Mr Miroslav Savanović,
potpukovnik, dipl. inž.
VP 9808 Beograd

TRENDOVI RAZVOJA RAKETA VAZDUH-VAZDUH U SVETU

Uvod

Rakete vazduh-vazduh nalaze se u izuzetno dinamičnoj fazi razvoja koju pokreću gotovo svakodnevne novine u tehnologiji materijala, pogonskih goriva, vođenju i upravljanju, elektronici i informatici, kao i taktici izvođenja vazdušne borbe. Činjenica da su nedovoljno poznati svi detalji o stepenu razvoja ovih vrlo osetljivih i dobro čuvanih borbenih sistema potencijalnih protivnika od planera i istraživača zahteva intenzivno usavršavanje.

Karakteristike razvoja raketa vazduh-vazduh u Rusiji

Ranih devedesetih godina vazduhoplovstva na Zapadu su, na osnovu šturih obaveštajnih podataka, poricala tehnološka dostignuća Rusije u proizvodnji raketa vazduh-vazduh. U vreme pada Berlinskog zida, detalji o karakteristikama raketa R-73E (po zapadnoj klasifikaciji AA-11 ARCHER) konstruktora Vimpela, postali su poznati. Slično se desilo i sa raketom R-77 (AA-12 ADDER) koja pripada klasi raketa vazduh-vazduh srednjeg dometa — RVVSD (MRAAM — medium-range air-to-air missile). Razvijena nekoliko godina ranije, proizvodnja ove rakete započeta je u vreme prodaje aviona

MiG-29 malezijskom kraljevskom ratnom vazduhoplovstvu.

Nedavno izvedena gađanja malezijskih aviona MiG-29 i australijskih aviona HORNET pružaju poučan dokaz. Prema dostupnim podacima MiG-29 je simulirao lansiranje rakete R-77 u prednju polusferu, dok je F/A-18 simulirao raketu AIM-7 SPAROW sa poluaktivnim radarom za navođenje (semi-active radar homing — SARH). Na avionima MiG signal za lansiranje sa aktivnog radara za navođenje (active-radar homing — ARH) raketa kao što je R-77 ili AMRAAM, pojavljuje se na daljini 55 do 60 km, dok avion HORNET, sa poluaktivnim radarom za navođenje, lansiranje vrši sa 45 do 50 km. F-pol koji se definiše kao rastojanje između pilota i cilja u tački susreta sa raketom — za MiG-29 sa raketom R-77 bio je 13 do 15 km veći nego za avion F/A-18 sa raketom AIM-7.

Olako se zaboravlja da je ruska industrija kroz svoju istoriju bila dosta konzervativna u postavljanju zahteva u pogledu performansi raketa. Ocene koje su dali malezijsko i australijsko ratno vazduhoplovstvo potvrđuju Vimpelove podatke da raketa R-77 ima daljinu lansiranja od 100 km, što je znatno više od maksimalnih 75 km koliko se obično pripisuje raketi AMRAAM. To je teoretski maksimalni do-

met koji prikazuje mogućnosti raket protiv manevrišućih ciljeva. Razlika ne bi trebalo da iznenađuje ako se zna da je R-77 veća raketa, sa masom od 175 kg pri lansiranju u odnosu na AMRAAM čija je masa 158 kg. Obe rakete su iste dužine, ali R-77 ima veći prečnik i zbog toga veću antenu za aktivnu radarsku glavu za samovođenje tipa AGAT 9B-1348E. Glava za samovođenje ima granicu zone uništenja cilja na 16 km, a link za prenos podataka ima domet 50 km. Bojna glava ove rakete ima masu od 22 kg, kao i bojna glava rakete AMRAAM.

Iako je R-77 na tržištu nuđena uz avione MiG-29 i Su-37/30/37, ova raketa je projektovana kao osnovno oruđe za više savremenih letelica. Sovjetski Savez imao je praksu da razvija novu familiju raketa vazduh-vazduh za svaku novu generaciju lovaca. Poslednji primeri su Vimpelove rakete R-27

puta veći od prečnika rakete), a repne upravljačke površine u obliku rešetke dizajnirane su tako da se lako pregibaju. Sa savijenim repnim površinama raketa je kompaktna i može se lansirati sa prilagodljive platforme ili iz spremišta unutar aviona.

Rešetkasti stabilizatori, koji su već viđeni na drugim ruskim raketama kao što su mobilna balistička raketa SS-20 (SABER) i taktička raketa SS-21 (SPIDER), imaju brojne prednosti. Oni obebeđuju veliku upravljačku silu, uz mali ugao otklona, a aerodinamički su balansirani oko vodeće osovine koja utiče na upravljanje uz minimalnu snagu aktuatora. Za razliku od ove vrste stabilizatora, konvencionalni stabilizatori se preklapaju napred uz pomoć robustnih šarnirnih veza kako bi položili uz telo rakete suprotno od smeru leta. Nisu im potrebni ni aktuatori za razvijanje, jer kako se raketa pri poletanju nađe u vazdušnoj struji, ae-

Sl. 1 — Ruske rakete vazduh-vazduh R-27, R-77, R-73 (leva)

i R-73 koje su razvijene za avione MiG-29 i Su-27.

