

## Stanje i tendencije razvoja borbenih guseničnih vozila

Mr Miloljub Trifunović, dipl.inž.<sup>1)</sup>

Dat je prikaz opšte koncepcije: tenkova, borbenih vozila pešadije i integralnih pogonskih grupa razvijenih za potrebe modernizacije tenka T-72, izloženih na izložbi DEFENDORY 98. Prikazana je uporedna analiza koncepcija razmatranih tenkova i istaknuti su mogući pravci daljeg razvoja ovih sredstava.

*Ključne reči:* Gusenično vozilo, borbeno vozilo, tenk, pešadijsko vozilo, pogonska grupa, integralna pogonska grupa, koncepcija.

### Uvod

POZNATO je da se u naoružanju svake armije nalazi više desetina različitih tipova borbenih i neborbenih vozila kao i vozila za posebne namene. Za istraživanje, razvoj i proizvodnju ovih savremenih vozila, kako onih koja su osnovni nosioci borbenih dejstava, tako i za brojna vozila različite namene i posebne uslove korišćenja, danas se u svetu planiraju izuzetno velika finansijska sredstva, proizvodni kapaciteti i ljudski potencijali [1].

Veoma je teško da se samo na osnovu dostupnih informacija o razvoju novih vozila, podataka iz stručnih publikacija i prospektnih materijala svetskih firmi – proizvođača ovih vozila stekne realna predstava o stvarnim upotrebnim kvalitetima tih sredstava.

X međunarodna izložba naoružanja i vojne opreme DEFENDORY '98, koja je održana u Atini od 5. do 10.10. 1998. god., bila je izuzetna prilika da se stručnjaci koji se bave razvojem i proizvodnjom ovih sredstava, i potencijalni kupci i korisnici upoznaju sa koncepcijom i osnovnim taktičko-tehničkim performansama najnovijih sredstava. Na ovoj izložbi je svoje proizvode predstavilo približno 750 firmi iz 29 zemalja, a Grčka, kao domaćin i organizator izložbe, bila je prisutna sa preko 100 kompanija. U oblasti borbenih i neborbenih vozila na izložbi su učestvovali mnogobrojni svetski poznati proizvođači.

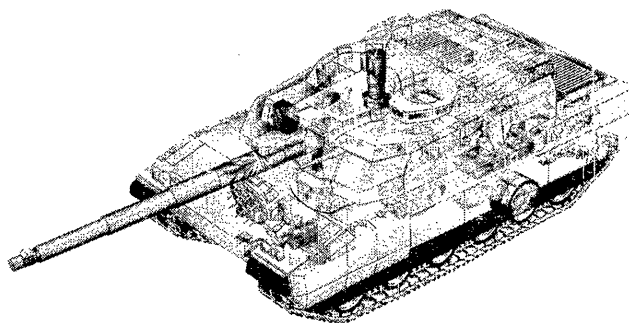
Iz širokog područja borbenih vozila, praktično, nije moguće izvršiti racionalnu analizu na osnovu koje bi se mogli doneti odgovarajući zaključci o tendencijama daljeg razvoja, a da se, pri tome, ostane u okvirima ovog rada. Iz tih razloga je i usvojeno da se obrade samo vozila koja su bila prezentirana na izložbi DEFENDORI '98. Biće dat i prikaz opšte koncepcije najnovijih tenkova i borbenih vozila pešadije i prikaz koncepcije integralnih pogonskih grupa koje se nude za modernizaciju tenkova T-72. Pored toga, data je i uporedna analiza koncepcija razmatranih tenkova i istaknuti su neki mogući pravci daljeg razvoja ovih sredstava.

### Tenkovi – koncepcija savremenih tenkova

Pored učešća velikog broja proizvođača borbenih guseničnih vozila i njihovih komponenata, poseban značaj izložbi DEFENDORY '98 dalo je prisustvo vodećih zemalja koje se bave razvojem i proizvodnjom tenkova.

