Dr Vlado Radić,
major, dipl. inž.
Vojnotehnički institut VJ,
Beograd

STANJE I TENDENCIJE RAZVOJA SREDSTAVA ZA PVO

Uvod

Do kasnih pedesetih godina, osnovnu vazdušnu opasnost na bojištu predstavljalo je bombardovanje sa velikih visina ili napad letelica obrušavanjem. To su bili jedini načini da se pogode i unište ciljevi na zemlji, jer je oprema za navođenje na avionima bila relativno jednostavna. Protivvazdušna odbrana (PVO) bila je nesofisticirana, a činili su je mitraljezi manjeg kalibra sa velikom brzinom gađanja ili topovi velikog kalibra sa malom brzinom gađanja i jednostavnim sistemima za upravljanje vatrom (SUV).

Razvoj automatskih topova sa većom brzinom gađanja i poboljšanje SUV uvođenjem novih nišana, radara i računara, učinilo je PVO efikasnijom, ali i opasnosti iz vazdušnog prostora postale su mnogobrojnije. Brzi mlazni avioni, razvijeni početkom i sredinom šezdesetih godina nosili su mnogo više oružja za dejstvo po odabranim ciljevima, a poboljšanja njihovih letnih performansi znatno su promijenila okruženje u kome dejstvuje PVO.

Kako se raketna tehnologija naglo razvijala, rezultirajuća visoka verovatnoća uništenja ciljeva povezana je sa većim dometom, čime su protivavionske rakete dobile atribut nadmoćnog oružja u PVO.

Nove opasnosti

Tokom perioda hladnog rata, zapadne zemlje očekivale su da će glavna vazdušna opasnost dolaziti od zemalja Varšavskog ugovora, a njihovi naponi bili su usredsređeni na protivdejstvo. Međutim, od tada su političke i vojne promene u Evropi i mogućnosti novog načina globalnih konflikata postale vrlo široke i sa vrlo različitim pristupima PVO, posebno kada je tradicionalni pojam vazduhoplova, kao osnovnog cilja, proširen na opasnost od više moćnih i različitih ciljeva, uključujući avione, helikoptere, rakete i bespilotne letelice.

Avioni se, ipak, smatraju osnovnom opasnošću iz vazdušnog prostora. Oni su sposobni da izvedu niskoleteće napade velikom brzinom, mogu da nose »pametno« oružje i mogu se opremiti navigacionim i napadačkim sistemima koji omogućavaju napade iz različitih pravaca. Zajedno sa smanjenim radarskim i IC odrazom, ojačavanjem važnih komponenti i širokom upotrebom elektronskih protivmera, IC i laserskih ometanja, vazduhoplovi su postali manje osetljivi, a PVO daleko ranjivija.

Značaj helikoptera na bojištu uveliko je povećan u poslednjih 15 godina, tako da su postali važni ciljevi u vazdušnom prostoru. Do sada koriš-

ćeni za različite zadatke, helikopteri mogu da lete na ekstremno malim visinama, da koriste konfiguraciju terena kao prirodni zaklon i da dejstvuju u noćnim uslovima i uslovima ograničene vidljivosti. Mogu, takođe, da nose savremena oružja, zbog čega su apostrofirani kao osnovna opasnost za oklopno-mehanizovane snage.

Opasnost od bespilotnih letelica je, možda, najviše određena prisustvom različitih vrsta i sistema, koji obuhvataju:

- vođene («pametne») bombe sa laserskim, TV ili IC vođenjem;
- vođene letelice;
- daljinski upravljane letelice;
- rakete van zone PVO;
- krstareće rakete;
- taktičke balističke rakete sa vrlo velikom brzinom.

Sva ova oružja imaju vrlo male radarske ili IC odraze. Mnoge rakete lete supersoničnim brzinama (2 do 5 Maha), a njihova manevarska sposobnost se kontinuirano poboljšava.

Vođene i daljinski upravljane letelice mogu se koristiti za napad na zemaljske ciljeve — radarske stanice i tenkove. Opremljene radarima ili video kamerama ove letelice se sve više koriste za izviđačke zadatke. Današnje tehnologije omogućavaju da se podaci izviđanja prenesu i obrade u realnom vremenu, iako je vreme između upoređenja rezultata izviđanja i vazdušnog udara na određeni cilj skraćeno. Zbog toga se vođene i daljinski upravljane letelice smatraju osnovnom opasnošću na bojištu.

Odgovori na pitanje šta danas predstavlja osnovnu opasnost iz vazdušnog prostora znatno se razlikuju. To znači da mnoge zemlje danas razvijaju vrlo različite sisteme PVO prilagođene specifičnim (često »nacionalnim«), zadacima i popunjavanjem stvorenih međuprostora za vrlo karakteristične opasnosti iz vazdušnog prostora.

Povećani zahtevi

Kao posledica razvoja oružja i taktike, značajno su povećani zahtevi za efikasnom PVO na bojištu u poslednjih nekoliko godina, kao što su:

- povećanje pokretljivosti i žilavosti PVO sistema;
- prenosivost vazдушnim putem radi izvršavanja zadataka brzog reagovanja;
- PVO sistemi moraju biti zaštićeni od elektronskog ometanja;
- sposobnost detekcije posebno ciljeva sa malim radarskim odrazom i niskom IC emisijom;
- mogućnost istovremenog dejstva po više ciljeva;
- autonomnost delovanja;
- cena razvoja mora biti prihvatljiva kako bi omogućila primenu znatnog broja sistema koji će se razvijati;
- operativnost sa sistemima združenih snaga.