Raketa R-77 projektovana je za nošenje unutar aviona; njena krila su kratka (raspon od 40 cm je samo dva

rodinamičke sile guraju stabilizatore unazad u njihov letni položaj, a jednostavna brava osigurava stabilizator u letu. Rešetkasti stabilizatori verovatno nisu izabrani zbog stvaranja nekog

velikog čeonog otpora već zbog toga što efikasnost njihove strukture omogućava da budu ekstremno tanki.

Prva verzija aviona MiG-29 koji je mogao da nosi raketu R-77 bio je MiG-29S koji je razvijen ranih osamdesetih godina, nakon što je originalna konstrukcija radara pretrpela izmene na osnovu podataka prikupljenih industrijskom špijunažom u SAD. Avioni isporučeni Maleziji su verzija MiG-29D. Danas se nudi verzija MiG-29SE koja je slična, ali obuhvata i aktivni sistem za ometanje, dok verzija MiG-29SM ima poboljšane karakteristike za borbu protiv ciljeva na zemlji. Sve varijante mogu da nose do 6 raketa R-77 i gađaju dva cilja istovremeno. Raketa R-77 se nalazi i u naoružanju poslednjih verzija aviona Su-27, a nakon modifikacije može da se ugradi i na ranije proizvedene borbenne avione.

Ova raketa je modifikovana i za velike domete. Takva verzija je poznata kao R-77M ili RVV-AE-PD, a još se nalazi u fazi razvoja i biće opitovana sa Vimpelovim reaktivnim motorom KRLD-TT na čvrsto gorivo. R-77M je teža nego osnovna verzija i pri poljetanju ima masu od 225 kg. Domet od 160 km svrstava je u klasu raketa velikog dometa, sa efektivnim dometom jednakim američkoj raketi AIM-54 PHOENIX.

Međutim, dva nezavisna izvora potvrdila su da postoji i druga verzija rakete R-77 sa povećanim dometom. Ona ima veći prečnik i startni motor sa produženim sagorevanjem i, kao takva, odgovara raketi R-27RE iz prethodne Vimpelove familije raketa vazduh-vazduh srednjeg dometa. Rakete R-27 sa motorom sa produženim sagorevanjem primenjene su u verzijama malo poznatih pasivnih raketa vazduh-vazduh koje se navode na elektromagnetno zračenje (AAARM — air-to-air anti radiation missile), a na Zapadu su identifikovane kao ALAMO-E i ALA-

MO-F. Ove rakete su komplikovanije za upotrebu zbog znatne verovatnoće uništavanja i sopstvenih letelica, teškoća pri separaciji bliskih ciljeva, ali njihovo prisustvo nameće i znatna ograničenja protivniku na polju upotrebe njegovih radara.

Javnost je nedavno upoznata i sa dve verzije raketa malog dometa R-73. R-73EL koristi usavršeni blizinski laserski upaljač, dok je K-74ME još uvek u razvoju i ima potpuno novu glavu za navođenje sa vidnim poljem po 60° sa svake strane nišanske linije (dok vidno polje standardnih oružja iznosi 40°). Glava za navođenje je, takođe, znatno osetljivija i dostiže zahvat cilja na daljini od 30 do 40 km.

Sledeći novi Vimpelov sistem jeste verzija rakete R-73 za gađanje u zadnjoj polusferi. U prospektima iz 1994. godine ima vrlo malo podataka o ovom oružju, ali je prikazan način funkcionisanja. Potvrđeno je, takođe, da su testiranja izvedena na avionu Su-27. Raketa se na avionu montira na repnom delu u fiksirani pajon ili lanser opremljen startnim motorom. Aerodinamička kapa zatvara mlaznicu startnog motora usmerenu prema napred, a nakon aktiviranja startnog motora biva odbačena. Startni motor izbacuje raketu iz pajlona i poništava najveći deo brzine rakete negativnog smeru koju ona ima zbog kretanja aviona. Nakon toga aktivira se glavni motor, odbacuje startni, a odbacivanjem sklopa startnog motora stvara se dodatni potisak koji potpuno poništava ostatak brzine negativnog smeru na udaljenosti 30 m od aviona sa kojeg je lansirana. Glava za vođenje, koja je zahvatila cilj pre lansiranja, nastavlja da ga prati za vreme ubrzavanja tela rakete, što se postiže pomoću glavnog motora čiji deflektori mlaza omogućavaju zakretanje rakete za $\pm 180^\circ$ i usmeravanje prema cilju. Avioni sa kojih se ove rakete lansiraju imaju proširenja na zadnjem delu u obliku konusa kakve nalazimo na u-

savršenim verzijama aviona Su27M/Su-35 i Su-27IB/Su-32FN. U ovim spremištima smešteni su radari koji mogu da detektuju pretnju od druge letelice i prikupe podatke za praćenje koji se, zatim, prosleđuju raketi pre lansiranja. Pilot aviona sa kojeg se lansirava ovakva raketa ne može vizuelno da potvrdi da je raketa izvršila zahvat izabranog cilja. Međutim, u poređenju sa raketama koje se iz pajlona lansiraju napred, a zatim zakreću u zadnju polusferu, opisani Vimpelov koncept obezbeđuje zahvat cilja pre lansiranja i, na taj način, smanjuje vreme nišanja. Čini se da su rakete koje se ispaljuju u zadnju polusferu uglavnom namenjene za samoodbranu od lovaca.