Svoje najnovije tenkove izložili su: Francuska (*Leclerc*), Nemačka (*Leopard 2 A5*), SAD (*M1A2 Abrams*) i Velika Britanija (*Challenger 2E*). Druge zemlje izložile su makete svojih najnovijih tenkova: Rusija (*T-80U*, *T-80UD* i *T-90S*), Kina (*Type-90-II*), Češka (*T-72M3 CZ* i *T-72M4 CZ*), dok je Slovačka svoj tenk *T-72 Moderna* izložila kao video prezentaciju, a Poljaci su za tenk *PT-91* prikazali samo prospektni materijal. Osnovne tehničke karakteristike nekih od navedenih tenkova su date u tabeli 1 [2-9].

Tipičan predstavnik nove generacije tenkova je francuski tenk *Leclerc* (sl.1). Ovaj tenk je nešto lakši od tenkova drugih zemalja Zapada (borbena masa je 56 t i u odnosu na britanski tenk *Challenger 2E*, čija ukupna masa iznosi 62,5 t, ima manju masu za 11,6%, a u odnosu na američki tenk *M1A2 Abrams* - 63 t, masu manju za 12,5%), manjih je gabaritnih dimenzija i zahvaljujući ugrađenom motoru snage 1.100 kW ostvarena je specifična snaga 19,69 kW/t, čime je obezbeđeno ubrzanje od 0 do 32 km/h za 6 s (tenk *M1A2 Abrams*, koji ima specifičnu snagu 17,6 kW/t, to ubrzanje ostvaruje za 7,2 s [10]).



Slika 1. Francuski tenk *Leclerc*

<sup>1)</sup> Vojnotehnički institut VJ, 11000 Beograd, Katanićeva 15

Tabela 1. Osnovne karakteristike tenkova prikazanih na izložbi DEFENDORY '98

Redni broj	Naziv	Zemlja proizvođač	Posada	Pokretljivost								Naoružanje				Zaštita			
				Motor		Transmisija		Specifična snaga (kW/t)	Maksimalna brzina (km/h)	Specifični pritisak na tlo (bar)	Akcioni radijus (km)	Ubrzanje 0-32 km/h (s)	Kalibar/broj metaka (mm/kom.)				Vrsta oklopa	Eksplozivni reaktivni oklop	NBH/protivpožarna
				Model	Snaga motora (kW)	Model	Broj brzina						Topa	Spregnuto mitraljeza	PA mitraljeza	PT raketa/domet (km)			
1.	M1A2 ABRAMS	SAD	4	AGT 1500	1.120	X-1100-3B	4+2	17,60	56			7,2	120	7,62	7,62	/	np	/	np
2.	Challenger 1	Velika Britanija	4	Perkins Condor V12	882	David Bronjn TN 37	4+3	13,97	59		450		120/50	7,62	7,62	/	Chobham I generacija	/	I generacija/automatska
3.	Challenger 2	Velika Britanija	4	Perkins Condor V12	882	David Bronjn TN 54	6+2	17,65	59		450		120/50	7,62	7,62	/	napredna tehnologija	/	kolektivna/automatska
4.	Challenger 2E	Velika Britanija	4	MTU 833	1.100	RENK HSNJL 295	5+3	18,40	72		550		120/50	7,62	7,62 ili 12,7	/	napredna tehnologija	/	kolektivna/automatska
5.	LEOPARD 2A5	Nemačka	4	MTU MB 872-Ka 501	1.100	RENK HSNJL 354	4+2	19,69	72	0,89	500		120/42	7,62	7,62	/	napredna tehnologija	/	kolektivna/automatska
6.	LECLERC	Francuska	3	UDV 8X ili MTU 833*	1.100	ESM 500 ili RENK HSNJL 295*		20,00	70		550	6	120/44	12,7	7,62	/	modularni	/	kolektivna/automatska
7.	T-80U	Rusija	3	GTD 1250	919		4+1	13,28	70	0,92	335		125/45	7,62/1.250	12,7	125/5	višeslojni	montažni	kolektivna/automatska
8.	T-90S	Rusija	3	motor V 46-6 povećane snage	617	originalna	7+1	13,90	60	0,91			125/43	7,62/2.000	12,7	125	kombinovani	ugrađeni + SHTORA I sistem	kolektivna/automatska
9.	T-72M3 CZ	Češka	3	V-46 TC	640	originalna	7+1	15,50	60	0,90			125/37	7,62/2.000	12,7	/	višeslojni	DYNA, montažni	kolektivna/automatska
10.	T-72M4 CZ	Češka	3	CV 12-1000 TCA	746	XTG 411-6	4+2	18,64	61	0,94			125/37	7,62/2.000	12,7	/	višeslojni	DYNA, montažni	kolektivna/automatska
11.	TYPE 90-II	Kina	3	CV 12-1200 TCA	895	ESM 500	4+1	17,50	62,5		450	10	125/39	7,62/3.000	12,7	/	kompozitni	montažni	kolektivna/automatska

