glavnih zahteva u procesu razvoja radionica jeste njihova široka unifikacija sa komercijalnim izvedbama. Taj proces, po pravilu, sprovodi proizvođač, i on se odnosi na sve osnovne delove radionica. Koristi se zajednička transportna osnova, koja uključuje podvozak i radioničku kućicu koji ne zahtevaju posebne, ili bar ne značajne dorade. U najvećem broju slučajeva izmene se odnose na primenu dužih ramova i izradu specijalnih radioničkih kućica sa demontažnim ili pokretnim stranicama.

Drugo karakteristično rešenje jeste korišćenje kućica, koje se mogu montirati na više različitih tipova automobila ili transportnih sredstava, kao i poluprikolica i prikolica. Pri tome, za vučno sredstvo se ne koriste samo specijalni visokopokretni automobili, već i komercijalni. Smatraju da se na taj način u znatnoj meri smanjuju troškovi opremanja remontnih jedinica. Kao karakterističan primer navode se zapadnonemačke radionice namenjene za montažu i održavanje pneumatika i radove na popuni automobila i drugih inžinjerijskih mašina uljima, konzistentnim mastima, gorivom, vazduhom i specijalnim tečnostima. Kao šasija za ove radionice koriste se komercijalni teretni automobili, kao i teretne prikolice, pri čemu se na njima ne vrši dorada u odnosu na serijsku izradu. Na obodu poda tovarnog sanduka, umesto bočnih stranica, montiran je metalni skelet predviđen za nameštanje pokrivene cerade. Pod je pokriven profilisanim aluminijumskim pločama na koje se postavljaju posude (obično metalne bačve od 200 litara) sa gorivom, svežim i rabljenim motornim i transmisionim uljima, povezanih cevima u sistemu mehanizovanog sliva i za doziranu popunu pogonskim sredstvima. U kompletu radionice nalazi se mehanička dizalica za utovar i istovar posuda, kompresor i mali elektroagregat.

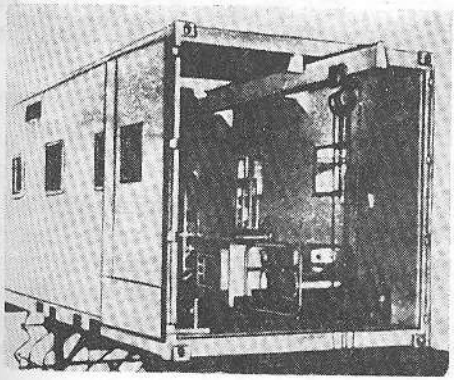
Radioničke kućice se uglavnom izrađuju sa pokretnim bočnim stranicama, bočnim vratima i, po pravilu, snabdevene su dopunskim pokrivkama i nagibnim bočnim stranicama, čime se omogućava obrazovanje dopunskih radnih mesta ili povećanje radnog prostora i zaštita osoblja od atmosferskog uticaja pri radu izvan radioničke kućice. Neki tipovi radioničkih kućica izrađuju se kao rasklapajući.

Izvana, po pravilu, radioničke kućice su obložene profilisanim aluminijumskim pločama, a iznutra armiranom polieteričnom oblogom i imaju toplotni izolacioni sloj čvrstog poliuretana debljine do 100 mm. Ovakve kućice ne zahtevaju održavanje, lako se skidaju sa šasije i, po potrebi, lako se zamenjuju. Snabdevene su efikasnim sistemom za zagrejavanje, pri čemu se temperaturni režim automatski održava i omogućava rad u uslovima pri temperaturi do $-60°$ C.

Poslednjih godina za radioničke kućice sve se više koriste autonomni teretni kontejneri i kontejneri. Dele ih na univerzalne, specijalne i pokretne u modularnoj izvedbi. Zahvaljujući pokretnim kontejnerima, računa se na povećanje pokretljivosti trupa, značajno skraćenje vremena razvoja remontnih jedinica i smanjeni obim inžinjerijskih radova. Dimenzije i masa kontejnera bira se u zavisnosti od nosivosti i gabarita transportnih sredstava.

Najveći proizvođač takvih kontejnera i pomoćne opreme za njih u SAD jeste firma »Kreig sistems«. Za unutrašnje pregrade u kontejnerima koristi se monolitni obloženi materijal, a za spoljne stranice aluminijum sa poliuretanskom zaštitom. Uz odgovarajuće prilagođavanje spektra opreme omogućena je upotreba istog tipa kontejnera za različite tipove pokretnih radionica.

Japanska firma »Maruma« za izradu pokretnih radionica koristi standardne železničke ili pomorske kontejnere. Na taj način omogućeno je njihovo prevoženje različitim vrstama transportnih sredstava.

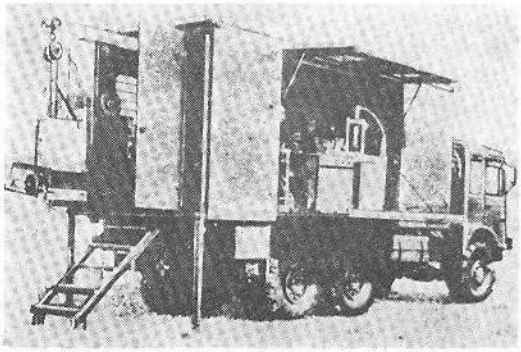


Sl. 1 Radionica u teretnom kontejneru (Japan)

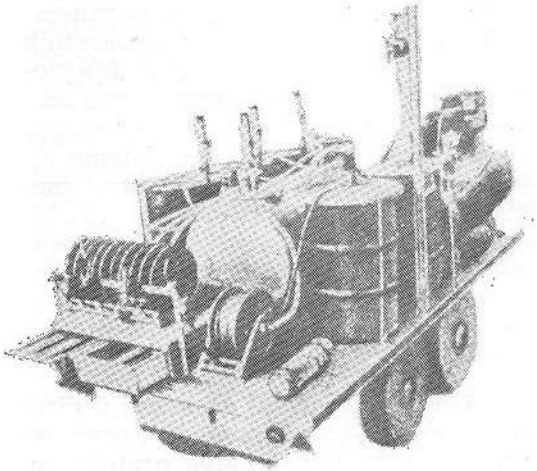
U SR Nemačkoj razvijeni su kontejneri gabaritnih dimenzija 6,1×2,5×2,4 m, ukupne mase 8 t. Montiraju se na automobil MAN 27365 VFAE i učvršćuju pomoću standardnih utvrđivača. Između kabine i kontejnera postavlja se dizalica sa hidrauličnim ili električnim pogonom. Kontejner ima nepromenljiv skelet i troslojne bočne plo-



Sl. 2 Pokretna radionica firme »Maruma« (Japan)

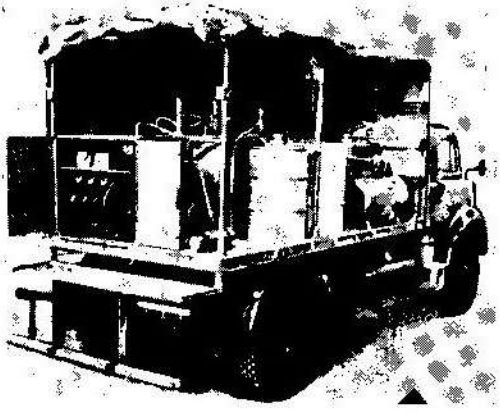


Sl. 3 Pokretna radionica sa pokretnim stranicama (SR Nemačka)



Sl. 4 Varijanta radionice-prikolice firme »RAU« (SR Nemačka)

če sa izolatorom debljine 50 mm. Vrata se skidaju pri utovaru ili istovaru. Takođe se proizvodi i radionička kućica kontejner, ukupne mase 9 t, sa fiksnim skeletom za koji se pričvršćuju troslojne bočne ploče sa izolatorom debljine 40 mm. Za snabdevanje elektroenergijom i sabijenim vazduhom predviđen je dizel-elektroagregat.



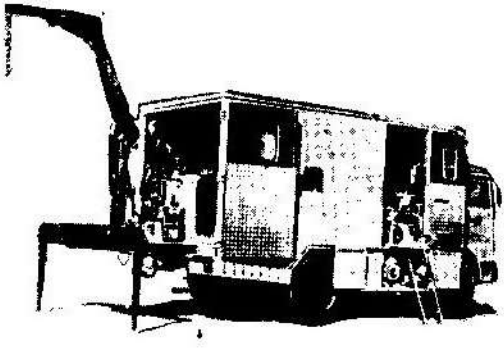
Sl. 5 Pokretna radionica firme »RAU« (SR Nemačka)

Pri izboru opreme univerzalnih ili specijalizovanih radionica ne teži se obezbeđenju opreme za složene tehnološke procese, već se primarno obezbeđuje oprema kojom je sredstvo moguće vratiti u stroj uz manji obim remonta. U skladu sa tim, u opremi pokretnih radionica, po pravilu, nalaze se dijagnostička sredstva, koja omogućavaju ocenu tehničkog stanja cilindarsko klipne grupe motora, pneumohidro-sistema, sistema za hlađenje, elektroopreme i mehaničke transmisije. Ta sredstva su obično prenosna, neznatne mase i dimenzije i dovoljno su jednostavna u primeni, poseduju visoku pouzdanost i osposobljena su za upotrebu u širokom temperaturnom dijapazonu.

U radionicama se primenjuju dizalice različite konstrukcije i tipova, za utovarno-istovarne radove prateće opreme, posuda, a u veoma retkim slučajevima i kao sredstvo za pomoć pri zameni agregata pri remontu. Često se koriste konzolni kranovi ili jednošinske ručne dizalice, dok se hidraulične dizalice koriste kao osnova pri zameni agregata u procesu remonta automobila.

U opremi radionica obično se nalazi hidropumpa za pokretanje hidromotora dizalica.

Za napajanje električnom energijom za potrebe radionice koriste se sopstveni elektroagregati sa pogonom od motora vučnog vozila ili sa autonomnim pogonom, kao i spoljna električna mreža. Najrasprostranjeniji u primeni su elektroagregati različite snage sa pogonom od motora s unutrašnjim sagorevanjem.



Sl. 6 Radionica firme »Mussa Graziano« (Italija)

U opremi ovih radionica redovno se nalazi oprema za gasno i ručno elektrozavarivanje i rezanje metala. Za izvor napajanja koriste se zavarivački transformatori ili generatori sa napajanjem od motora s unutrašnjim sagorevanjem.

U opremi univerzalnih i najvećem delu specijalizovanih radionica nalaze se mašine za obradu metala. Na primer, u univerzalnoj radionici zapadnonemačke firme »Matra« i »RAU« ugrađeni su malogabaritni stolni strugovi s ručnim upravljanjem, na kojima se mogu raditi manja vratila, osovine, vijci, navrtke i mehanička obrada površina ma-

njih delova. U opremi se, takođe, nalaze i stolne brusilice i stativi za električne bušilice kojima se mogu bušiti otvori do 20 mm prečnika. U opremi sepcijalizovanih remontno-mehaničarskih radionica nalaze se univerzalne mašine sa širokim tehnološkim mogućnostima. Tako remontno-mehaničarska radionica firme »Orenstein and Koppel« iz SR Nemačke ima strug koji dozvoljava obradu delova maksimalnog prečnika 400 mm i dužine 1000 mm, univerzalni bušačko-glodački uređaj za obradu površina, utora, otvora, narezivanje navoja, kao i brusilice za oštrenje reznog alata.

Dalje usavršavanje pokretnih radionica kreće se u pravcu unifikacije sa komercijalnim konstrukcijama, uz široku primenu progresivnih tehnoloških uređaja, opreme i dijagnostičkih sredstava.

V. P.

Pokretna platforma »SUPACAT« za kretanje po svakom zemljištu*)

Meko i blatnjavo zemljište na Folklandskim ostrvima predstavljalo je znatan problem sa aspekta pokretljivosti za britanske oružane snage u toku rata 1982. Putna mreža na ostrvima bila je vrlo ograničena, a kretanje van puteva ograničeno za vozila na gusenicama, kao što je VOLVO Bv 202 za kretanje po snegu u naoružanju britanske mornaričke pešadije. Dok performnse ovih vozila za kretanje po mekom zemljištu i mogu da budu zadovoljavajuće, teretni kapaciteti vozila za kretanje po snegu su relativno mali u odnosu na njihovu veličinu i masu, čime se ograničava njihova pogodnost za podršku vazduhoplovnodesantnih snaga.

Imajući to u vidu, britansko ministarstvo odbrane je 1983. bilo pokrovitelj testiranja različitih vozila na škotskom ostrvu Jura, uključujući »Land Rover« i BV 202. Mada ova ispitivanja nisu pokazala da na tržištu postoji vozilo koje se kreće po mekom zemljištu i da se može prevoziti vazdušnim putem, jedno od vozila pokazalo se perspektivnim. To je SUPACAT, vozilo sa formulom točkova 6×6 i sa niskim pritiskom na tlo, a bilo je namenjeno za poljoprivredne radove, kao što je zalivanje useva, pošto konvencionalni traktori imaju veliki pritisak na tlo. Na jednom ranijem ispitivanju performanse ovog vozila su impresionirale stručnjake ministarstva odbrane, pa je kupilo 7 ovih vozila za korišćenje na poligonima KoV i RV sa velikim vodoplavnim površinama.

Ova terenska vozila imala su zatvorenu kabinu, ali su ispitivanja pokazala da KoV traži specifičnije teretno vozilo. Zbog toga je izrađeno vozilo SUPACAT u otkrivenoj varijanti, sa sklopljivim rampama i čekrkom za utovar teretnih paleta. Posle toga firma »Supacat Ltd« uložila je veliki napor da precizno utvrdi šta su potrebe 5. vazduhoplovno-desantne brigade (glavne snage KoV Velike Britanije za brze intervencije). Rezultat tih istraživanja doveo je do poboljšanog vozila »Supacat« Mk2 i izrađena su dva prototipa za konkurs britanskog ministarstva odbrane ATMP (A11-Terrain Mobile Platform) za 5. brigadu.

Početkom 1987. odabran je SUPACAT Mk2. Potpisan je ugovor za 38 vozila, a dva ispitna prototipa trebalo je konstruisati kao standardna serijska vozila. Jedna nova firma je po licenci izradila vozila za KoV i nekoliko komada za civilno tržište. Sada je firma »Supacat Ltd« izradila oko 80 vozila i ispitala ih u nekoliko zemalja širom sveta.