Istovremeno, za pojedine snage karakteristike bojišta su se promenile. Snage zapadne alijanse, u vreme blokovske podeljenosti, bile su određene za rat u centralnoj Evropi, sa zadatkom suprotstavljanja snažnim vazдушnim napadima ili napadima sa zemlje na njihovu teritoriju. Sada su one predodređene za vođenje zajedničke borbe združenim snagama ili u okviru zadataka UN u različitim delovima sveta, po različitim scenarijima i pod različitim uticajima, što se odražava i na PVO. Predmet zaštite od protivničkog dejstva iz vazdušnog prostora nisu samo jedinice na bojištu već i civilni ciljevi, kao što su radarska postrojenja, električne centrale, mostovi, luke, itd.

Ne postoji precizan odgovor na pitanje koja vrsta PVO sredstava i na koji način će se dalje razvijati: topovi ili rakete. Obe vrste oružja imaju svoju ulogu, prednosti i nedostatke. Uostalom jedinice naoružane sa oba

sistema oružja moraju biti u bliskoj koordinaciji na bojištu.

Prednosti PVO raketnih sistema nad topovima su:

- veći domet,
- manja ukupna masa koja omogućava veću prenosivost vazдушnim putem,
- veće pokrivanje manevrišućih ciljeva,
- veća efikasnost bojnih glava,
- veća verovatnoća uništenja jednim pogotkom,
- kraće vreme lansiranja do cilja,
- bolja prihvatljivost od onih koji ih smatraju »modernim« sistemima.

Protivavionski topovi pružaju sledeće prednosti:

- kraće vreme reagovanja,
- veća otpornost na ometanje,
- velika brzina gađanja,
- sposobnost delovanja po više ciljeva,
- niža cena municije i ukupna cena sistema,
- sposobnost samoodbrane od ciljeva na zemlji.

Protivavionski topovi su potrebni za dejstvo protiv niskoletućih vazдушnih ciljeva na distancama od 3 do 4 km, posebno kada konfiguracija terena omogućava njihovo vrlo kratko vreme izlaganja i kada vreme od detekcije cilja do protivmera (vreme reagovanja) treba da bude vrlo kratko. Savremenim topovskim sistemima potrebno je 3 do 5 s od detekcije cilja do prvog opaljenja, dok je raketnim sistemima potrebno 7 do 12 s.

Sistemi PA topova vrlo su raznovrsni. Još uvek su u mnogim zemljama u upotrebi topovi kalibra 20 ili 23 mm, uključujući i armije sa savremenim naoružanjem. Njihova efikasnost je još uvek vrlo dobra na određenom dometu. Topovi kalibra 30 mm su vrlo efikasni do 3 000 m. To znači da

topovi većeg kalibra imaju određene prednosti nad topovima manjeg kalibra u odnosu na domet i masu projektila, ali brzina gađanja, koja je bitan činilac verovatnoće pogađanja, opada sa povećanjem kalibra.

Najviše korišćen kalibar PA topova je 25 mm. Radi povećanja brzine gađanja mnogi savremeni sistemi imaju konfiguracije sa višecevnim topovima ili princip »getling« (Gatling) sa po 6 rotacionih cevi (kalibra 20 do 0 mm). Top kalibra 27 mm, razvijen za lovac TORNADO, jedini je koji koristi princip »mauser« (Mauser). Topovi kalibra 30 i 35 mm takođe su široko u upotrebi (kasnije su nazvani ERLIKON). Projektili tih kalibara omogućavaju primenu elektronike u blizinskim i tempirnim upaljačima bez velike redukcije mehanizama.

Kako se kalibri povećavaju, povećava se i masa topova, brzina gađanja opada, ali se efikasna masa ispaljena na cilj povećava sa svakim novim zrnom. Kalibar 40 mm je, manje ili više, »rezervisan« za sistem Bofors i njegove poznate PA topove 40L/60 i 40L/70. Novi topovi koje će u sledećoj deceniji uvesti u naoružanje francuska firme GIAT i britanska Royal Ordnance, imaju kalibar 45 mm. Ruski i neki švedski PA topovi su kalibra 57 mm, a najveći koji se koristi za PA sisteme jeste 76 mm.

Usavršavanja PA sredstava

Kako su današnji budžeti za odbranu ograničeni, može se očekivati da će se odobravati razvoj samo novih PA sistema ukoliko oni uverljivo opravdaju povećanje odnosa cena-efikasnost. Istovremeno, novi PA sistemi oružja moraju se skladno taktički i logistički, uklopiti u oružane strukture, što je često lakše postići modernizacijom postojećih nego razvojem novih sistema. Tada se mogu koristiti iste procedure obuke i simulatori kao i postojeća municija.

Prethodno uključivanje proizvođača oružja u istraživanje i razvoj drugi je presudan činilac, mada kompanije koje proizvode oružje često snose deo ili ukupne troškove novog razvoja. Cilj je da se poboljša prihvatljivost sistema oružja (npr. ponudom novih nišana, SUV ili novih vrsta municije), tako da uvođenje novog kalibra nije jednostavan zadatak.

Današnja i buduća usavršavanja mogu se podeliti na:

- poboljšanja upravljanja vatrom,
- nove vrste municije,
- nove sisteme topova.

Performanse pogađanja sistema PA topova mogu se znatno povećati korišćenjem novih SUV. Upotreba starih optičkih nišana omogućavala je malu verovatnoću pogađanja i zahtevala dugotrajno uvežbavanje. Novi elektrooptički nišani, kombinovani sa savremenim SUV, čine ulogu nišandžije mnogo lakšom. Savremeni SUV dovode do znatnog povećanja mogućnosti pogađanja i tako smanjuju potrošnju municije, što je presudan korak prema autonomnoj borbenoj sposobnosti PA topova.