\*odnosi se na tropsku varijantu tenka

Tabela 2. Redosled tenkova na osnovu koeficijenta ukupne borbene uspešnosti

Redni broj	Naziv	Masa $m$ (t)	Dužina $L$ (m)	Širina $B$ (m)	Visina $H$ (m)	Zapremina $Z$ (m <sup>3</sup> )	$K_p$ (kW/t)	$K_{oz}$ (t/m <sup>3</sup> )	$K_{vm}$ (dm <sup>3</sup> /t)	Koeficijent ukupne borbene uspešnosti $K = K_p \cdot K_{oz} \cdot K_{vm}$	Redosled na osnovu koeficijenta
1.	M1A2 ABRAMS	63	7,92	3,66	2,38	68,99	17,60	0,91	0,01904	0,30494	8
2.	Challenger 1	63,2	7,16	3,30	2,77	65,45	13,97	0,97	0,01899	0,25733	10
3.	Challenger 2E	63,5	7,16	3,30	2,77	65,45	17,65	0,97	0,01890	0,32358	6
4.	LEOPARD 2A5	59,7	7,67	3,74	2,64	75,73	18,40	0,79	0,02010	0,29217	9
5.	LECLERC	56	6,88	3,31	2,53	57,62	19,69	0,97	0,02143	0,40930	2
6.	T-80U	46	7,01	3,60	2,20	55,52	20,00	0,83	0,02609	0,43309	1
7.	T-90S	46,5	6,86	3,37	2,23	51,55	13,28	0,90	0,02688	0,32127	7
8.	T-72M3 CZ	46	6,47	3,75	2,18	52,89	13,90	0,87	0,02717	0,32857	5
9.	T-72M4 CZ	48	6,47	3,75	2,18	52,89	15,50	0,91	0,02604	0,36729	4
10.	TYPE 90-II	48	7,46	3,50	2,37	61,88	18,64	0,78	0,02604	0,37860	3

Integralna pogonska grupa tenka *Leclerc* je realizovana u dve varijante – varijanta za francusku armiju i tropska varijanta namenjena za izvoz, specijalno prilagođena za rad u izrazito visokim temperaturama okoline (do +55°C). Varijantu pogonske grupe za francusku armiju čini motor UD V8x1500 i transmisija ESM 500. Motor je dizel, četvorotaktni sa primenjenim Hiperbar sistemom za prehranjivanje, hlađen tečnošću, snage 1.100 kW pri 2.500 o/min<sup>-1</sup>, radne zapremine 16,8 dm<sup>3</sup>. Specifična potrošnja goriva

iznosi 230 g/kWh. Pri nominalnom broju obrtaja razvija obrtni moment od 4.250 Nm, a maksimalni od 4.850 Nm pri 1.600 o/min<sup>-1</sup> [11].

Tropsku varijantu tenka *Leclerc* pogoni ista pogonska grupa kao i britanski tenk *Challenger 2E* i nju sačinjava: četvorotaktni dizel-motor MTU 883, nominalne snage 1.100 kW pri 2.600 o/min<sup>-1</sup>, hlađen tečnošću i hidromehanička transmisija HSWL 295. Specifična potrošnja goriva je 210 g/kWh, a masa mu iznosi 1.650 kg.