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 3/1990.

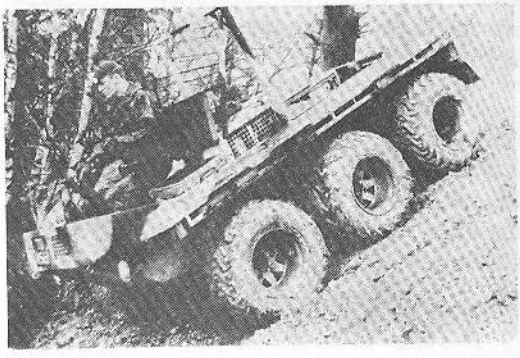
Opis vozila SUPACAT

Konstruktor vozila SUPACAT navodi da je ovo vozilo nastalo od vozila AR60 8×8 sa plastičnim telom, koje se pojavilo krajem šezdesetih godina, sa dobrim performansama kretanja po mekom zemljištu, ali i sa nedovoljnim teretnim kapacitetima. Vozilo SUPACAT, tri puta teže, moglo je opstati kada je firma »Goddyear« konstruisala gume 31×15,5×15. Sa vrlo niskim pritiskom, ovih 6 guma može da ponese veći teret nego 8 manjih guma vozila ARGO, uz zadržavanje vrlo malog pritiska na tlo i amortizacionih svojstava. Vozilo SUPACAT potpuno se oslanja na svoje balonske gume, čime je pojednostavljena izrada, vozilo je robustnije, ali se smanjuje stabilnost pri velikim brzinama. Preko guma točkova mogu se navući gumene gusenice za još veće smanjivanje pritiska na tlo. Dva čoveka navuku ove gusenice na točkove za oko 15 minuta.

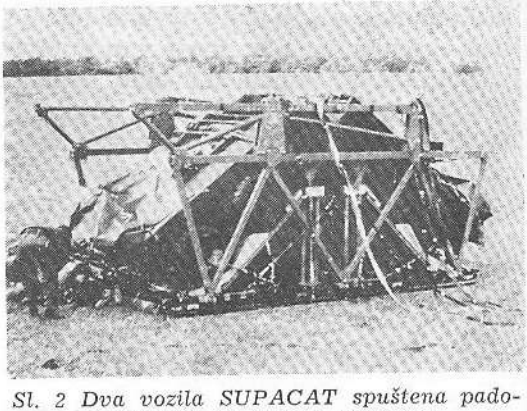
Benzinski motor firme »Citröen«, zapremine 1,3 l, na vozilu Mk 1 sa vazdušnim hlađenjem imao je nedostatak što se pregrevao, pa je na vozilo Mk 2 ugrađen dizel-motor zapremine 1,6 l firme VW/»Audi«, koji je spojen sa trostepenim automatskim menjačem. Snaga motora prenosi se na srednju osovinu preko dva snižavajuća reduktora, a odatle preko lanaca na prednju i zadnju osovinu.

SUPACAT Mk 1 ima jednostavan klizajući sistem upravljanja (skid-steering system) koji je imao svojih nedostataka, uključujući gubitak snage i vuče pri menjanju smera kretanja, posebno na strmim i klizavim nagibima. Zbog toga je bilo teško upravljati vozilom na tvrdim površinama. Taj problem je rešen na vozilu SUPACAT Mk 2 dodavanjem Akermanovog sistema upravljanja prednjom i srednjom osovinom, uz mogućnost klizajućeg upravljanja. Firma »Supacat Ltd« koristi upravljačke glavčine vozila LAND ROVER, ali ih modifikuje kako bi bile robustnije.

Telo vozila SUPACAT komponovano je od čeličnoga zavarenog rama sa cevima pravougaonog preseka i aluminijumskog oplatom. Ovakva konstrukcija pokazala se kao vrlo robustna i omogućuje vozilu amfibijska svojstva. Ispitivanja u KoV Zimbabvea pokazala su da se bez teškoća sa platforme vozila može ispaljivati minobacač 81 mm. Firma veruje da će trbušna ploča, debljine 5 mm, izdržati eksploziju bilo koje protivpešadijske mine, a kako je pritisak vozila na tlo manji nego pritisak čoveka, vozilo ne bi trebalo da aktivira protivoklopne mine. Firma »Penman Engineering« radi studiju izvodljivosti zaštite vozila od pancirnih zrna 7,62 mm, ali nijedan kupac nije pokazao in-



Sl. 1 Pokretna platforma SUPACAT Mk2 za svako zemljište



Sl. 2 Dva vozila SUPACAT spuštena padobranima na jednoj platformi

teresovanje. Na sl. 1 prikazano je vozilo SUPACAT Mk 2 pri savlađivanju padine.

Ovo vozilo zaista neće imati teškoća pri 12. ispitivanju na desantovanje iz letelice, koje će pokazati tu mogućnost vozila. Za sada je vozilo SUPACAT izbacivano pomoću britanske platforme sa srednjim naprezanjem (MSP) sa po dva vozila na jednoj platformi (sl. 2), što je normalni teret aviona C-130. Međutim, firma SUPACAT radi na konstruisanju sistema oslanjanja vozila kojem za izbacivanje pomoću padobrana neće biti potrebna platforma. Vozilo će biti postavljeno na jednu klizajuću ploču, a padobrani će biti pričvršćeni za novu garnituru tačaka za vešanje. Time će se znatno smanjiti vreme potrebno za pripremu vozila za desantovanje pomoću padobrana i omogućiće da i posada vozila iskoči iz istog aviona. Broj vozila koje prevozi avion C-130 ipak će ostati isti. Helikopter UH-60 može poneti kao podvešeni teret dva ova vozila.

U naoružanju KoV Velike Britanije

Kopnena vojska Velike Britanije nabavila je vozila SUPACAT kao specijalno logističko vozilo, ali su iskrsle i nove moguće primene. Kako 5. brigada ima nekoliko uloga pored brzih intervencija, većina vozila uskladištena je radi manjeg obima radova na održavanju. U stalnom korišćenju su 4 vozila za obuku vozača, dosta će ih biti raspoređeno u operativne svrhe i velike vojne vežbe. Pošto je firma »Fairey« izradila vozila za britanski KoV i još nekoliko vozila više, odlučeno je da zatvori proizvodnu liniju, pa je KoV ostao bez rezervnih delova.

Glavni korisnik vozila SUPACAT, 5. brigada, ima neka nezvanična zapažanja na ovo vozilo. Vozilo se pokazalo vrednim na blatnjavom zemljištu, posebno za evakuisanje opreme iz veoma vlažnih zona parašutiranja tereta. Primećeno je da je nosivost korisnog tereta od 1 t prilično ograničena za opšte dužnosti u drugoj liniji fronta, ali ova vozila mogu da budu korisna dalje, napred za prevoženje minobacača i protivoklopnih vođenih projektila, za dotur municije i evakuaciju ranjenika. Zanimljiv je predlog da se ova vozila koriste za ugradnju PVO naoružanja za dejstvo sa položaja na teškom zemljištu. Tako je u 24. brigadi na ovo vozilo ugrađen protivoklopni sistem vođenog projektila MILAN i posluga je bila zadovoljna. Ispitivanja na Folklandskim ostrvima pokazala su da su vozila pogodna za te uslove, što je ubrzalo nameru KoV da ih nabavi. Pokazana su i dobra vučna svojstva vozila.

Iskustva u vožnji ovog vozila

Stručnjaku časopisa »International defense review« omogućeno je da u 5. brigadi obavi vožnju jednog vozila SUPACAT na poligonu. Utvrđene su sposobnosti vozila da savlađuje uspone i lakoća vožnje preko vrlo neravnog zemljišta, ali nisu proveravane performanse kretanja po mekom zemljištu. Niski i zdepasti izgled opravdava poverenje u njegovu stabilnost i smanjuje mu upadljivost. Smerom kretanja upravlja se pomoću upravljača kao na biciklu, a na levoj strani vozila nalazi se obrtna ručica za gas. Okretanjem upravljača, kao kod motocikla, obavlja se upravljanje prednjim i srednjim točkovima na konvencionalan način, dok se podizanjem upravljača nagore aktivira klizajuće upravljanje. Upravljanje preko Akermanovog sistema ne predstavlja poteškoće, ali je kod klizajućeg upravljanja potrebno obratiti pažnju, naročito pri brzini, mada iskusni vozači znaju da koriste to upravljanje za izvođenje spektakularnih pirueta. Takođe, postoji podna pedala gasa iza vozačevog desnog stopala, ali ona nije omiljena i lako se može nagaziti pri ulasku u vozilo. Automatski menjač prila-

gođen je svim uslovima vožnje. Međutim, prvi stepen prenosa ubacuje se ručno pri savlađivanju oštrih nagiba.

Vozilom SUPACAT lako se upravlja i zadovoljstvo je voziti ga van puteva, mada se pomalo ljulja pri većim brzinama na putu. Uopšte uzevši, vožnja je udobna, ali sistem oslanjanja ograničava brzinu van puta. Kada vozilo prelazi preko rupe dubine oko 30 cm na čvrstom peskovitom putu, to se dosta oseća. Očevidno je da je teško da se vozilo zaglavi u blatu i retko mu je potrebna pomoć drugog vozila za izvlačenje. Vozilo se kretalo uzbrdo po duboko izbrazdanom tragu, ali je brzo izašlo iz njega.

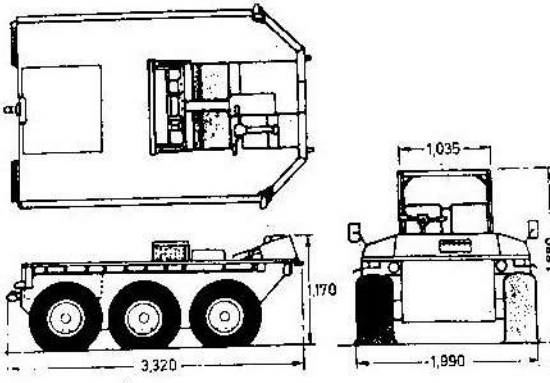
Motoru, menjaču i reduktorima može se prići kroz veliki otvor iza sedišta, ali se pre toga mora ukloniti svaki teret sa platforme. Na zemljištu pokrivenom žbunjem nije lako uočiti vozilo. Ono je tiho, izuzev pri punom gasu. Raspored motora i izduvne cevi smanjuju toplotno zračenje.

Taktičko-tehnički podaci vozila SUPACAT Mk 2:

Masa vozila u praznom stanju [kg]	1.520
Koristan teret [kg]	1.000
Maksimalna brzina na putu [km/h]	48
Savlađivanje maksimalnog uspona [stepeni]	45
Savlađivanje maksimalnog bočnog nagiba [stepeni]	40
Savlađivanje vertikalnog zida [m]	0,5
Pritisak točkova na tlo [bara]	0,21—0,35

Zaključak

SUPACAT je odista specijalizovano vozilo, namenjeno za korišćenje na mekom i vlažnom zemljištu i korisno je kupcima koji ne mogu nabaviti vozilo BV 206 ili im je potrebno manje. Jednostavna konstrukcija vozila omogućuje proizvodnju po licenci u manje razvijenim zemljama. Za optimalne performanse potrebno je podešavanje pritiska u gumama, pa bi dobrodošao centarlni sistem podešavanja pritiska, što bi povećalo cenu od 28.000 funti sterlinga za osnovnu varijantu. Vozilo bi dobro došlo svim padobranskodesantnim, iskrcnodesantnim i vazdušnotransportnim interventnim snagama, jer se može desantovati padobranima, a prila-



Sl. 3 Izgled vozila SUPACAT Mk2 u tri dimenzije (dimenzije vozila u mm)

godljivo je svakoj vrsti zemljišta. Nosivost korisnog tereta od 1 t ograničava ukupnu korisnost, ali njegova nenametljivost je korisna za jedinice koje dejstvuju u bliskom dodiru sa neprijateljem.

Na sl. 3 prikazan je izgled vozila SUPACAT Mk 2 sa dimenzijama u milimetrima.

P. M.

Južnoafričko oklopno vozilo — topovnjača na točkovima »ROOIKAT«*)

Od 1962. standardni oklopni automobil u OS Južne Afrike je AML 4×4 francuske proizvodnje. Te godine nabavljeno je 100 novih oklopnih automoblia, a zatim je u zemlji izrađeno još 1.300 pod nazivom ELAND u dve osnovne verzije: jedna je bila naoružana minobacačem 60 mm, a druga topom 90 mm.

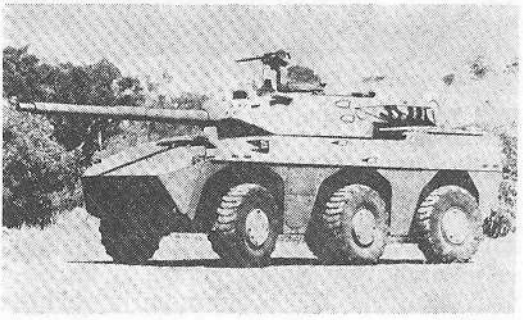
Mada su prva vozila uvezena iz Francuske, Južna Afrika je 95% vozila izradila u zemlji, uključujući naoružanje i municiju. Na osnovu stečenih iskustava obavljena su mnoga poboljšanja, uključujući novi motor, na kasnijim serijskim vozilima ili su naknadno sprovođena na ranijim vozilima.

Borbe u Angoli pokazale su da je kumulativni (HEAT) projektil topa 90 mm na vozilu ELAND 90 efikasan protiv sovjetskih tenkova T-54 i T-55. Sposobnost vozila da se kreće van puteva bila je inferiorna u odnosu na borbena vozila pešadije RATEL (6×6), koja su bila namenjena za osiguranje bokova i daleka izviđanja. Kasnije je na neka vozila RATEL bila ugrađena kompletna kupola sa vozila ELAND 90, pa je takvo vozilo dobilo naziv RATEL FSV 90 (Fire Support Vehicle — vozilo za vatrenu podršku). Mada je ovaj top 90 mm sa niskim pritiskom mogao da uništi sadašnja vozila na malim daljinama, njegova efikasnost protiv budućih vozila na bojištu dovedena je u ozbiljnu sumnju. Zbog toga je odlučeno da se razvije top sa većom početnom brzinom nekog drugog kalibra i da se ugradi na novo vozilo koje je sada dobilo naziv ROOIKAT (RIS).

