

Научноистраживачки
пројекат ТОЦ-а

ВЕШТАЧКИ ТЕРМАЛНИ РЕГУЛАТОРИ



Модернизација тенкова у Индији

ТРИ И ПО ДЕЦЕНИЈЕ ОД АРЏУНА

Домаћи лаки
јуришни авион

ЈАСТРЕБ





САДРЖАЈ

Научноистраживачки пројекат ТОЦ-а	
ВЕШТАЧКИ ТЕРМАЛНИ РЕГУЛАТОРИ	2
Модернизација тенкова у Индији	
ТРИ И ПО ДЕЦЕНИЈЕ ОД АРЏУНА	9
Пасивна балистичка заштита за лака оклопна возила	
У ОКЛОПЕ ЗАВИЈЕНИ	16
Кинект на тржишту роботике (2)	
БУДУЋНОСТ ПОЧИЊЕ САДА	21
Домаћи лаки јуришни авион	
ЈАСТРЕБ	25

ВЕШТАЧКИ ТЕРМАЛНИ РЕГУЛАТОРИ

Недавно је на Тари спроведено теренско испитивање различитих типова система за хлађење тела у комбинацији са војничком униформом и средствима личне НХБ заштите. То је део испитивања Техничког опитног центра, које се спроводи заједно са представницима Војномедицинске академије и Националног института за НХБ заштиту из Прибрама у Републици Чешкој. Циљ је да се реализацијом тог научноистраживачког пројекта изабере најповољније решење система за хлађење тела које ће омогућити већу аутономност корисника у условима контаминиране средине и боравак у екстремним условима околине у којима до сада није било могућности за рад или је он био временски ограничен.

Савремено доба одликују различити облици угрожавања безбедности, почевши од природних катастрофа и несрећа до ратних разарања и техничко-технолошких акцидената. Негативни безбедносни ефекти могу се манифестовати на више начина, а један од њих је употреба високотоксичних материја у ратним дејствима. Тај проблем решен је коришћењем одговарајуће заштитне опреме. Међутим, искрсао је нови – како припаднике војске, који раде у условима високих температура ваздуха, заштитити од настанка топлотног стреса? Да би се то избегло неопходно је и у нашој војсци размотрити употребу одређених материјала који би утицали на одржавање топлотне равнотеже и били у извесном смислу „вештачки термални регулатори“.

У најразвијенијим земљама се последњих година тој проблематици поклања посебна пажња. Већина оружаних снага развијених држава Европе и света већ је уврстила у стандардну опрему јединица АБХО одговарајуће системе за хлађење тела у комбинацији са одећом за индивидуалну НРХБ заштиту (заштиту од дејства оружја за масовно уништавање – нуклеарног, радиолошког, хемијског или биолошког). Како је код нас?

О пројекту

У Техничком опитном центру је пре годину и по дана покренут научноистраживачки пројекат: „Допринос унапређењу оперативних способности припадника Војске Србије побољшањем физиолошке подобности у условима високотоксичне контаминације и високих амбијенталних температура“. Носиоци тог пројекта су потпуковник доц. др Радован Каркалић, помоћник директора ТОЦ-а за научноистраживачки рад, мајор мр Далибор Јовановић, виши истраживач у Одељењу за АБХО и интендантска средства ТОЦ-а и проф. др Соња Радаковић, начелник Сектора за превентивну медицину ВМА. У тиму се налази још неколико еминент-

Неопходност

– У условима када је некомпензовани топлотни стрес неизбежан, на пример приликом извршавања наменских задатака у заштитној АБХ одећи, могуће је применити и системе за индивидуално микроклиматско расхлађивање војника. Ти системи до сада нису примењивани у нашој војсци и тренутно се испитују у лабораторијским условима и на терену. Могу бити у форми прслука или пододела и намењени су за ношење преко одеће или испод ње. Сматра се да су посебно ефикасни у условима некомпензованог топлотног стреса, односно у ситуацијама када је испаравање зноја онемогућено. То је посебно битно када се задаци врше у токсичној средини, уз ношење изолирајућег заштитног одела – каже проф. др Соња Радаковић, начелник Сектора за превентивну медицину ВМА.



Термовизијски снимак љела: џамне површине указују на хладне зоне

них стручњака из области физиологије напора, спортске медицине и НХБ заштите, из ТОЦ-а и ВМА.

Током истраживања испитује се физиолошка подобност различитих типова система за хлађење тела у комбинацији са војничком униформом и средствима личне НХБ заштите. Циљ је да се изабере најбољи систем који ће нашем војнику, професионалцу, омогућити дуже задржавање у условима контаминације спољне средине и боравак у екстремним условима околине, у којима до сада није могао да ради.

Почетна фаза пројекта реализована је крајем 2010. године. Тада су извршене претходне анализе, прикупљени стандарди и неопходна техничка документација, израђена спецификација и набављена потребна испитно-мерна опрема. Наредна фаза обухватила је испитивања физиолошке подобности у лабораторијским и теренским условима.

Испитивања у лабораторији

У периоду март–октобар 2011. године је у климатској комори Института за хигијену Сектора за превентивну медицину ВМА, у Одељењу за исхрану и ергономију, спроведено опитовање физиолошке подобности у лабораторијским условима. Испитивањима је руководио мајор мр Далибор Јовановић, у сарадњи са тимом лекара Института за хигијену ВМА.

Начелник Генералштаба Војске Србије одобрио је да испитаници буду припадници Специјалне бригаде Војске Србије. На Војномедицинској академији извршена је тријажа, с обзиром на захтеве пројекта да испитаници буду психофизички здрави и способни, те да поднесу напор који понекад иде до граница издржљивости. Од 30 потенцијалних испитаника изабрано је 10 старости од 24 до 32 године, сличних антропометријских параметара.

Испитивање, које је одобрио етички одбор ВМА, спроведено је у складу са међународним стандардима за медицински надзор излагања екстремним топлотним условима (ISO 9886) и вредновање топлотног стреса физиолошким мерењима (ISO 12894).

Набављени су најсавременији типови система за хлађење тела, чија је функционалност проверавана у комбинацији са војничком униформом и средствима личне НРХБ заштите, а који су подељени у неколико група: материјали који мењају фазно стање – PCM (Phase Change Materials), у оквиру којих су испитана три модела расхладних прслука (два америчке и један аустралијске производње), као и пододела домаће производње (Outlast), прслуци за хлађење који имају одговарајуће картрице за хлађење и прслуци за хлађење са уграђеним флексибилном мрежом цевчица и мобилним расхладним уређајем.

Током лабораторијских испитивања је, према плану рада, десет припадника Специјалне бригаде носило те системе за хлађење тела током ходања на покретној траци брзином од 5 km/h, у клима-комори загрејаној на 40°C. Они су своје субјективно стање окарактерисали детерминисањем степена субјективног комфора током рада у комори на скали од 1 до 7, што је садржано у стандардима за лабораторијске услове рада.

Њихов субјективни осећај и добијени физиолошки параметри за време опита утицали су на то да се од седам модела изабере четири, који ће у следећој фази пројекта бити проверавани у теренским условима.

Сарадња са Чесима

Од 5. до 18. августа 2012. године спроведено је испитивање у реалним, теренским условима на Тари. У истраживачком радном тиму је, поред потпуковника доц. др Радована Каркалића и мајора мр Далибора Јовановића, био и потпуковник др Синиша Машић, начелник Института за хигијену ВМА.

Ова фаза пројекта имала је и међународни карактер, јер је испитивање спроведено у форми интерлабораторијске сарадње ТОЦ-а и чешког Националног института за НХБ заштиту из Прибрама – SUJCHBO (National Institute for Nuclear, Chemical and Biological Protection). Ангажовање четворо чешких стручњака, које је предводио др Јозеф Бринек, заменик директора Института, резултат је претходно успостављене сарадње и договора постигнутог приликом посете делегације ТОЦ-а том чешком институту у априлу ове године.

Република Чешка представља једну од најразвијенијих земаља Европе у области АБХО, уз Немачку, Швајцарску и Аустрију. Они имају развијену инфраструктуру, полигоне за обуку и научноистраживачке институте за биолошку, хемијску и радиолошку, односно нуклеарну заштиту. У Вишкову је стациониран НАТО Центар АВНО (Joint CBRN Centre of Excellence), с обзиром на то да је Чешка чланица НАТО-а задужена за проблематику АБХО. Такође, фабрика „Gumárny Zubří“ реномирани је произвођач заштите опреме, која се извози широм Европе.



Телеметријско праћење мерних параметара: потпуковник доц. др Радован Каркалић и мајор мр Далибор Јовановић

– Приликом посете Чешкој установили смо да су наша лабораторијска испитивања на ВМА реализована према истим стандардима, европским нормама, које и они примењују у свом институту. Методологија лабораторијских испитивања је иста. У лабораторији чешког института користи се слична покретна трака, брзина хода испитаника је иста, као и услови у климатској комори. Имају сличне аквизицијске уређаје као Институт за хигијену на ВМА, где смо ми проверавали медицинске пара-

метре. Током те посете договорено је и учешће чешког тима у нашим испитивањима на Тари, с обзиром на интерес чешке стране да употребом своје мерне опреме прикупе одговарајуће податке и параметре физиолошког оптерећења испитаника. Договорили смо се да испитивање урадимо заједнички, користећи исте процедуре рада, комбинацијом наше и њихове ис-

питно-мерне опреме. Добијене резултате ћемо моћи да разменимо, упоређујемо и користимо у наставку даљих истраживања – рекао је потпуковник доц. др Радован Каркалић, руководилац радног тима пројекта.

Теренска испитивања

Локација за извођење теренских испитивања брижљиво је изабрана.

– Специјалисти Института за хигијену ВМА дефинисали су, заједно са нама, све неопходне захтеве и параметре.

Екипу испитаника из Специјалне бригаде чинили су старији водници Цветко Воштић и Далибор Ристић, те разводници Марко Чолић, Игор Калањ, Ненад Ненадовић и Милош Петровић





Наиме, изабрана локација морала је да буде на одговарајућој надморској висини, са великом количином сунчевог зрачења и прописаним квалитетом ваздуха. Поред тога, терен на којем је формиран полигон за рад морао је да има одговарајуће топографске карактеристике – успоне и падове – али и да обезбеђује сигуран рад корисника при кретању и вежбовним активностима. Требало је узети у обзир и чињеницу да испитаници због великих дневних напрезања морају имати и одговарајуће услове за одмор.

Када се све узме у обзир и додају опсежне активности на претходном уређењу терена и третирању локације одређеним средствима ради сузбијања крпеља, које је спровела епидемиолошка служба ВМА, може се закључити да реализација овог задатка није била нимало једноставна – каже потпуковник др Каркалић.

Изабрана локација налазила се на надморској висини од око 1.000 m, у региону Калуђерске баре. У овој, другој фази истраживачког пројекта ангажовано је шесторо испитаника, који су претходно учествовали у лабораторијским тестирањима, ради поновљивости мерења и употребљивости резултата.

Вежбе које су испитаници изводили на терену дефинисали су стручњаци из Института за хигијену ВМА. Програм испитивања био је урађен по данима. Планом је дефинисан дневни број тестова, испитно-мерна опрема и параметри који се мере, а и редослед испита-



Мерење унутрашње тимпаничне

вљена специјално конструисана сонда монитора топлотног стреса, којом су мерене вредности тимпаничне температуре. Испитаник је на грудима имао и два уређаја – за континуирано праћење срчане фреквенце и параметара рада срца, при чему су подаци телеметријски слати на рачунар, омогућавајући тиме праћење виталних параметара испитаника током теста, у реалном времену.

Имајући у виду услове околне и ниво физичког напрезања испитаника, тестови су трајали по 20 минута. Критеријуми за ранији прекид били су следећи: достизање вредности тимпаничне температуре од 39°C, фреквенције срчаног рада од 190 удара у минути или субјективни осећај неподношљивог напора.

– Бројни су били безбедносни и здравствени ризици којима су испитаници дневно могли бити изложени, па смо посебно водили рачуна о функционалности и техничкој исправности мерне опреме и уређаја. Осим тога, више људи из радног тима континуирано је пратило рад и ниво физичког напора сваког испитаника. Уређај који мери унутрашњу температуру имао је подешен звучни аларм, који би се активирао у случају да испитаник дође на горњу границу напрезања. Праћењем оптерећења испитаника у реалном времену кроз приказане вредности срчане фреквенце, и израчунавањем количине изгубљене телесне течности током опита, видели смо да су двадесетоминутна ис-

Напрезање

Колико су велика била напрезања за испитанике у обе фазе рада говори следећи податак: губици у телесној тежини, који су се огледали у изгубљеној телесној течности испитаника у виду испареног зноја, кретали су се од 500 до 1.200 g након двадесетоминутног оптерећења.

ника и система за хлађење који ће бити у употреби. Појединачно дневно ангажовање испитаника било је ограничено на један тест.

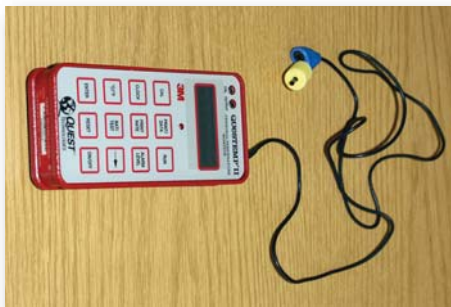
Као индикатори топлотног оптерећења мерени су следећи параметри: тимпанична температура, средња температура коже, срчана фреквенца и интензитет знојења. На тело испитаника су на четири места постављане и фиксирани мерне сонде, којима је мерена температура коже, док је у ушни канал ста-

питивања била тешка и сложена. Средом, није нам се десило да испитаник дође до граничних вредности мерених параметара, што би проузроковало прекид испитивања – истиче мајор мр Даљибор Јовановић.

Током 11 дана боравка на терену време им је, такође, ишло наруку. Углавном је било сунчано и топло, како је и било очекивано.



Меџео-сјаница Commet



QuestTemp II



OXYCOM MOBILE



ALMEMO 3290

Опрема

У овој фази теренских испитивања тестирана је функционалност четири прслука за хлађење тела. То су најмодернији системи – два су америчка, један је немачки, а један аустралијски. Они су потпуно различити и функционишу по различитим принципима, али им је улога иста – да сниже температуру тела у екстремно топлој средини.

Испитаници су носили прслуке у комбинацији са средством за заштиту изолирајућег типа – заштитним комби-незоном М-5, којим су опремљене јединице АБХ службе Војске Србије. Упоредо је тестирано и заштитно одело филтрирајућег типа које се налази у опреми оружаних снага Чешке. У испитивању је коришћена најсавременија испитно-мерна опрема Националног института из Чешке и ТОЦ-а.

За мерење унутрашње (тимпаничне) температуре коришћен је уређај QuestTemp II, који припада ТОЦ-у. Сваком испитанику термистор је стављен у ушну шкољку што ближе бубној опни, а фиксиран је помоћу сунђерастог додатка. За сваког испитаника постојао је посебан додаток.

Температура коже мерена је помоћу уређаја ALMEMO 3290 из чешког института. На тај уређај су, помоћу одговарајућих каблова, повезивани специјални термистори помоћу којих је мерена средња температура коже, са четири локалне тачке на телу испитаника. Помоћу додатних аквизицијских уређаја измерене су вредности температуре и директно, телеметријским путем, преносене до главног мерног уређаја и накнадно снимане на интерну меморију рачунара.

За мерење срчане фреквенце и електрокардиограм коришћени су чешки уређаји OXYCOM MOBILE и MEDIPORT, који имају могућност телеметријског праћења на даљинама до 900 метара. Тај дванаестоканални електрокардиограмни уређај повезиван је са рачунаром и омогућавао је да се на терену даљински прате виталне функције испитаника. По завршетку експеримената опрема је скидана са испитаника, а подаци су преносени на рачунар.