Prema raspoloživim podacima, raketa R-73 za ispaljivanje u zadnju polusferu ima maksimalni domet 10 do 12 km, a minimalnu daljinu nišanja 1 km. Čitav sistem efikasan je u borbi protiv ciljeva koji lete podzvučnim i nadzvučnim brzinama na visinama od 50 m do 13 km u prostornom konusu sa uglovima preko 60° u odnosu na zadnje ivice repnih površina.

Široka primena raketa koje se ispaljuju u zadnju polusferu mogla bi imati za posledicu revolucionarne promene u taktici vođenja vazdušne borbe, budući da napadač u neprijateljevoj poziciji »6« i sam može postati žrtva, jer raspolaže vrlo kratkim vremenom za odgovor na raketu koju je napadnuti ispalio u zadnju polusferu. Treba imati na umu da se u ovom slučaju brzine rakete i aviona napadača sabiraju, što drastično smanjuje vreme potrebno za reakciju.

Smatra se da će avion Su-35 biti opremljen radarom koji će upozoravati na aktivnu pretnju iz zadnje polusfere, i omogućiti lansiranje raketa »preko ramena«, a osnovu sistema predstavljaće raketa R-77 koja se sada ispaljuje u prednju polusferu.

Može se zaključiti da su ruske rakete vazduh-vazduh, uključujući još potpuno nepoznate rakete malog dometa koje su projektovane za MIKOJAN 1,42, za sada superiorne u odnosu na rakete ove vrste koje se koriste na zapadu i permanentno se usavršavaju.

Proizvodnja pogonskih goriva u Rusiji

Prethodna razmatranja jasno pokazuju da ruska industrija poseduje brojne proverene tehnologije kojima će u budućnosti i dalje usavršavati svoje raketne sisteme vazduh-vazduh. Neki naučnici u SAD, u publikaciji »New World Vistas« objavljenoj 1996. godine, zaključuju čak da se na području primene najsavremenijih dostignuća u fizici i hemiji pogonskih goriva i eksploziva SAD nalaze daleko iza Rusije. U stvari, do sada korišćena američka pogonska goriva u pogledu performansi približavaju se malodimnim gorivima, ali su vrlo slična tradicionalnim pogonskim gorivima sa amonijum-perhloratom kao oksidatorom. Međutim, nova pogonska goriva ne koriste aluminijum zbog toga što on stvara mnogo vidljivog dima i prouzrokuje znatne gubitke energije.

Za razliku od SAD, Rusija je investirala znatna sredstva u bazna istraživanja čvrstih pogonskih goriva. Jedan od značajnijih rezultata bio je razvoj i osvajanje proizvodnje amonijum-dinitramida kao znatno boljeg oksidatora koji je zamenio amonijum-perhlorat. Sintezu amonijum-dinitramida uspeali su da izvedu još naučnici u Sovjetskom Savezu sredinom sedamdesetih godina. Nakon sinteze ovog oksidatora i goriva, izgrađena su velika postrojenja za proizvodnju, a mnoge poznate rakete, kao što su SS-24, SS-20 i nova mobilna interkontinentalna balistička raketa SS-27 TOPOL-M koriste upravo ova goriva. Amonijum-dinitramid povećava specifični impuls

za 7% u malodimnim gorivima, a za 10% u gorivima koja sadrže aluminijum. Pored toga, pretpostavlja se da Rusi koriste kombinaciju aluminijum-hidrida (AlH_3) kao goriva i amonijum-dinitramida kao oksidatora, za koju se pretpostavlja da je 20% do 25% jača od klasičnog goriva. Raketa sa ovakvim gorivom ubrzava znatno brže i ima kraće vreme leta, što znatno utiče na ostale karakteristike oružja.

Amonijum-dinitramid bi se mogao koristiti i u novim eksplozivnim materijalima za bojne glave gde bi se sa lakšom bojnomo glavom ostvarivala ista efektivnost na cilju, ali i povećavala brzina i domet rakete. Evidentno je da SAD manje pažnje posvećuju poboljšanju osnovnih performansi nego drugim karakteristikama, kao što su neosetljivost ili otpornost bojne glave na fizička oštećenja.

Karakteristike razvoja raketa vazduh-vazduh na Zapadu

Na Zapadu se danas traže rešenja kako bi se ugrozila trenutna prednost Rusije u domenu raketa vazduh-vazduh.