Smatra se da OS Južne Afrike imaju oko 300 tenkova CENTURION i oni su u toku nekoliko poslednjih godina modifikovani do standarda tenkova OLIFANT 1A sa topom 105 mm i dizel-motorom. Pokazali su se sposobnim da unište tenkove T-54 i T-55 i, po potrebi, čak T-62 i T-72, ali im je nedostajala strategijska pokretljivost, a nije dovoljno razrađena ni pozadinska podrška i sistem održavanja. Zemljište u Južnoj Africi je veoma podesno za opsežne operacije vozila na točkovima. Zbog toga su sva oklopna vozila KoV Južne Afrike na točkovima, izuzev tenkova CENTURION i pripadajućih vozila za njihovu podršku.

Razvoj oklopnog vozila na točkovima ROOIKAT

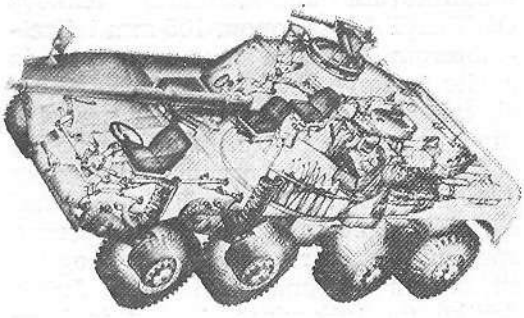
Od početka razvoja vozila ROOIKAT 1976. izrađena su vozila tri različite konstrukcije za ocenska ispitivanja u OS. Prvo vozilo, sa konfiguracijom točkova 6×6 (sl. 1), imalo je masu od 22 t i bilo je naoružano topom 76 mm u kupoli sa tri člana posade, smeštenoj u sredini vozila sa električnim pogonom. Vozač je sedeo u prednjem delu, a dizel-motor snage 294,4—331,2 kW smešten je u zadnjem delu vozila.



Sl. 1 Prvo od tri vozila iz programa ROOIKAT sa formulom točkova 6×6 i topom 76 mm. Masa vozila je 22 t

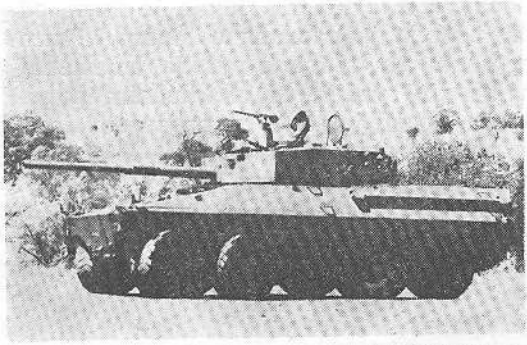
Drugo vozilo, koje je kasnije postalo osnova za ROOIKAT, bilo je na sličan način naoružano. Imalo je masu od 27 t, formulu točkova 8×8, a snaga motora bila je 404,8 kW (sl. 2).

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 11/1989.



Sl. 2 Presek vozila ROOIKAT sa formulom točkova 8×8. Vide se sedišta članova posade i municija ispod prstena kupole

Postojalo je, takođe, i vozilo sa formulom točkova 8×8 i masom od 39 t, naoružano topom 105 mm velike brzine, sličnim topu tenka OLIFANT (sl. 3). Isto vozilo u varijanti oklopnog transportera sa motorom u prednjem delu



Sl. 3 Treće vozilo iz programa ROOIKAT sa formulom točkova 8×8 i topom 105 mm. Masa je 39 t

moglo je da poveze 12 vojnika zajedno sa komandirom vozila. Masa u borbenom stanju je 27,5 t, autonomija vožnje od 1.400 km, a maksimalna brzina na putu 145 km/h. Prototip ovog oklopnog transportera i dalje postoji, ali se za sada na njemu ništa ne radi.

Konačno je odlučeno da se razvoj koncentriše na vozilu sa formulom točkova 8×8 sa topom 76 mm koje je 1988. prikazano javnosti kao ROOIKAT. Pored jednog prototipa u toku 1986—1987. kompletirano je još 5 modela za unapređeni razvoj.

Kopnena vojska Južne Afrike prihvatila je vozilo ROOIKAT i ući će u proizvodnju skoro istovremeno kao i samohodni artiljerijski sistem G6 155 mm. Planirano je da se prva serijska vozila ROOIKAT pojave u periodu 1989—1990. Iz finansijskih razloga ROOIKAT neće zameniti ELAND 90 po šemi jedan za jedan, ali se očekuje da će oklopne jedinice nabaviti odgovarajući broj ovih vozila.

Osnovna uloga vozila ROOIKAT biće taktičko izviđanje u toku veoma pokretnih borbenih operacija, a koristiće svoju brzinu za nadmašivanje protivnika manevrom i da napada bokove i pozadinu. Topom 76 mm, koji je razvijen od italijanskog brodskog topa COMPACT ,vozilo ROOIKAT treba da porazi neprijateljeve borbene tenkove svojim potkalibarskim svetlećim protivoklopnim metkom sa odvojivim nosačem potkalibarskog jezgra (APFSDS-T), dok se za vatrenu podršku koristi razorno-svetleći metak HE-T.

Embargo Ujedinjenih nacija na naoružavanje Južne Afrike primorao je ovu zemlju da razvija sopstvene sisteme oružja, kao što su ROOIKAT i G6. Ključne karakteristike vozila ROOIKAT su velika brzina kretanja van puteva, operativni radijus preko 1.000 km, fleksibilna vatrena moć i adekvatna ubojitost, a i dobra zaštita od mina, malokalibarske vatre i parčadi granata.

Konfiguracija vozila ROOIKAT

Telo vozila je od zavarenog čelika koji u prednjem luku štiti od pancirnih zrna 23 mm sovjetskog lakog protivavionskog topa ZU-23, koji se masovno koristi u zemljama južne Afrike za odbranu iz vazdušnog prostora i sa zemlje. Ispitivanja su pokazala da telo vozila štiti u velikom stepenu i od onih vrsta protivoklopnih mina koje bi se

mogle susresti u ovom regionu. Otvori sa obe strane tela vozila, između druge i treće osovine, omogućuju posadi da napusti vozilo bez izlaganja malokalibarskoj vatri.

Vozač može da dođe do svog sedišta u sredini vozila bilo kroz borbeno odeljenje vozila, bilo kroz jednostruki poklopac otvora koji se otvara ulevo. Sedište vozača se podešava, a pri zatvorenom položaju vozač osmatra ispred vozila kroz tri periskopa. Srednji periskop može se zameniti pasivnim noćnim periskopom. Periskop vozača može se očistiti komprimiranim vazduhom iz vozila kada su otvori zatvoreni. Prednja svetla vozila su pod oklopnom zaštitom.

Pri vožnji sa glavom van vozila vozač ima dobru vidljivost napred i bočno, a mali LED displej na prednjoj nagibnoj ploči ispod oklopa pokazuje vozaču stepen prenosa, brzinu i da li su pokazivači zaokreta uključeni. Ovaj displej oslobađa vozača da gleda ove podatke na glavnoj instrumentalnoj tabli u vozilu, već da prati kretanje vozila. Vozilom se vrlo lako upravlja, a servo-upravljanje olakšava posao u ograničenom prostoru vozila. Vozač može da odabere automatsku promenu stepena prenosa ili da ograniči dijapazon biranja stepena prenosa.

Komandir vozila sedi sa desne strane u kupoli, nišandžija je ispred njega i nešto niže, a punilac sa leve strane. Kod prototipova komandir ima periskope za osmatranje u krugu od 360°, ali su oni zamenjeni jeftinijim osmatračkim blokovima kod serijskih vozila. Dnevni panoramski nišan ugrađen je na krovu ispred komandira i on mu omogućuje da osmatra zemljište u krugu od 360° bez pomeranja glave. Ovaj nišan se može sinhronizovati topom 76 mm. Komandir ima pokazivač položaja kupole.

Punilac ima ulazni otvor sa jednodelnim vratašcima, koja se otvaraju unazad i sa leve strane na krovu dva periskopa. Mogu se okretati po pravcu da bi mogao osmatrati zemljište sa svoje strane vozila. Na krovu ugrađeni periskop nišandžije ima dnevni kanal i kanal sa pojačavačem slike za noćna dejstva, te integrisani laserski daljinomer. Nišandžija ima, takođe, obrtni nišan koji se koristi i na voziluRATEL 90. Komandir vozila može da preuzme dejstva nišandžije.

Pogon kupole po pravcu i oruđa po elevaciji je električni, uz mogućnost ručnog pogona u nuždi. Okretanje kupole po pravcu je 360°, a elevacija topa od $-10°$ do $+20°$. Digitalni sistem za upravljanje vatrom dobija podatke od laserskog daljinomera i senzora za nagib i bočni vetar, dok se tip municije uvodi ručno. Vozilo može da pogodi ciljeve pri kretanju preko neravnog zemljišta sa visokim stepenom verovatnoće pogađanja prvim hicem.

Balistički elementi se automatski izračunavaju i uvode kada se uključi laserski daljinomer za kompenziranje različitih faktora koji utiču na balistiku municije. Elementi se uvode i u nišan (elektronska sinhronizacija nišana) i u glavno oruđe (automatsko navođenje), a nišandžija dobija indikaciju da je spremno za gađanje i da gađa. Ukupno vreme reagovanja do opaljenja metka je ispod 2 s.

Sistem za upravljanje vatrom obezbeđuje automatsko upravljanje vatrom, proračunavajući i uvodeći balističke elemente za odabiranje tipa municije, uzimajući u obzir daljinu do cilja (automatsko uvođenje podatka od laserskog daljinomera, daljina neposrednog gađanja u uslovima bliske borbe ili ručno uvođenje), brzinu kretanja cilja (automski se izvodi iz praćenja cilja), ručno uvođene podatke o sredini okoline (vazdušni pritisak, temperatura ambijenta, temperatura municije, čeoni vetar), brzinu bočnog vetra (meri se automatski), nagib oruđa (automatski se meri), nagib vozila (uvodi se ručno) i karakteristike odskoka tenkovskog topa (uvodi se ručno).

Ugrađena ispitna oprema omogućuje da se utvrdi bilo kakva neispravnost i trenutno otkloni odgovarajućom zamenom delova.

Naoružanje

Za naoružavanje vozila ROOIKAT odabran je top 76 mm zbog toga što se može poneti veći borbeni komplet municije, nego što je to slučaj kod topa 105 mm. Top kalibra 76/62 ima isti obim komore kao i top COMPACT, ali ispaljuje različitu municiju, što je uslovljeno njegovom ulogom. Top je stabilizovan, ima poluautomatski vertikalni klizni zatvarač, termički rukavac i izbacivač gasova. Top ima koncentrični hidrauličko-opružni protivtrzajući uređaj sa spoljašnjim povratnikom.

Borbeni komplet municije topa ima 49 metaka. Od toga je 9 metaka smešteno vertikalno ispod prstena kupole sa leve strane i spremni su za gađanje. Zbog bezbednosti nijedan metak nije smešten iznad prstena kupole. Navodi se da je brzina gađanja 6 metaka/min. Probojno jezgro potkalibarskog pancirnog zrna APFSDS-T, izrađeno od volframa, ima efikasni domet od 2.000 do 3.000 m, početnu brzinu od 1.600 m/s i može da probije pod svim uglovima udara tenkove T-54, T-55 i T-62. Masa kompletnog metka je 9,1 kg, a dužina 873 mm. Razorno-svetleći metak ima maksimalni domet od 12.000 m pri posrednom gađanju i 3.000 m pri neposrednom gađanju. Ima 0,6 kg eksploziva RDX/TNT i udarno-tempirni upaljač koji se može podesiti za super brzo (170 μs) i usporeno dejstvo (30—70 μs). Drugi tipovi municije su kartečna, dimna i vežbovna. U mobilnom vođenju borbenih dejstava oklopne jedinice mogu lako da preteknu svoju artiljeriju, tako da će od velike koristi biti mogućnosti vozila ROOIKAT da obezbede vatrenu podršku.

Potkalibarski pancirni metak sa odvojivim nosačem potkalibarskog jezgra APFSDS-T ima probojno jezgro od legure volframa, dok su nosač potkalibarskog jzgra, krilca i čeoni štitnik izrađni od aluminijuma. Probojni blok izrađen je od legure volframa, a obrtni zaptivač od najlona 66.

Spregnut sa leve strane topa, postavljen je mitraljez 7,62 mm, dok je drugi postavljen kod komandira za gađanje ciljeva na zemlji i u vazdušnom prostoru. Ovaj mitraljez postavljen je na klizno postolje, tako da se može pomerati oko ulaznog otvora komandira. Na levoj strani kupole postoji otvor za dopunjavanje vozila municijom.

Sa obe strane zadnjeg dela kupole postavljena su po 4 bacača dimnih bombi, a vozilo ROOIKAT može da postavi sopstvenu dimnu zavesu ubrizgavanjem dizel-goriva u izduvnik na zadnjem delu tela sa desne strane.

Dizel-motor V-10 sa vodenim hlađenjem razvija snagu od 420 kW, a specifična snaga je 15,6 kW/t. Povezan je sa automatskim menjačem koji ima 6 stepeni prenosa napred i 1 nazad. Snaga motora se prenosi na transmisiju, a zatim preko konusnog zupčanika na razvodnik pogona i, najzad, na prednje i zadnje osovine. Kompletna pogonska grupa (motor, transmisija i sistem hlađenja) integralni je deo i u poljskim uslovima se može brzo izvaditi iz vozila radi zamene. I motorsko i borbeno odeljenje vozila imaju automatske sisteme za otkrivanje požara i gašenje.

Maksimalna brzina vozila ROOIKAT na putu je 120 km/h, a van puta do 60 km/h. Ubrzanje od 0 do 30 km/h je 6 s, a autonomija vožnje oko 1.000 km, što zavisi od vrste zemljišta. Vozač može da odabere pogon na svih 8 točkova (8×8) ili na samo 4 točka (8×4) prema taktičkoj situaciji, a servoupravljački uređaj povezan je sa 4 prednja točka. Dimenzija guma je 14.00×20. One su nepovredive (ran flat) i radijalne, a vozilo može da nastavi vožnju i sa dve izduvane gume na istoj strani vozila. Za sada vozilo nema cen-

tralni sistem za podešavanje pritiska ili čekrk za samoizvlačenje.