Метеоролошка станица, која је постављена на средишњем делу радног



Вежбе

Активности које су испитаници изводили на терену током двадестоминутног теста биле су: ходање брзином 5–7 km/h у оквиру обележене стазе у трајању од два минута, трчање лаганим кораком од 1,5 минут, пола минута одмора, вежба чучњеви на стопалима у трајању од једног минута, потом лагано ходање у трајању од једне минуте, вежба са оружјем у стојећем положају у трајању од једног минута, затим фаза хода, такође од једног минута и долазак на последњу вежбу – савладавање двостепене клупе током два минута. Тиме је десетоминутни циклус вежби завршен и он се још једном понавља.

простора, омогућавала је мерење неопходних метеоролошких параметара – температуре и влажности ваздуха, као и брзине ветра.

Перспектива

У наредној фази овог пројекта стручњаци ТОЦ-а и чешког института ће статистички обрадити податке и извршити детаљну анализу резултата.

– На крају ћемо добити одговарајуће графиконе са средњим вредностима



унутрашње температуре тела, у варијанти без система за хлађење и у варијанти са ношењем свих прслука које смо испитивали. Функционалност једног или више система за хлађење тела биће потврђена уколико измерене вредности тимпаничне температуре буду статистички знатно ниже (узевши у обзир средње вредности свих испитаника) у односу на варијанту када није коришћен систем за хлађење. Наравно, за свеобухватну анализу и закључак о најподеснијем моделу прслука узећемо у обзир и остале измерене вредности индикатора физиолошког оптерећења – температуру коже и срчану фреквенцу, а и интензитет знојења, израчунат према површини тела испитаника у јединици времена. У овом случају медицина нам по-

маже да дођемо до пројектованих резултата и докажемо хипотезе постављене на почетку истраживачког пројекта – каже мајор мр Јовановић.

Потпуковник доц. др Каркалић објашњава наредни корак:

– Покушаћемо да, до краја године, у сарадњи са домаћим произвођачима, израдимо неколико примерака одабране варијанте или типа прслука за хлађење и да реализујемо прелиминарна лабораторијска испитивања. Проверићемо функцију тог модела у климатској комори на ВМА, како бисмо били спремни

Утисци

– Испитивање је било прилично напорно, али корисно. Ови системи су потребни нашој војсци, јер смањују температуру тела и омогућавају услове за нормалан рад војника. Задовољство нам је што ће се наши субјективни утисци узети у обзир када се буде одлучивало о систему који ће бити најповољнији у условима топле средине. Од нас се пуно тражило, али смо имали и довољно времена за одмор – каже старији водник Цветко Воштић, вођа групе испитаника из Специјалне бригаде.

Разводник Марко Чолић истиче следеће:

– У зависности од модела прслука, постоје варијације у квалитету и степену расхлађивања. Код најбољег модела не осећам толику исцрпљеност у оделу и заиста ми помаже у расхлађивању. Неки прслуци краткотрајно снижавају температуру, али брзо губе ефикасност, док други одржавају адекватну температуру дужи период, што је најбоља варијанта.

да наредне године на терену, у сличном периоду и по истој методологији, опет у сарадњи са чешким институтом, испитамо његову функционалност у реалним условима експлоатације. На тај начин бисмо, најкасније до краја наредне године, завршили овај истраживачки пројекат ТОЦ-а. Тактички носилац имаће свеобухватан извештај са свим лабораторијским параметрима и карактеристикама квалитета, тако да може донети одлуку о наставку рада на развоју и усвајању тог средства у НВО Војске Србије.

Ти системи за хлађење тела биће првенствено намењени онима који извршавају задатке у специфичним и отежаним условима и трпе највећа напрезања у Војсци – припадницима АБХ службе, специјалних јединица и војне полиције, а у будућности и осталим професионалним војницима. ■

Мира ШВЕДИЋ
Снимио Зоран ИЛИЋ

Назив модела:

SWEDE COOL VEST, САД

Принцип рада заснива се на употреби картица на бази РСМ материјала, уграђених у унутрашњост прслука. Картици су мешавина одређених врста хемијских једињења (соли) у херметизованом алуминијумском омотачу (нетоксичан и незапаљив материјал), које се трансформишу из чврстог у течност стање и обратно, зависно од температуре. Та једињења, захваљујући амортизацији температурних осцилација, апсорпцијом вишка топлоте и променом агрегатног стања складиште енергију и ослобађају је када је то потребно.



Прслук постаје аутоматски активан на температури већој од 28°C и не захтева никакву посебну припрему.

РСМ материјал упакован је у 22 картица типа Phase-Core elements 28 (20 великих и два мала).

Време употребе (аутономност у раду) износи до четири сата, зависно од физичке активности, карактеристика тела, спољних услова и сл. Картици се „допуњују“ држањем прслука на температури испод тачке активације (28°C).

Маса прслука.....1,9 kg

Назив модела:

ARCTIC HEAT, Аустралија

Принцип рада: Прслук у оригиналном паковању садржи кристалне куглице уметнуте у текстилни материјал. Потапањем прслука у воду (активацијом) куглице кристали прелазе у фазу гела, способног да апсорбује топлоту од тела, складиште ту топлоту и у циклусима је враћају телу по потреби, одржавајући равнотежу телесне температуре.



Маса прслука..... од 800 g до 1 kg (у активаном стању)

Припрема за рад обухвата потапање прслука у суд са водом минимално 15 min, цеђење, сушење и одлагање у расхладни уређај.

Време употребе (аутономност у раду) начелно је до два сата, а зависи од дужине стајања у расхладном уређају у припремној фази пре употребе.

У неактивном стању прслук се чува у оригиналној PVC торбици. У активном стању, на краћи период, чува се у просторији са вентилацијом. Уколико се планира чување на дужи период, треба сачекати да се изврши природна дехидрација (повратак из стања гела у кристални облик), након чега се пакује у торбицу.

Назив модела:

TEXAS COOL VEST, САД

Принцип рада заснива се на употреба тзв. „расхладних паковања“ уметнутих у посебно дизајниране џепове у унутрашњости прслука. Расхладна паковања од PVC материјала пуњена су специјалном течносту која на температури испод 18,3°C прелази у получврсто стање, слично гелу, чиме аутоматски постају способна да апсорбују повећану топлоту тела у случају прегревања.



Комплет се састоји од прслука и четири дводелна расхладна паковања.

Маса комплекта..... од 800 g до 1 kg (у активаном стању).

Припрема за употребу захтева потапање расхладних паковања у ледену воду у трајању од 20 min или држање у фрижидеру око један час, након чега се постављају у унутрашње џепове прслука.

Време употребе зависи од услова употребе, карактеристика спољне средине и физичког напора корисника. Прслук губи расхладне особине када је материјал у расхладним паковањима 90 одсто и више у течном облику.

Назив модела:

ENTRAK, Немачка

Принцип рада: Прслук је израђен од специјалне тканине са двоструким слојевима за пропусање ваздуха. Амбијентални ваздух, као „расхладно средство“, циркулише кроз слојеве тканине захваљујући минијатурним вентилаторима, смештеним у спољним џеповима. Ваздух се равномерно распоређује и циркулише око горњег дела тела корисника. Тако се топао ваздух, који садржи влагу, из зноја „одвлачи“ од коже и замењује свежим ваздухом.



Прслук има масу од свега један килограм и врло је једноставан за употребу и одржавање. Зависно од нивоа физичког напора и стања корисника, брзина струјања ваздуха може се подешавати у три нивоа. Оперативно време употребе прслука са напуњеним вентилационим јединицама износи до 20 часова.

Брзина струјања ваздуха креће се од 200 l/min (ниво 1) до максималних 400 l/min (ниво 3). Извор енергије је трохелијска литијум-јонска батерија, са временом пуњења од 2,5 до 3 h.

Модернизација тенкова у Индији



ТРИ И ПО ДЕЦЕНИЈЕ ДО АРЏУНА

У првој деценији 21. века индијска армија започела је програм унапређења својих тенкова производњом савремених оклопних возила по страниј лиценци – „бишме“ на бази руских Т-90С и Т-90М. Такође, унапређује тенкове „аџеја“, по руској лиценци Т-72М1. После три деценије од почетка рада на домаћем тенку „арџун“, испоручена је прва серија једном оклопном пуку. „Арџун Мк1“ је затим унапређен и већ се полигонски испитује прототип Мк2. Недавно је приказан хибрид означен као „тенк-икс“, а у току је пројектовање и новог домаћег тенка. Његова условна ознака је FMBT – будући основни борбени тенк.

Индија је данас трећа земља у свету по бројном стању оружаних снага (1,3 милиона људи, рачунајући и територијалну одбрану). Буџет за одбрану је у порасту и за фискалну 2012. планирано је око 40 милијарди долара (само за КовВ око 18 милијарди). Копнена војска Индије има три оклопне дивизије, пет самосталних оклопних бригада, 32 механизоване бригаде, 63 оклопна пука (по 45 тенкова, донедавно по 55). У саставу 18 пешадијских дивизија налази се по један оклопни пук. У оперативној употреби има око 3.500 тенкова, а око 1.000 је старијих

Дефиле „арцун-1“ на Дан Републике у Њу Делхију



T-55 и Mk1/Mk2 „виџајанта“, који излазе из оперативне употребе до 2015. Кичму оклопних снага чини 2.200 T-72/T-72M1 „аџеја“ (Аџеја – непобедиви) и око 1.000 T-90Ц/T-90М „бишма“ (Bhishma), а у плану је да 1.657 тих тенкова буде готово до 2.020. године. До ове године произведено је око 150 аутохтоних тенкова „арцун“ (Arjun, према санскриту јунак из митологије „Махабхарата“). Уговорена је производња још 124 тенка до краја 2015. године.

Подаци који су доступни у војној штампи, часописима и на интернету, а и бројке појединих типова тенкова у оперативној употреби, недовољно су поуздани, јер се мењају из године у годину због расходања старих возила и промене планова о развоју и производњи актуелних и нових.

У току је модернизација тенкова T-72M1 „аџеја“ (планирано око 1.000), али је план доведен у питање због усаглашавања око броја тенкова на бази T-90 „бишма“ и домаћих „арцун“. Интензивирани су испитивања нове варијанте „арцун Mk2“, чија би серијска производња требало да почне 2014. године.

Организација DRDO и Институт CVRDE, одговорни за истраживање, про-

Свечаност

Прва званична предаја серијских возила попраћена је тенковима „арцун“ окићених венцима цвећа, како се у Индији дочекују пријатељи и високе званице, а представници произвођачке компаније тешких возила HVF (Heavy Vehicle Factory) у Авадију доживели су апотеозу. Није се штедело на похвалама и истицању да је „арцун“ врхунски тенк данашњице, чак и смелих оцена да је најбољи тенк на свету.

јектовање и развој оклопних борбених возила (ОБВ), раде на пројекту потпуно новог тенка будућности – FMBT, који би требало да почне да се производи од 2018. до 2010. године.

На DEFEXSPO-2011 и на паради у Делхију приказан је и експериментални хибридни модел „тенк-екс“ (Tank-Ex/Ex-Tank) са куполом од „арцуна“ на шасији T-72M1 „аџеја“. Можда ће та варијанта допунити планирану модернизацију T-72M1 „аџеја“, уколико вишак (преко

1.000) возила не буде конверован у савремена тешка БВП за подршку тенкова, о чему, такође, има наговештаја.

Виџајанта – први индијски тенк

„Виџајанта“ (Vijayanta – „победнички“) јесте први индијски тенк домаће производње. Наиме, индијска компанија тешких возила „HVF“ из Авадија, склопила је споразум са британском „Vickers Armstrong“ о уступању лиценце тенка Vickers Mk1, касније Mk3, за лиценцну производњу у Индији. Реч је о тенку масе 36,5 t (до 39 t варијанте) са четворочланом посадом, топом 105 mm, дизел мотором (LeylandL/60), који је представљао јефтинију и једноставнију варијанту од програма Chieftain. Првих 90 при-



Првенац – „виџајанта“ у музеју

мерака испоручено је из Британије, а производња у Индији трајала је од 1965. до 1986. године. Израђено је око 2.200 тих тенкова (по неким изворима око 1.800). Они су дошли до пуног изражаја у Пакистанско-индијском рату 1971, у неким акцијама око граничних инцидената с другим земљама.

Урађено је пет варијаната и неколико специјалних возила (за извлачење и оправке, лансирних мостова, за разминирање). При крају производног циклуса урађен је пројекат модернизације „бизон“, по којем је требало преоружати тенк с топом 120 или 125 mm, уградити мотор тенка Т-72 од 780 КС, модернизовати СУВ до нивоа савременијих тенкова осамдесетих година. План реализације пролонгиран је из године у годину, да би се од њега дефинитивно одустало средином деведесетих, јер је већ била на програму лиценцна производња тенка Т-72/Т-72М1 „аџеја“.

Настанак арџуна

Првобитно је аутохтони индијски тенк „арџун“ имао пројектну ознаку MBT-80 Chetak (тенк осамдесетих година – „победник“), али му је назив промењен када је одлучено да се приступи прототипском развоју. Од прве замисли и постављених ТТЗ (1972), одлуке да се приступи пројектовању (1974), започињању прототипског развоја (1984), до коначног усвајања у наоружање и започињања серијске производње (1996), пристизања првих пет прототипских модела (2004) и, на крају, првих серијских возила 2009, прошло је 37 година. Првих 16 возила предато је 43. оклопном пуку, а друга серија испоручена је 75. оклопном пуку 2010. године.

То је дуг период, до тада непознат у гадњи тих оклопних возила. Пре овога тенка је, по стажу развоја, предњачио јапански Туре-90 (15 година). Очекивања су била да ће домаћа индустрија освојити 100 одсто компонената тенка домаће производње, што није остварено до данас (око 60 одсто компонената је из домаћег развоја). У развоју тенка, почевши од дизајна, преко основних делова и битних уређаја, ослонац је нађен у сарадњи са немачким компанијама КМВ и „Rheinmetall“, француским „Sagem“, израел-

Транспорт

Маса и габарити „арџуна“ постали су проблематични за транспорт железницом, која у индијској мрежи тешко удовољава стандардима транспорта, посебно ако би било потребно да се јединице „арџуна“ премеште с једног на други крај те простране земље, у којој је питање оптималног критерија носивости пруга (18 m по основном оптерећењу) и ширина тенка од 3,8 m (прелази стандард од 3,5 m) лимитирајући чинилац.



Нишанске сѐраве нишанџије

ским IMI и „Elbit“, британским „Vickers“ и америчким „Teledyne“. Касније, када је интензиван увоз и лиценцна производња руских тенкова, коришћена су руска искуства.

Развој тенка пратили су бројни технички и технолошки проблеми у изради основних елемената возила: топа, мотора, трансмисије, ходног дела, СУВ-а и других компонената. Министарство одбране и Генералштаб били су у дилеми да ли да наставе програм или да одустану, будући да је тада започела обимна набавка, затим и лиценцна производња свјетских/руских тенкова Т-72/Т-72М1, под домаћим називом „аџеја“.

Бројне тешкоће, непредвидљиви кварови и откази подсистема, израда топовских цеви, прегревање мотора (тешко је подносио температуру ваздуха у пустињи Раџастан од +50°C) и отежано стартовање у северним хладним просторима Индије, неодговарајућа решења

хладњака и пречистача ваздуха, откази на ходном делу, блокада улазног поклопца возача (када је купола у предњем положају) и многи други, допринели су да се први прототипски модел заврши тек 1984, а објави 1985. године.

Неколико прототипских модела израђено је 1988. године. Затим је започело свестрано испитивање прототипске партије (12 тенкова) до 1993. године. Тада су тенкови прешли 20.000 km и испалили више од 1.100 граната. Следећа пробна партија до 1995. прешла је око 70.000 km и испалила око 8.000 метака.

Када је у даљем току отклоњен највећи број примедби (замерке МО, ГШ, Управе за ОМЈ и Одбора за одбрану Парламента Индије), тек је 1996. донета одлука о усвајању у наоружање и приступању серијској производњи. Пет тенкова из пробне партије упућено је у јединице на трупно испитивање 2004. године.

Улагани су велики напори и трошена вишеструко већа финансијска средства од планираних (према неким ауторима десетоструко су већи расходи од планираних) због понављања поступака техничко-технолошке природе, пропуста у обради детаља, неадекватних критеријума контроле квалитета и поузданости...