Ministarstvo odbrane Velike Britanije ima nameru da nadmaši kinematičke performanse familije raketa R-77 svojom raketom za domete iza vidljivog (BVRAAM — Beyond Visual Range Air-to-Air Missile) i tako ispuni zahteve koje je postavila Komanda vazduhoplovstva. U proleće 1997. godine Ministarstvo je objavilo da izbor rakete BVRAAM, ranije poznate pod nazivom raketa budućnosti vazduh-vazduh srednjeg dometa (FMRAAM — Future Medium-Range Air-to-Air Missile) kasni oko godinu dana.

Na ovom konkursu učestvuje nekoliko poznatih svetskih firmi sa svojim rešenjima.

Firma Hughes ponudila je modifikaciju rakete AMRAAM koju bi pokretao mlazni motor sa tečnim gorivom, francuske firme Aerospatiale Missiles sa integrisanim startnim motorom bez mlaznica na čvrsto gorivo firme Atlantic Research Corp. Firma Matra BAe Dynamics predložila je potpuno novi koncept pod imenom Meteor. Ovaj model kombinuje startnu sekciju firme Royal Ordnance sa glavnom sekcijom firme Bayern Chemie sa čvrstim gorivom obogaćenim borom. Francuska kompanija Colerg ponudila je alternativu koja kombinuje startno punjenje na čvrsto gorivo bez integrisane mlaznice sa mlaznim motorom na tečno gorivo ili nosećim raketnim motorom tunelskog tipa bez smanjenja preseka.

Ratno vazduhoplovstvo Velike Britanije postavilo je dva osnovna zahteva na kojima su insistirali: maksimalni domet preko 100 km i drugi, možda i važniji — mogućnost uništavanja protivnika koji manevriše na daljini od 20 do 80 km (zona uništenja). Ovom raketom treba da se naoruža avion EUROFIGHTER. Predstavnici vazduhoplovstva Nemačke, Italije, Španije i Švedske učestvovali su u ocenjivanju ponuda za ispunjenje postavljenih zahteva i u redefinisaju njihovih sličnih nacionalnih zahteva.

U SAD se postepeno radi na usavršavanju rakete AMRAAM AIM-120, ali ne na planu povećanja dometa i poboljšanja kinematike rakete, što je osnovni ruski pristup pri usavršavanju rakete R-77, već se njihov koncept sastoji u usavršavanju opreme koja će omogućiti da njihov pilot prvi uoči i ispali raketu i na taj način uništi protivnika oslanjajući se, prvenstveno, na karakteristike aviona F-22. Dakle, kombinacija rakete AMRAAM i aviona F-22 predstavljaće u bliskoj budućnosti za protivnika najveću pretnju. Pored toga, predviđa se više načina ovesenja rakete na različitim tipovima a-

viona. Tako avioni F-22 i JSF treba o-
vu raketu da nose u unutrašnjosti tru-
pa aviona, avioni F/A-18 i F-15C/D uz
sam trup, a avioni F-16 i F/A-18 na je-
dnostrukom ili dvostrukom potkril-
nom šinastom lanseru. Međutim, ova-
kav pristup stavlja pomoćne službe
pred iskušenje i dovodi do neželjenih
problema sa logističkog stanovišta.

Sl. 2 — Rakele vazduh-vazduh zapadnih
zemalja: MAGIC, MICA EM, MICA
IR, METEOR, ASRAAM (odozgo)

Situacija u Ratnoj mornarici SAD
znatno je drugačija. Zbog zastarelosti
osnovnog aviona RM — F-14 planira
se njegova zamena avionima F/A-18 i
SUPER HORNET. U tom procesu bila
bi izbačena i raketa PHOENIX AIM-
-54 bez direktne zamene. Kako RM
SAD u svom sastavu nema tako kvali-
tetnih aviona kao što je F-22, za raz-
liku od Ratnog vazduhoplovstva, ona
je direktno zainteresovana za usavr-
šavanje rakete AMRAAM, koju bi no-
sili avioni F/A-18, a radi povećanja do-
meta.

Današnja standardna verzija ove
rakete je AIM-120C kojoj je poboljša-
na bojna glava i smanjena cena pro-
izvodnje elektronskih sklopova. Pobo-
ljšanja koja će biti završena do 2000.
godine odnose se na rekonstrukciju i
stvaranje znatno kompaktnijeg upra-
vljačkog bloka, što će omogućiti pro-

duženje motora za 127 mm bez pove-
ćanja ukupne dužine rakete. Veći mo-
tor povećaće ubrzanje i brzinu rakete
kao i povećanje F-pola i A-pola. (A-pol
se definiše kao rastojanje između pi-
lota i cilja u tački u kojoj radarska
glava za samonavođenje rakete izvrši
zahvat cilja). Na planu povećanja po-
godnosti za održavanje i smanjenje ce-
ne proizvodnje, proizvođač — Hughes
Missile Systems Company implemen-
tirao je neke već definisane komerci-
jalne postupke u procesiranju poda-
taka i izradio nove programe u prog-
ramskim jezicima višeg nivoa.