Savremeni nišani sadrže:

- kameru za osmatranje,
- mogućnost termalnog odraza,
- laserski daljinomer,
- inercijalne senzore,
- senzore pritiska, temperature i bočnog vetra,
- računar za upravljanje vatrom,
- ekran (displej).

Ovakvi nišani, obično ugrađeni na top, mogu automatski da odrede azimut i elevaciju pomoću posebnih sistema, kao što su akvizicijski radari i (ili) pasivni IC sistemi praćenja, koji znatno smanjuju vreme reagovanja. Senzor na aktivnom radaru ima prednost u odnosu na senzor za rad u svim vremenskim uslovima, ali se on

može detektovati i ometati. Nasuprot tome termalni senzor je pasivan. ali ima kratak domet i neefikasan je u slučaju lošeg vremena. Akustični senzori mogu se, takođe, koristiti, posebno za detekciju helikoptera. Oni mogu detektovati buku koju generiše elisa rotora na daljini preko 15 km, zavisno od vrste helikoptera, sa tačnošću po azimutu od 2° do 10° .

Odgovarajuća brzina gađanja i ukupne performanse PA topova mogu se povećavati povezivanjem njihove izviđačke, komandno-upravljačke mreže. Takva mreža, sa nekoliko radara visokih performansi i pasivnim senzorima (3D radari su posebno pogodni za PA izviđanje) čine mogućim koordiniranu i efikasniju PVO sa različitim vrstama oružja — raketama ili topovima.

Standardna, već široko korišćena municija za dejstvo protiv aviona ili helikoptera je HE (High Explosive — razorna) ili HEI (High Explosive Incendiary — razorno-zapaljiva). Ona ima udarni upaljač čija je funkcija optimizirana u odnosu na tačku detonacije (poželjno unutar cilja), ugaonu osetljivost i mogućnost samolikvidacije. Prednost ove municije je niska cena, ali zbog relativno niske verovatnoće pogađanja, potrošnja municije je vrlo velika. Osim toga, HE zrna su manje efikasna protiv savremenih, oklopljenih ciljeva, kao što su borbeni helikopteri i bespilotne letelice. U određenom stepenu primenjuje se SAP-HEI (semi-armour piercing HEI — protivoklopna razorno-zapaljiva) municija, sa ojačanom čeličnom košuljicom i odgovarajućim protivoklopnim performansama.

Pošto je municija osnovni činilac efikasnosti i pošto varira u konstrukcijama, ceni i brzini leta, trend je da se razvijaju različite vrste municije, optimizirane za specijalne zadatke. To može biti jeftiniji put za poboljšanje PA topova, jer se oni koji se nalaze u upotrebi mogu i dalje efikasno koristiti.

TP-T

HE-I

HEI-T

SAPHEI-T

FAPDS

APDS

APFSDS-T

AHEAD

Sl. 1 — Različite vrste PA municije 35 mm

Usavršavanje municije

APDS

APDS (Armour Piercing Discharging Sabot — potkalibarna municija) koristi se protiv oklopnih ili utvrđenih ciljeva u vazдушnom prostoru i na zemlji. To je municija koja deluje kinetičkom energijom i potkalibarnim penetratorom izrađenim od volframa

ili osiromašenog urana. Njena početna brzina je za 20 do 35 % veća u odnosu na konvencionalna zrna, što je uslovljeno manjom masom zrna, gorivom veće energije i manjim koeficijentom čeonog otpora. Zbog nižeg koeficijenta čeonog otpora ima veću tačnost nego HEI municija. Kao posledica toga, APDS ima veću verovatnoću pogađanja i veći efikasan domet.

Ova vrsta municije koristi se u mornaričkim zatvorenim sistemima oružja, a namenjena je za uništenje protivbrodskih raketa koje se ostvaruje eksplozijom 50 do 180 zrna, ispaljenih iz višecevni »getling« ili dvocevni ili četvorocevni topova. Za zemaljsku primenu eksplozija tako velikog broja zrna nije potrebna, izuzev ako je zadatak da se zaštite visokovredni ciljevi od dejstva raketa van zone PVO.

FAPDS

FAPDS (Frangible APDS — potkalibarno zrno sa tankom košuljicom), koje razvijaju neke kompanije, slično je APDS municiji po početnoj brzini i balističkim karakteristikama. U Nemačkoj i Holandiji ova municija se proizvodi prvenstveno za protivavionski sistem GEPARD. Posebne su karakteristike oblika i kompozicija materijala penetratora koji se danas koriste (izrađeni od legure volframa koja ima izraženu krtost). FAPDS ima približno istu sposobnost penetracije oklopnih ciljeva kao i APDS, ali se penetrator dezintegriše u brojne fragmente pri malim uglovima udara i sudaru sa tankim pločama oklopa. Pri tome, unutrašnje komponente cilja se višestruko razaraju i uništavaju fragmentima i izraženim zapaljivim efektom.

APFSDS

Ako se zahteva visoka sposobnost penetracije oklopa, najbolja je APFSDS municija (Armour Piercing

Fin Stabilized Discharging Sabot — potkalibarno zrno stabilisano krilcima), prvenstveno razvijena za protiv-oklopnu namenu. Ova vrsta municije ima šipku od volframa ili strelu. Zbog velike energije i niske površine udara strele, ona probija oklope najvećih debljina.

Municija 3P

Za sve do sada razmatrane vrste municije zahteva se direktan pogodak u cilj. Međutim, moguće je ostvariti efikasan učinak ukoliko se obezbedi da košuljica detonira blizu cilja i da fragmenti imaju dovoljnu snagu udara. To se može postići primenom municije sa nekontaktnim blizinskim upaljačem.