Transmisija ovog tenka je automatska (promena stepena prenosa se realizuje bez prekida toka snage), izvedena je u bloku, sa 5 stepeni prenosa za hod napred i 5 za hod unazad, dvostepenim hidrodinamičkim prenosnikom, integrisanim hidrostatičkim pogonom za upravljanje, disk kočnicama za zaustavljanje i hidrodinamičkim usporivačem (retarderom) kao dodatnom komponentom za kočenje. Masa transmisije iznosi 2.500 kg, a za hlađenje motora obezbeđen je pogon sa dva aksijalna ventilatora. Inače, ova transmisija je projektovana za dijapazon snaga od 500 kW do 1.200 kW, što ukazuje na mogućnost njene primene u različitim vozilima [12].

Tenk *Leclerc* ima 3 člana posade, zbog ugrađenog uređaja za automatsko punjenje topa, za razliku od tenkova *Leopard 2 A5*, *M1A2 Abrams* i *Challenger 2E*, čije osnovne i usavršene verzije imaju 4 člana. Naoružan je topom kalibra 120 mm glatke cevi (u odnosu na ostale tenkove, na ovom tenku realizovana je najveća dužina cevi topa od 52 kalibra), spregnutim mitraljezom 12,7 mm i mitraljezom 7,62 mm [2]. U municijskom kompletu nalazi se 40 metaka 125 mm (od kojih 22 u automatskom punjaču, koji je zajedno sa prostorom za smeštaj ostalog dela municije odvojen oklopom od posade). Pogon kupole je električni, a u okviru sistema za upravljanje vatrom komandir i nišandžija imaju laserske merače daljine i termovizijske kamere za noćna dejstva. U ovaj tenk je ugrađen sistem *Finders* za upravljanje tenka na bojištu, koji omogućava komunikaciju sa jedinicama na bojnopolju u realnom vremenu. Njegovi računari primaju, obrađuju i prenose podatke o položaju tenka i položaju indentifikovanih protivničkih sredstava. Članovi posade tenka su tako u potpunosti informisani o njegovom okruženju pomoću sistema vojnih mapa u koji se prikazuju na monitorima. Na taj način komandir jedinice ima sve podatke o operacionoj situaciji na bojištu i na relativno jednostavan način, izvršava optimizaciju manevra i potpuno se uključuje u dinamiku borbenih dejstava.

Na tenku je realizovan oklop koji obezbeđuje potpunu zaštitu članova posade od svih do sada razvijenih protivoklopnih sredstava [2]. Pored osnovnog oklopa, postoji dodatni oklop koji čine modularne, specijalno oblikovane ploče od kompozitnih materijala koje se mogu, relativno lako, po potrebi skidati sa tenkova i konstrukcijski prilagođavati sve oštrijim zahtevima korisnika.

Nemački tenk *Leopard 2* (sl.2) ostao je u proizvodnji bez značajnih modifikacija gotovo punih 15 godina. Za to vreme proizvedeno je 2.950 tenkova za potrebe nemačke, holandske i švajcarske armije, a od početka 1994. god. ovi

tenkovi se proizvode i za švedsku armiju [5]. U ovaj tenk ugrađen je top kalibra 120 mm (opseg pokretanja po elevaciji je od  $-9^\circ$  do  $+20^\circ$ ), spregnuti mitraljez 7,62 mm, još jedan mitraljezom kalibra 7,62 mm i 16 bacača dimnih kutija. Pogon kupole po pravcu i elevaciji je električni. Sistem upravljanja vatrom, koji obezbeđuje visoku preciznost gađanja, uključuje stabilisane sprave komandira i nišandžije (u ovu spravu je integrisan Nd-Yag laserski merač daljine) i odvojene termovizijske kamere za noćna gađanja koje omogućavaju i komandiru (sa pravim prvenstva) i nišandžiji da nezavisno jedan od drugog osmatraju, biraju cilj i otvaraju vatru. Za vožnju unazad tenk je opremljen video kamerom. Pored toga tenk je opremljen visokopreciznim sistemom za navigaciju i sistemom za prikaz taktičke situacije na bojištu.