Pored toga, sprovedene su analize
pogonskog sistema čiji se zaključak
može svesti na sledeće: u bližoj budu-
ćnosti raketni motori na čvrsto gori-
vo su najbolji put u poboljšavanju po-
gonskih karakteristika meren odnosom
cene i efektivnosti.

Raketni motori na čvrsto gorivo
su lakši za proizvodnju, nude dobre
performanse na čitavoj putanji leta i
ne dovode do problema zagrevanja na
izlaznim površinama. U pogledu daljih
modifikacija raketnog motora AM-
RAAM rakete najdalje je otišao prog-
ram firme Hughes-Raufoss-Alliant ko-
ja je napravila veći motor sa eliptič-
nom sekcijom i uspešno izvela prob-
ne testove u avgustu 1997. godine, bez
ikakvih problema na konstrukciji le-
telice i u upravljanju letom. Paralelno
s ovim ispitivanjima RM SAD finan-
sira i osvajanje novih pogonskih go-
riva i bojnih glava. Pored toga, sa 22
miliona dolara finansira se i petogo-
dišnji program superiorne raketne te-
hnologije (ASMT — Air Superiority
Missile Tehnology). Program karakte-
riše primena alternativnih upravljač-
kih tehnologija (ACT — Alternate Con-
trol Tehnology), kao što su upotreba
malih bočno postavljenih mlaznih mo-
tora inkorporiranih u zadnji krmeni
deo rakete, koji omogućavaju smanje-
nje raspona izlaznih ivica krila. Ovi
motori, kroz koje prolaze gasovi iz

glavnog propulzionog motora, omogućavaju, kada je to potrebno, manevrisanje sa velikim g-preopterećenjem. Navedeni program obuhvata i novi autopilot sa inoviranim tehnikama vođenja i konceptom upravljanja energijom glavnog motora radi optimizacije manevrabilnosti i dometa rakete. Kombinovanje ovih tehnologija omogućilo bi novim raketama da unutar vremena od 1 s nakon lansiranja izvedu manevar zakretanja za 90° , a za manje od 3 s puni kružni zaokret od 360° . Ovakve karakteristike omogućile bi gađanje ciljeva na daljini od 40 km bočno i 25 km iza aviona koji lansirava raketu. Komplementaran ovom programu je i program razvoja tehnologije glave za samovođenje sa prilagodljivom rešetkom (CAST — Conformal Array Seeker Technology). Realizuje ga firma Hughes s ciljem da razvije elektronski upravljani radarski senzor sa trenutnim (instantnim) vidnim poljem osmatranja oko nišanske linije od preko 155° .

Razvoj raketa vazduh-vazduh kratkog dometa

Za potrebe razvoja raketa vazduh-vazduh kratkog dometa (Short Range Air-to-Air Missile), Pentagon je prikupio ponude različitih proizvođača, ali je posao u vrednosti 169 miliona dolara na konkursu, dobila firma Hughes Missile Systems Company. Osnova programa je usavršavanje rakete SIDEWINDER pod oznakom AIM-9X. Međutim, ovaj izbor je kontroverzan, pre svega zato što su zahtevi bili tako široko postavljeni da su omogućavali prihvatanje četiri potpuno različita rešenja firme Hughes i Raytheon. Rešenje firme Raytheon zasniva se na inoviranoj rotacionoj glavi za vođenje (RTV — Rotate-To-View) sa u jednoj varijanti standardnim motorom AIM-9 prečnika 127 mm, a u drugoj varijanti sa motorom od 160 mm koji je

ugrađen u izraelsku raketu PYTON-4. Oba motora opremljena su mlaznicama promenljivog vektora potiska. Rešenje firme Hughes zasniva se na motoru AIM-9 sa minimumom promena i sa usavršenom glavom za vođenje za rakete srednjeg dometa vazduh-vazduh firmi BA Dynamics/Hughes, uz primenu tehnologija upravljanja i aerodinamike razvijenih u programu firme Box Office, kao i modifikovanih raketa vazduh-vazduh srednjeg dometa sa promenljivim vektorom potiska.

Rešenje sa minimumom promena firme Hughes usvojeno je iako se očekivalo da je povećanje prečnika motora jedini ključ za dostizanje kinematike koju poseduje ruska raketa R-77 sa prečnikom od 170 mm. Prihvaćeno rešenje firme Hughes ipak ima dve značajne prednosti. Prva je cena, jer ovo rešenje karakteriše velik udeo originalnih ili modifikovanih komponenta, uključujući motor i bojnu glavu rakete AIM-9 koja se već proizvodi. Ovakav izbor ne samo da štedi sredstva, već znatno umanjuje vreme potrebno za izvođenje vrlo osetljivih testova za ispunjenje specijalnih zahteva RM SAD. Glava za samovođenje urađena je na osnovu rešenja firme Raytheon TI Systems, a prateći hardver na bazi Stirlingovog kriogenog sistema. Sistem promenljivog vektora potiska izveden je iz sistema firme Alliant TechSystems koji je primenjen na raketi SEA SPARROW. Rezultat svega je da će cena nove rakete biti ispod 200 000 dolara po komadu. Druga prednost jeste u činjenici da će uprkos lošijoj kinematici od rakete R-73 ova raketa istovremeno biti znatno lakša od nje (R-73 je sa masom od 135 kg za 35% teža od rakete AIM-9X).