Poslednji iz serije blizinskih upaljača za municiju 40 mm potiče iz Boforsa, koja se uvodi u švedsku armiju pod nazivom municija 3 P (Programmable Prefragmented Proximity

— fuzed Round — programibilno prefragmentirano zrno sa blizinskim upaljačem). Ekstremno otporna na elektronska ometanja, zrna 3P, kalibra 40 mm, imaju masu 975 g, 120 g eksploziva tipa oktol i 1100 kuglica od volframa prečnika 3 mm. Njihova početna brzina iznosi 1012 m/s (ili 1100 m/s za 3P-HV verziju velike brzine, koja se može koristiti u većini sadašnjih modela topova sa ojačanom cevi). Svako zrno pojedinačno je programirano pomoću programera elektronskog upaljača, povezanog za računar SUV-a i senzor dometa na topu. Upaljač je programiran na osnovu podataka o vremenu leta.

Posle 15 s leta zrno se aktivira. Maksimalna distanca od cilja na kojoj se zrno aktivira zavisi od veličine cilja — oko 10 m za avione, 5 m za rakete i 3 m za pomorske rakete. Spособnost penetracije zrna direktnim pogotkom je 15 do 20 mm RHA oklopa (Rolled Homogenous Armour — valjani homogeni oklop).

Sl. 2 — Dejstvo municije 3P na helikopter i efekat probijanja rakete OERLIKON-CONTRAVES

Upaljač može da se podesi na sledeće funkcije:

— upravljačku blizinsku sa udarnim prioritetom — primenjuje se protiv velikih transportnih aviona i helikoptera zadržavanjem blizinske eksplozije za nekoliko sekundi;

— kontinuiranu blizinsku — za topove bez sistema za upravljanje vatrom ili sredstava za programiranje;

— vremensku — za osetljive otkrivene ciljeve, helikoptere ili male brodove (plovila). Nišanjem oko 5 m iznad cilja može se ostvariti zona

uništenja od 140 m², u poređenju sa 25 m² za razorno zrno sa verovatnoćom uništenja 90% na 1500 m;

— udara — protiv vozila i malih plovila sa eksplozijom unutar cilja (osetljivost funkcije udara odgovara debljini spoljne oplata cilja);

— protivoklopnog udara — protiv lakooklopnih letelica i snaga u objektima.

Municija 3P može se nazvati i municijom za sve ciljeve. Ugrađene elektronske komponente znače da nije jeftina, ali je vrlo efikasna u odnosu na cenu. Cena po zrnu je za oko 4 puta veća nego za razorno-zapaljivo zrno.

AHEAD

Municija AHEAD (Advanced Hit Efficiency and Destruction — municija poboljšane efikasnosti pogađanja i uništenja), razvijena u firmi Oerlikon-Contraves u Švajcarskoj za PVO sistem kalibra 35 mm, asocira na »letalni pljusak« 152 subprojektila oslobođenih ka cilju koji se približava.

Da bi municija funkcionisala optimalno, potrebno je da poseduje savremen, visoko precizan SUV koji prati cilj i određuje vreme leta zrna do optimalne distance. Podaci se tada šalju do računara koji proračunava vreme postavljanja na upaljaču, zasnovano na početnoj brzini oružja, mereno za svako zrno pomoću merača početne brzine sa dve zavojnice na ustima cevi. Vreme dejstva upaljača tada se programira pomoću elektronske indukcije. To uravnotežuje preciznost programiranja sa minimalnim promenama početne brzine i smanjenjem distance do cilja. Nominalna početna brzina za novi OERLIKON-CONTRAVES 35/1000 revolver top iznosi 1050 m/s, sa tačnošću od 15 do 20 m/s.

Rastojanje od tačke detonacije do cilja, uglavnom, zavisi od udaljenosti cilja i može biti: 20 m na 1 km, 30 m na 2 km i 40 m na 3 km. Te distance

se optimiziraju nakon uravnoteženja sa greškama ometanja i željenim brojem fragmenata na cilju. Detonacija zrna AHEAD stvara fragmente košuljice od volframa koji oslobađaju 152 subprojektila čija je masa po 3,3 g. Subprojektili dobijaju potrebnu rotaciju i brzinu, stvarajući letalni konus prilazećem cilju od oko 10°. Municija AHEAD posebno je projektovana za male, vrlo niske i brzoleteće ciljeve, kao što su bespilotne letelice i rakete, i može se koristiti na svim topovima kalibra 35 mm. Opremljena programabilnim vremenskim upaljačem, municija je neosetljiva na poremećaje u toku leta na malim visinama i ne zavisi od njihove interakcije sa ciljem. Daljina samouništenja je oko 5 km. Pošto subprojektili imaju sposobnost penetracije oko 15 mm na daljini od 4 km (stacionarni cilj), mogu se koristiti protiv lakooklopljenih zemaljskih ciljeva. Ako se zrna ometaju nekoliko metara iznad zemaljskih ciljeva i programiraju za iste prostore i simultane detonacije, letalni sloj se može raspršiti preko osetljivih i maskiranih ciljeva.

Municija sa korekcijom kursa

Mada mnoge kompanije pokušavaju da razviju novu i tačniju PA municiju, uvođenjem korekcije kursa, za sada nijedan takav projektil nije razvijen i proizveden. Ova vrsta municije namenjena je za kompenzaciju grešaka ometanja i neočekivanih manevara brzoletećih ciljeva korekcijom trajektorije projektila tokom leta. Cilj se, ako je moguće, prati pomoću vrlo osetljivog senzora, računar SUV-a proračunava devijaciju cilja od unapred određene tačke udara, i obavlja se korekcija kursa. Promena kursa moguća je samo za nekoliko stepeni.