Прва серијска возила (16 тенкова) појавила су се тек 2009, јер је претходне године, после тестирања којима је присуствовао министар одбране са војним врхом, закључено да треба започети серијску производњу тенка и да су отклоњени недостаци. Парламентарна комисија, МО и ГШ армије прихватили су да се тенкови „арџун“ уведу у наоружање.

Класична концепција

Тенк „Арџун Мк1“ пројектован је у организацији Управа за одбрамбена истраживања и развој (DRDO), у сарадњи са Институтом за истраживања и развој борбених возила (CVRDE), а производи се у компанији HVF. Класичне је конструкције и види се утицај немачке кон-

цепције. Управно одељење налази се напред, у средини и у куполи је борбено, а позади моторно-трансмисионо. Погон је преко задњих точкова. Четворочлана посада распоређена је на следећи начин: возач напред десно, командир и нишанџија у куполи десно, а пунилац лево (топ се пуни ручно). По облику куполе и тела тенка, сличан је немачком „леопарду-2А4“ (чак је и место возача на десној страни), а врло подсећа и на јапански Туре-90, због чега их је тешко разликовати на први поглед, осим по детаљима архитектуре.

Оклоп тела и куполе је комбиновани, вишеслојни, израђен од панцирних плоча заварене конструкције са међусобним размаком и композитним материјалима између панцирних плоча домаћег челика *канкан* (*chanchan*), произведеног у Металуршкој лабораторији за истраживање и развој челика DMRL (*Defence Metallurgical Research Laboratory*). Структура оклопа подсећа на енглески *чобем* (*Chobham*), састављен од композита (челик, алуминијумска легура, титан и керамичко-синтетичких материјала између панцирних плоча). Димензије тенка говоре да је оклопљена запремина велика (19 m³) и да је условила знатну масу тенка (58,5 t), за чији је погон неопходан снажан агрегат, посебно за покретање куполе (маса више од 18 t, запремине око 4,5 m³), због чега је уграђен и помоћни мотор-генератор од 4,5 kW снаге.

Бочне стране тела су заштићене панелима од челика (предњи део) и армираних гумених екрана (задњи део).

На гађању у пустињи Раџастан оцењено је да је оклоп тенка „арџун“ наводно отпоран и на дејства калибра 125 милиметра. Наводи се опитовање са гађањем поткалибарним и кумулативним пројектиlima (и израелским пројектиlima APFSDS, калибра 125 mm) из тенка Т-90 и Т-72М1 „аџеја“, под чијим погоцима је одолео челични оклоп „арџуна“ у брисаном домету (?), у шта је тешко поверовати.

Предња страна куполе је еквивалентна заштити (по страним изворима) од кинетичких пројектила челика RHA, дебљине 500–570 mm, а од кумулативних 650–830 милиметара. Тело је еквивалентна заштити од 410/730 mm (кинетички/кумулативни). За бочне стране куполе

нема поузданих података, али, уколико се направи паралела блиска „леопарду-2А4“, онда би требало да буде у распону од 259/308 mm (кинетички/кумулативни) на првој половини, а на другој 132/215 mm (кинетички/кумулативни). Бочне стране куполе су окомите и такође су израђене од вишеслојног оклопа, с тим да је други део бокова једнослојни челик прекривен металним сандуцима за опрему посаде и приручни алат, што додатно повећава заштиту куполе (основни оклоп другог дела је дебљине око 75 mm). Еквивалент бочне заштите тела тенка такође је асиметричне величине – предња половина је 150/360 mm (кинетички/кумулативни), а задња 75/290 mm (кинетички/кумулативни). Без додатне заштите бочни оклоп је еквивалентна заштите равне природној дебљини – само 45/50 милиметара.



Пројектили 120 mm: FSAPDS-T, HESH и будући LANAT

По узору на друге

Основни делови тенка, подсистеми и неки уређаји преузети су од иностраних произвођача или су произвођени по узору на та решења: топ 120 mm олучене цеви – енглески, мотор, трансмисија и гусенично платно – немачки, хидропнеуматско ослањање – америчко – „Teledyne“, рачунар СУВ-а – пробни шпански „Eposa“, француски „Sagem“, али са убрзаним довршењем домаћег развоја компаније BEL.

При пројектовању тенка вођено је рачуна и о антропометријским карактеристикама индијских посада, како би се обезбедио удобан смештај и оптимални ергономски услови за руковање тенком, уређајима и наоружањем. Тенк спада у класу педесеттонских оклопних возила и са својом масом од 58,5 t налази се на горњој граници те класе.

Није примењен руски систем активне заштите од ПОР типа „арена“ или „штора“, али се разматра могућност примене израелских система активне заштите ADS Trophy, Iron Fist и швајцарског LEDS-150. Приказани су снимци опитне куполе са уграђеним израелским системом активне заштите Iron Fist („челична песница“) са детекторима електронског озрачења тенка и лансерима пресретачких пројектила за спречавање погодака у тенк и деструкцију долазећих ПО ракета. Опитује се примена и нове концепције неексплозивног реактивног оклопа (NERA). Та два решења су у припреми за „арџун Mk2“, а за Mk1 су одређена до даљег за накнадну уградњу.

Наоружање

Основно оруђе јесте топ 120 mm изолучене цеви – L11A5, вертикално-клинастог затварача, са термоизолационом облогом и дефлектором на устима цеви. Пуни се ручно са 6–8 метака у минути (?). У комплекту има 39 једноделних метака са полусагоривом чауром – челично данце (није прихваћен британски модел дводелног метка са одвојеним кесицама барута). Распоред топовског метка је на два места, у задњој ниши куполе (10 метака), одвојених челичним клизним вратима од посаде, са поклопцем на крову за одбацивање увис (*blow-off*), у случају експлозије муниције. Главни део комплекта је лево од возача у појединачним касетама са течном облогом ради заштите од пожара.

У комплекту топа су, за сада, три врсте пројектила: поткалибарни FSAPDS/T1A, разорно-противоклопни HESH/T1A и кумулативни. Поткалибарни пројектил FSAPDS/T1A (енглески типа Charm-1) има почетну брзину 1.650 m/s и пробојност оклопа 650 mm на два километра (маса метка је 20 kg, дужина 940 mm). С пројектилом је предвиђено гађање на

даљинама до 5.000 метара. Девијација путање на два километра је 0,2 хиљади-та. Израелска компанија IMI развија за индијску армију скличан пројектил са бољим перформансама пробојности. На испитним гађањима из покрета покретног циља брзином 25 km/h на 1,65 km даљине прецизност првим хицем била 60 одсто.

Разорно-противоклопни HESH/T1A са пластичним експлозивом има пробојности 290 mm (ранији модел), односно 460 mm хомогеног оклопа (новији британски модел) на свим даљинама гађања. Наведени подаци су упитни, јер су пројектили овог типа стандардно ефикасни против оклопа дебљине 1,2 до 1,5 калибра. Карактерише их ефикасност против хомогеног оклопа, али не и против вишеслојних са међупростором и композитом од неметала. При удару у оклоп пројектил одваљује са унутрашње стране део оклопа тежине око девет килограма, пречника 280 mm и брзине лета кроз унутрашњост оклопног возила 100/120 m/s, при чему разбија уређаје и наноси смртоносне повреде посади. Почетна брзина пројектила је 735 m/s, а девијација 0,25 хиљадитих.

За метак HEAT нема података о пробојности (вероватно на нивоу савремених пројектила 700 до 800 mm оклопа), нити је познато како је решено вођење пројектила кроз олучену цев топа (да ли има антиротациони куглични лежај) и на путањи ка циљу (с крилцима или без њих).

Новост је усвајање израелске полу-аутоматски вођене ракете по ласерском снопу – LANAT (Laser Homing Attack), која се испаљује из топа и ефикасна је против оклопних циљева (дејствује и програмирано одзго), а може да се користи и против хеликоптера на даљинама 6–8 километра. Испитивања тенка „арјун Mk2“ су у току, али се ради и на припреми система вођења код „арјун Mk1“. Та ракета је универзалне примене: за топове 105 mm (калибар јој је 100,5 mm, а разлику до 120 mm надокнађује специјалним гумираним прстеном) и 120 mm, лаке топове на БВП или ОТ и за хеликоптере.

Помоћно наоружање састоји се од спрегнутог митраљеза Тк715 од 7,62 mm (3.000 метака) и ПАМ НСВ 12,7 mm на

Технолошки поступак

У изради топа 120 mm примењен је модерни технолошки поступак производње пречишћеног челика (топљење под шљаком или у вакууму) и обрађен хладним вучењем, применом тврдог хромирања унутрашњих површина и отврдњавања (тзв. аерофретовање), захваљујући чему је животни век цеви око 500 испаљених поткалибарних пројектила, што је високи стандард.



Полица за шойовску муницију код возача



Огибљење ходног дела

крову (1.000 метака). За ПАМ није решено даљинско управљање, већ то чини пунилац ручно. На бочним странама куполе су 2x6 бацача димних кутија (БДК) 81 милиметар.

Систем за управљање ватром (СУВ) јесте компилација решења неколико страних компанија – израелске „Elbit“, француске „Sagem“ (претходно шпанска „Enosa“) и домаће „BEL&EI-Op“, и на нивоу је треће генерације. Уместо првобитно аналогног рачунара, у серијска возила се уграђују дигитални.

Основна нишанска справа има два интегрисана канала – оптички, домаће

фирме BEL (биће замењен са израелским EI-Op, док не пристигне адекватан домаћи) и термални канал – француски Sagem. Ласерски даљиномер је саставни део нишанске справе. Командир располаже панорамском нишанском справом. Нишанске справе су независно стабилисане у обе равни. За случај отказа основне справе, нишанција има помоћну оптичку справу домаће фирме BEL.

СУВ обезбеђује, по наводима произвођача, прецизност погађања првим хицем, при гађању са места, са 90 одсто погодака на циљ 2,3x2,3m/2.000m. У наредној серији очекује се да ће тенк имати домаћу основну нишанску справу нишанције – BEL IGMS (Indigenous Gunners Main Sight).

Командирова панорамска нишанска справа (НС), са истим радним каналима (није била уграђена на првима моделима), омогућује командиру кружно осматрање (360 по азимуту) и плус–минус 20° по висини, дању и ноћу, гађање са свога места и приоритет у отварању ватре или препуштање нишанцији да гађа. Дефлектор на устима цеви топа преноси податке о кривљењу цеви и одступању од задате нишанске линије у рачунар.

Саставни део комплекта СУВ-а је метео-сензор. Електронски системи су оперативни (наводно) до спољних температура од +60°C. Електрохидраулички уређај за навођење топа и куполе и стабилизација у обе равни обезбеђује прецизност навођења од 0,4 хиљади-та у покрету и елевацију од -9 до +20°. Прецизности ватре у покрету доприноси и хидропнеуматско огибљење тенка. За наредну серију примениће се електрични уређај за покретање куполе и топа.

Возач располаже са три дневна перископа (сектор осматрања до 180°), а за ноћ користи пасивни систем заменом средњег перископа (видљивост 250–300 метара). СУВ је интегрисан са КИС-ом (заједнички развој BEL&EI-Op и страних сарадника). Електронски КИС омогућује

праћење своје јединице и распоред борбених возила преко електронске карте (LIC екран), размену података по заштићеном електронском линку са скачућом фреквенцијом радио-уређаја и сателитску навигацију и позиционирање (ГПС). У току је заједнички развој система за детекцију ласерског озрачења и ИЦ ометача навођених ПО ракета у спрези са аеросолним БДК (израелски „Elbit” и индијски El-Op), који ће се интегрисати са СУВ и применити, првобитно на тенковима „арџун Mk2”, а касније накнадно уграђивати у „арџун Mk1”.

Погон

Погонски агрегат развијен је уз примену немачког турбопрехрањиваног дизел мотора MTU 838 Ka501 од 1.400 КС/1.040 kW, водом хлађеног, који обезбеђује специфичну снагу од 24 КС/t, максималну брзину од 72 km/h, просечну теренску до 40 km/h. Са 1.980 l горива (рачунајући и две додатне бачве од по 200 литара) тенк остварује аутономију од 450 km (ван путева до 360 km). Овај мотор губи за рад вентилатора за хлађење 180 КС, што умањује његов капацитет у условима повишене температуре спољнег ваздуха, када је хлађење отежано, да би се одржала потребна радна температура. У куполи, иза задње нише десно, уграђен је помоћни мотор-генератор (снаге 4,5 W) за напајање електричном енергијом великог боја потрошача, на-

Уређаји

„Арџун Mk1” опремљен је стандардним уређајем за колективну НХБ заштиту посаде. Уређај за гашење пожара (боце халона 1301) има ИЦ детекторе и активира се, у случају пожара, у посадном простору за 200 ms, а у мотоном одељењу за 15 ms. Радио-уређај је ВВФ опсега са скачућом фреквенцијом и заштићеним сигнаlima. Уређај за међусобни разговор посаде је стандардни. Уграђује се ГПС уређај и електронски КИС са којим су интегрисани СУВ, ГПС и електронски систем осматрања ноћу. На командној табли возача налази се и компас за кретање по задатом азимуту.

Шема бојења

Посебна пажња посвећена је визуелном маскирању са одговарајућом бојом за смањење видљивости силуете тенка и детектибилност од електронског ометања. Примењене су три основне шеме: боја пустињског песка, зелена или вишебојна шара геометријских слика, асиметричног распореда, подесна за борбена дејства у насељеним местима.

рочито погона за окретање масивне куполе, када не ради главни мотор.

Хидромеханичка трансмисија у блоку састоји се од полуаутоматског хидродинамичког мењача и уређаја за управљање и кочење, који су обједињени у јединствену конструкцију и кинематску целину. Уместо главног квачила има хидродинамички преносник у главном погону, а хидростатички у помоћном погону за управљање. Промена степена преноса обавља се електромеханичком командом, без прекида тока снаге. Уграђен је ретардер за поступно, али сигурно и убрзано кочење. Мењач је планетарни хидродинамички HSWL типа PK304S или RK304A (немачка фирма „Renk”) са полуаутоматском променом степена преноса (4+2). Трансмисија омогућује окретање тенка на месту око његове вертикалне осе, када гусенице вуку у супротним смеровима, што је свакако добра могућност за тако масиван тенк и маневар на терену. У току је завршна етапа развоја домаће трансмисије и система за хлађење са бољим перформансама за високе температуре и пустињски амбијент.

Ходни део је решен са 2x7 пари потпорних точкова, 2x4 пара точкова носача гусеница и гусеничним платном (фирма „Diehl”), ширине 630 mm, са двоосовинским гумено-металним спојницама чланака (silent block) и гуменим додацима (папучама). Ослањање хиодропнеуматског типа (америчка компанија „Teledyne”) обезбеђује висок динамички ход точкова (од 450 до 500 mm) и блаже осцилације тенка преко неравне подлоге, а посредно доприноси прецизности гађања у покрету и олакшава посади боравак у тенку.

У целини, погонски блок и ходни део омогућавају висока маневарска својства тенка, упркос знатној маси. Тенк није предвиђен за подводно кретање, већ само до дубине газа од 1,45 m (1,8 m са припремом).

Специјална возила

У прототипској фази развоја налазе се три типа инжењеријских и логистичких возила на шасији „арџун Mk1”: тенк носач лансирног моста – BLT (Bridge Laying Tank) са две моснице, укупног рапосна 26 метара, ширине четири метра, носовости 60 тона. Као прототипски модел приказан је на овогодишњој паради у Њу Делхију. Затим, ту је и тенк за извлачење и оправке (ARV или ARRV) са применом стандарда пољске варијанте WZT-3 (шасија T-72). Извесно је да индијска индустрија тешких возила има искуства, јер је раније развила слична возила на бази старијих тенкова „виџанта” (око 200 јединица) и T-55. Трећи тип је тенк за разминирање – AEV (Armour Engineering Vehicle) са плуговима за уклањање мина и отварање пролаза у минско поље, такође у развоју. Сличан модел појавио се на овогодишњој паради, на шасији T-72, ознаке T-72 FWMP – возило са плугом за разминирање, по којем ће вероватно бити развијена варијанта на шасији „арџуна”.