Firma Hughes smatra da će nova raketa biti superiorna u odnosu na R-73. Potvrda takvom verovanju mogla bi se tražiti i u često predviđanim dvema činjenicama. Prva je da, iako se govori o nišanjenju na cilj unutar zo-

ne vidljivosti, raketa sa IC slikovnim senzorom će izvršiti zahvat cilja na udaljenosti na kojoj ni pilot sa najboljim vidom neće moći da ga detektuje, a druga, da postoji znatna razlika između ruske pilotske kacige sa montiranim nišanom i američke integrirane kacige sa sistemom za usmeravanje glave pilota prema cilju (JHMCS — Joint Helmet-Mounted Cueing System), koji detektuje senzor, a koji je za Pentagon razvila firma Vision System International. Informacije o cilju projektuju se na displej na kacigi. Ciljevi koje radar ili IC sistem za pretraživanje i praćenje prate mogu da budu na displeju označeni znakovima koji će usmeravati glavu pilota prema cilju. Testovi su pokazali da će tako usmeravan pilot konzistentno videti cilj na znatno većoj udaljenosti od onog koji nije tako usmeravan. Na taj način iskoristiće se sve prednosti slikovnog IC senzora u odnosu na jednostavni kontrastni, uključujući i veći domet IC senzora primenjenog na raketi R-73. Usmeravan od radara i displeja kacige, pilot može da vidi cilj, da potvrdi zahvat cilja i ispaljivanje rakete, dok pilot sa jednostavnim nišanom na kacigi pokušava da uspostavi vizuelni kontakt sa ciljem. Na taj način glava za vođenje stavlja se u položaj iznad samog pilota.

Dakle, raketa AIM-9X spada u grupu raketa koje deluju iza vidljivog područja — BVR. Njen mali čeonni otpor, efikasan sistem upravljanja letom, poboljšan najnovijim izmenama kao što su stepenasto zasečene zadnje izlazne površine krila koje predstavljaju zamenu za male motore, u nekim rešenjima ugrađene oko izlaza mlaznice, i njena glava za samovođenje omogućavaju značajno prevazilaženje vidljive granice. Sve to daje pilotu mogućnost da izvede pasivan napad znatno preko granice današnjih raketa AIM-9.

Programi AIM-9X i JHMCS potpuno su sinhronizovani. Borbeno opito-

vanje ovih komplementarnih sistema planirano je u 2000. i 2001. godini kada će se krenuti i sa proizvodnjom raketa u malim serijama. Ugradnja ovih raketnih sistema prvo je planirana na avionima F/A-18C/D, a zatim na F-15C/D. Na avionima F-16 zamenice zastarele rakete AIM-9, dok će na avionima F-22 biti standardna oprema.

U zemljama zapadne Evrope takođe se radi na razvoju raketa malog dometa. Jedan od najzanimljivijih je nemački program IRIS-T u čiji su razvoj, kao kooperanti, uključene i Kanada, Italija, Grčka, Norveška i Švedska. Prototip ove rakete pripremljen je za testiranje na lovcima F-16 norveškog ratnog vazduhoplovstva, zajedno sa sistemom pokazivača na pilotskoj kacigi. Nemačka firma BGT sarađuje sa firmom Lockheed Martin na integraciji raketnog sistema na lovac F-16. Ako program bude tekao prema planu, predviđeno je da preoružavanje aviona EUROFIGHTER i TORNADO u nemačkom ratnom vazduhoplovstvu započne 2002. godine.

Rakete firme BGT nastale su kao rezultat napora za poboljšanjem raketa serije AIM-9 u čijem se središtu nalazila glava za vođenje TEEL kao nadgradnja raketa AIM-9L/I/M u ranim devedesetim godinama. Rešenje firme BGT bilo je u projektovanju jeftine glave za vođenje sa poboljšanim uglom osmatranja i praćenjem cilja uz korišćenje senzora u obliku skenirajuće rešetke 128x128. Smatra se da se korišćenjem skenirajuće rešetke, nasuprot zvezdaste, smanjuje osetljivost na laserske ometače i elektrolučne lampe. Detektorska rešetka ove glave nije pokretna, ali umesto toga jedno reflektujuće ogledalo odbija IC energiju na nju. Glava za vođenje TELL (IRIS) u velikoj meri koristi tehnike paralelnog i sistoličkog (sažetog) procesiranja da bi obezbedila visok nivo diskretizacije i otpornosti na ometanje. Uspešni letni testovi glave za vođenje,

montirane na raketu AIM-9L, izvedeni su u julu 1996. godine.