Zbog velike cene razvoja sistema korekcije moguće su samo jedna do dve korekcije kursa. Relativno veliki

prostora potreban za smeštaj elektronike, ubrzivača ili impulsnog punjenja mogući su samo u većim kalibrima (76 mm i više). Greške pri udaru znatno će se smanjiti, rezultirajući većom verovatnoćom pogađanja, većim efikasnim dometom i potrebom za manjim zrnima. Međutim, nedoumica je kakav je stvarni odnos cena-efikasnost, pošto će razvoj i proizvodnja ove municije koštati mnogo više od ostalih vrsta municije.

Vođena municija

Vođena municija sa IC ili radar-skim sistemima vođenja svrstava se u topovsku municiju sa ili bez pogona tokom leta. Kao i kod municije sa korekcijom kursa, ovakva municija može se primeniti samo kod velikih kalibara zbog zahteva koje nameće sistem vođenja. Poslednjih deset godina ispitivano je nekoliko eksperimentalnih vrsta municije, kao npr. EP-HAG (Endphasegelenktes Hubschrauberabwergeschosses — protivhelikopterska municija upravljana na završnom delu putanje), koja je, u stvari, vođeno protivhelikoptersko zrno za top 120 mm sa glatkom cevi na osnovnom borbenom tenku LEOPARD 2. Razvile su je, 1980. godine, firme Rheinmetall i BGT u Nemačkoj. EPHAG ima pasivno IC vođenje i aerodinamička krstasta krilca za korekciju putanje. Cilj se uništava kinetičkom energijom zrna i malim eksplozivnim punjenjem smeštenim u osnovi zrna. Stečena iskustva sa municijom EPHAG i drugom eksperimentalnom vođenom

protivhelikopterskom municijom (TA-PIR), koriste se u studiji nazvanoj TRG, (Technologie Rasanter Geschosse — tehnologija zrna velike početne brzine). Ta zrna imaju početnu brzinu oko 2000 m/s. U posebno projektovanim sistemima za kontrolu ekspanzije gasova, koji prolaze kroz upravljačke mlaznice, impulsno definisanje snage i pravca može se izvoditi bez potrebe za mehaničkim elementima.

Nove vrste municije imaju za cilj poboljšanje PVO topovima, i ne zahtevaju razvoj i uvođenje novih sredstava. Potrebne su samo male modifikacije topova ili SUV-a. Mana postojećih topova je u njihovoj velikoj masi, u nekim slučajevima maloj brzini gađanja. Pošto velika brzina gađanja i velika početna brzina, kao i manje rasturanje, poboljšavaju verovatnoću pogađanja, opšti trend je u vučnim lakim vazdušnoprenosivim PA sistemima.

Usavršavanje PA topova

CTA 45

Prvenstveno projektovan za korišćenje u sledećoj generaciji lako i srednjeoklopljenih vozila, firme GIAT i Royal Ordnance razvile su novi top CTA, kalibra 45 mm, sa teleskopskom municijom (cased telescopic ammunition). Te dve kompanije sarađuju u okviru međunarodnog sporazuma o razvoju. Prva konkretna primena novog topa biće na VAD (Vehicle Appi Directive) verziji francusko-nemačke familije VBM/GTK 8×8 oklopnih vozila, na-

Sl. 3 — Oblik CTA municije za PA topove

menjenih za dejstvo po lakooklopljenim borbenim vozilima, nezaštićenim objektima, i ako je potrebno, helikopterima. Biće raspoloživo nekoliko vrsta municije za uvođenje u upotrebu oko 2002. godine: FAPDS i APFSDS, HEI sa elektronskim tempirnim upaljačem i za osetljive ciljeve i helikoptere — programabilna municija slična AHEAD. Osnovni nedostatak tog razvoja jeste kalibar topa 45 mm koji još nije međunarodno verifikovan i standardizovan.

OERLIKON-CONTRAVES 35/1000

Zadržavanjem kalibra 35 mm i mogućnosti korišćenja postojećih vrsta municije, firma Oerlikon — Contraves razvila je gasno pokretni top 35/1000, mase samo 450 kg. Velika brzina gađanja (preko 1000 metaka/min) i velika početna brzina od 1050 m/s (za AHEAD) i 1440 m/s (za APDS) omogućavaju široku primenu topa, posebno u PVO.

Sl. 4 — Top CONTRAVES 35/1000 i slika pogodaka na cilju

Automatski top MAUZER RuMaKa

Trzanje kao osnovna karakteristika topovskih sredstava znači da je sistem top — lafet (postolje) relativno težak, tako da su potrebna vozila mase preko 10 t, da bi se obezbedila stabilna platforma za topove kalibara ve-

ćih od 30 mm. Idealno rešenje je bestrajni top, kome je dodata poboljšana elektronska i optoelektronska oprema.

MAUZER, kao i novi deo Rheinmetall grupe, trenutno ispituje bestrajni top 30 mm, pod nazivom RuMaKa (Ruckstossfreie Maschinenkanone). Rezultati ispitivanja su, uglavnom, ohrabrujući. Top se može razviti za opremanje nemačke verzije helikoptera TIGAR, vozila 4×4 ili guseničnog vozila kao što je WIESEL, sa mnogo snažnijim topovskim sistemom od prethodnih. Bestrajni PA top radi na sličan način, kao i dobro poznati bestrajni top za pešadiju, dozvoljavajući kompaktan projekat male mase. Sa Lavalovim mlaznikom, brzina gasova, koji ističu unazad, rapidno se smanjuje, tako da je opasna zona iza oružja samo 1 do 2 m.