Која ће од поменутих наменских возила бити усвојена у серијску производњу тешко је тврдити, јер индијска копнена војска има широку палету и бројна специјална возила развијена на шасијама T-72/T-72M1 „аџеја” и старим тенковима.

Министарство одбране Индије уговорило је испоруку (маја 2010) серије од 124 тенкова „арџун Mk1”, а после упоредних испитивања „арџуна Mk1” и T-90C, септембра 2010, и завршних верификационих испитивања, уговорило је још 124 унапређена тенка „арџун Mk2”. Има наговештаја да би се укупан број касније повећао на 500 јединица (за опремање 10 оклопних пукова), али никако 1.500–2.000, каква је била почетна замисао.

Од почетне цене од 1,6 милиона долара по јединици возила, стигло се до 3,8 милиона, али је прошле године цена достигла 4,5 милиона долара, а МО је већ



Постројен цео 43. оклопни пук тенкова „арџун Mk1“

саопштило да ће верзија „арџун Mk2“ достићи цифру од осам милиона долара 2014, када се очекује финализација прототипског развоја и почетак серијске производње. Али, и базни модел је знатно скупљи од набавне цене T-90C/T-90M (2,5 до 3,5 милиона долара из 2009) и то тенка „арџун“, који је „боловао дечје болести“ три и по деценије, а још увек их није сасвим преболео. То је цена самосталности у развоју ових сложених система и смањивања зависности од увоза значајних компонената возила (од чега се индијска одбрамбена индустрија, вероватно, неће лако ослободити у блиској будућности).

Упркос изузетно великој популарности руских и лицензно произвођених тенкова у Индији, код посада и у Управи оклопних јединица, у порасту је број присталица

домаћег тенка „арџун“ у МО, ГШ и парламенту, јер је у питању и национални понос – да се одржи аутохтони пројекат, макар уз велике напоре и финансијска одицања.

Тактичко-техничке карактеристике арџуна

Посада.....четири члана

Маса.....58,5 t

Оклоп.....комбиновани, вишеслојни, заварени канкан

Димензије:

– дужина.....10,6 m/7,7 m (с топом/без топа)

– ширина.....3,84 m (са екранима), а 3,5 m без екрана

– висина.....(без ПАМ)...2,32 m

– клиренс.....0,45-0,50 m

– притисак на тло.....0,84 kg/cm²

Наоружање:

– топ L11A5 120 mm (39 метака: APFSDS, HEAT, HESH/HE) – елевација од 9° до 20°, даљина непосредног гађања – од 100 m до 3.000–4.000 m

– митраљез 7,62 mm Тк715 (3.000 метака)

– ПАМ 12,7 mm HCB (1.000 метака)

– 12 бацача димних кутија (2x6)

Погон:

– мотор дизел MTU 838 Ка501, 10 цилиндара, 1.400 КС/1.040 kW, специфичне снаге 24 КС/m, трансмисија полу-аутоматска HSWL Rk-304A или Rk-304S Renk (4+2 степена) вешање хидропнеуматско, резервоари горива 1.980 l (са две додатне бачве од по 200 l), потрошња на један километар 5,5 литара или 9,5 изван пута

аутономија.....450 km на путу (до 280 km изван пута)

брзина.....до 72 km/h

убрзање.....од 0 до 32 km за 10 секунди

савлађује препреке.....ров.....2,43 m, успон 35°, нагиб 25°, вертикалну препреку 0,91 m

У сваком случају, овај тенк, када се унапреди у модел Mk2, моћи ће да се пореди са генерацијом најновијих тенкова западних произвођача. С друге стране, према неким оценама, у односу на руски концепт тенка и поузданост купљених возила, „арџун“ тешко може да одржи конкуренцију на садашњем нивоу развоја, иако се доста пристрасно износе „предности“, које је показао „арџун“ на компаративним тестовима, нарочито на гађањима. Међутим, како се истраживање, пројектовање и развој оклопних возила у Индији интензивно и убрзано одвија, може се очекивати је да ће ранија искуства и пропусти са „арџун Mk1“ бити опомена конструкторима и произвођачима компаније тешких возила у Авадиу, и да ће уочене пропусти у финализацији возила бити превазиђени.

Тенкови „арџун“, и кад би достигли укупну производњу од 500 возила, представљаће много мању количину у Индији од оних руског порекла, купљених и лицензно произвођених у домаћим заводима.

Започет је програм свеобухватне модернизације и унапређења тенкова Т-72/Т-72М1 „аџеја“ – Програм модернизације Rhino (носорог) – око 1.000 тих тенкова. Сукцесивно се унапређују и тенкови серије Т-90С и доводе на ниво Т-90АМ. Развијени прототип хибридног тенка Tank-Ex има две алтернативе: да се искористи вишак тенкова Т-72 (необухваћених модернизацијом) и повећа производња купола „арџун“, како би се задржао у наоружању, или да се крене у развој тешких ОТ/БВП на шасији Т-72, што се, такође, помиње као шанса.

У развоју је и тенк будућности, условне ознаке FMVT (будући основни борбени тенк), који би требало да пристигне за финализацију и серијску производњу до 2020. године. Посебна пажња посвећена је унапређењу „арџуна Mk1“ на којем ће се применити бројна унапређења најновије технологије из Русије, Израела, Немачке, Француске и САД. Тај тенк је прихваћен под службеним називом „арџун Марк2“ и у току је његово тестирање, а почетак производње се очекује од 2014. године. ■

Милосав Ц. ЂОРЂЕВИЋ



У ОКЛОПЕ ЗАВИЈЕНИ

Већину оклопних возила одувек су чинила такозвана лака возила, чији је број вишеструко премашивао тешка возила, односно тенкове. Њихову популарност условљавала је већа покретљивост и потреба за масовношћу, односно нижом ценом. Наравно, основни недостатак им је нижи ниво балистичке заштите, а како би се он колико-толико „поправио“ улажу се велики труд и средства.

Упркос значајним улагањима и тежњи да се створе активни системи заштите који ометају пројектиле или их уништавају пре него што стигну до возила, пасивна заштита је за сад неупоредиво заступљенија. Основни разлог је изузетно висока цена активних система заштите – неретко на нивоу цене целокупног возила које штите. Због тога конструктори

данас (а вероватно ће се овај тренд наставити) улажу велике напоре да побољшају и оптимизирају пасивну оклопну заштиту возила.

Таква заштита требало би да пружи сигурност возила и наравно посаде од више врста различитих „претњи“. Најочигледнија је стрељачка муниција, која је и најраспрострањенија, затим кумулативна муниција, пре свега лансирана из

ручних бестрзајних или ракетних бацача, а не треба заборавити ни противоклопне мине и импровизирана експлозивна средства. Последње две претње актуелизоване су у протеклих десетак година и полако, али сигурно, на сцену ступају специјализована возила која су у већој или мањој мери отпорна на њих.

Противминска заштита обезбеђује се посебним профилисањем пода возила у облику латиничног слова „V“, уградњом одбацивих блатобрана, постављањем нерањивих уметака посебне геометрије у тачкове, уградњом амортизера на седишта посаде... Отпорност на импровизирана експлозивна средства, која дејствују са стране, решава се постојећом пасивном оклопном заштитом бокова возила и елиминацијом што је могуће већег броја врата и отвора по боковима.

Како се ове технике заштите, бар у овом тренутку, више односе на геометријска решења трупа возила и неких посебних елемената који се релативно једноставно додају на њих, а нису строго везана за специфичности коришћених материјала, овом приликом ће бити речи о заштити од стрељачке муниције, односно муниције која дејствује кинетичком и кумулативном енергијом.

Панцирни челици

Традиционални начин обезбеђивања пасивне балистичке заштите јесте примена челика за балистичку заштиту или панцирног челика. Тај термин односи се на велики број легираних челика различитих механичких особина и технолошких карактеристика. Панцирни челик, у односу на који се традиционално процењује масена ефикасност других материјала, има тврдоћу 270 НВ (тврдоћа по Бринелу), мада, када је реч о оклопу лаких оклопних возила, за референцу се узима панцирни челик тврдоће 340 или чак 380 НВ. То је условљено већом релативном балистичком ефикасношћу тањих плоча од панцирног челика (до дебљина од око 15 mm, најчешће око 10 mm) у односу на дебље, које се чешће примењују на тенковима (и више од 100 mm). Панцирни челици до тврдоће од око 500–550 НВ могу се заваривати и

због тога представљају тренутно најефикаснији тип хомогене оклопне заштите која се примењује на основној структури лаких оклопних возила, против муниције калибра 7,62 милиметара.

Наравно, постоје челици који су тврђи, око или чак преко 600 НВ (640–670 НВ). Међутим, због повишеног садржаја угљеника, њихова заварљивост је релативно лоша, тако да се примењују у виду додатне заштите која се причвршћује вијцима на основну структуру возила. Иако ти челици, популарно названи и челицима ултрависоке тврдоће, имају масену ефикасност за око 50 одсто већу од оних високе тврдоће (око 500 НВ), односно чак 75 одсто у односу на челик 380 НВ, то није последња реч црне металургије. Док претходне типове челика користе практично сви, следећу врсту, популарно названу челик двоструке тврдоће, користе само поједине земље – познато је да их засигурно производе или су их производили Бразил и Француска.

Тај тип челика састоји се од два слоја, различитих својстава, који се у жареном стању заједно ваљају и самим тим спајају. Након тога подвргавају се термичкој обради, каљењу и отпуштању, а услед различитог хемијског састава, постижу се различите тврдоће појединачних слојева. Спољашњи слој обично има тврдоћу сличну челицима ултрависоке чврстоће, док је унутрашњи нешто мекши, вероватно између 400 и 500 НВ. Основна предност над челиком ултрависоке чврстоће јесте боља заварљивост и, самим тим, могућност употребе за израду оклопног тела у функцији основног оклопа, при чему спољашњи слој не представља паразитску масу, већ доприноси крутости и чврстоћи оклопног тела. Основни недостатак је врло висока цена, тако да је употреба челика двоструке тврдоће ограничена на пар бразилских возила као што су Urutu и Cascavel.

Легуре алуминијума

Опште је познато да легуре алуминијума имају готово три пута мању густину у односу на челик, али су им механичке особине вишеструко ниже (чврстоћа/тврдоћа и жилавост). Управо се у томе крије највећа предност, бар првих легура алуминијума над панцирним челици-

Масена ефикасност

Масена ефикасност јесте бројка која показује колико је пута оклоп израђен од неког материјала лаганији у односу на референтни челик тврдоће обично 340 или 380 НВ. Што је однос маса већи, одређени тип заштите је ефикаснији.

су на панцирни челик (340–380 НВ) из педесетих година, приметна је чак и мања масена ефикасност против пројектила стрељачке муниције, али већа ефикасност против парчади артиљеријских пројектила. Најпознатије возило са таквим оклопом је амерички оклопни транспортер (ОТ) М113. Уследиле су знатно ефикасније легуре са цинком и магнезијумом серије 7XXX (7039 на куполи М2/М3 Bradley и 7017 на британским Warrior-има), које су



Употреба челика високе тврдоће 500 НВ омогућила је малу масу возила VBL

Тренутно најефикаснији тип хомогеног оклопа од легуре алуминијума 2519 уграђен је на амфибијском возилу AAV

ма, а то је знатно већа крутост оклопног тела због могућности употребе дебљих плоча. Да би се постигла потребна крутост трупа израђеног од панцирног челика, неопходна су попречна ојачања, која повећавају масу без утицаја на балистичку заштиту.

Прве легуре биле су оне са магнезијумом, серије 5XXX, тачније 5083. У одно-

према балистичкој заштити биле на нивоу челика 500 НВ против пројектила тешких митраљеза 12,7 и 14,5 милиметара. Међутим, основни проблем код тих легура је осетљивост на напонску корозију, па је даљи развој усмерен ка легурама серије 2XXX.

Нова легура 2519, у основи легирана бакром, има балистичку ефикасност

вишу у односу на серију 7XXX и готово се изједначила са челицима 500 HB за заштиту од пројектила муниције 7,62 милиметара. Очекује се да се та легура употреби на најновијем америчком амфибијском возилу AAV. Као и код челика, појавио се и вишеслојни алуминијум, али не у два већ у три слоја. Наиме, италијанска компанија „Alumina“, члан групе MCS, произвела је трослојни оклоп назван Tristrato, који се састоји од два тања спољашња слоја легирана цинком и магнезијумом, док је средњи слој додатно легиран и бакром. Између слојева је додат слој технички чистог алуминијума чистоте 99,5 одсто, због квалитетнијег спајања слојева и смањења могућности деламинације при дејству пројектила.

Према тврдњама произвођача, Tristrato обезбеђује за 10 одсто ефикаснију заштиту у односу на легуру 7017 и за 14 одсто у односу на 7039 против дејства муниције калибра 7,62 mm, што значи да је реч о најефикаснијем типу балистичке заштите на бази алуминијума. Међутим, као и код концепцијски сличног челика двоструке тврдоће, Tristrato без сумње није јефтин, па не чуди недостатак информација о његовој практичној примени.

Генерално, легуре алуминијума представљају одличан (не и тако јефтин) материјал за израду тела возила.

Комбинације металних материјала

Челици ултрависоке тврдоће се због смањене заварљивости спајају за основну структуру вијцима. То је занимљиво решење са гледишта побољшања оклопне заштите постојећих возила, било да је реч о основном оклопу од челика или алуминијума. Управо је данас врло популарна комбинација алуминијумске легуре и челика ултрависоке тврдоће. Типични представници су америчко борбено возило пешадије (БВП) M2A2 Bradley, италијански БВП Dardo и немачко -холандски извиђач Fennek. Интересантно је да је масена ефикасност те комбинације већа од обе појединачне компоненте.

Постоје, међутим, још ефикаснија решења. Прво је примена перфорираних плоча, које изазивају индукцију савојних напона у пробојном језгру про-



Борбено возило пешадије Dardo пример је комбинације легуре алуминијума и челика високе /ултрависоке тврдоће

Точкаш VBCI са уграђеним додатним оклопом од плоча Ti-6Al-4V, преко основног оклопа од легуре алуминијума

Демонстратор

Француска компанија GIAT приказала је демонстратор возила Chacale – точкаша са формулом погона 6x6, чија борбена маса износи око 25 t, али запањујуће звучи податак да је маса оклопног тела невероватне 3,4 тоне! На тај начин обезбеђује се велика „резерва“ масе за додатну оклопну заштиту.

јектила, што доводи до лома језгра. Осим тога, на основни оклоп фрагменти падају под одређеним углом, што знатно смањује њихову пробојност. С обзиром на постојање размака, смањује се ефикасност и кумулативних бојевих глава кроз механизам дефокусирања кумулативног млаза. Тиме се најчешће не мо-

же потпуно зауставити кумулативни млаз, али се смањује његова ефикасност, односно левак у којем испољава најопасније дејство у унутрашњости возила, што и није занемариво.

Друго решење је знатно скупље, а подразумева употребу легура, тачније легуре титана Ti-6Al-4V у комбинацији са основним оклопом од легуре алуминијума. Иако је цена те легуре за 20 одсто нижа од легура примењених у авиоиндустрији, она је, ипак, 15–20 пута већа од цене легираних челика. У односу на перфориране плоче, предност је могућност монтаже директно на основни оклоп, чиме се габарити возила не повећавају знатно, а заштита није строго оптимизована за дејство против одређене муниције – код перфорираних плоча то је тешко обезбедити због оптимизације геометрије отвора и дебљине плоче према пречнику пробојног језгра и ње-

говој кинетичкој енергији. С друге стране, тиме се не обезбеђује никаква заштита од кумулативних пројектила чија је пробојност вишеструко већа.