Konstrukcija sistema oslanjanja treba da obezbedi kretanje preko zemljišta velikom brzinom, a sastoji se od podužnih vođica sa kompletom pogonskih zupčanika, spiralnih opruga i hidrauličkih amortizera za svaki točak. Svih osam točkova imaju dvokružne doboš-kočnice. U transmisiji, takođe, postoji usporivač (retarder). Vozilo ima mogućnost kočenja motorom, puzeću i parkirnu kočnicu.

Kako u borbenim uslovima ROOIKAT treba da dejstvuje daleko od svojih baza, velika pažnja posvećena je njegovom održavanju i logističkoj podršci. Tako, na primer, zamena prečistača vazduha obavlja se kroz dva kružna otvora na zadnjem delu tela vozila, dok se neki svakodnevni pregledi obavljaju otvaranjem nagibne oklopne ploče. U standardnu opremu vozila spada uređaj za međusobni razgovor, radio-stanice u zadnjem delu kupole i hemijski i biološki zaštitni sistem sa natpritiskom.

Mada vozilo još nije u opremi KoV, već postoje planovi za razvoj jeftinog sistema za obuku komandira, nišandžije i vozača. Zbog sve složenijeg sistema oružja, proizvođač ARMSCOR je odredio da se troškovi u toku veka vozila moraju precizno proračunati.

Projektovanje uz pomoć računara i tehnologija proizvodnje već su korišćeni u razvoju vozila ROOIKAT, uz jednovremene analize za pozadinsku podršku uz pomoć računara. Kompjuterizovana ispitivanja upoređuju stvarne rezultate ispitivanja sa prognoziranim kompjuterizovanim analizama radi smanjivanja troškova i vremena za razvoj vozila.

Zaključak

Kao i drugi proizvodi ARMSCOR, i vozilo ROOIKAT je ponuđeno za izvoz. Međutim, neki kupci žele da zadrže top 76 mm, dok bi drugi želeli top 105 mm zbog sve jače oklopne zaštite i zbog toga što se municija 105 mm može nabaviti iz mnogo izvora. Verovatno će se ponuditi i verzija vozila sa topom 105 mm.

Glavni konkurenti vozila ROOIKAT su italijansko vozilo B-1 CENTAURO, američko V-600 (6×6), francusko AMX10RC (6×6) i brazilsko EE-18 SUCURI (6×6). I SUCURI i V-600A1 su u fazi prototipa.

Takođe je verovatno da će šasija vozila ROOIKAT biti osnova za samohodni protivavionski sistem, raketni sistem zemlja-vazduh i za oklopno vozilo za evakuaciju drugih vozila.

Taktičko-tehničke karakteristike

Opšte	
Posada [ljudi]	4
Formula točkova	8×8
Masa u borbenom stanju [t]	27
Specifična snaga [kW/t]	15,6
Dimenzije	
Dužina tela [m]	7
Dužina uključujući top [m]	8,2
Širina [m]	2,9
Visina do krova kupole [m]	2,5
Ukupna visina [m]	2,8
Visina tela [m]	1,76
Klirens [m]	0,4
Raspon točkova [m]	2,5
Razmak između osovina [m]	1,55+2,032 +1,625
Prednji prilazni ugao [°]	45

Zadnji prilazni ugao [°]	60
Performanse	
Maksimalna brzina na putu [km/h]	120
Brzina van puteva [km/h]	50
Ubrzanje od 0 do 30 km/h [s]	6
Maksimalna autonomija putem [km]	1.000
Savlađivanje vodene prepreke gazom [m]	1,5
Savlađivanje uspona napred i nazad [%]	70
Savlađivanje bočnog nagiba [%]	30
Savlađivanje vertikalnog zida [m]	1
Savlađivanje rova (puzećom brzinom) [m]	2
Savlađivanje rova (brzinom 60 km/h) [m]	1

P. M.

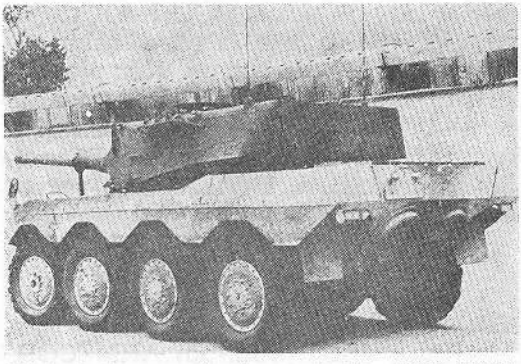
Eksperimentalno nemačko borbeno vozilo — točkaš (8×8) »EXF«*)

Ekstenzivna ispitivanja eksperimentalnog vozila — točkaša EXF (8×8) sa masom od 32 t (EXPERIMENTALFAHRZEUG) potvrdila su da se do nedavno utvrđena ograničena masa oklopnog vozila — točkaša od 20 t može znatno povećati. Rezultat ovih ispitivanja je otvaranje širokog prostora primene ovakvih vozila koje su ranije pripadale samo vozilima — guseničarima.

Ekonomski i opravitivni razlozi prinudili su nemačke vojne planere da ubrzaju ispitivanje ekstenzivnije uloge oklopnih vozila — točkaša u veoma mobilnim operacijama kombinovanih snaga, koje bi se eventualno mogle očekivati u Srednjoj Evropi. Kroz studiju fundamentalnog istraživanja nemačke firme »Daimler-Benz« (D-B) pokazalo se da oklopna vozila — točkaši sa masom 30—35 t mogu da zadovolje standarde vozila — guseničara sa aspekta pokretljivosti i borbene vrednosti.

Mada tehnički izvodljiva, teška oklopna naoružana vozila — točkaši neće biti nabavljena za nemačke OS u bliskoj budućnosti. Osnovni razlog je što ne postoji jednoobraznost sa velikim parkom postojećih oklopnih vozila — guseničara. Kao i oklopno borbeno vozilo — točkaš RKW90 (»Radkampfwagen 90) i vozilo EXF bilo je kandidat za program nemačkog KoV kao lovac tenkova PANTHER. Mada je bilo poželjnije jeftinije rešenje da se koristi guseničasta šasija postojećeg tenka LEOPARD 1, u vojnim krugovima nemačkih OS odlučeno je da vozilo EXF posluži kao smernica i obrazac za buduće nabavke »ostalih oklopnih vozila«, uključujući i planirani široki asortiman naslednika oklopnog transportera M113.

U uslovima nepostojanja bilo kakvih planova nabavki za potrebe KoV SR Nemačke, nastavljaju se ispitivanja očigledno probnog vozila (demonstrato-



Sl. 1 Opitno vozilo-demonstrator EXF (8×8) sa svim upravljačkim točkovima i pogonom na sve točkove i topom 105 mm

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 12/1990.

ra) D-B koje je opremljeno modifikovanom kupolom tenka LEOPARD 2 i topom 105 mm (sl. 1) radi obezbeđenja odgovarajuće mase. Cilj tekućih ispitivanja je proučavanje karakteristika vibracija, za koje se kaže da su veće nego kod vozila — guseničara. Firma navodi da širom sveta postoji interesovanje za ovo vozilo, pa je obelodanila određene informacije.

Modularna konstrukcija

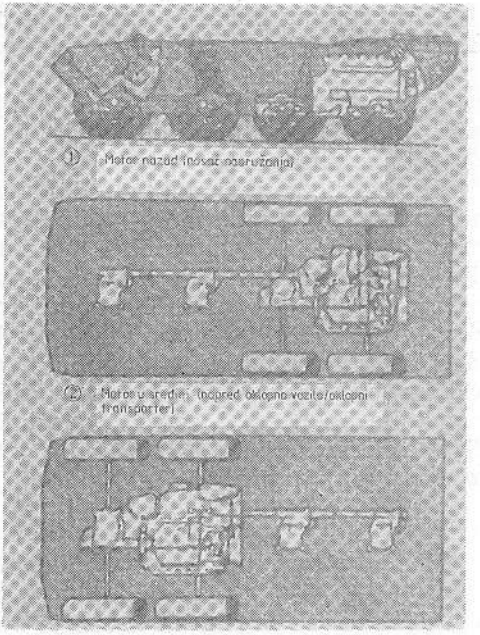
U uslovima oštrih finansijskih ograničenja izgleda da će taktičko-tehničkim zahtevima najviše odgovarati koncept modularne konstrukcije vozila, kako sa aspekta fleksibilnosti korišćenja, tako i sa aspekta rentabilnosti (odnosa cene prema efikasnosti vozila). Firma D-B je potvrdila da će se držati ovog trenda, predlažući čitavu familiju oklopnih vozila — točkaša na bazi osnovne konstrukcije.

Pored modularnog tela, firma je usvojila koncept standardizovanih elemenata, kao što su poluosovine za mehaničke, hidropneumatske ili aktivne elemente oslonjanja; elementi sistema upravljanja vozilom; elementi motora i transmisije. Promenljiva shema transmisije (transmisioni lanac) omogućuje da se motor ugradi u zadnji deo vozila (kod nosača sistema oružja), u srednji deo vozila (transportna vozila) ili u prednji deo vozila (vozila tipa oklopnog transportera) (sl. 2). Kod vozila namenjenih za nošenje sistema oružja može se postaviti standardni prsten kupole sa tenkova LEOPARD 1 i LEOPARD 2. Kompjuter i ispitivanja su pokazala kompatibilnost topa 105 mm sa izolučenom cevi i 120 mm sa glatkom cevi sa šasijom 8×8, a zavisno od zahtevanog stepena pokretljivosti vozilo može da podnese ugradnju kupole sa masom 10,5 do 14,5 t.

Predložene su sledeće varijante borbenog oklopnog vozila — točkaša EXF:

— lovac tenkova koji je evoluirao pod oznakom RKW90 i može biti naoružan topom 105 ili 120 mm, i protivoklopnim vođenim projektilima;

— oklopno vozilo, naoružano minobacačem 120 mm;



Sl. 2 Promenljivi transmisioni lanac vozila EXF (8×8)

(1) Motor nazad (nosač naoružanja); (2) Motor u sredini/napred (transportno vozilo/oklopni transporter)

— protivavionsko vozilo, naoružano dvocevnim topovima 30 mm ili četvorocevnim 27 mm;

— izviđačko vozilo;

— protivoklopno-protivhelikoptersko vozilo;

— platforma za otkrivanje aviona i helikoptera na maloj visini;

— različite varijante borbenog vozila pešadije, sa i bez kupole, i

— transportno vozilo.

Transmisija

Elementi transmisije su rezultat štedljivosti firme D-B. Naime, ona gde god je moguće, koristi postojeće komponente, ukoliko odgovaraju konstrukciji vozila — točkaša. Zbog toga su predloženi dizel-motori sa turbopunjačima i vodenim hlađenjem serije OM400, firme D-B. Ovi motori sa neposrednim ubrizgavanjem imaju veliki obrtni moment pri malom broju obrtaja, čime se obezbeđuje dobro ubrzanje i performanse kretanja van puteva. Specifične snage od 17—20,4 kW/t imaju vozila čija je masa u borbenom položaju 30 do 36 t. Razvodnik pogona sa ugrađenom parkirnom kočnicom je dovoljno fleksibilan u prenosu snage motora da zadovoljava postavljene zahteve za predloženu familiju oklopnih vozila. Sve navedene varijante trebalo bi da budu opremljene zupčanicima smeštenim na vratilima ili identičnim konstrukcijama, sa neprekidnim prenosom i blokiranjem diferencijala. Po potrebi, može se ugraditi dizel-električni pogon za dobijanje veće izlazne električne energije.

Hodni deo

Kod teških vozila za kretanje van puteva posebno je važna konstrukcija hodnog dela, konkretno položaj točkova, ogibljenje, amortizovanje, upravljački prenosnik i oblik transmisije. Hodni deo vozila EXF (8×8) ima sve upravljačke točkove sa dugim hodom točka, ali samo sa neznatnom izmenom usmerivanja i nagiba rukavaca. Ova kombinacija obezbeđuje udobniju vožnju van puteva i optimalno prijanjanje točkova, čak i na mekom zemljištu, zahvaljujući promenama u opterećenju točkova. Firma D-B patentirala je novi tip oslanjanja za vozilo EXF (8×8). To je kompletan sklop nezavisno oslonjenog točka sa dvostrukim poprečnim vođicama, od kojih je donja trouglasta, a gornja poprečno-podužna vođica.

Standardizovane poluosovine su konstruisane tako da se položaj točkova i elementi transmisije mogu koristiti za sve varijante dodavanjem držača ležajeva i upravljačkih spona. Alternativno rešenje može biti da se sistemu oslanjanja sa spiralnim oprugama i amortizerima mogu pričvrstiti hidropneumatski ili aktivni elementi oslanjanja za mehaničke spojne tačke standardizovanih poluosovina.

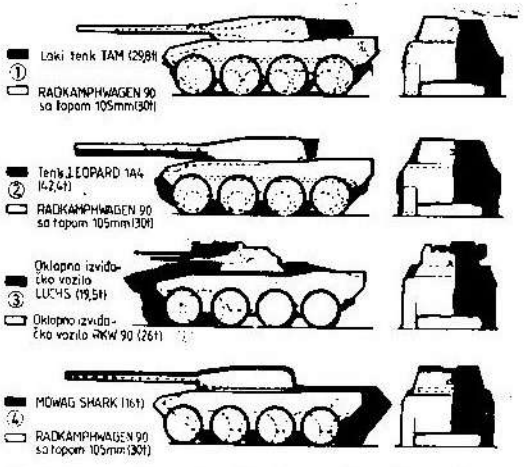
Dinamičko opterećenje točkova je nekoliko puta veće od statičkog opterećenja, pa se koristi amortizacioni sistem sa elektronskim upravljanjem, koji sprečava oštećenje odbojnika pri punom hodu točka nagore i smanjuje naprezanje elemenata kojim je točak vezan za sistem oslanjanja.