Revolver-top sa odvođenjem gasova imaće brzinu gađanja oko 700 metaka/min, i masu od samo 50 kg. Kupola za lako PA vozilo imaće borbe-

nu masu oko 480 kg, koju čini 100 kg za dva topa, 100 kg za rakete i lanser, 100 kg za municiju (oko 300 zrna), 110 kg za sklop kupole, a ostatak je pomoćna oprema. Teleskopska municija imaće induktivno paljenje, visokoenergetsko gorivo i sagorljivi omotač. Početna brzina biće preko 1000 m/s.

Različiti zahtevi i vojna tradicija, kao i različite industrijske mogućnosti pružaju široke mogućnosti PA sistema za upotrebu u KoV i mornari-ci. Može se reći da se svi mornarički PA sistemi mogu razvijati i kao zema-ljski. Međutim, zatvoreni mornarički vatreni sistemi su visokosofisticirani i namenjeni za zaštitu brodova od vr-lo brzih raketa.

Mogućnosti međusobne operativ-nosti i standardizacije kalibara, vrsta municije ili čak čitavih sistema, pla-nirane su zbog povećanog značaja do-deljene uloge. Zadržavanje široko ko-rišćenih kalibara čini lakšim i jeftini-jim postepeno uvođenje novih topova i novih vrsta municije, pošto postoje-ća municija ili topovi mogu i dalje da se koriste.

Mobilnost (pokretljivost)

Mobilnost je opšti činilac zaštite, posebno za PA sisteme, pošto ta vrsta oružja predstavlja unosan cilj na bojiš-tu. Zbog toga se sve više izrađuju mo-bilni PA sistemi montažom na gusenič-na vozila ili vozila točkaše, ili sa pobolj-šanim sposobnostima transporta vaz-dušnim putem. Na primer, američki avion C-130 HERCULES može poneti 20 PA sistema.

Danas PA topovi imaju efikasan domet preko 4000 m. Zbog toga je ko-risno da na bojištu postoji kombina-cija jednog mobilnog i stacionarnog sistema — PA raketa (sa većim dome-tom) i topova koji brzo reaguju (sa prednostima u niskoj ceni municije i mogućnostima primene i protiv cilje-va na zemlji). Na tržištu oružja već se nalazi nekoliko novih modela koji predstavljaju hibridne sisteme. U ve-ćini slučajeva PA topovi i rakete kori-ste iste sisteme SUV-a optoelektroni-ke.

AVANGER

Sistem AVANGER predstavlja dnevno-noćni raketni sistem za poza-dinsku PVO. To je najmanji hibrid-ni sistem, a montiran je na vozilo HO-MMER. Pored mitraljeza 12,7 mm ima 8 raketa STINGER i 2 lansera.

ZSU 23-4 23 mm

Ruski ZSU 23-4 je PA tenk sa če-tiri topa kalibra 23 mm koji je naj-češće korišćeni oklopni PA sistem uo-pšte.

SIDAM 25 mm

Kasnih osamdesetih godina firma OTO Breda uvela je u italijansku ar-miju PA top SIDAM 25 mm sa OER-LIKON 25 mm KBA principom. Ku-pola je izrađena od legure aluminiju-ma za jednog člana posade (borbena masa 3200 kg) i montirana na usavr-šenu šasiju američkog transportera M113, a može se ugraditi i na ostale vrste oklopnih vozila točkaša ili gu-seničara. Komandir se nalazi u kupo-li, a nišandžija je smešten u zadnjem delu vozila. Četiri topa imaju ukupnu brzinu gađanja od 2400 metaka/min, a u četiri kontejnera smešteno je 640 zrna. Početna brzina iznosi 1100 do 1335 m/s. SUV koristi TV sistem pra-ćenja cilja i laserski daljinomer. Stu-dije su pokazale izvodljivost oprema-nja SIDAM 25 mm sa dve grupe sa po 3 rakete MISTRAL.

BLAZER 25 mm

Sistem BLAZER koji je razvila firma Lockheed Martin, podrazumeva više koncept nego posebnu PA kupolu za vozilo točkaš mase 12 do 15 tona. Standardna oprema kupole, čija je borbena masa 2700 kg. ieste elektri-čno pokretni top 25 mm GAU — 120 GE-

TLING sa 360 zrna. Vrsta raketa i SUV zavisi od postavljenih zahteva. Instalacija može imati 2×4 rakete STINGER i integrisan FLIR-TV sistem, koji se koristi u lakom oklopnom vozilu LAV-AD (Light Armoured Vehicle — Air Defence), a moguće su razne kombinacije raketa STINGER ili MISTRAL, FLIR-TV sistem, laserski daljinomer i Doplerov radar, koji su u upotrebi kod poznatog PA sistema CROTALE NG AA.

stavlja najefikasniji PA sistem na gusenicama. Vozilo mase 34 t, sa posadom od četiri člana, bio je prvi hibridni sistem sa radarom ili optički kontrolisanim topovima ili raketama. Ima dva spolja montirana dvocevna topa kalibra 30 mm (ukupna brzina gađanja 4000 do 5000 metaka/min) i 8 SA-19 GRISON (ruska oznaka 9M311) raketa zemlja-vazduh, instaliranih bočno i ispod topa. Rakete su dometa oko 6 km.

Sl. 5 — Hibridna PA kupola sa topom GETLING i raketama na sistemu BLAZER 25 mm

WILDCAT 30 mm

Nemačka firma Krauss Maffei razvila je kupolu WILDCAT sa dva topa MAUZER, kalibra 30 mm, za srednje oklopno gusenično vozilo ili vozilo točkaš. Poslednja verzija ima IC vođene rakete, kao što su STINGER ili MISTRAL.