Занимљиво би било споменути пример америчког ОТ М113, који је модернизован и перфорираним плочама и додатним плочама од легуре титана. Наиме, израелски ОТ М113 су још пре

неколико деценија добили перфориране плоче у виду пакета Тога, а двоструке перфориране плоче уграђиване су и на америчким М113А3. С друге стране, канадски MTVL (продужени М113) има додатне плоче од легуре титана, а у свим случајевима постигнуто је повећање балистичке заштите са нивоа калибра 7,62 на 14,5 mm, уз, такође, приближно једнако повећање масе.

Французи су одлучили да на својим новим БВП точкашима VBCI прихвате споменути комбинацију основног оклопа од легуре алуминијума са додатним оклопом од легуре титана, као ефикаснију алтернативу челику ултрависоке тврдоће, док је вероватно процењено да се заштита од кумулативних пројектила знатно ефикасније може обезбедити применом активних система заштите. За обезбеђење највишег степена заштите од кинетичких пројектила, француски, а и други конструктори, прибегавају додатном оклопу од керамике.

Керамика

Инжењерску или напредну керамику, као материјал, одликује знатно већа тврдоћа у односу на металне материјале и мања густина, а уједно и знатно мања жилавост. Такве механичке карактеристике препоручују керамику за додатну балистичку заштиту, дакле, за исте намене као и челик ултрависоке тврдоће и легуре титана. Већа тврдоћа керамике обезбеђује лом пробојног језгра или пенетратора, након чега му се деј-



Борбено возило ђешагује Bradley са гогашним ЕРО комџаније „Rafael“

Најпознатији керамички оклоп

Најпознатији тип керамичог додатног оклопа данас јесте немачки MEXAS, компаније „IBD Deisenroth“, који је уграђен на низ возила – почевши од шведских ОТ Pbv302 и канадских примерака М113 слатих у састав IFOR/SFOR у Босну и Херцеговину, затим на возила LAV III/Stryker и др. Код њих је керамички оклоп постављан на основу челика средње тврдоће, легуре алуминијума, односно челика високе тврдоће.

ство фрагмената распоређује на већу површину и знатно смањује пробојност. Међутим, као што је речено, њена мала жилавост уједно значи да се при удару пројектила разара и сама керамика, тако да је велики труд уложен у оптимизацију величине керамичких плочица. С једне стране, потребно је смањити величину како би се обезбедила што мања вероватноћа да ће следећи пројектил погодити баш место где је претходни заустављен и тиме разорио плочицу. Уједно, потребно је смањити и број ивица, које су саме по себи ослабљена места на систему оклопа.

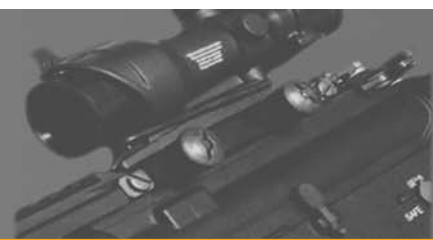
Строго узевши, масена ефикасност керамике пропорционална је предности у тврдоћи коју има над пројектилом. За ефикасно заустављање пројектила са челичним језгром, тврдоће од 600 до

800 HV, довољна је керамика типа Al_2O_3 и нешто ниже чистоће од 85 одсто (тврдоће 900–970 HV). Међутим, за заштиту од савремених пројектила са језгром од тврдог метала, чија је тврдоћа 1.200 HV, треба користити ефикасније врсте керамике – обично је то Al_2O_3 веће чистоће (95 или 99,5 одсто).

Технологија израде језгара је, такође, напредовала, па се појавио композитни материјал волфрама са кобалтом, тврдоће чак 1.800 HV. Против тих пројектила потребно је користити тврђе, али и вишеструко скупље типове керамике попут SiC, TiB_2 и B_4C (2.200–2.500, 2.500–2.700 и до 3.000 HV). Примера ради, цена SiC и TiB_2 је пет до 10 пута виша у односу на Al_2O_3 , а B_4C чак двоструко виша у односу на SiC и TiB_2 , тако да се B_4C користи за личну заштиту војника, а не возила.

Упркос свему, најраширенији тип керамичког оклопа је Al_2O_3 , а конструктори на различите начине покушавају да му повећају механичке особине, пре свега тврдоћу. Један од популарних начина јесте убацивање наночестица у масу пре синтерованња плочица, чиме се тврдоћа новодобијеног нанокмозита са основом Al_2O_3 , чистоће 95 одсто може повећати са 1.200 на чак 2.100 HV, односно, готово на ниво SiC – уз цену која се задржава у оквиру цене Al_2O_3 чистоће 99,5 одсто, али са повећањем тврдоће (Al_2O_3 чистоће 99,5 одсто око 1.500–1.700 HV).

У тежњи да се реши највећи недостатак керамике – да се ломи под ударом – израелски и француски инжењери су прибегли једном трику – поставили су керамичке елементе у еластомер (гуму). Израелске компаније „Rafael“ и „Plasan Sasa“ произвеле су пакете заштите на бази сферичних елемената, док је француска компанија „Ares Protect“ применила елементе заобљеног призматичног облика. Поред високе масене ефикасности, те панеле одликују и савитљивост, чиме се у великој мери поједностављује уградња на возила, а врло је једноставна и брза замена уништеног елемента новим и то у пољским условима. Примера ради, Американци су за своја амфибијска возила AAV одабрали пакет типа LIBA, компаније



„Ares Protect”. Taj paket ugrađuje se i na leteliце, blindirana vozila, a може се употребљавати и као лична заштита.

Композитни материјали

Иако се готово сви претходно поменути типови заштите лаких возила често сврставају у композитни тип заштите, употреба композитних материјала је много мање заступљена. Упркос чињеници да је до сада било покушаја замене челика и легура алуминијума ради израде тела возила композитним материјалима (ојачаним стакленим влакнима или угљеничним влакнима), до тога није дошло у пракси. Наиме, показало се да је врло велики недостатак немогућност поправке, односно репарације оштећења, а, с друге стране, њихова балистичка отпорност није у довољној мери већа у односу на челик високе тврдоће. Због тога се може сматрати да им је једина предност у погледу уштеде на маси могућност избегавања уградње унутрашњих облога, које се, иначе, израђују од композитних материјала као што су Kevlar или Dyneem.

Оклоп типа „кавез”

„Кавез” данас представља можда најпопуларнији вид пружања лагане заштите против кумулативних бојевих глава, а присутан је на готово свим типовима оклопних возила у акутним светским жариштима. Састоји се од челичних профила, постављених плочастим („флахова”), који имају улогу да прекину слање сигнала од упаљача до детонатора код старијих типова бојевих глава ручних бацача РПГ-7. Код новијих упаљача профили могу да изазову оштећење кумулативног левка, а самим тим неправилно формирање кумулативног млаза знатно смањене пробојности. Наравно, постоји одређена вероватноћа да пројектил погоди директно у профил, што изазива детонацију, и у том случају долази до дефокусирања кумулативног млаза због повећаног растојања до основног оклопа. То је уједно и најнеповољнији случај и тада кавез делује као размакнута оклоп, при чему се пробојност кумулативног млаза смањује у одређеној мери. У каснијем периоду, британски гигант BAe приказао је подједна-

ко ефикасан кавез израђен од легуре алуминијума, чија је маса приближно мања за трећину од класичног челичног.

Конечно, постоји још један тип оклопа који дејствује на сличном принципу, али је још лаганији. Амерички огранак компаније „Qinetiq” – „Qinetiq North America”, израдио је нови тип оклопа под називом Q-Net, који суштински представља оптимизовану мрежу.



Оклоп HEPO шийа EAAK на амфибијском ОТ AAV-7

Најновији производ Q-Net II је, у односу на претходни, лакши за 10 одсто, а у односу на класични челични кавез чак за 60–70 одсто.

Реактивни оклопи

Посебна врста додатне заштите, која се у потпуности разликује од претходних типова оклопа по принципу дејства, јесу реактивни оклопи. Треба разликовати две врсте реактивног оклопа – са инертним или неексплозивним међуслојем (HEPO) и са експлозивним међуслојем (EPO).

HEPO је тип оклопа који је ефикасан и против пројектила стрељачке муниције и против кумулативних пројектила. Састоји се од две челичне плоче између којих је еластомер или полимер. Међуслој под дејством кумулативног млаза раставља челичне плоче, које га слабе крећући се „кроз” млаз. За лака оклопна возила обично се примењује један слој челик-полимер-челик, док је код тежих возила, рецимо тенкова, број тих слојева знатно већи. Типични представник тог типа оклопа јесте EAAK,

производ израелске компаније „Rafael”, а примењен је на ОТ M113 и амфибијским ОТ AAV-7.

Основна предност EPO над HEPO је већа масена ефикасност против кумулативних бојевих глава, али постоји фундаментални недостатак знатно веће опасности по возило. Наиме, када дође до дејства кумулативног млаза на експлозивно пуњење, након детонације, такође

долази до латералног размицања спољашње и унутрашње челичне плоче, као и код HEPO, али је дејство брже и ефикасније. Проблем је у чињеници да се унутрашња плоча креће релативно великом брзином управо према основном оклопу, тако да у једном тренутку удара у њега, а како је основни оклоп на лаким оклопним во-

зилима релативно танак, удар може озбиљно да га оштети.

Како би се смањило или идеално потпуно елиминисао ризик по возило конструктори су прибегли различитим решењима. Израелци, тачније компанија „Rafael”, произвела је EPO код којег је испод експлозивног пуњења постављен слој полимера, како би се ублажио удар унутрашње плоче у основни оклоп. Taj тип EPO је примењен на возилима M2 Bradley и вероватно Pizarro/Ulan. Слично решење имали су и Руси на својим возилима БМП-3, односно касетама типа 4C24.

Можда најефикаснији начин избегавања негативног дејства EPO на возило примењује немачка компанија „Dynamit Nobel”, под називом Clara. Уместо традиционалних челичних плоча користи се композитни материјал ојачан влакнима (вероватно угљеничним), који се након детонације распада у ситне честице, ефикасне против кумулативног млаза, али безопасне за возило. Taj тип EPO предлаже се за модернизацију БВП Marder, а сасвим је могуће да ће се наћи и на БВП Puma. ■

Др Себастиан БАЛОШ

Кинект на тржишту роботике (2)



БУДУЋНОСТ ПОЧИЊЕ САДА

„Кинект” контролери могу да се поставе на земљу, у околину оперативних и командних центара и да одатле контролишу летелице типа квадрокоптера или сличне. Могу да се поставе на балоне, беспилотне летелице и да се преко њих управља роботима, као што је већ поменути MUGV. Могу, у некој будућности, у којој ће оптичка сензорска технологија повећати своју резолуцију, да се уграде у сателите и да са небеских висина омогуће контролу над роботизованим борбеним и неборбеним уређајима. Колико год то изгледало футуристички, не треба мислити да није изводљиво.

Пажњу стручњака, истраживача и инжењера окупирала су три области за потенцијалну примену изван области компјутерских игара. То су, најпре, безбедносне апликације. Могу се користити за откривања неовлашћеног уласка, контролу осветљења и стартовање камере за снимање слике у покрету. Друга област је технологија одр-

жавања видео-конференција, и могуће ју је уградити у Skype софтверске апликације. „Мајкрософт” је недавно купио Skype за 8,5 милијарди долара, а тренутно има много спекулација око тога како планирају да га интегришу са „кинект” системом. Један од могућих примена „кинекта” је да се путем Skype-а обезбеди квалитетно одржавање видео-конференције.

Истраживачи MIT Media Lab су напредовали у коришћењу „кинект” система за интеграцију просторних информација дубине простора, аудио и живих видео-снимака и могу да изврше калибрацију стварног положаја објекта у контролисаном простору. Једну од апликација тог система изградиле су стручњаци MIT Media Lab под називом „Просторна измењена реалност”. Та опција омогућава да се величина и положај објекта у сали могу дефинисати у три димензије.

„Мајкрософтови” истраживачи напредују и у истраживању могућности технологије детекције покрета, покушавајући да створе интерфејс који ће омогућити интерактивну манипулацију снимљене површине (Light Space пројекат) и простора између више површина, комбиновањем елемената простора у проширеној и виртуелној стварности. Light Space пројекат је иновативан, јер технологија за детекцију покрета омогућава кориснику да интерагује са сликом пројектованом на различите површине. Она користи координате из 3D реалног света за калибрацију објекта у дубине простора које камера може да обухвати.

Следећа област примене технологије за детекцију покрета јесте потрошачка мултимедија. Бројне су компаније које комбиновањем бежичне технологије, детектора и сензора настоје да створе конзоле за успешно играње компјутерских игрица.

Идентификација путем радио-фреквенције

Америчка војска је, такође, експериментисала са одећом која вибрира (делује на чуло додир човека). На основу тих идеја научници са Универзитета у Ахену у Немачкој, под руководством инжењера проф. др Томаса Рица, у Лабораторији мобилних медија и комуникација (MC), направили су одело са сензорима, који се налазе на рукама и леђима. Ти сензори реагују, односно делују, када корисник „додирне” неки од виртуелних објекта који су креирани помоћу Мајкрософт „кинект” платформе. Занимљиво је да су креатори те одеће потрошили



„Кинект иксбокс“ конзоле помаже у игрању игара

свега пар стотина долара на компоненте, што значи да би се такве идеје могле лако преточити у комерцијални производ.

У тој немачкој научној и истраживачкој институцији су у студији „Концепција и развој природних корисничких интерфејса“ анализирале неке од апликација за „кинект“ камеру које су омогућиле израду поменутог вибрирајућег одела.

Концепт је заснован на одећи која се припија уз тело и у коју су уграђене RFID плочице (Radio frequency identification – идентификација путем радио-фреквенције). Одело омогућава тактилне (додирне) повратне информације генерисањем вибрација у осам одабраних делова тела (зглобови, подлактице, рамена, стомак и торзо). „Кинект“ камера, оптимизирана за коришћење гестова, детектује вибрације које преносе RFID плочице. Софтверски програм преводи те покрете у команде у интерактивним графичким контролама. Са RFID технологијом у „кинекту иксбокс“ уређају интегрисан је и аудио-модул (Spracherkennung modul). У таквој комбинацији систем даљински шаље и прима податке помоћу RFID плочица-одашиљача и аудио-сензора.

Плочица RFID је изузетно мали објекат који се може залепити или уградити у жељени производ, а садржи антену која јој омогућава пријем и слање радио-таласа од RFID примопредајника. Комуникација између микроконтролера и актуа-

тора за бежични интерфејс остварује се преко малих микроконтролера ушивених у делове одеће. С обзиром на то да су у виртуелним системима уведени и тактилни сензори (виртуелног типа), то омогућава иновативни приступ у раду са графичким контролама. То се може постићи интеракцијом разних положаја тела и када се оно креће.

„Кинект“ се, такође, може користити као јефтина алтернатива постојећим системима за праћење и детекцију покрета (Motion Capture). Покрети тела могу да се мере са различитим моделима уређаја попут Kuest3D, 3D Studio Max и другим.

„Мајкрософт“ планира да интегрише „кинект“ у телевизор следеће генерације. Најновији производ те фирме – „кинект 2“ може да чита са усана и покрете на раздаљини од 40 центиметара.