Isto kao i nemačko oklopno izviđačko vozilo LUCHS, koje nastavlja utvrđivanje standarda za novu generaciju oklopnih vozila, i vozilo EXF (8×8) ima pogon na sve točkove koji su i upravljivi. Uporedna ispitivanja su pokazala da se ovo probno vozilo može okrenuti na putu širokom 6 m za isto vreme kao i vozilo — guseničar. Time se utvrdilo da nije potrebno koristiti »cross-drive« upravljanje (upravljanje pomoću jedne poluge), već se može zadržati upravljanje tipa ACKERMANN.

Točkovi

Vozilo EXF (8×8) ima točkove prilagođene borbenim uslovima sa podešavanjem pritiska u gumama. Točkove je posebno konstruisala za vojnu namenu firma »Continental«, a sastoji se od oboda sa kontrolnim ventilom, nateznih prstenova i guma koje se kratko vreme mogu voziti i kada su probijene (»run-flat tyre«). U toku komparativnih ispitivanja sa klasičnim sistemima točkova, točkovi na ovom vozilu pokazali su se bolji sa aspekta mase, cene, izdržljivosti, vuče i održavanja, što se svodi na znatna operativna i ekonomsko preimućstva. Da bi jedno oklopno vozilo — to-

čkaš održalo svoju pokretljivost i preko mekog zemljišta, vrlo je značajno regulisanje pritiska u gumama, pomoću čega se postiže i smanjivanje pritiska na tlo i povećanje površine dodira gume sa tlom. Na vozilu EXF (8×8) koristi se usavršeni elektronski sistem za podešavanje pritiska u gumama, koji neposredno ispušta vazduh kroz ventil



Sl. 3 Upoređivanje silueta varijanti vozila — točkaša sa odgovarajućim vozilima — guseničarima:

(1) Laki tenk TAM (29,8 t) RADKAMHWAGEN 90 sa topom 105 mm (30 t); (2) Tenk LEOPARD 1A4 (42,4 t) RADKAMPFWAGEN 90 sa topom 105 mm (30 t); (3) Oklopno izviđačko vozilo LUCHS (19,5 t) Oklopno izviđačko vozilo RKW90 (26 t); (4) MOWAG SHARK (16 t) RADKAMPFWAGEN 90 sa topom 105 mm (30 t)

novog tipa. Prilikom, ispitivanja sa gumama 17,5 — R25 XL, trebalo je samo jedan minut da se pritisak smanji sa 5,5 bara (vožnja putem) na 2,5 bara (vožnja van puta) i sa 2,5 bara na 1,1 bar.

Verovatnoća opstanka u borbi

Zaštićenost borbenog vozila nije od odlučujućeg značaja za »za« i »protiv« pri upoređivanju vozila — guseničara i točkaša, jer bi isti stepen zaštite povlačio i upoređivanje masa u borbenom položaju. Što se tiče hodnog dela vozila, vozila — točkaši su znatno osetljiviji na oštećenja u borbi. Ispitivanja su pokazala da posle oštećenja makar i jednog elementa hodnog dela, vozilo — točkaš može da nastavi svoj zadatak, ili bar da nađe zaklon. Na primer, protivoklopne mine manje su efikasne u sprečavanju pokretljivosti točkaša nego guseničara. Čak ako je jedna poluosovina izbačena iz stroja, točkaš ne bi bio neutralisan, jer bi mogao da nastavi vožnju zahvaljujući neoštećenim osovinama.

Pri projektovanju vozila EXF (8×8) firma D-B posvetila je znatnu pažnju problemima opstanka u borbenim uslovima. Sklopovi poluosovina smešteni su u zaštićenim delovima vozila, elementi osovina i transmisije su robusne konstrukcije, tako da mogu da prežive napad projektila i parčadi. Kako parčad artiljerijskih projektila mogu da probuše ili prorežu gumu, kod ovog eksperimentalnog vozila uslovom su zahtevane »run-flat« gume. Kako je verovatnoća opstanka u borbi funkcija potencijalne površine koju vozilo izlaže kao cilj protivniku, verovatnoća opstanka je povećana korišćenjem kompaktne siluete vozila. Na sl. 3 upoređene su siluete vozila EXF (8×8) i odgovarajućih vozila guseničara i vidi se preimućstvo vozila EXF.

Aspekt rentabilnosti

Pod pojmom rentabilnosti treba smatrati odnos cene vozila prema njegovoj ukupnoj efikasnosti. U toku faze izrade koncepcije celokupnog programa razvoja vozila KW90, zvanični TTZ dali su osnovu za precizno upoređivanje cene. Kako je i za točkaše i za guseničare usvojena ista osnovna konstrukcija, upoređivanje cene je ograničeno na hodni deo. Prema studiji proizvođača, nabavna cena za šasiju točkaša je niža za 0,6 miliona nemačkih maraka (DEM), što čini 600 miliona DEM za 1000 vozila. Uštede u operativnim troškovima

navodno su oko 16%, a obuka vozača i ljudstva za održavanje je 63% jeftinija za vozila — točkaše. Vremena između generalnih opravki mogla bi se produžiti sa 10 na 15 godina, zahvaljujući stanju tehničkog razvoja. Ako se pretpostavlja da će se nabaviti ukupno 1000 vozila, ušteda u toku veka upotrebe kod oklopnih borbenih vozila — točkaša bi iznosila od 1400 miliona DEM.

Zaključak

Preimućstva oklopnih vozila — točkaša u odnosu na guseničare su: niži troškovi u toku životnog veka vozila, veće prosečne brzine, veće ubrzanje, manja potrošnja goriva i lakše razvijanje na velikim daljinama, i to što ne pripadaju više samo vozilima mase do 20 t. Nalazi iz studije firme D-B i do sada dobijeni rezultati kroz nastavljanje programa ispitivanja pokazali su da je tehnički izvodljiv razvoj oklopnih vozila — točkaša sa masom 30—35 t i da su vozila — točkaši u stanju da preuzmu taktičke uloge koje su ranije pripadale odgovarajućim vozilima — guseničarima. Odlučujuća tehnička preimućstva u korist vozila — točkaša postignuta su kroz poboljšanja hodnog dela i sa aspekta verovatnoće opstanka u borbi. Primena filozofije modularne konstrukcije i korišćenje već postojećih delova na tržištu doveli su do smanjivanja troškova koji mogu prevagnuti pri donošenju odluke o nabavci borbenih vozila u budućnosti.

Tehnički podaci vozila EXF (8×8)

— dužina [m]	6,95
— širina [m]	2,99
— visina tela do prstena kupole [m]	1,74
— klirens [m]	0,49/0,46
— razmak između osovina [m]	3×1,5
— raspon točkova [m]	2,59
— masa šasije [t]	22,3
— masa vozila u borbenom položaju [t]	32—36
— maksimalna brzina na putu [km/h]	110
— snaga motora/pri broju obrta [kW/n^{-1}]	610/2.100

P. M.

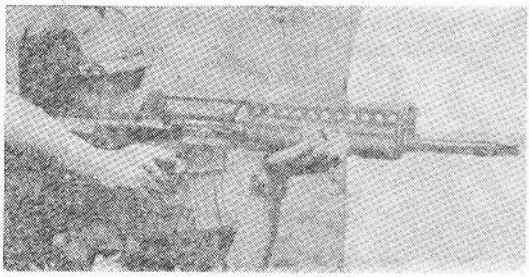
tehničke novosti i zanimljivosti

Izbor buduće automatske puške za armiju SAD[1]

Automatska puška 5,56 mm M-16 firme COLT usvojena je u naoružanju armije SAD 1967. godine. Već 1982. godine armija SAD je usvojila program ACR (Advanced Combat Rifle) na osnovu koga je trebalo da se donese odluka o pušci kojom će se posle 1990. godine zameniti puška M-16. Za realizaciju ovog programa armija SAD je obezbedila oko 57 miliona dolara i zaključila ugovor sa šest firmi. Krajem 1988. odnosno početkom 1989. godine dve firme su odustale, tako da su u konkurenciji ostale četiri firme: AAI, COLT, HECKLER & KOCH i STEYRMANNLICHER. Sve četiri firme su uradile prototip novog oružja.



Sl. 1



Sl. 2

Prototip firme AAI (sl. 1) je oružje kalibra 5,56 mm iz koga se ispaljuje projektili — strelice. Za metak se koristi čahura metka 5,56 mm M-855. Projektil ima plastičnu oblogu. Prečnik projektila je 1,5 mm, dužina 41 mm i masa 0,66 g. Oružje je moderno oblikovano, sa skrivačem plamena na ustima cevi (smanjuje jačinu pucanja za 2 dB u odnosu na M-16). Mehanizam za okidanje omogućuje gađanje jedinačnom paljbom i rafalima od po 3 metka. Korak uvijanja žljebova cevi je 159 mm.

Firma COLT je izradila prototip novog oružja (sl. 2) zasnovan na poboljšanju karakteristika puške M-16 A2.

[1]) Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 6, str. 817.

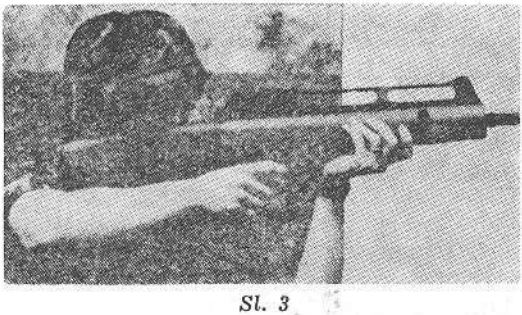
Pored poboljšanja vršenih na kundaku, oblozi i prednjem delu cevi, firma nudi i novu, »dupleks« municiju koja bi se koristila na rastojanjima do 325 m (na većim rastojanjima koristila bi se standardna municija 5,56×45 mm sa zrnom M-855). Masa prednjeg zrna novog metka je 2,26 g, a zadnjeg 2,13 g.

Firma H&K nudi svoju već poznatu automatsku pušku 4,7 mm G-11 Predviđeno je da se 1991. godine 2000 ovih pušaka isporuči zapadnonemačkoj armiji.

Nova puška firme STEYR (sl. 3) je razvijena na »bullpup« principu. Za ovu pušku firma je uradila i municiju sa strelicama. Prečnik čahure ovg metka je oko 10 mm, a dužina 46 mm. Prečnik projektila je 1,5 mm, dužina 41 mm i masa 0,66 g.

Prva ispitivanja sva četiri oružja već su izvršena u periodu od maja do septembra 1989. godine. Ispitivanja su obuhvatala gađanje ciljeva na malim (25 do 75 m), srednjim (75 do 300 m) i

Oružje	AAI	COLT	H&K	STEYR
Kalibar (mm)	5,56	5,56	4,7	5,56
Dužina (mm)	1016	1032/933	750	765
Masa (kg)	3,5	3,3	3,9	3,2
Kapacitet okvira (met)	30	30	45	24
Masa okvira (g)	400 (prazan)	476 (pun)	250 (pun)	220 (pun)
Masa ON (g)	27	621		399
Uveličanje ON	4×	3,5×	1,5 i 3,5×	1,5 i 3,5×
Početna brzina (m/s)	1402	844	914	1494
Maks. prit. (bar)	3800	3500	3850	4100



Sl. 3

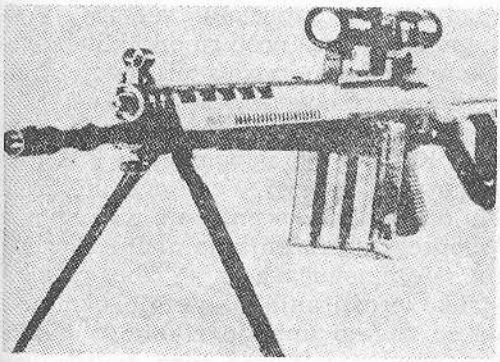
velikim daljinama (300 do 600 m). Na malim i srednjim daljinama gađani su ciljevi koji su se pojavljivali u trajanju od 1,5 s, 3 s i 5 s, a na velikim 3 s, 5 s i 10 s. Na srednjim daljinama gađani su ciljevi koji su se kretali brzinama 1,8 m/s i 3,6 m/s.

Osnovne karakteristike navedenih oružja date su u tabeli.

Automatska puška 5,56 mm »Stgw 90« švajcarske firme »SIG«[2]

Osnovna karakteristika oružja švajcarske firme SIG (Schweizerische Industrie-Gesellschaft) je visoki kvalitet zasnovan, pored ostalog, i na dugoj tradiciji. Firma je osnovana još 1853. godine (prva delatnost bila je konstrukcija vagona). Prvo oružje koje je firma proizvela bila je poznata puška »Stgw 57« (Sturmgewehr) kalibra 7,5 mm. Proizvodnja puške otpočela je 1957. godine. Preko 700000 ovih pušaka isporučeno je armiji Grčke.

Posle usvajanja metka 5,56×45 mm u naoružanju NATO-a, firma SIG je za taj metak razvila automatsku pušku »Stgw 90«. Kapacitet firme omogućuje u 1989. godini proizvodnju 10000 ovih pušaka, a planiranim proširenjem u 1990. godini omogućiće proizvodnju 50000 pušaka. Ukoliko firma zaključi

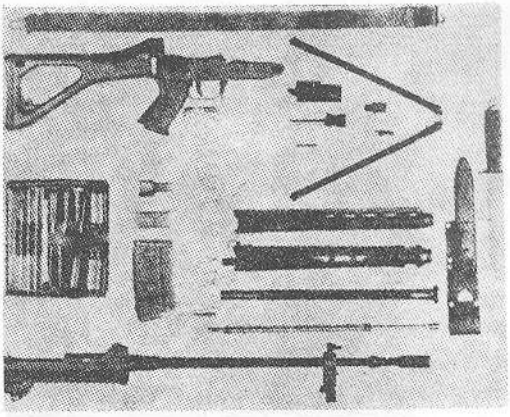


Automatska puška 5,56 mm »Stgw 90«

ugovor sa Grčkom o isporuci 600000 pušaka (pregovori su u toku), kapacitet će biti znatno povećan.

Puška »Stgw 90« razvijena je pod oznakom SIG SG 541. Posle određenih poboljšanja dobila je oznaku SG 550.

[4]) Prema podacima iz: ARMADA INTERNATIONAL 1989, br. 5, str. 83.