U pogledu kinematike IRIS-T je projektovana za nišanje pod uglovima većim od 90° u odnosu na nišansku liniju. Za minimizaciju aero-zagrevanja safirnog dela kape glave za vođenje, kada raketa silazi sa lansirnih šina, primenjen je dvobrzinski motor. Nakon lansiranja IRIS-T izlazi na svoj vektor cilja uz pomoć deflektora mlaza u obliku krila montiranog na mlaznicu i malih motora koji se aktiviraju. Punu brzinu raketa postiže 2 s nakon startovanja drugog (marševskog) motora. Najnovije promene u konstrukciji izvršene su radi smanjenja prečnika startnog motora. Takođe, smanjen je prednji obod tela, a krila su napravljena sa dvostrukim preklapanjem zbog daljeg poboljšanja karakteristika.

Raketa malog dometa PYTON 4 firme Rafael prva je zapadna raketa sa velikim mogućnostima zahvata izvan nišanske linije, koja je uvedena u upotrebu. Trenutno, PYTON 4 se na operativnoj upotrebi nalazi jedino u RV Izraela, ali ovu raketu ocenjuje još 6 RV drugih zemalja, uključujući i Australiju. Kao i kod rakete IRIS-T i Rafael je za senzor izabrao skenirajuću a ne zvezdastu rešetku. Iako nije do kraja poznato koja je glava za vođenje izabrana, pretpostavlja se da će glava za vođenje rakete PYTON biti višebandna sa savremenim tehnikama procesiranja radi poboljšanja redukcije šuma i ometačkih signala. Pretpostavlja se da poseduje veliku brzinu praćenja i ugao nišanja od 60° . Ovaj ugao može se znatno povećati primenom sistema elektronskog nišanskog displeja montiranog na pilotsku kacigu kao što je sistem Elbit DASH.

Za razliku od rakete IRIS-T, za postizanje velike brzine zakretanja neposredno nakon lansiranja, PYTON 4 raspolaže sa 18 upravljačkih površina, uključujući tri kompleta prednjih

krilaca, četiri oboda i četiri slobodna zadnja krila. Dvobrzinski raketni motor omogućava brzo vektorisanje rakete nakon silaska sa lansirnih šina sledeći brzo nišanje od preko 180° u odnosu na smer kretanja aviona. Pretpostavlja se da će vreme rada raketnog motora biti relativno dugo (verovatno 15 do 20 s), obezbeđujući na taj način potrebnu energiju za završni deo leta. Očekivani domet rakete iznosi više od 28 km za susretni scenario. Ako bi PYTON promašio u susretnom scenariju nišanja, on ima još uvek dovoljno energije i upravljačkih resursa da zaokrene i nastavi potera cilja u zadnjoj polusferi.

Dalje usavršavanje rakete PYTON 4 nastavlja se poboljšavanjem mogućnosti rakete protiv sistema za elektronsko ometanje, ali detalji još nisu poznati. Postoje izgledi da se u potpunosti zameni i cela glava za vođenje sa senzorom u obliku zvezdaste rešetke.

Međutim, vrlo su interesantni izveštaji o tome da je Izrael daleko odmakao u projektovanju radarski vođene rakete vazduh-vazduh srednjeg dometa, verovatno zasnovane na raketi PYTON 4 sa povećanim dometom. Veruje se da su temelji ovom projektu nastali u saradnji Izraela i Južne Afrike krajem osamdesetih godina. Projekat više nije na nivou vlada ovih zemalja, ali je saradnja nastavljena na nivou preduzeća. Ni izraelska firma Rafael, ni južnoafrička firma Denel Kentron nisu komentarisali postojanje saradnje na planu radarski vođenih raketa.

Drugi veliki program raketa vazduh-vazduh firme Kentron je IC vođena raketa A-DARTER koja će u operativnu upotrebu RV Južne Afrike ući 2003. godine i pilotima obezbediti rakete za nišanje pod uglom od 90° , dobre napadačke osobine sa diskriminacionim karakteristikama, elektronskim sistemima za zaštitu od elekt-

ronskog ometanja i dug domet u kombinaciji sa mogućnošću zahvatanja cilja nakon lansiranja. Na ovom poslu firma Kentron aktivno traži dodatne partnere.

Trendovi usavršavanja raketa vazduh-vazduh na Zapadu

Dinamičke karakteristike raketa vazduh-vazduh usavršavaju se u svim fazama leta na planu povećanja ubrzanja, skraćanja vremena leta i poboljšanja manevaribilnosti u završnoj fazi leta. Aktivne radarske glave za samovođenje i glave sa slikovnim senzorima znatno su otpornije na ometanje od poluaktivnih radarskih glava za samovođenje i glava sa mehanički skenirajućim IC senzorima. Bolja navigacija, upravljački sistemi i senzori sa širokim vidnim poljem oko nišanske linije omogućavaju da cilj bude efikasno zahvaćen u širokom dijapazonu uglova.