Робот управља човеком руком

Наравно, „кинект“ је првенствено намењен људима за управљање роботима. Међутим, размишља се о обрнутом процесу – да роботи могу управљати људима. То ново поглавље у интеракцији људи и робота управо је отворено експериментом који је извела група француских истраживача. Дакле, то би значило да када њиховом роботу затреба рука, послужиће се вашом. Наиме, истраживачи из Лабораторије за информатику, роботiku и микроелектронику у Монпељеу (Le Laboratoire d'Infor-

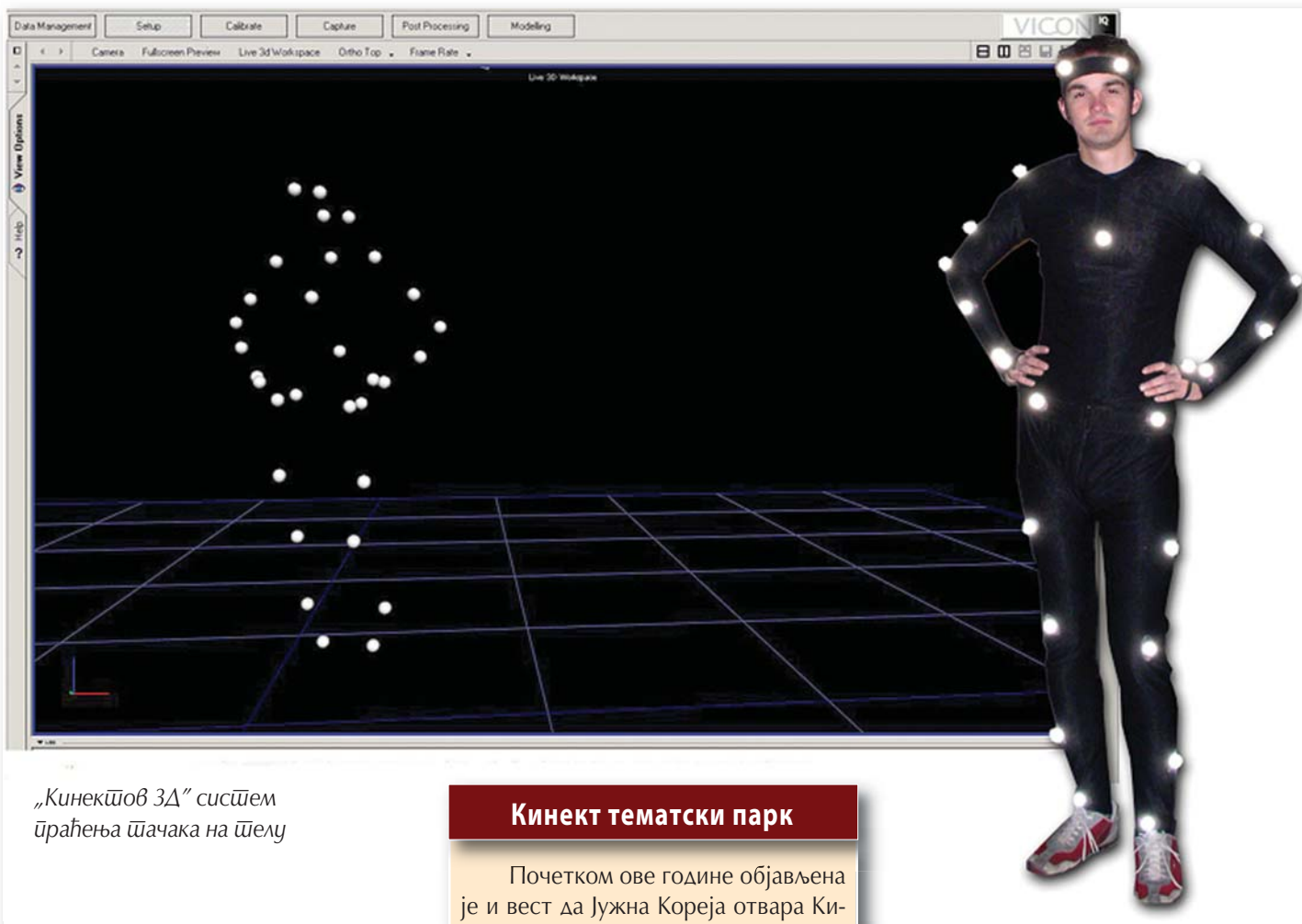
Роботи Ева и Нао

Међу новим технологијама које користе сензоре, налик онима уграђеним у „кинект“, јесте и робот Ева, који развија компанија „Ајрбот“ (iRobot). Намена тог уређаја била би да помаже старијима у њиховим становима, надзире пацијенте у болницама и показује купцима у продавницама како да нађу производе које траже...Планира се и развој таквих робота који ће радити по кући, прилагођавати се околини и када затреба прискочити у помоћ. Творци робота Ева већ су понудили тржишту роботизоване усисаваче „румба“ (Roomba) и чистаче „скуба“ (Scooba), али производе и војне роботе од којих су најпознатији „пекбот“ (PackBot) и SUGV.

Први пут је робот Ева представљен јавности на сајму електронике у Лас Вегасу 2010. године, као прототип са свега пар уграђених функција. На истом сајму идуће године уграђен је напредни-

ји софтвер који омогућава да се креће уз помоћ мапе и одговара на промене у окружењу, у реалном времену. За комуницирање с људима користи сензоре налик онима уграђеним у „кинект“, што јој омогућава да тродимензионално види свет око себе.

Други тип је Нао, робот контролисан „кинект“ и Wimote технологијом. Наиме, инжењер Тајлор Велтроп (Taylor Veltrap) представио је управљача роботизованих уређаја као аватара будућности и својим пројектом спојио функционалност два Wimote контролера, „кинект“ технологије и пар других уређаја. Нао је аутономно-програмабилни робот који је дизајнирала компанија „Alderbaran Robotics“. Тренутно је доступан истраживачким центрима и универзитетима, али је та француска компанија најавила да ће се наћи у продаји крајем ове године.



„Кинект 3D“ систем
праћења шака на шелу

Кинект тематски парк

Почетком ове године објављена је и вест да Јужна Кореја отвара Кинект тематски парк (Live Park 4D World Tour), у којем посетиоци носе већ поменути уређај за радио-фреквентну идентификацију (RFID turistbands) и провидни дисплеј. У парку посетиоци могу, ако стану на одређену тачку, да доживе виртуелну авантуру, која се представља помоћу 3D видео-холограма. Такође, „кинект“ технологија прати покрете, гласове и мимику лица туриста, што омогућава доживљај интерактивне околине у 360 степени. Посетиоци могу да прате свој аватар кроз интерактивну причу која има више завршетака.

То показује да би „кинект“ технологија могла да помогне људима којима су парализирани удови. Да ли би се роботи програмирали да покрећу људске удове или би се њима управљало мисаоним процесима тешко је рећи, јер при могућем удару, често ни људски мозак не може генерисати све команде, уколико је погођен део центра за моторику.

matique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier, LIRMM) почетком ове године извели су експеримент у којем је Фуџитсу човеколики робот НО-АР-3, помоћу електрода контролисао руку једног човека, како би га навео да убаци лопту у кош.

Да би то извели, истраживачи су разложили физиологију човекове руке на три механичка дела – савијајући лакат, уврћући зглоб и стискајућу шаку. Затим су на пацијентову руку поставили електроде преко којих је робот управљао његовим мишићима техником познатом као функционална електрична стимулација (ФЕС). Пацијент је имао повез преко очију како не би сам помицао руку. Мада су експериментални покушаји били успешни, истраживачи их описују само као „довољно добре“. Истраживање је још у раној фази доказивања концепта, јер је робот морао да помери обруч како би се пацијентова рука довела у зону поготка.

Роботички истраживачи Алекс Кушлеиев, Данијел Мелингер и Вијаи Кумар, из KMeI роботике са Пеннове школе за примену инжињеријске науке са пенсилванијског универзитета су помоћу „кинект“ уређаја контролисали ескадру сачињену од 20 квадаторских робота. Они су доказали да је могуће синхронизовано контролисати летеће тих малих летелица у различитим сложеним формацијама, мењање формација током лета на различитим висинама, избегавање препрека или обилазак око њих. Својим експериментом доказали су да се квадрокоптери могу користити за надзор, претраживање и спасавање, па и ратовање.

Европски тим је недавно показао да сличан рој квадатора може изградити шест метара високу кулу од полистиренских цигала.

Пројекти

Све више је истраживача који имају бројне идеје како да користе „кинект“

сензорску технологију, па чак и на домаћим универзитетима. Недавно је студент Милош Радосављевић из Руме, на новосадском Факултету техничких наука, на Катедри за телекомуникације и обраду сигнала, одбранио мастер рад који је укључивао „кинект“ технологију у коришћењу 3D сензора у рачунарској визији. То показује да та технологија неће служити само љубитељима компјутерских игара, већ ће све чеће имати примену у бројним областима живота. Дакле, захтев детекције у простору постаје веома битан чинилац, како у процесу производње, медицинским делатностима, тако и у војсци, полицији и другим структурама код којих је просторна оријентација битна за реализацију одређених задатака.

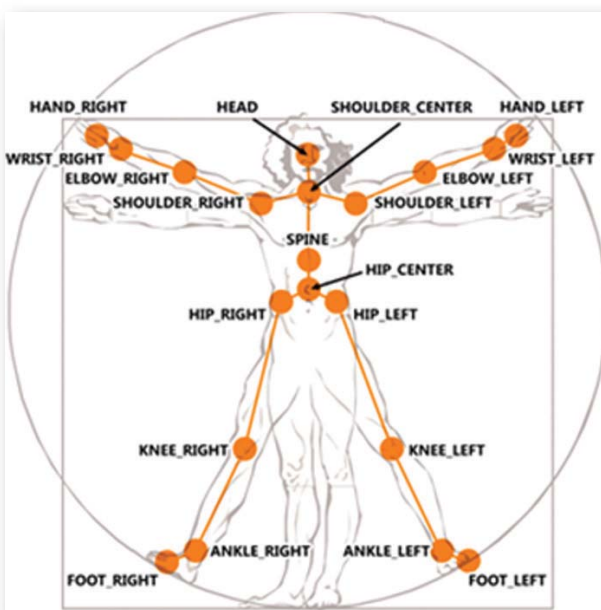
Није то само контролер или детектор положаја у простору, већ и уређај који следи покрете човека. Он ће омогућавати и групну активност и сложене интерактивне делатности бројних учесника у разним врстама делатности – од саобраћаја до борбе против криминала или чак ратовања на бојним пољима широм планете.

Да се примена „кинект“ технологије креће у том правцу указују и бројни пројекти. У пројекту SCORP – микрокопненом возилу без возача (MUGV) из швајцарског Новатика, оператер управља помоћу уређаја „кинект“. Затим, група академика са Илменау универзитета у Немачкој (Ilmenau University of Technology) покушава да искористи летеће квадрокоптер роботе као средство за имплементацију ad hoc бежичних мрежа.

Идеја је да летећи роботи на простору који је погођен природним или другим катастрофама и где је онемогућено функционисање свих видова комуникације (јер је стандардна комуникациона инфраструктура уништена), остваре радио-мрежу која пружа могућност употребе мобилних телефона, а и стандардну бежичну мрежу. Све се то постиже коришћењем уобичајних компоненти. Систем користи јефтине квадрокоптере – аутономне летеће роботске хеликоптере опремљене сателитском навигацијом. Роботи се могу раширити у простору и брзо успоставити радио-мрежу.



ResRob „кинект“



„Кинект“ов систем праћења џачака на шелу

У нуклеарним постројењима

Бројни роботи из многих земаља упућени су у Јапан као помоћ у рашчишћавању рушевина, спасавању становништва погођеног земљотресом, цунамијем и катастрофалним дејствима из оштећених нуклеарних централа у 2011. години. У Фукушиму, ради помоћи у санирању оштећених нуклеарних реактора, послати су роботи најновије генерације контролисани помоћу „кинект“ технологије.

Из ових, а и других примера свакако се наслућује и војна примена – за успостављање ad hoc, комуникационе, осматрачке и извиђачке мреже, за навођење прецизне артиљеријске или ракетне ватре на циљеве, за контролу и примену нанооружја и у другим приликама. Само машта војних стратега и тактичара може да буде ограничавајући чинилац примене те технологије.

„Кинект“ контролери могу да се поставе на земљу, у околини оперативних и командних центара и одатле контролишу летелице типа квадрокоптера или сличне. Могу да се поставе на балоне, беспилотне летелице и да се преко њих управљају роботима, као што је већ поменути MUGV. Могу, у будућности, у којој ће оптичка сензорска технологија повећати своју резолуцију, да се уграде у сателите и да са небеских висина омогуће контролу над роботизованим борбеним и неборбеним уређајима. Колико год то изгледало футуристички, не треба мислити да није изводљиво. ■

(Крај)

Никола ОСТОЈИЋ

Домаћи лаки јуришни авион



ЈАСТРЕБ

Настао је услед процене ЈРВ и ПВО да се обезбеди авион за полетање и слетање са травнатих полетно-слетних стаза и за дејства у брдско-планинским теренима. Важан елемент у проценама била је и цена, па је полазна основа за његов настанак био пројекат домаћег школског млазног двоседа „галеб“, који је требало да се модификује у једноседи лаки јуришник, уз што мања улагања и измене.

На одлуку да се пројектује домаћи лаки јуришник „јастреб“ у значајној мери утицале су процене да ЈРВ и ПВО треба да обезбеди авион погодан за полетање и слетање са травнатих полетно-слетних стаза (ПСС) и за дејства у брдско-планинским теренима. Наиме, почетком шездесетих година готово сви аеродроми били су сме-

штени на рубним деловима државе, врло близу границе, па се процењивало да ће бити под ударом противничке авијације од првих тренутака рата и практично бескорисни. С обзиром на то да су ратни планови предвиђали одсудну одбрану централних брдско-планинских делова државе, такозваних бастиона, планирала се градња инфраструктуре на том простору. Један од начина да се ублажи про-

BLEM размештаја авијације у рату било је увођење у наоружање авиона погодних за размештај на уређеним травнатим ПСС. Млазна техника америчког порекла није имала те особине, јер су ти авиони захтевали квалитетну инфраструктуру и уређене ПСС са бетонском подлогом.

На пројектовање „јастреба“ утицали су и захтеви да се авион користи у заустављању продора агресора преко тенкопроходних праваца, у складу са тада актуелним претпоставкама да ће Варшавски пакт извршити продор тенковским дивизијама. Очекивало се да ће агресор покушати да убрза продор у бастион тактичким десантима у позадину снага браниоца, па је „јастреб“ требало у секундарној намени да дејствује по противничким десантима у лету. У складу са таквим захтевима тражена је агилна и стабилна платформа наоружања, али не и велика носивост убојних

средстава, јер се очекивало да је у савременим условима ратовања реално извести само један налет – у поновљеном би се увелико повећавала вероватноћа да га обори ПВО противника.

Важан елемент за настанак „јастреба“ била је и цена. Набавка авиона сличне категорије из иностранства била би велики трошак у иностраној валути. С обзиром на захтеве ЈРВ и ПВО и економска ограничења, прихватљиво решење било је да се јуришник пројектује у ВТИ Жарково и да га производи домаћа индустрија, а да се увозе најсложени делови – мотор, авионика и седишта за искакање. Полазна основа био је пројекат домаћег школског млазног двоседа „галеб“, који је требало да се модификује у једноседи лаки јуришник, уз што мање улагања и измене.



Први прототип „јастреба“ децембра 1970. на аеродрому Батајница (ВОЦ)

Пројектовање и испитивања

Задатак „јастреб“ покренут је решењем помоћника државног секретара за народну одбрану за РВ и ПВО, стр. пов. бр. 304 од 7. октобра 1961, у време када је већ летео први прототип „галеба“. Тим решењем наређено је да се пројектују лаки јуришник „јастреб I“ и извиђач „јастреб II“. У првој фази рада, у ВТИ Жарково, од децембра 1961. до маја 1962, израђен је најпре претпројекат, а затим је уследио рад на пројекту који је завршен децембра 1963. године.

Три мотора за два прототипа и један резервни увезени су из Велике Британије. Изабрани су робустни трубомлазни мотори Вајпер (Viper) 20 Mk 530 назив-

ног потиска од 2.860 фунти (1.272 daN), пројектовани у фирми „Бристол Сидли“ (Bristol Siddeley Engines Ltd), коју је нешто касније, 1966. године, преузео „Ролс-Ројс“ (Rolls-Royce). Мотори за „јастреб“ били су из исте породице као они уграђени на „галеб“, али су имали већи потисак, потребан за лаког јуришника.

„Јастреб“ је од „галеба“ наследио врло чврст стајни трап, а додатно скраћење стазе полатања остварено је са две стартне ракете CP-1 14AC-1000, које су давале додатни потисак од 445 daN.

Авионика за „јастреб“ такође је унифицирана са „галебом“ и увезена из Британије и Француске. Седишта за искакање су из реномиране британске фирме „Фоланд“ (Folland). Минимална безбедна висина за искакање у хоризонталном лету авиона била је 500 фита до инструменталне брзине лета од 400 чворова.