Osnovni sastavni delovi (oko 20) puške »Stgw 90«

Masa ove varijante je 4,1 kg (masa puške Stgw 57 je za 1,85 kg veća), a dužina 772 mm. Okviri za hranjenje su kapaciteta 20 ili 30 metaka. Izrađeni su od providne plastične mase visoke otpornosti. Ima ugrađen optički nišan. Mehanički nišan je preklopni sa podelama za daljine od 100, 200, 300 i 400 m.

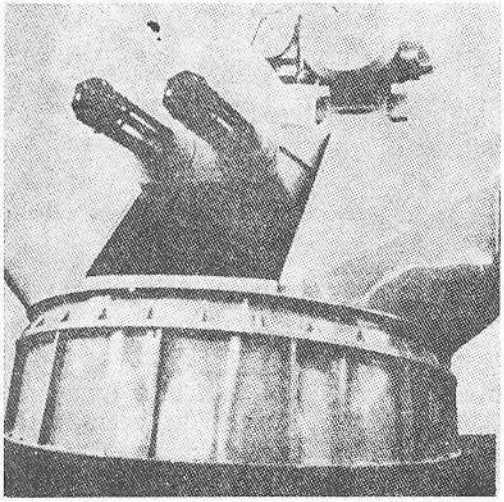
Primena savremenih tehnoloških postupaka (obrada metala pomoću lasera, robotizacija) omogućila je da se, pored visokog kvaliteta, ostvari mali ukupan broj sastavnih delova (174 u odnosu na 237 delova puške Stgw 57). Ovo omogućuje i da se puška lako sklapa i rasklapa (oko 20 delova) i lako održava.

Brodski PVO sistem »MYRIAD« italijanske firme »BREDA«[3]

Ubojna moć oružja namenjenih za napad na brodove, uključujući i protivbrodske rakete, u stalnom je porastu. Već se u poodmaklom stadijumu razvoja nalaze rakete sposobne za manevre izvlačenja nadzvučnim brzinama što

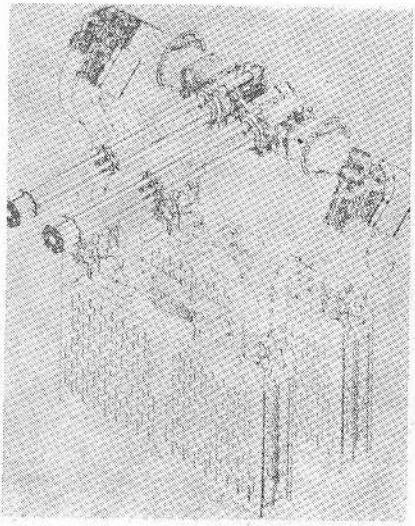
[3]) Prema podacima iz: MARITIME DEFENCE 1989, ju, str. 171—172.

kod odbrambenih PVO sistema usložnjava probleme predikcije putanje u kratkom raspoloživom vremenskom intervalu za gađanje (2—2,5 s).



Sl. 1 — Brodski PVO sistem 25 mm MYRIAD

Jedan od mogućih odgovora na rastuću pretnju od protivbrodskih raketa ponudio je na poslednjem sajmu MOSTRA NAVALE u Đenovi konzorcijum



Sl. 2 — Šematski izgled tokova 25 mm KBD sa uređajem za dvostruko hranjenje firmi BREDA i OERLIKON za ugradnju u sistem MYRIAD

firmi CONTRAVES ITALIANA, BREDA MECCANICA, ELSAG i SELENIA u obliku novog brodskog PVO sistema malog dometa MYRIAD (sl. 1) koncipiranog da bude »poslednja brana« protiv raketa koje su uspele da se probiju kroz PV odbranu na većim i srednjim daljinama.

Sistem MYRIAD kome je firma finalista BREDA dala šifrovani naziv BARRAGE baziran je na dva sedmocevna automatska topa 25 mm KBD koji funkcionišu na GATTLING principu i sa postojećom municijom 25 mm tipa KBB ostvaruju kombinovanu teorijsku brzinu gađanja od 10000 metaka/minut (5000 metaka/minut po topu). Na kupolu iznad topova, preko troosovinske platforme, ugrađen je nišanski radar Ku i W opsega kojim operator upravlja pomoću komandno-pokazivačkog bloka MAGICS, firme SELENIA, a preko redundantne magistrale podataka tipa MHIDAS.

Imajući u vidu složenost problema predikcije dolazeće rakete u kratkom vremenskom intervalu, realizatori sistema MYRIAD pošli su od ideje da velikom gustinom vatre zaprečavaju prethodno precizno sračunati »prozor« kroz koji raketa mora proći da bi dostigla cilj. Kao što je napomenuto, nišanski radar radi u Ku i W opsegu pri čemu Ku opseg služi za praćenje na većim, a W opseg za praćenje na malim daljinama, što omogućava da se izbegnu višestruko prostiranje i smetnje okoline i da se znatno umanje efekti protivničkog ometanja. Pored toga, velika tačnost izrade zajedno sa novim algoritmima balistike obezbeđuje smanjenje grešaka preticanja na minimum, kako se tvrdi, čak i za manevrišuće ciljeve. Od sistema se zahtevaju visoke dinamičke karakteristike, te su u te svrhe ugrađena po dva servomotora na pravac i elevaciju sa potpuno digitalizovanim upravljanjem.

Topovi mogu da koriste postojeću municiju 25 mm KBB visokih performansi (mali koeficijent otpora, visoka

početna brzina, kratko vreme leta). Zbog velike brzine gađanja topova pokazalo se korisnim uvođenje uređaja za zaštitu od neopaljenja. Uređaj reaguje na principu senzora ukoliko nema odgovarajućeg porasta pritiska barutnih gasova u cevi i osigurava da ne dođe do oštećenja zatvarača. Inače, ako dođe do neopaljenja jednog topa, drugi može nesmetano da funkcioniše. Svaki od topova ima dvostruko hranjenje koje su zajednički razvile firme BREDA i OERLIKON. Hranjenje municijom vrši se bez redenika iz posebnih municijskih kutija čiji je kapacitet po topu 500 metaka. Šematski izgled topova sa uređajem za hranjenje dat je na sl. 2.

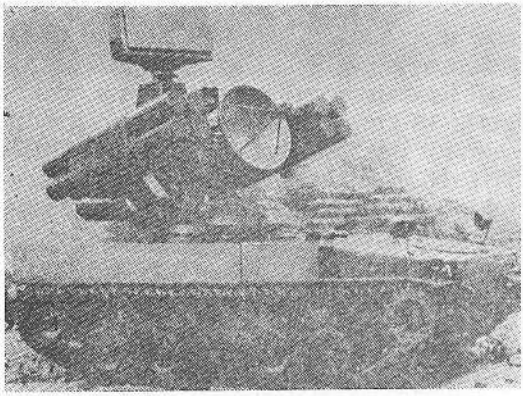
Što se tiče mogućnosti naknadne ugradnje na postojeće plovne objekte, treba reći da je sistem MYRIAD (BARRAGE) u pogledu gabarita sličan ranijem poznatom brodskom sistemu 40/2 mm firme BREDA, uz nešto manju ukupnu visinu kupole, a po uzoru na sistem SEA ZENITH ugrađen je na nagnutu platformu sa ležajem, da bi mogao da deluje po vertikalno poniručim ciljevima. Tehničke karakteristike municije 25 mm KBB su poznate i neće se navoditi, a karakteristike sistema MYRIAD su sledeće:

Brzina gađanja [metaka/minut]	2×500
— maksimalna ugaona brzina [r/s]:	
— po pravcu	3,0
— po elevaciji	2,5
— maksimalno ugaono ubrzanje [r/s²]:	
— po pravcu	6,0
— po elevaciji	6,0
— opseg uglova [°]:	
— po elevaciji	90
— po pravcu	neograničen
— visina iznad/ispod palube [mm]	1900/2000
— masa sa 2000 metaka [kg]	7700

Nova generacija »CROTAL NG« PVO raketnog sistema francuske firme »THOMSON-CSF«[4]

Francuska firma THOMSON-CSF prikazala je novu generaciju svog PVO raketnog sistema CROTAL. Ovaj poboljšani sistem, koji je dobio oznaku CROTAL NG je odgovor na savremenu opremu vazduhoplova, koja omogućuje avionima sa fiksnim krilima masovno bombardovanje po svakom vremenu i helikopterima da izvršavaju iznenadne napade, zahvaljujući novim mogućnostima za naglo otvaranje vatre.

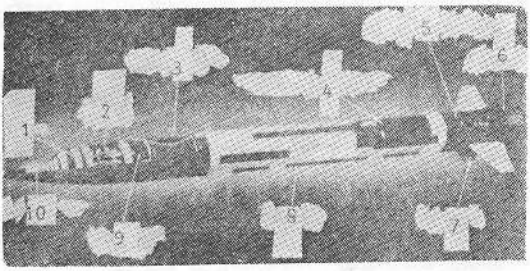
CROTAL NG koristi hiperbrzu raketu VT-1 koju su prvobitno zajednički razvile firme LTV i THOMSON-CSF, kada su učestvovale u konkursnom programu američkog KoV-a za PVO isturenog rejona — na liniji nišanjenja FAAD-LOS (Forward Area Air Defence — Line of Sight). Mada je CROTAL NG ustvari novi sistem, on se zasniva na izvesnom broju komponenata koje su proizvođači imali vremena da razviju i usavrše. Tako, na primer, lansirni sistem koristi stečena iskustva THOMSON-CSF sa njegovom širokom familijom sistema CROTAL. Tu je obuhvaćena i nova mornarička modularna verzija u kojoj senzori mogu biti odvojeni



PVO raketni sistem CROTAL NG instaliran na platformi oklopnog vozila AMX-30B

[4]) Prema podacima iz: ARMADA INTERNATIONAL 1989, br. 2, str. 94.

od glavnog bloka da bi se olakšala instalacija na brodovima male tonaže. Osim toga, projektil VT-1 ekstenzivno je ispitivan bojnim gađanjima, što znači da su komponente rakete bile podvr-



Osnovne komponente rakete VT-1

1 — baterija; 2 — blok instrumenata za vođenje; 3 — bojna glava sa koncentrisanim ubojnim parčadima; 4 — čvrsto pogonsko gorivo sa smanjenom emisijom dima/kućište od grafitno-epoksi smole; 5 — brizanti eksploziv visokog pritiska/kontrola udarnog talasa; 6 — prijemnik/predajnik; 7 — sklapajući stabilizatori; 8 — telo rakete podnosi ubrzanje 35 g i brzinu 3,5 Ma); 9 — procesiranje podataka/elektronika 10 — blizinski upaljač

gnute poboljšanjima još od početka. Kompletan sistem može se instalirati na samo jedno gusenično ili točkaško vozilo. Kao pogodne platforme dolaze u obzir M113, KIFV i PUMA, a takođe i zaklonjena postolja BRADLEY. CROTAL NG predstavlja »autonomni sistem« gde akviziciju cilja, praćenje i potrebne operacije obavlja samo jedan čovek.

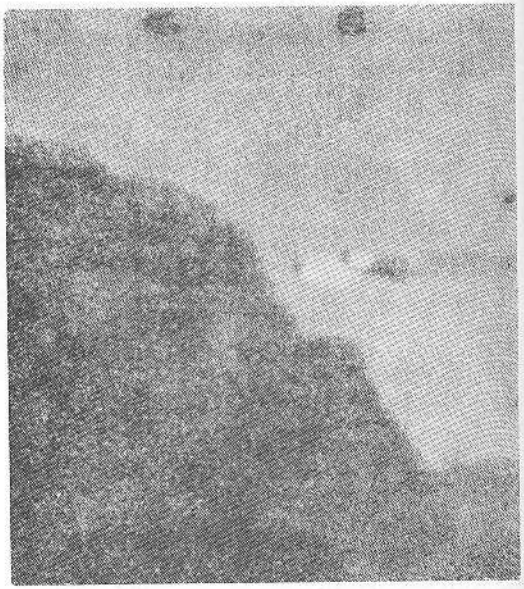
Zahvaljujući visokom nivom automatizacije, sistem ima tipično vreme reagovanja od 5 sekundi, što znači da jedan avion koji leti brzinom 300 m/s i koji je »zahvaćen« od sistema na odstojanju 13 km, teoretski ima samo još 15 sekundi da živi. Senzori sistema CROTAL NG i elektronska oprema su projektovani da pruže što je moguće manji cilj za protivradarske rakete. Izviđački radar koristi planarnu usmerenu antenu, sabijeni impuls (radi smanjenja emisione snage) i može da ograniči svoje traganje na precizno određen sektor. Osim toga, osmatračko pretraživanje u datom sektoru može da vrši i infracrveni senzor.

Raketa VT-1, čiji predajnik koristi skačuću frekvenciju u letu sa sabijanjem impulsa, leti brzinom 3,5 Ma i u stanju je da izvršava manevre sa opterećenjem do 35 g. Njen maksimalni domet od 10 km omogućuje presretanje manevrišućeg cilja na daljini 8 km za oko 10 s. Raketa je opremljena elektronskim blizinskim upaljačem i udarnim upaljačem za aktiviranje bojne glave mase 14 kg.

Uništenje nadzvučnog projektila laserskim oružjem[5]

Na slici je prikazano uništenje nadzvučnog vođenog projektila VANDAL na maloj visini pomoću eksperimentalnog mornaričkog hemijskog lasera MIRACL/SLBD (Mid Infra Red Advanced Chemical Laser/Sea Lite Beam Director).

Ova kombinacija je bila korišćena ranije da se pokaže da laserski sistem može da uhvati i prati nadzvučni cilj i da oslobodi dovoljno energije da ga uništi.

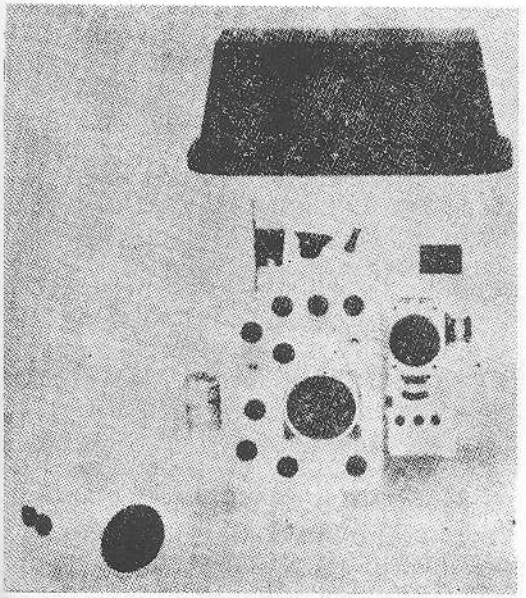


[5]) Prema podacima iz: INTERANTIONAL DEFENCE REVIEW 1989, br. 7, str. 996.