TUNGUSKA 2S6M 30 mm

Ruski sistem 2S6 TUNGUSKA nalazi se u upotrebi od 1986. godine. U najmodernijoj verziji 2S6M ona pred-

GEPARD 35 mm

Još sedamdesetih godina glavni mobilni oklopni PA sistem NATO bio je GEPARD na koji su montirana dva topa kalibra 35 mm OERLIKON KDA na šasiji tenka LEOPARD-1. On će se zadržati, verovatno, još oko 15 godina u upotrebi u armijama Nemačke, Holandije i Belgije. Nemačko-holandski sistem biće snabdeven poboljšanim digitalnim SUV-om i novom FA-PDS municijom (pored HEI i APDS) dometa 4,5 km.

MARKSAM 35 mm

Dva topa 35 mm montirana u kupoli MARKSAM (za dva člana posade) proizvedena su u kompaniji Marconi Radar & Control System, a predviđeni su za montažu na tenkove ili vozila točkaše bez drugih modifikacija. Finska armija nabavila je određeni broj kupola MARKSAM koje su ugrađene na tenkove T-55. Svaki top ima 230 PA i 20 protivoklopnih zrna. U automatskom modu sa akvizicijskim radarom, sistem MARKSAM ima vreme reakcije ispod 5 sekundi.

eGLaS 35 mm

Odsek poznate južnoafričke kompanije Denela, LIW, razvio je vučni PA sistem nazvan eGLaS 35, montiran na platformu prikolice. Najnoviji je jednocevnii GA top 35 mm sa brzinom gađanja 500 do 600 metaka/min i početnom brzinom od 1175 m/s.

SKYSHIELD 35 mm (AHEAD PA sistem)

U svetu ima preko 1000 dvocevni topova OERLIKON 35 mm GDF 001/002/003 i 005, sa 500 SUV SKY-GUARD (i 100 lansera raketa SPARROW), koji će se zameniti novim sistemom. Razvijena su dva nova revolver topa 35 mm/1000 sa 228 AHEAD (ili drugih zrna) na dve nove računarnom upravljane platforme, sa SUV na multisenzorskoj jedinici za automatsko praćenje i komandnim mostom za dvočlanu posadu. Sa masom manjom od 3 t (u poređenju sa gotovo 8 t GDF005) top se može lako transportovati vozilom, avionom ili helikopterom. Novi ADATS raketni lanser obezbeđuje sistem većeg dometa. Oerlikon-Contraves ispitivao je mogućnost stvaranja mobilnog automat-

skog PA sistema montiranjem topa 35/1000 sa integrisanim senzorom praćenja i radarom na vozilo 6×6.

TRIAD 40 mm

Boforsov TRIAD (ranije poznat kao CHAMELEON LVKV90) predstavlja PA verziju borbenog vozila pešadije CV90, koji je razvijen za švedsku armiju. Namenjen je za zaštitu bataljona CV90 i LEOPARD-2 od osnovne vazdušne opasnosti koja dolazi od helikoptera. Kupola za komandira i nišandžiju opremljena je dobro poznatim topom L/70 40 mm sa 24 metka u magacinu na oružju i 48 metaka u rotirajućem magacinu na podu kupole, THOMPSON-CSF radarom dometa 14 km, FLIR-TV sistemom i laserskim daljinomerom. Sa 3P i APDSFS municijom, TRIAD se može koristiti za dejstvo protiv ciljeva u vazдушnom prostoru i protiv oklopnih vozila.

TRIDON 40 mm

Švedski sistem TRIDON 40 mm ima poboljšani top kalibra 40 mm EL/70 i integrisani SUV, montiran na 6×6 VME A25C šasiju. Borbena masa mu je 23 tone, a posadu čini 5 članova (vozač i obeleživač objekta dejstva u kabini vozila, komandir, crtač i nišandžija u kupoli). TRIDON je opremljen različitim konfiguracijama SUV koji variraju od verzije niske cene (vremena reakcija oko 9 s) do visokosofisticiranih TRIDON 3 (sa 4 s ukupnog vremena reakcije — 1 s za označavanje, 0,5 s za detekciju, 1 s za automatsko praćenje i 1,5 s za predviđanje puta).

OTOMATIC 76 mm

OTOMATIC PA top 76 mm (na šasiji tenka LEOPARD-1), koji je razvila i testirala italijanska kompanija

Tehnički podaci PA topova i municije

Oznaka topa Proizvođač Municija	KBA Oerlikon- Contraves 25 x 137 mm	BK27 Mauzer 27 x 145 mm	MK30 Mauzer 30 x 173 mm	KDA Oerlikon- Contraves 35 x 228 mm	35/1000 Revolver top Oerlikon- Contraves 35 x 228 mm	40 mm L/70 Bofors 40 x 225 mm	45 CTA Giat + RO 45 x 305 mm
Masa (kg)	112	100	152	430 ili 640	450	640	330
Brzina gađanja (metaka/min)	600	1700	800	550	1000	300	400
Početna brzina (m/s):							
HEI	V ₀ 1100 V ₃₀₀₀ 245	V ₀ 1025 V ₃₀₀₀ 287	V ₀ 1050 V ₃₀₀₀ 312	V ₀ 1175	V ₃₀₀₀ 373	V ₀ — V ₄₀₀₀ —	V ₀ 1175 V ₃₀₀₀ 570
AHEAD	— —	— —	— —	1050	398	— —	— —
3P	— —	— —	— —	—	—	1012 —	— —
APDS	1335 915	— —	1440 923	1390	854	— —	— —
FAPDS	1310 750	— —	— —	1440	926	— —	1560 1244
APDSFS	1405 1033	1100 746	— —	1430	970	1470 —	1640 1310
Masa metka (g):							
HEI	508	516	694	1572	1572	—	2600
AHEAD	—	—	—	1770	1770	—	—
3P	—	—	—	—	—	2500	—
APDS	486	—	—	1420	1420	—	—
FAPDS	480	—	—	1440	1440	—	2200
APDSFS	437	480	—	1445	1445	2300	2400
Masa projektila (g):							
HEI	180	260	369	550	550	—	1200
AHEAD	—	—	—	750	750	—	—
3P	—	—	—	—	—	975	—
APDS	150	—	150	380	380	—	—
FAPDS	150	—	—	375	375	—	500
APDSFS	150	225	—	380	380	500	—