Због економичности и логистичке погодности искоришћен је део решења са Ф-84Г и других авиона америчког порекла који је имало ЈРВ и ПВО. Избор наоружања готово се није разликовао од Ф-84Г, осим у носивости. Димензије „јастреба“ ограничиле су простор за смештај сталног наоружања, па је имао три митраљеза „колт-браунинг“ (Colt-Browning) АН-М3, калибра 12,7 mm са 405 метака, за разлику од „митраљеске батерије“ од шест АН-М3 са 1.800 метака, колико се налазило у Ф-84Г.

Захтеви за ракетно и бомбардерско наоружање у више наврата су мењани – у почетку је тражено да „јастреб“ носи само две бомбе од 100 kg и четири ракете НВАР-5“ (популарне „хваровке“), а накнадно је решено да носивост буде две бомбе од 250 kg и шест „хваровки“. На домаћим млазним авионима прве генерације „галеб“ и „јастреб“ уграђени су нишани К.14С америчке производње.

Носилац производње „јастреба“ била је фабрика авиона „Соко“ из Мостара, у којој су се у време рада на прототипо-



вима припремали за почетак серијске производње „галеба“. Први прототип „јастреба“, ев.бр. 24001, полетео је 19. јула 1965. са аеродрома Ортијеш. Пилот Ваздухопловног опитног центра (ВОЦ) Рудолф Хумар полетео је у 18 часова и 10 минута и остао у ваздуху 45 минута.

После шест фабричких летова авион је 23. јула слетео у Батајницу на наставак испитивања. Други „јастреб II“,

Неостварени пројекти

Ознака „јастреб-3“ односила се на фронтоски извиђач са ТВ системом, предвиђен за осматрање противничких положаја до дубине од око 50 km, односно директан пренос ТВ-слике надлетаног терена на удаљености 50–70 km од земаљског пријемног уређаја. За такво решење било је прерано, па се после анализе понуда за ТВ-системе одустало од наставак пројекта.

Ради уштеде ресурса ловаца-пресретача Л-12 (МиГ-21Ф-13) требало је модификовати знатно јефтинији авион „јастреб“ у летећи симулатор за обуку у пресретачким задацима назван „јастреб-4“. Команда РВ и ПВО затражила је 1965. од ВТИ Жарково да пројектује такав тренажни ловац, али је пре почетка рада у наоружање уведена усавршена ловац Л-14 (МиГ-21ПФМ),

Одељење Ј-21 из 172. ловачко-бомбардерског авијацијског пука 1972. године (Фото-центар Одбрана)



ев.бр. 24002, полетео је 25. јула 1966. године. Пилот на првом лету био је Франц Рупник, који је у међувремену активно укључен у програм испитивања „јастреба I“. Два искусна опитна пилота већ су познавала авион „галеб“, па за њих „јастреб“ није био новина. У ходу је одлучено да се промени мотор на „јастребу“, јер је „Ролс-Ројс“ уместо Мк 530 понудио усавршени Мк 531 са потиском од 3.000

који је 1967. постао основа за пројектовање тренажера „јастреб-4А“.

У ВТИ Жарково израдили су анализу којом су предложили да се на „јастреб-4А“ уграде систем за аутоматско навођење на циљ „лазур“, авионски радар РП-21, лансер АПУ-7, лансер АПУ-13 за школске ракете и потребни додатни уређаји. Други прототип „јастреба“, ев.бр. 24002, године 1968. модификован је по цртежима „јастреба-4“ – уклоњени су митраљеви и рефлектор и уграђен је продужетак носног дела авиона. Масу радара требало је да симулира олово смештено на патос митраљеца. Летна испитивања продуженог „јастреба“ показала су да ће задржати очекиване аеродинамичке особине. Пет летова проведено је јануара и фебруара 1969. године. Наручилац је одустао од наставка рада на пројекту.

фунти (1.334 daN). Нови мотор, изабран за серијску производњу, уграђен је 1968. на „јастреб II“ за потребе верификације.

На основну примедби ВОЦ-а проведене су измене које су примењене на челном авиону, ев.бр. 24101, који је полетео 10. јануара 1969. на Ортијешу, као и два прототипа. Затим су проведене и модификације (на основну закључака ВОЦ-а), које су повећале масу празног авиона са 2.695 на 2.850 килограма. Током серијске производње оловни акумулатор замењен је Ni-Cd акумулатором и уграђен је акумулатор за самостартовање, па је маса порасла за још 22 килограма.

Јуришник

Прве серије „јастреба“ били су јуришници који су у ЈРВ и ПВО добили интерну ознаку Ј-21. Још пре доласка првих авиона у јединице сматрало се да ће они бити само привремено решење за хитну замену технике америчког порекла, до доласка новог двомоторног јуришника „орао“. Такав став утицао је на одлуку да се не иде на већу производњу Ј-21, па је израђено 119 комада.



„Јастребови“ 98. авијацијске бригаде 1977. на аеродрому Петровца (Фото-центар Одбрана)

Прва јединица одређена за пријем „јастребова“ био је 172. ловачко-бомбардерски авијацијски пук са аеродрома Голубовци. За попуњу две ескадриле тог пука 1970. примљена су 22 авиона. У наставку производње нови „јастребови“ предати су ескадрилама 98. авијацијске бригаде из Петровца, а затим су, пре краја 1972, пренаоружане и ескадриле церкљанске 82. авијацијске бригаде. Све већи број „јастребова“ у нао-

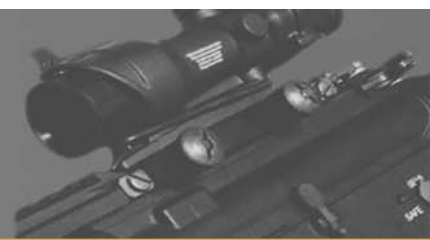
Одбрана од непостојеће агресије

Куриозитет из историје „јастребова“ јесте „борбена премијера“ тог авиона 1968. у време чехословачке кризе. ЈРВ и ПВО се припремало за одбрану од агресије Варшавског пакта, па су у дежурству на аеродрому Батајница, осим ловаца МиГ-21, били и „јастребови“ из ВОЦ-а. Једном приликом, у сумрак, радарски су открили нешто што је протумачено као ваздушни десант. Иако се приближавала ноћ полетели су пресретачи МиГ-21 из 204. ловачког авијацијског пука и „јастребови“ из ВОЦ-а. У оперативном центру поделили су задатке – авиони МиГ-21 требало је да вежу за себе ловачку пратњу, а „јастребови“ авионе са десантом и пресретну их на малој висини и до 500 метара. Показало се да је у питању била лажна слика са радарског екрана. „Јастребови“ су се последњи вратили на Батајницу и слетели по ноћи.

ружању ЈРВ и ПВО обезбедио је дуго чекању замену за технику америчког порекла – 1972. савезни секретар за народну одбрану потписао је акт о расходу Ф-84Г, РФ-84Г, Т-33А, РТ-33А и ТВ-2 „јер нису у складу са техничким достигнућима и потребама армије“.

После завршетка пренаоружања ескадрила ловачко-бомбардерске авијације, „јастребови“ су 1973. дошли у 525. тренажну авијацијску ескадрилу, где се проводила обука пилота на дужностима у вишим командама. Додатне количине „јастребова“, примљене у ЈРВ и ПВО 1975, омогућиле су да се пет авиона изузме за попуњу акробатске групе Ваздухопловне војне академије на аеродрому Земуник.

Захтеви борбене обуке јединица наоружаних „јастребовима“ обликовани су



на основну искустава из локалних ратова. Због израелског изненадног удара изведеног 1967. по аеродромима Египта и Сирије проводила се обука у дејствима на граници тактичког радијуса авиона – лет на малим висинама са демонстративним и лажним дејствима и једновременим налетом из више правца. Чехословачка криза из 1968. била је повод да се стално вежба борба против ваздушних десаната, са тежиштем на дејству по транспортној авијацији и хеликоптерима у лету до десантне просторије.

Развој ракетних јединица ПВО и могућности радарског осматрања седамдесетих година утицао је на снижавање шеме лета са високо-ниско-високо на ниско-ниско-високо или ниско-ниско-ниско. Ескадриле „јастребова“ изводиле су сваке године аеродромски маневар – прелетале са матичног аеродрома на друге аеродроме, које су пилоти требали да упознају.

Од ескадрила се тражило да постигну динамику припрема за борбене задатке, какву су остварили у израелској авијацији у рату 1967. године. У 241. ескадрилу је 1972. са 12 „јастребова“ постигнуто време припреме за лет



Полећњање Ј-21 наоружаног лансерима невођених ракетних зрна 57 мм на вежби „Голија-76“ (Фотио-цензор Одбрана)



Први ИЈ-21 на сјајанци аеродрома Баџајница (ВОЦ)

од 60 до 75 минута и током дана 6 до 7 авио-полетања. Годишњи план налета пилота „јастребова“ у ЈРВ и ПВО седамдесетих година је био 80–85 часова за пилоте из сталног састава ескадрила и 60 часова за командире ескадрила.

Од ескадрила наоружаних „јастребовима“ тражено је много више у односу на реалне могућности авиона, посебно када је реч о задацима у изолацији бојишта и офанзивним дејствима у борби за превласт у ваздуху.

Извиђач

Првобитно је извиђачки „јастреб“ са интерном ознаком вида ИЈ-21 требало је да има аеро-фото камере (АФК) америчког порекла – једну иза пилота за вертикално аеро-фото снимање и две у предњем делу модификованих резервоара за гориво на крајевима крила. Авиони ИЈ-21 из серијске производње имали су у резервоарима АФК А-39, увезене из СССР-а са извиђачима МиГ-21Р. Зависно од угла постављања, А-39 се могла користити за вертикално, предње косо и бочно косо аеро-фото снимање (АФС). За вертикално АФС коришћене су А-39 или америчке АФК К-17Б, К-22 или К-22Б и за ноћно вертикално АФС К-37. У осамдесетим годинама ИЈ-21 су уместо К-37 користили АШЧАФА-5М совјетског порекла.

Крила ИЈ-21 имала су четири бомбоносача предвиђена за фотографске и светлеће авио-бомбе америчке, југословенске и пољске производње, и нису имала носаче ракетних зрна.

Два ИЈ-21 примљена су јула 1970, односно јула 1971, у ВОЦ на испитивање, а јуна 1973. покренута је серијска производња. Ескадриле су затим директно из фабрике добиле 28 авиона. Током јуна и јула 1973. нови авиони при-

Серијска производња јуришника

Први примерак серије е.б.р. 24101 завршен је децембра 1968, а 1969. године у ЈРВ и ПВО стигла су још три авиона – е.б.р. 24102 до 24104. Тако је завршено уходавање производње и већ 1970. израђено је 14 комада са е.б.р. од 24105 до 24118. Током 1971. фабрика је предала кориснику 28 авиона, од е.б.р. 24119 до 24146. Највећа прозиводња остварена је 1972, када је ЈРВ и ПВО добила 36 авиона у секвенцама ознака које су прекидане због прикривања стварног броја авиона – прво је настављен „стари“ низ са ознакама од 24147 до 24160, затим је уведена нова секвенца од 24201 до 24220 и авиони са ознакама 24251 и 24252. Тај низ настављен је 1973. са седам авиона – од 24253 до 24259 и 1974. са 16 авиона – е.б.р. 24260 до 24275 и завршен је 1975. са авионима са е.б.р. од 24276 и 24280. У последњој секвенци

са почетним е.б.р. 24301 било је осам авиона произведених 1975. и последњи Ј-21 е.б.р. 24309 који је предат ЈРВ и ПВО 4. јануара 1977. године.

Челни ИЈ-21 е.б.р. 24401 израђен је јуна 1970. и почетком јула је, после фабричких летова, предат ВОЦ-у. Годину дана касније у ВОЦ је примљен и други извиђач е.б.р. 24402. Серијска производња започела је јуна 1973. године. До фебруара 1974. из „Сокола“ су изашли авиони са ознакама од 24403 до 24430. Накнадно, 1977. године, примљено је осам авиона са е.б.р. 24451 до 24458.

После прототипа двоседа ИЈ-21 из 1974. већ следеће године завршена је прва серија од шест авиона са е.б.р. 23502 до 23507. Још четири летелице са е.б.р. 23508 до 23511 израђене су 1976. и седам авиона е.б.р. 23512 до 23518 предато је у РВ и ПВО 1977. године.

Извоз

Први страни корисник „јастребова“ била је Замбија, која се кроз Покрет несврстаних приближила Југославији и 1969. потписала уговор о школовању пилота. Уследили су нови уговори о градњи аеродрома, организацији школства и набавци технике, укључујући „галебове“ и десет „јастребова“ једноседа и три двоседа. Последња два „јастреба“ летела су у бази Лусака све до 2000. године.

Сличан пут развоја сарадње имала је Либија, која је 1970. потписала уговор о школовању пилота на „галебу“ и „јастребу“. Током обуке питомаца у 172. пуку су се трудили да се покажу у најбољем светлу, па се неретко летело у три стартна времена, а неки наставници летења дневно су имали пет излазака. Дешавало се да поједини авиони проведу у ваздуху десет часова дневно. Добре референце утицале су на одлуку



Извиђачки „јастреб“ РВ Либије 2005. године

Либије да наручи југословенске авионе. На захтев корисника на „јастреб“ су уграђени нови навигациони и комуникациони уређаји.

Године 1977. из РВ и ПВО изузето је првих 16 „јастребова“. Након прилагођавања полетели су са аеродрома Голубовци, слетели у Италију, а затим прелетели у Либију. После програма „Рубин“ либијско РВ поручило је нове авионе – 34 „јастреба“ и то 32 лака јуришника са

извозном ознаком J-11 и два извиђача PJ-11. „Галебови“ и „јастребови“ су концентрисани у бази Мисурата у којој се од формирања 1976. налазила ВВА РВ Либије. Током побуне против Гадафијевог режима, покренуте средине фебруара 2011, база Мисурата на истоку Либије била је под ударом и знатан број „галебова“ је уништен. За сада се не зна да ли су међу њима били и „јастребови“. Француски извори тврде да су побуњеници у Бенгазију на самом почетку побуне користили два „јастреба“.

Три „јастреба“ – по један примерак од све три варијанте J-21, ИЈ-21 и ИЈ-21 – учествовала су борбама у Заиру 1997. на страни владиних снага, које су покушале да зауставе продор побуњеника из Руанде.

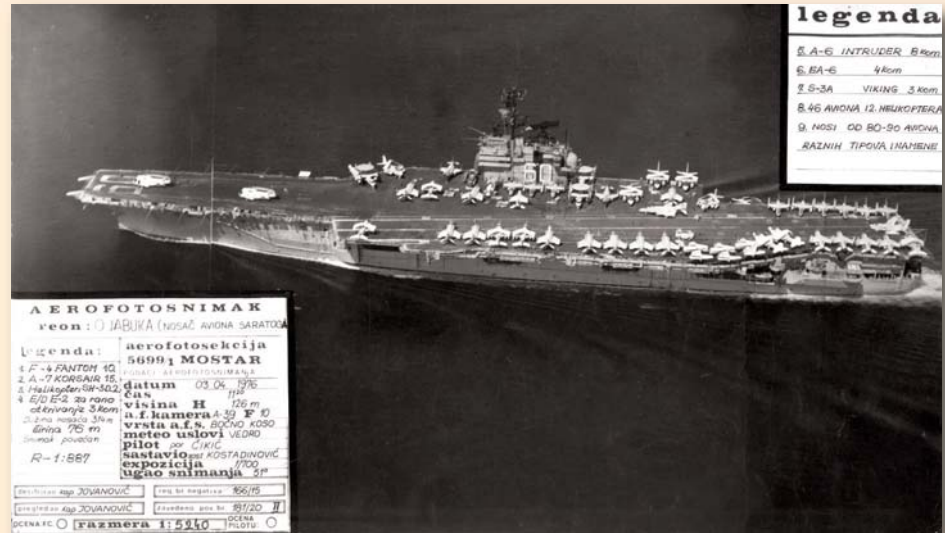
мљени су у 353. ескадрилу на аеродрому Ортијеш, уместо последњих „танцерета“, који су летели под југословенским ознакама. Током јула ИЈ-21 заменили су РТ-33А у тузланској 350. ескадрили. На аеродрому Церкље формирана је трећа јединица предвиђена за пријем ИЈ-21 – 351. ескадрила у којој су авиони задужени децембра 1973. године.