Ovo ispitivanje, obavljeno iznad raketnog poligona White Sands, dalo je prvu dinamičku potvrdu dugogodišnjih statičkih ispitivanja za pokazivanje ubojnosti lasera velike energije. Daljina do cilja bila je predstavnik realnih taktičkih scenarija i pokazala je da laserska oružja velike snage mogu da budu realna opcija za taktičke zadatke.

Dnevno-noćni nišan »DNRS« američke firme »KOLLSMAN« za oklopna vozila[6]

Američka firma KOLLSMAN MILITARY SYSTEMS samoinicijativno je razvila prototip novog jevtinog dnevno/noćnog nišana DNRS (Day/Night Range Sight) za laka oklopna vozila kao što su postojeća vozila američkih pomorsko-desantnih jedinica LAV-25, AAV7-A1 i buduća verzija AG (Assault Gun) familije LAV. Izrađena su dva prototipa koji su ispitivani na vozilima LAV-25 i AAV7A1. KOLLSMAN je razvio DNRS kao svoj predlog za zamenu dosadašnjeg nišana sa pojačanjem slike na LAV-25 i AAV7A1, koju je zahtevala komanda pomorsko-desantnih jedinica SAD.



DNRS povećava verovatnoću pogađanja cilja prvog ispaljenog projektila, smanjuje vreme reagovanja nišandžije od početnog otkrivanja cilja do ispaljivanja i olakšava rukovanje i održavanje. Projektovan je da se može spregnuti sa mehaničkim ili električnim upravljanjem ili sa stabilizovanom glavom ogledala i obezbeđuje za 16 bita u binarnom sistemu serijski format za interfejs, radi povezivanja sa kompjuterom za upravljanje vatrom na vozilu.

Sistem ima optoelektronsku termalnu kameru zaštićenu od protivelektronskih dejstava sa procesiranjem video-signala, periskop sa integrisanim Nd:YAG laserom sa zaštitnim filtrom za oči u režimu obuke i jedinstveni kanalni otvor za sklop ogledala, koji obezbeđuje elevaciju nišanske linije od $+60°$ do $-20°$.

DNRS ima ugrađen sistem za testiranje rada. Takođe se, može isporučiti daljinski pokazivač na katodnoj cevi za komandira vozila. Osim toga, ima porast potencijala u fokalnoj ravni antene termalne kamere za više performanse. Ovaj nišan se takođe može ugraditi i u druga oklopna vozila u okviru programa osavremenjavanja.

Podvesnik za lasersko obeležavanje ciljeva »ATLIS II« francuske firme »THOMSON-CSF«[7]

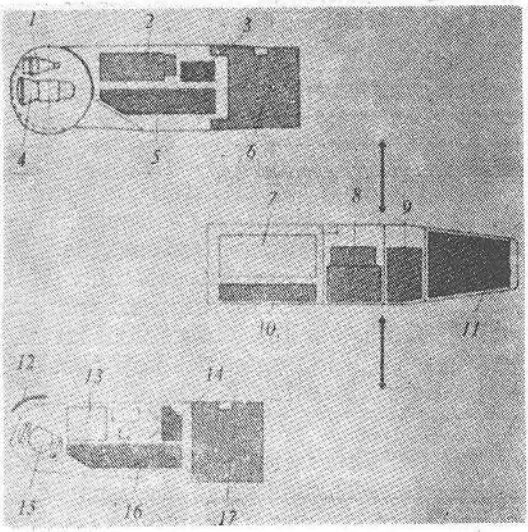
Da bi se omogućilo gađanje laserskim sistemima po noći kao i po danu, francuska firma THOMSON-CSF raz-

[6]) Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 9. septembar, str. 452.

[7]) Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL 1989, br. 87, str. 75.

vila je podvesnik za lasersko obeležavanje ciljeva ATLIS II, koji je ispitivan u letu na borbenim avionima JAGUAR, MIRAGE 2000 i F-16. Ovaj podvesnik sadrži zadnju zajedničku sekciju i dve prednje glave koje se uzajamno mogu lako izmeniti.

Zadnja zajednička sekcija obuhvata: glavnu elektronsku kutiju (praćenje, povratna sprega, kompjuter), elektronsku kutiju za IC prednje osmatranje



Gore, »noćna glava«; u sredini, zajednička zadnja sekcija; dole, »dnevna glava«

1 — laserska optika; 2 — termalna kamera; 3 — prednja sekcija, elektronski blok; 4 — IC optika; 5 — laserski primopredajnik; 6 — okretna sekcija; 7 — elektronski blok; 8 — sistem napajanja podvesnika; 9 — sistem napajanja lasera; 10 — elektronika termalne kamere; 11 — sistem za hlađenje; 12 — vizir; 13 — blok kamere; 14 — prednja sekcija, elektronski blok; 15 — kardanski sklop; 16 — laserski primopredajnik; 17 — okretna sekcija

(FLIR), sisteme napajanja podvesnika i lasera, i sistem za hlađenje. U »dnevnoj glavi« grupisani su: kamera IV sa selektorom polja i spektralnog opsega, laserski daljinomer/osvetljivač i stabilizovano ogledalo.

»Noćna glava« sadrži: termalnu kameru (TRT), laserski daljinomer/osvetljivač i dva optička sistema (laserski i infracrveni). Spregnuta sa raketom klase vazduh-zemlja sa laserskim samonavođenjem AS 30 firme AEROSPATIALE, podvesnik ATLIS II sa »noćnom glavom« nedavno je demonstrirao, prilikom gađanja u francuskom opitnom centru LANDES, svoje mogućnosti identifikovanja, napadanja i uništavanja sa bezbednosne daljine tačkastog cilja, počevši od borbenog aviona jednoseda. Na primer, jedan od ciljeva koji je bio »zahvaćen« na daljini preko 13 km, pogođen je direktno u centar od rakete ispaljene na odstojanju 8 km na visini 210 m. Napadački avion izvršio je manevar izbegavanja sa koeficijentom opterećenja 4 g odmah posle ispaljivanja.

Sistem za upravljanje vatrom »GUN STAR« švajcarske firme »CONTRAVES«[8]

Švajcarska firma CONTRAVES razvila je za potrebe sopstvene prodaje sistem za upravljanje vatrom GUN STAR namenjen za povećanje efikasnosti vučnih PA topova malog i srednjeg kalibra.

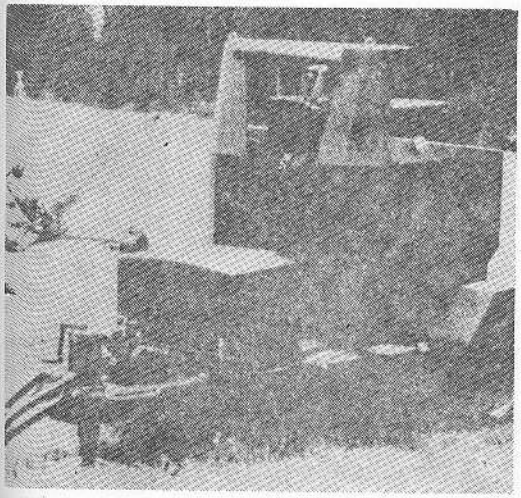
Osnovna ideja u razvoju sistema GUN STAR bila je da se omogući prenos podataka o sračunatim uglovima preticanja direktno na oruđa čak i u slučaju kada ona ne raspolažu sopstvenim servopogonom, ili imaju ručno upravljanje. Za povezivanje sa sistemom GUN STAR dovoljno je na oruđe ugraditi poseban adapter i originalnu nišansku spravu zameniti spravom GUN STAR. Nišanska sprava GUN STAR, pored referentnih nišanskih oznaka koje prati nišandžija, sadrži i niz pokazivača na bazi LED dioda koje služe za prikazivanje sračunatih uglova preticanja.

Sistem GUN STAR sastoji se od TV sistema za automatsko praćenje sa

[8]) Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 1. juli, str. 1376.

laserskim meračem daljine, optičkog indikatora cilja digitalnog računara za sračunavanje uglova preticanja i sopstvenog izvora za napajanje. Sistem je smešten na dvoosovinsku prikolicu koja se u radnom položaju oslanja na tri stope, a opslužuju ga nišandžija i komandir. Može da upravlja vatrom do 6 PA topova.

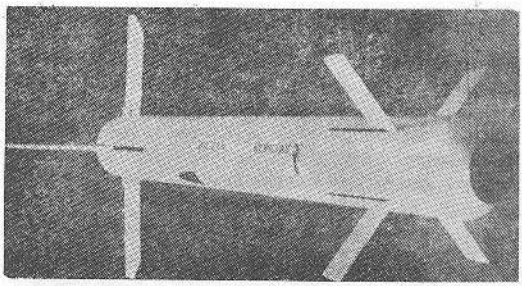
Početna ispitivanja sistema GUN STAR praćenjem i nišanjenjem lakih aviona i helikoptera obavljena su početkom ove godine na poligonu BRIGELS u Švajcarskoj, a nastavljena su gađanjem mete koju je vukao avion PILATUS PC-9. Konfiguracija sistema za ispitivanje sastojala se od sistema za upravljanje vatrom GUN STAR, dva topa 20 mm GAI-BO1 firme OERLIKON (iako je gađao samo jedan) koji su bili opremljeni spravom GUN STAR. Pored toga, za potrebe snimanja na topove je bila montirana spregnuta TV kamera. Kao referentni sistem tokom gađanja korišćen je SKYGUARD, a za ocenu gađanja sistem FLORETT firme CONTRAVES.



Firma CONTRAVES naglašava da su ispitivanja pokazala značajno povećanje efikasnosti gađanja sa sistemom GUN STAR uz uštede municije, a očekuje i smanjenje troškova i uštede na planu logističke podrške.

Brazilski protivoklopni projektil vođen preko optičkog vlakna »MAC-MP«[9]

Brazilska firma AVIBRAS prikazala je protivoklopni i protivhelikopterski projektil vođen preko optičkog vlakna MAC-MP. Ovaj projektil u nosnom delu ima tv-kameru koja prenosi



slike sa bojišta do vatrenog položaja. Posle toga se projektil vodi na cilj.

Firma navodi da je razvoj koštao samo »nekoliko desetina miliona dolara«. Vođeni projektil MAC-MP prošao je prethodna ispitivanja, a ocenjivaće ga KoV Brazila pre kraja ove godine. Ima maksimalni domet od 10 km i brzinu do 200 m/s.

Razvoj novog švedskog tenka — trenutno stanje[10]

Studija na razvoju novog švedskog tenka započela je 1984. godine, a prva faza studije završena je 1987. godine.

U toku prve faze razmatrane su sledeće mogućnosti u opremanju Švedske novim tenkom:

1. usavršavanje (modernizacija) postojećeg tenka S i tenka CENTURION,
2. kupovina stranog tenka,

[9]) Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 8, str. 1064.

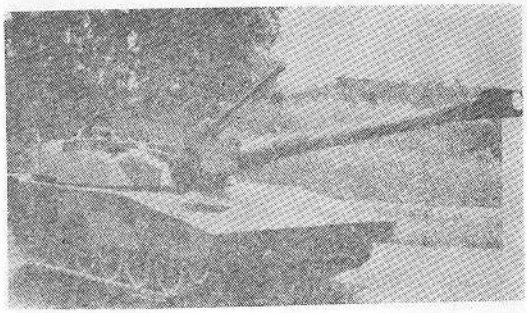
[10]) Prema podacima iz: MILITARY TECHNOLOGY 1989, br. 8, str. 72—74.

3. licencna proizvodnja stranog tenka (uz korišćenje i švedskih iskustava) i

4. kompletna proizvodnja potpuno domaćeg tenka.

Usavršavanje (modernizacija) tenkova CENTURION i S je otpala u samom početku jer se došlo do zaključka da je ona tehnički i ekonomski neopravdana.

U cilju kupovine stranog tenka i sagledavanja njihovog kvaliteta iznajmljen je tenk LEOPARD 2, a uskoro se očekuje iznajmljivanje i američkog tenka M1A1.



Razmatranje licence proizvodnje tenka opravdano je sa stanovišta zaposlenja švedske industrije i obezbeđenja rezervnih delova na duže staze.

Koncept razvoja novog švedskog domaćeg tenka dobio je oznaku MBT 2000. Zahtevi postavljeni pred ovaj tenk su sledeći:

1. tenk mora biti u stanju da otvara vatru u pokretu u svim pravcima (360°),

2. komandiru tenka treba omogućiti osmatranje sa najviše tačke tenka bez upotrebe elektrooptičke opreme,

3. tenk treba da preživi pogodak u spremište granata,

4. top tenka treba da bude većeg kalibra od onog koji je danas u upotrebi u svetu i

5. oklopna zaštita tenka treba da bude bar za jednu generaciju ispred današnjih tenkova.

Razvoj novog domaćeg tenka otpočeo bi 1992. godine, a proizvodnja 2000. godine.

Konačna odluka o načinu opremanja švedske armije novim tenkovima biće doneta 1991. godine.

Na slici je prikazana maketa mogućeg izgleda novog švedskog tenka označenog sa MBT 2000.

Osnovne karakteristike koje bi trebalo da ima novi švedski tenka MBT 2000:

Opšti podaci:

— posada [članova]	3
— borbena masa [t]	58
— maksimalna brzina [km/h]:	
— na putu	70
— van puta	50
— snaga motora [kW]	1100
— specifična snaga [kW/t]	19
— površinski pritisak [kPa]	111
— klirens (m)	0,45

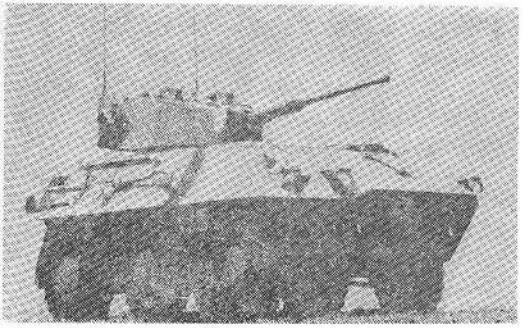
Naoružanje:

— glavni top	visokog pritiska velikog kalibra
— brzina gađanja [granata/minutu]	10
— pomoćni top	Bofors L/70 kalibra 40 mm
— brzina gađanja [granata/minuta]	120—240
— mitraljez	2×7,62 mm

Nove varijante austrijskog oklopnog transportera »PANDUR«[11]

Vozilo PANDUR prikazano 1985. godine nije još ušlo u serijsku proizvodnju iako prvi prototip već neko vreme koristi austrijska policija za potrebe aerodroma u Beču.