OTO Breda, predstavlja mobilni PA sistem sa najvećim efektivnim dometom od svih postojećih (6000 do 10000 m). Ima posadu od tri člana, a osnovno naoružanje čini top 76 mm L/62, izveden od mornaričkog topa SUPER RAPID 76 mm. Top ima brzinu gađanja od 120 metaka/minuti, sa početnom brzinom od 910 m/s ili 1100 m/s sa novom protivraketnom municijom AMARTOF (anti-missile ammunition with reduced time of flight — protivraketna municija sa smanjenim vremenom leta) koja ima višestruki traser za smanjenje osnovnog čeonog otpora. Otomatik može da nosi 90 metaka, a SUV za primenu u svim vremenskim uslovima ima radar za otkrivanje i praćenje, LLLTV kameru i laserski daljinomer.

Zaključak

Većina sadašnjih PA topova i municije ostaće u upotrebi i sledećih 10 do 20 godina, možda čak i duže. Neki će poboljšati SUV i performanse municije kreirane za specijalne ciljeve. U istraživanju se zadržavaju čelične cevi topova i municija sa barutnim punjenjem, dok veliki posao predstoji u poboljšanju konstrukcije topova. Početna brzina mora se i dalje povećavati, jer od nje zavise verovatnoća pogađanja i efikasan domet.

Međutim, velika poboljšanja mogu se dobiti primenom novih tehnologija, kao što su laserski, elektrotermalni i elektromagnetni topovi.

Laserski top, sa efikasnim dometom oko 5 km i sposobnošću da »zaslepi« cilj oštećenjem senzora i elektronike, biće idealna dopuna za konvencionalne topove. Međutim, ovde će mnogi problemi ostati nerešeni, posebno snabdevanje energijom i upravljanje zracima, mada se zbog oštećenja koje energija lasera stvara na cilju laserski zrak mora fokusirati na jed-

nu tačku nekoliko sekundi. Tehnički problemi sa laserskim topovima neće, verovatno, biti rešeni do 2010. godine, a konačni razvoj PA laserskih sistema ostvariće se tek nakon tog perioda.

Elektrotermalni top koristi konvencionalnu cev, ali ima električnu komoru za sagorevanje, koja generiše visokotemperaturnu plazmu početne brzine oko 2500 m/s. PET (Powder electro thermal — barutni elektrotermalni) top je kombinacija barutnog topa i elektrotermalne propulzije.

Šinski elektromagnetni topovi sa efikasnošću 30 do 40%, mogu generisati početnu brzinu 2500 do 4000 m/s za zrna mase oko 300 g, u odnosu na topove na bazi indukcije — koji imaju teoretsku efikasnost 50 do 70% i mogu generisati početnu brzinu preko 3500 m/s. Vrlo velike početne brzine rezultiraju mnogo većim efikasnim dometom i verovatnoćom pogađanja. Moguće je, čak, pogoditi ciljeve na daljinama preko 8 km. Oba elektromagnetna topa imaju vrlo velike energetske zahteve, ali novi razvoji u pogledu akumulatora i izvora ukazuju na to da je moguće instalirati elektromagnetni top i na vozila.

Elektrotermalni i elektromagnetni topovi nalaze se u fazi ispitivanja u mnogim zemljama, a rezultati su više nego ohrabrujući. Međutim, proći će nekoliko decenija pre nego što se takvi topovski sistemi uvedu u operativnu upotrebu. Najpre, to bi mogao da bude elektrotermalni top oko 2015. godine, zatim šinski, a tek nakon toga elektromagnetni top na bazi indukcije. Međutim, da li će oni uvek biti aktuelni za vojsku ne zavisi samo od tehnologija — finansijski i politički činioци su, očigledno, značajniji.

NATO trenutno radi na analizi zahteva i tehničkih rešenja za PVO budućnosti. Dva industrijska konzorcijuma sa kompanijama iz osam zemalja NATO proučavaju tehnička rešenja

sistema vrlo kratkog i kratkog dometa za period upotrebe posle 2015. godine. Rezultati studije biće poznati 1998. godine, kada će se saznati koja uloga će

biti dodeljena sistemima topova (većina uključenih kompanija su sa raketnim programima) i da li će električni topovi biti pogodni.

L i t e r a t u r a:

- [1] Armada International, 1994, 1995, 1996.
- [2] Wehrtechnik, 1994, 1995, 1996.
- [3] Soldat und technik, 1994, 1995, 1996.
- [4] International Defence Review, 1994, 1995, 1996.
- [5] Military Parade, 1—6/1995, 1—6/1996.
- [6] Defendory '94, '96, izložba naoružanja i vojne opreme, Atina, Grčka, (prospektni materijali).
- [7] Hemus '96, izložba naoružanja i vojne opreme, Plovdiv, Bugarska, (prospektni materijali).
- [8] Tehnika i vooruženie, 1995, 1996.
- [9] Air & Cosmos, aviation international, 1996.
- [10] Trupendienst, 1996.