У пракси, извиђачки „јастребови“ нису имали битних предности у односу на старе авионе, осим што су били новоизрађени, па пренаоружањем нису подигнуте могућности извиђачке авиације, али су обновљени ресурси, што је, с обзиром на старост америчке технике, било хитно потребно.

У почетку је број авиона ИЈ-21 био

довољан за попуну три ескадриле. По формацији је требало да имају девет авиона основне намене, али је неколико удеса брзо редуковало број „јастребова“ у јединицама. Године 1975. поручено је још ИЈ-21 и 1977. је из „Сокола“ примљено осам авиона за замену губитака у удесима и одржавање попуне ескадрила. Авиони из те серије имали су уграђен магнетофон РД/Д 10456/Ј за снимање података визуелног извиђања.

Стварна вредност авиона није се могла исказати тактичко-техничким карактеристикама, јер је одлучност и квалитет обуке пилота померао границе. На пример, авиони ИЈ-21, који су према савременим светским стандардима били тактички извиђачи, извршавали су у неким приликама врло захтевне задатке. Током вежбе „Горица–Копер 74“, у атмосфери војног притиска НАТО-а око коначног разграничења Италије и Југославије, пилоти ИЈ-21 извели су извиђачке летове преко Јадранског мора до Анконе и Бриндиџија. Пилоти 353. ескадриле летели су са матичног аеродрома Ортијеш и Пула, где је привремено пребазирано једно одељење.



Аеро-фото снимак америчког носача авиона „саратога“ који је пилоти ИЈ-21 из 353. ескадриле надлетио на јучни Јадран у близини острва Јабуга



Аеродром Оршијеш 1978. године: Ј-21 са програмираном вођеном метом ПРМ-200 (ВОЦ)



Авион Ј-21 на здруженој тактичкој вежби „Јединство-83“ (Фотио-центар Огбрана)

Замена ИЈ-21 двомоторним извиђачким „орлом ИЈ-22“ почела је 1982, када је пренаоружана 353. ескадрила. Затим су 1984. и 1985. године ИЈ-21 повучени из церкљанске и тузланске ескадриле, које су примиле ИЈ-22. Због малог броја „орлова“ у 350. и 351. ескадрилу накнадно је враћено по једно одељење ИЈ-21. Још једна извиђачка ескадрила формирана је 1987,

преформирањем 235. ловачко-бомбардерске авијацијске ескадриле са аеродрома Лађевци (у којој су коришћени Ј-21) у 354. извиђачку авијацијску ескадрилу са ИЈ-21.

Двосед

Осамнаест „јастребова“ били су двоседи ИЈ-21 који су имали носни део и

поклопац предње кабине идентичан као обрис кабине Ј-21, а према задњем луку носача покопац је био подударан са обрисима „галеба“, чија је кабина преузета за другу кабину на ИЈ-21. Због смештаја друге кабине други акумулатор за стартовање мотора морао се преместити у централни део трупа, испод простора друге кабине.

Јастребови српских крајина

После повлачења ЈНА на простор новоформиране СРЈ остало је на аеродрому Бањалука седам авиона Ј-21 и два ИЈ-21 из састава 238. лбае. Они су укључени у борбена дејства од 27. маја 1992. у подршци снагама КоВ, које су се у Посавини бориле за пробој излаза према истоку из Крајине, окружене противничким снагама. У пробоју коридора је 11. јуна 1992. оборен ИЈ-21. Погинули су пилот капетан Дарко Гајић и ваздухопловнотехнички официр капетан Бранко Ербез.

У ходу, уз борбене задатке, лета 1992. године, 238. ескадрила преформирана је у две ескадриле – 27. наоружану „орловима“ и 28. „јастребовима“.

Борбени задаци привремено су обустављени октобра 1992. на захтев УН да се забране летови изнад БиХ. Забрана се није односила на 105. ваздухопловну бригаду Српске Војске Крајине (СВК), која је на аеродрому Удбина имала 16 „јастребова“. Један необичан борбени задатак готово је преполовио ескадрилу – 28. фебруара 1994. шест „ја-

стребова“ полетело је на дејство по војној индустрији у централној Босни. У повратку су их пресрела два пара америчких Ф-16. Амерички пилоти су ракетама ваздух-ваздух оборили четири „јастреба“. Из једног је пилот искочио, а прео-



Авион ИЈ-21 са ознакама Републике Српске октобра 2006. на једном од последњих летова „јастреба“ пре повлачења из употребе (А. Рагић)

стали шести авион пилот је вратио на Удбину, иако је био тешко оштећен поготком ракете „сајдвиндер“. На том несрећном задатку погинули су капетан прве класе Ранко Вукмировић и капетани Звездан Пешић и Горан Зарић.

„Јастребови“ са Удбине подржавали су СВК у борбама 1995. све до

„Олује“, када су прелетели на аеродром Бањалука. Ушли су у састав 28. ескадриле, која је током септембра и октобра 1995. летела на борбене задатке у подршци Војске Републике Српске (ВРС) пред офанзивом противника усмереном ка Бањалуци. Након што су хрватске снаге 19. септембра прешле Уну, противудару је оборен један од два „јастреба“, који су дејствовали по мостобрану. Пилот је искочио и извукао се до положаја ВРС.

После потписивања Дејтонског споразума 14 „јастребова“ морало је да се приземљи на аеродрому Бањалука, због стриктне забране летова. Први летови за тренажу пилота одобрени су у пролеће 1996. године. Једна од цена реформи система одбране и гашења ВРС била је одлука да се борбени авиони приземље, јер су били превелик терет за буџет оружаних снага БиХ. Девет преосталих „јастребова“ приземљено је децембра 2006. и онда су конзервирани на аеродрому Бањалука.

Први НЈ-21, ев.бр. 23501, полетео је 7. новембра 1974. године. Двоседи „јастребови“ уведени су у наоружање у 172. ловачко-бомбардерски авијацијски пук (школски) на аеродрому Голубовци, задужен за обуку питомаца ВВА за дозвучну борбену авијацију. Авиони НЈ-21 били су изложени критици пилота који су сматрали да су троми, због пораста масе која је код празног авиона била 2.980 килограма. У пракси се то није одржавало на редовну обуку која се на НЈ-21 проводила, уз знатно већи налет у односнu на једноседе „јастребове“.

У време доласка „орлова“ у Голубовце преостали НЈ-21 налазили су се у 242. ескадрили. После завршетка преобуке и пренаоружања на нове авионе 1990. године у ескадрили су задржана три НЈ-21 преко формације, а остали двоседи предати су ескадрилама које су користиле Ј-21.

Ратна искуства

У другој половини осамдесетих година „јастребови“ су полако узмицали пред новим „орловима“. Процес пренаоружања, и поред кашњења у односнu на планирану динамику производње „орла“, проводио се у дело, а 1991. „јастребови“ су били основни авион у три ловачко-бомбардерске ескадриле – 237. у Церкљу, 247. у Петровцу и 240. у Мостару. У батајничкој 252. лбае „јастребови“ су били најбројнији авиони, поред „галеба“ Г-4 и Г-2. У извиђачкој авијацији само је 354. ескадрила са Лађеваца користила ИЈ-21 као основни авион, а једно одељење било је у саставу 351. ескадриле из Церкља.

Стицај околности довео је ескадриле наоружане „јастребовима“ у жижу ратних догађања. Пилоти 252. ескадриле су од првих инцидената са хрватским оружаним снагама, у лето 1991. у источној Славонији, били одлучни да прихвате изазов. Најпре су била честа визуелна извиђања, која су се показала као неефикасна, па је у део авиона уграђена видеокамера Винтен 3100/2700 и пилоти су снимали терен летећи на висинама од 50 до 100 m, обично дуж путних и железничких комуникација. То су били високоризични задаци због предвидљивости правца налета. Када се сукоб размахао, „јастребови“ су свакодневно летели на



Авион Ј-21 наоружан „хваровкама“. Део јуришника имали су аеро-фото камере А-39 у предњем делу резервоара за гориво. (Крила армије)



Двосед ИЈ-21 из 172. пука 1983. на задатку обуке њиховога и дејствију невођеним ракетним зрнима на полигону Тузи (Фото-центар Одбрана)

борбене задатке – ватрену подршку и извиђања готово изнад свих делова државе захваћених грађанским ратом. Подршку у зони одговорности Војнопоморске области са тежиштем на задацима за рачун 2. оперативне групе пружала је 240. ескадрила, где се на почетку сукоба налазило 18 Ј-21 и три НЈ-21.

На аеродрому Удбина у 251. ескадрили су од новембра 1991. два Ј-21 и два НЈ-21 додељена као појачање „галебовима Г-2“, који су чинили главни инвентар те јединице. На аеродрому Бихаћ у саставу 352. ескадриле, наоружане извиђачким МиГ-21, у јесен 1991. налазило се шест ИЈ-21 преузетих од расформиране 351. иае. Источније, у бањалучкој 238. ескадрили летели су „орлови“ и „јастребови“ на задатке подршке 5. корпуса ЈНА. Славонија и Барања биле су тежишни простор дејстава пилота 252. ескадриле.

Јуришним ескадрилама били су потребни искусни извиђачи, па су од 18. ав-

густа до 31. децембра 1991. два ИЈ-21 са два пилота из 354. ескадриле била придодата 252. ескадрили. У њој је летела и неколицина пилота 353. ескадриле.

Аеродром Петровац био је далеко од ратишта, па су пилоти и техничари 247. ескадриле премештени на аеродром Пула; 18. септембра 12 авиона слетело је на аеродром који је био у окружењу хрватских снага. Из Истре су пилоти „јастребова“ рутински летели на борбене задатке у Далмацији, док су хрватски полицајци били дословце на неколико десетина метара од војног дела аеродрома. Деташман је остао у Пули до 10. октобра. Четири „јастреба“ из 247. лбае привремено су, од 19. до 26. септембра, летела са аеродрома Голубовци.

Релативно мала брзина лета доводила је пилоте под ватру пешадијског наоружања и малокалибарске противавионске артиљерије, која се показала опасном за незаштићени једномоторни јуришник. Први авион ЈРВ и ПВО оборен у борбеним дејствима био је „јастреб“, ев.бр. 24256, из састава 252. ескадриле – оборен је 24. августа 1991. код села Богдановци. Пилот је искочио.

На борбеним задацима оборено је пет „јастребова“ из 252. ескадриле и пет из 240. ескадриле. Из погођених авиона искочио је осам пилота – четири су пала у заробљеништво, а четири се извукло до властитих снага – уз помоћ Ми-8 или пешке. На борбеном задатку је 17. октобра 1991. погинуо поручник Енес Аметић, пилот 353. ескадриле, који је на „јастребу“ из 240. ескадриле оборен код Стона. У прелету од Батајнице до Бањалуке, 13. априла 1992, у „јастребу“ из 252. ескадриле оборен је пуковник Радосав Мориц, начелник одеље-

ња ваздухопловне подршке у Командни РВ и ПВО.

На борбеним задацима изнад мора нестала су два пилота и авиона – поручник Валтер Јуршић из 240. ескадриле и мајор Мирослав Милутиновић из 247. ескадриле.

Дешавало се да противнички метак погоди пилота, а авион прође без већих оштећења. Тако се један пилот погођен у стомак вратио на аеродром и поред изгубљена два и по литра крви.

Сразмерно задацима и снази противничке ПВО и високи губици „јастребова“ утицали су на то да они буду приоритет у развоју пасивне заштите. Већ августа 1991. поручени су контејнери са инфраредним мамцима за 64 „јастреба“. На основну процене путање зрна пешадијског наоружања, која су угрожавала пилота, у ВТИ Жарково пројектоване су заштитне плоче израђене од панцирног



Акробруја „Летјеће звезде“ летела је на ИЈ-21 од 1985. до 1989. године (А. Рађић)

алуминијума ПД33 у комбинацији са словјевима кевлара 29. По две плоче постављене су са спољашње стране на бокове кабине. Унутар кабине постављене су плоче на бочним странама пултева, на патосу и на седишници. Процена повећања заштите креће се од 35 одсто од поготка у главу до 82 одсто од поготка у стомак. Осим панцира, у ВТИ Жарково се процењивало да би пилот требало да има и пан-

цирни прслук и пилотску кацигу, јер се не може заштитити зона поклопца пилотске кабине и ветробрана.

Радови на уградњи панцирних плоча на „јастребу“, ев.бр. 24122, проведени су у заводу „Мома Станојловић“, а изводили су их радници „Утве“. Као прототип изабран је авион Ј-21, ев.бр. 24122, из 252. лбае. Радови су завршени крајем децембра 1991. године.

Први демонстрациони лет Ј-21 изведен је 3. јануара 1992. и само шест дана касније одлучено је да се модификације проведу на 55 Ј-21 и 25 ИЈ-21. Међутим, план није реализован и остало се само на прототипу.

У трећој Југославији

Нова политичка реалност почетком 1992. наметнула је промену места базирања дела јединица ЈРВ и ПВО. У гужви која је настала због наглог прилива већег броја авиона, маја 1992, 25 авиона „јастреб“ и „галеб“ из 240. ескадриле привремено су смештени на аеродром Ниш, а затим су, током лета, дислоцирани у Бор. Због недостатка простора авиони на Лађевцима били су на трави.

Током консолидације РВ и ПВО у новим границама, „јастребови“ су постали углавном вишак, јер су ескадриле ловачко-бомбардерске и извиђачке авијације користиле „орлове“ и „галебове Г-4“. Актом из јануара 1993. за вишак је проглашено 55 „јастребова“, па су 1993. конзервирана 32 „јастреба“, углавном на аеродромима Ниш и Сомбор. За тренажу пилота у 241, 251. и 252. ловачко-бомбардерској ескадрили и 353. извиђачкој ескадрили задржан је 31 „јастреб“.

Након потписивања Подрегионалног споразума о контроли наоружања завршена је каријера „јастребова“ у ЈРВ и ПВО. Неки су уништени, део авиона претворен је у макете, а део је последњи пут летео до трајног смештаја – у музејску збирку на аеродрому „Никола Тесла“ у Београду.

Током свих година службе у ЈРВ и ПВО на „јастребовима“ је остварено 297.698 часова налета. У удесима је уништено или расходовано због штета 44 авиона. Погинуо је 21 пилот „јастреба“, а из авиона је искочило њих 18. ■

Александар РАДИЋ

Тактичко-техничке карактеристике Ј-21

Погонска група:

– турбомлазни мотор Ролс-Ројс Вајпер Мк 531, потиска 1.333,7 daN

Димензије:

– дужина10,956 m
 – висина3,296 m
 – размах крила.....11,682 m
 – површина крила.....19 m²

Маса:

– празан са одбацивим крилним резервоарима и носачима наоружања.....2.804 kg
 – маса у полетању са две авио-бомбе од 250 kg и четири ракете НВАР-5”.....4.915 kg

Перформансе:

– максимална брзина.....800 km/h
 – врхунац лета.....11.000 m
 – долет1.150 km

Наоружање: три митраљеза 12,7 mm АН-М3 са 3x135 метака; ракетно – шест невођених ракета ваздух-земља НВАР-5” и 2 x лансера за четири невођена ракетна зрна 128 mm или два лансера А-12-57 за 12 невођених ракетних зрна 57 mm БР-1-57 (авиони од ев.бр. 24101 до 24138 и касније произведени имали су два лансера А-16-57 за 16 невођених ракетних зрна); бомбардерско – две авио-бомбе масе од 50 до 250 kg (ФАБ-250 или ПЛАБ-200 или ПЛАБ-150 или два свежња С-8-16 за авио-бомбе РАБ-16 или СН-3-50 или КПТ-150)