Nedavno su, međutim, prikazane dve nove varijante ovog vozila sa kupolom u koju se smeštaju dva člana po-



sade. To su izviđačko vozilo PANDUR ARSV 25 naoružano topom OERLIKON KBA kalibra 25 mm i vozilo ARSV 30 (prikazano na slici) naoružano topom MAUSER MK kalibra 30 mm.

U nove varijante ugrađen je PHILIPSOV UA 9126 dnevno-noćni periskop sa uveličanjem od ×6 po danu i ×7 po noći. Nišandžija je dobio dnevni periskop AERITALIA P204 sa uveličanjem od ×8.

Okretanje kupole je elektrohidraulično sa mogućnosti da se, u slučaju kvara, okretanje vrši i ručno.

Firma STEYR-DAIMLER PUCH ima u planu razvijanje i amfibijske varijante vozila PANDUR, a varijanta ambulantnog vozila je u fazi izrade drvenog modela.

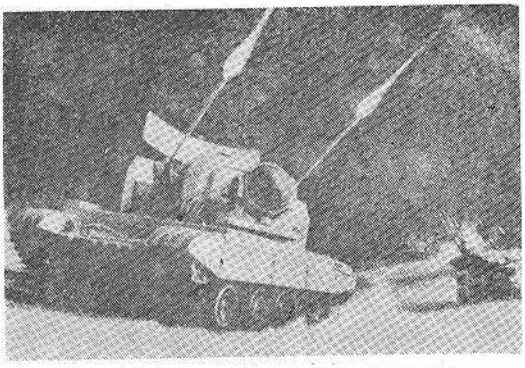
Osnovni tehnički podaci:

model	ARSV 25	ARSV 30
— posada [članova]	3—2	3—2
— borbena masa [kg]	11500	12500
— specifična snaga [kW/t]	15,7	14,2
— dužina [m]	5,697	5,697
— širina [m]	2,5	2,5
— ukupna visina [m]	2,65	2,689
— klirens [m]	0,42	0,42
— maksimalna brzina [km/h]	110	110
— autonomija kretanja [km]	650	650
— rezervoar goriva [l]	195	195
— savlađivanje prepreka:		
— vodene [m]	1,2	1,2
— uspona [%]	70	70
— bočni nagib [%]	40	40
— vertikalne [m]	0,5	0,5
— rovova [m]	1,8	1,8
— motor	dizel Steyr WD 612 snage 180 kW	
— transmisija	Allison MT-653 D 3	
— oslanjanje	nezavisno	

Novi detalji o sovjetskom samohodnom sistemu PVO »2S6«[12]

Dostupni su novi podaci o sovjetskom samohodnom sistemu PVO 2S6 koji se uvodi u naoružanje kao zamena sistema ZSU 23/4 mm i eventualno, raketnog sistema SA-13 GOPHER. Naoružan dvocevnim automatskim topom 30 mm i sa 4 PA rakete SA-19 (koje još nemaju svoj NATO naziv), PVO sistem 2S6 prvi put je identifikovan 1986. go-

[11]) Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, jul, str. 82.



dine u sklopu sovjetskih snaga u DR Nemačkoj.

Automatski top može da koristi istu municiju kao i oklopni transporter 30 mm BMP-2. Rakete SA-19 mogu se pokretati pri elevaciji nezavisno od topova, a još nije poznat sistem njihovog navođenja na cilj.

Sistem je opremljen radarskom grupom HOT SHOT, koja obuhvata nišanski radar na prednjem delu kupole i osmatračkoakvizicijski radar na zadnjem delu kupole. Nišanski radar može dodatno u odnosu na kupolu da se pokreće po pravcu za 220°. Procenjuje se da sistem 2S6 ima sledeće gabaritne mere: visina sa radarom u radnom položaju 3,89 m, dužina 7,89 m i širina preko gusenica 600 mm. Procenjuje se da kao pogon ima varijantu dizel-motora V-59 koja se koristi kod samohodnog topa 152 mm 2S3.

VF radio-uređaj »RA 3700« britanske firme »RACAL«[13]

Francusko Ministarstvo odbrane je u decembru 1987. godine zaključilo ugovor vredan dva miliona dolara sa britanskom firmom RACAL za proizvodnju VF radio-uređaja RA 3700 za potrebe francuske mornarice. Uređaj je, već ranije, u raznim verzijama, otkupilo šest drugih evropskih zemalja, za potrebe vojnih ili civilnih komunikacija. RA 3700 se izrađuje modularno, što omogućava relativno lake izmene i prilagođavanje uređaja različitim zahtevima. Uređaj podrazumeva samostalan ili dupli prijemnik sa kontrolom sa prednje ploče, kao i samostalan ili dupli prijemnik uz kontrolu sa udaljenog mesta. Takođe postoje mnoge opcije u vidu modula, koji se mogu pridodati za ostvarivanje različitih funkcija. RA 3700 pokriva VF područje učestanosti od 15 kHz do 30 MHz, u koracima po 10 ili 1 Hz. Prijemnik može da posluži za komunikaciju od tačke do tačke, radio nadgledanje (monotorisanje), upotrebljava se u radio-goniometriji, kao i u kompjuterski kontrolisanim sistemima. Može se koristiti u stacionarnim ili mobilnim komunikacijama na kopnu, moru ili u vazduhu i može da radi u više različitih režima rada. Isporukom francuske verzije ovog uređaja i neophodnom obukom upravljaće britanska firma RACAL-DANA-INSTRUMENTS locirana u Parizu. Francuska mornarica koristiće ovaj uređaj prevashodno u komunikacijama od tačke do tačke.

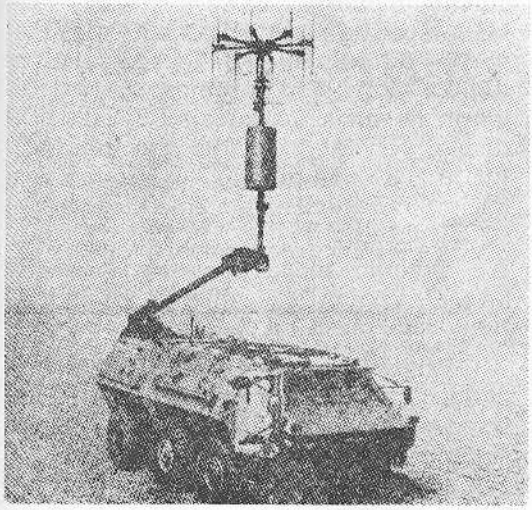
Radio-goniometar »TELEGON« zapadnonemačke firme »AEG«[14]

TELEGON je radio-goniometar koji zahteva vrlo mali broj poslužilaca, koji moraju biti stručnjaci u toj oblasti. TELEGON je u stanju da primi signale, koje je inače veoma teško detektovati. Uređaj je projektovan za otkrivanje signala vrlo niskog intenziteta, vrlo kratkog trajanja, ili signala bliskih drugim signalima, čak i kada se sve ove tri nepogodnosti dese u isto vreme. Ovaj radio-goniometar vrlo sigurno ot-

[13]) Prema podacima iz: SIGNAL 1989, maj, str. 16.

[14]) Prema podacima iz: JOURNAL OF ELECTRONIC DEFENSE 1989, jun, str. 25.

kriva signale trajanja nekoliko milisekundi i kada su oni vrlo slabi ili pokriveni drugim signalima. Ovo mu omogućuje veoma osetljive antene, koje pokrivaju područje od 10 kHz do 10 GHz.



Predviđen je za upotrebu na kopnu, moru i u vazduhu, u vrlo otežanim uslovima, u oklopnim borbenim vozilima, na primer, ili u avionima, pa čak i u podmornicama.

Američki detektor radarskih signala »ALR-68A(V)-2«[15]

Američka firma APPLIED TECHNOLOGY DIVISION razviće novi detektor radarskih signala za potrebe vazdušnih snaga Zapadne Nemačke po ugovoru vrednom 11,9 miliona dolara. Uređaj će se koristiti u avionima RF-4E i F-4F. Razviće se novi kvadratni prijemnici sa procesorskim upravljanjem. Sistem za upozorenje na opasnost prepoznaje zračenje neprijateljskog radara i upozorava posadu aviona dajući joj borbenu uzbunu. Koristeći prijemnik i kompjutersku obradu signala, sistem prima i analizira detektovani radarski signal, prikazuje dobijene rezultate na displeju, omogućavajući pilotima da preduzmu odgovarajuće mere zaštite. Detektor takođe može biti povezan sa drugim sistemima i instrumentima u avionu u jedan jedinstveni sistem.

Američka baza podataka o softveru na disku CD-ROM[16]

U SAD je formirana prva verzija baze podataka o međunarodnim računarskim programima — softver (ICP — Internacional Computer Programs) na disku CD-ROM.

Ova baza podataka je registar sa detaljnim informacijama o raspoloživim softverima. Većina registrovanih softvera su sopstveni razvijeni softveri, koje je, inače, veoma teško »locirati«. Baza pokriva različite aplikacije, sisteme i pomoćne »instrumente« za većinu tipova računara, od mikro do mainframe-ova. Najveći deo podataka odnosi se na poslovne primene, ali mnogi programi se mogu koristiti i kod obrazovnih i dr. tipova organizacija.

Ovaj kompaktni disk kombinuje registar softvera sa sistemom za pretraživanje CD450 CD-ROM.

U bazi se nalaze podaci o: opisu softvera; hardveru; operativnom sistemu; specifikacijama izvornog jezika; adresi i uslovima kupovine ili korišćenja.

Baza o softveru obuhvata nauku i tehnologiju, poljoprivredu, obrazovanje i dr.

---

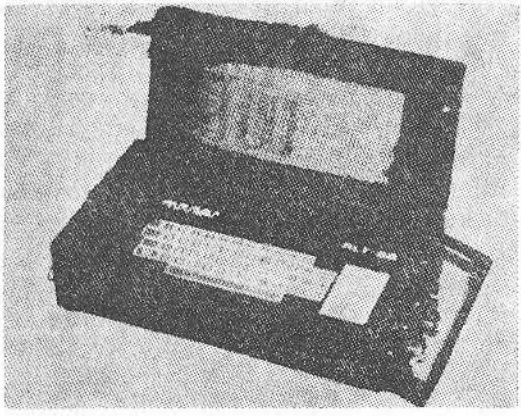
[15]) Prema podacima iz: SIGNAL 1989, maj, str. 76.

[16]) Prema podacima iz: ONLINE REVIEW 1989, oktobar, br. 5, str. 433.

Američki vojni prenosivi računar »RLT-88«[17]

Američka firma PARAVANT COMPUTER SYSTEMS, specijalizovana za proizvodnju prenosivih računara, predstavila je svoj novi računar RLT-88, koji zadovoljava američki vojni standard US MIL-STD-810D.

RLT-88 podnosi opterećenje do 40 g, u potpunosti je zaštićen od potapanja u tečnost i može da radi u temperaturnom opsegu od −32,7 do +62,7°C.



Sistem je takođe zaštićen od sunčevog zračenja, peska i prašine, otporan je na vibracije i može da radi na visini do 4600 m.

RLT-88 radi pod kontrolom operativnog sistema MS-DOS, sadrži 512 kB glavne memorije, ROM kapaciteta 128 kB, a spoljna memorija može imati kapacitet od 8 do 32 MB. Za razmenu podataka sa drugom opremom na raspolaganju je serijski interfejs RS-232. LCD displej veličine 228×101 mm ima rezoluciju 200×640 pixela, a u tekstualnom načinu rada prikazuje 25 linija dužine 80 karaktera.

Računar može da koristi različite izvore napajanja, a zajedno sa baterijama ima masu od 5,44 kg.

Predviđeno je da se računar primenjuje u poljskim uslovima za prikupljanje podataka udaljenih izvora, održavanje i opravku opreme, poljske inženjerijske aplikacije kao i za ugradnju u test opremu.

Cena računara treba da bude oko 7000 dolara bez spoljne memorije, a proizvodnja treba da počne pre kraja 1989. godine.

[17]) Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989. jul, str. 82.

Uputstvo saradnicima

Vojnotehnički glasnik je stručni, tehnički časopis rodova i službi Kopnene vojske JNA.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem tehničkog obezbeđenja, tehniku rodova i službi, razvoj, proizvodnju, upotrebu, tehnologiju, metodologiju, obuku, organizaciju i sva stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli, obrazovanju i ideološko-političkoj izgrađenosti pripadnika oružanih snaga.

Članak koji se dostavlja Redakciji mora biti kompletan, tj. treba obavezno da sadrži: propratno pismo sa kratkim sadržajem članka, članak, spisak grafičkih priloga, spisak literature i podatke o autoru. U propratnom pismu treba istaći da li se radi o originalnom, naučnom, stručnom radu ili kompilaciji, koji su grafički prilozi originalni, a koji pozajmljeni. U kratkom sadržaju — sižeu, treba izneti suštinu članka, najviše u desetak redova.

Članak treba da sadrži uvod, razradu i zaključak. Njegov obim treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa novinarskim proredom). Tekst članka mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, sa jasnim mislima, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenica (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 označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Ne treba ih lepiti, već samo naznačiti njihovo mesto u tekstu. Crteže treba raditi tušem na paus-papiru, a brojčane i slovne oznake ispisati grafitnom olovkom. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane. Članak se obavezno dostavlja u dva primerka.

Spisak grafičkih priloga sadrži naziv slike — crteža i nazive pozicija na njima.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama [ ], a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja.

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.

Rukopise slati na adresu: Uredništvo »Vojnotehničkog glasnika«, 11000 Beograd, Svetozara Markovića 70.

REDAKCIJA