Zajednička karakteristika razvoja raketa vazduh-vazduh kratkog i srednjeg dometa jeste znatno proširenje zone uništenja. Ako protivnik ispali raketu unutar zone uništenja stvara se okruženje cilja i fizički je nemoguće da cilj izbegne projektil manevrom. Prema studijama koje je provela firma BAs Dynamics, pri gađanju u prednjoj polusferi (susretni scenario), kada je protivnik opremljen raketama vazduh-vazduh malog i srednjeg dometa sa jakim aktivnim radarom, prvo lansiranje mora se izvesti sa gotovo 80 km udaljenosti, a cilj ubrzo ulazi u zonu uništenja za rakete srednjeg dometa. Međutim, i zona uništenja za rakete kratkog dometa produžava se do gotovo 20 km.

Rakete kratkog dometa su u potpunosti samostalne, a rakete srednjeg dometa se u tom pogledu približavaju njima. Posledica toga je da duže

nišanje može rezultirati uzajamnim uništenjem, osim ako se učesnici zadrže na velikoj udaljenosti prateći jedan drugog na samoj granici mogućnosti radarskog zahvata. Ekstremni odnos uništeni—izgubljeni koji je dostigao Izrael 1982. godine ili koaliционе snage u Pustinjskoj oluji može postati nedostižan.

Ovakva razmatranja mogu da budu objašnjenje američkog stava da su nevidljivost i supersonična agilnost lovca F-22 mnogo značajnije osobine od poboljšavanja performansi raketa vazduh-vazduh. F-22 koristi svoju malu radarsku vidljivost da izbegne mogućnost protivnikovog detektovanja i praćenja, dok istovremeno njegovi pasivni senzori i senzori izvan aviona mogu detektovati, locirati i identifikovati svakog lovca koji aktivno traži svoj cilj. Smatra se da je elektronski sistem za osmatranje ALR-94 lovca F-22 u mogućnosti i dovoljno tačan da izvrši lansiranje rakete AMRAAM, i da joj obezbedi podatke za srednju putanju bez upotrebe radara, čineći je na taj način »virtuelnom antiradarskom raketom«. Nevidljivost može učiniti rakete velikog dometa beskorisnim i omogućiti lovcu F-22 da se približi na udaljenost sa koje je raketa AMRAAM vrlo efikasna.

Kada su mu rakete u vazдушnom prostoru F-22 može manevrisati sa preopterećenjem 5g i tako izbeći ulazak u protivničku zonu uništenja, uz istovremeni nastavak praćenja cilja.

Nišanje ove vrste može da objasni želju RV SAD da ponovo uvede bočne radarske rešetke na lovca F-22. Bočne rešetke sastoje se od manjih grupa primopredajnih modula. Oni su deo spoljašnjeg radarskog kompleta APG-77 od čije se ugradnje u raznim fazama projektovanja i osvajanja proizvodnje odustalo zbog nedostatka novca. Ipak, sav potreban prostor, napa-

janje, hlađenje i softverska podrška su zadržani, te je naknadna instalacija lako moguća. Bočne rešetke znatno produžavaju telo aviona u zadnju polusferu.

Usavršavanje tehnologije proizvodnje eksploziva u SAD

Zbog trenutnog zaostatka na polju tehnologije pogonskih goriva u odnosu na Rusiju, SAD rade na razvoju i osvajanju eksploziva CL-20. Ispitivanja se obavljaju u Mornaričkom centru za oružje na Kineskom jezeru u Kaliforniji. Ovaj eksploziv, iako u završnoj fazi razvoja, ima tri puta veću energiju od eksploziva HMX ili RDX koji predstavljaju najsavršenije eksplozive koji su napravljeni od Drugog svetskog rata do danas. CL-20 će se naći u primeni sredinom sledeće dekade. Ovaj eksploziv klasifikuje se kao eksploziv četvrte generacije, a baziran je na najnovijim dostignućima fizike, hemije i kompjuterskog modeliranja materijala.

Očekuje se i dalji razvoj materijala kao što su metastabilni interstici-

jalni kompoziti bazirani na tehnici povezanih granula. Materijal se sastoji od sitnih granula oksidatora i goriva (kao što su aluminijum i teflon) izmešanih na ekstremno finoj nanometarskoj skali. Ovakav eksploziv može da oslobodi korisnu energiju i temperaturu u rasponu između energije koju razvijaju konvencionalna i termonuklearna oružja.

Zaključak

Uprkos znatno većem finansijskom i materijalnom potencijalu, sveobuhvatnim nastojanjima da u razvoju što savremenijih raketa vazduh-vazduh uhvate ritam i ostvare prestiž na ovom polju, Rusija još uvek diktira tempo. Objašnjenje za takvo stanje može se naći u orijentaciji Sovjetskog Saveza na vrlo temeljnim bazičnim istraživanjima, naučnom kapitalu i kadrovima koji su ostali nakon njegovog raspada. Međutim, razlika se sve brže smanjuje zahvaljujući, pre svega, ogromnom slobodnom kapitalu koji se ulaže u projekte koji donose najveću dobit.

Literatura:

- [1] International defense review 8, 9, 10, 11/1997.
- [2] International defence review 10, 11/1997.