Kao posebno značajna osobina tenka *Leopard 2* ističe se njegova pouzdana i ujednačena ukupna zaštita [5] i u tom smislu se navodi da razvoj nove pasivne i aktivne zaštite predstavlja trajan zadatak za konstruktore i proizvođače sa ciljem da se posada i oprema optimalno zaštite čak i od najsavremenijih tipova projektila. Ovo je ostvareno pomoću najnovijih tehnologija za oklop i posebnom konfiguracijom oklopnog tela i kupole u okviru čega je omogućena relativno jednostavna zamena elemenata dodatnog oklopa. Tako se obezbeđuje da oklopne jedinice budu u mogućnosti da podešavaju nivo oklopne zaštite tenkova zavisno od situacije, bez posebnih teškoća.

Veoma visok nivo zaštite ostvaren je protiv kinetičkih i kumulativnih projektila, čak i bez korišćenja reaktivnog eksplozivnog oklopa. Jedan od načina zaštite je i specijalna konfiguracija oklopnog tela koje pruža dobru zaštitu i od mina.

Poboljšanju sekundarne zaštite doprinose:

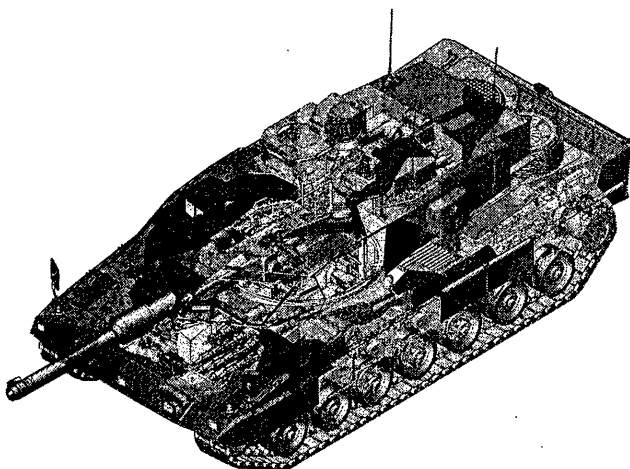
- odvojen od članova posade i posebno oklopljen prostor za smeštaj municije i goriva,
- veoma efikasan uređaj za gašenje požara u borbenom i motorno-transmissionom odeljenju,
- savremeni sistem za NBH zaštitu i
- električni pogon kupole i topa.

Integralnu pogonsku grupu čine: četvorotaktni turboprehranjivani, V-12 motor MTU 873 Ka-501, nominalne snage 1.100 kW pri  $2.600 \text{ o/min}^{-1}$ , zapremine  $47,6 \text{ dm}^3$ , specifične potrošnje  $228 \text{ g/kWh}$  i mase 2.590 kg, hlađen tečnošću, i automatska hidromehanička transmisija Renk HSWL 354, koja obezbeđuje 4 stepena prenosa za kretanje napred i 2 za nazad.

Veliku vatrenu moć tenka *Leopard 2 A5* obezbeđuje top kalibra 120 mm glatke cevi sa pripadajućom municijom, koja je posebno razvijana za ovaj tenk. Danas se u borbenom kompletu nalazi potkalibarni projektil stabilisan krilcima (APDSFS) i višenamenska municija velike probojne moći, koja ima kombinovani efekat kumulativnog dejstva i visokoeksplozivnog (razornog) dejstva.

Prvi važniji program modernizacije tenka bio je zasnovan na tzv. "Manhajm konfiguraciji" po kojoj je realizovan tenk *Leopard 2 A5*, koja je obuhvatala sledeća poboljšanja i modernizacije:

- značajno poboljšanje oklopne zaštite prednje i bočne strane kupole, uključujući poboljšanje oklopa sa unutrašnje strane kojim se sprečava prodor odvaljenih parčadi oklopa u unutrašnjost kupole,
- integracija termovizijske sprave u komandirski panoramski periskop,
- video kamera za vožnju unazad (sistem „stražnje oko“),



Slika 2. Nemački tenk *Leopard 2*

- električno pokretanje topa i kupole koje ima značajne prednosti u odnosu na hidraulični pogon zbog: smanjenja buke, potrošnje energije i održavanja i
- opremanje savremenim navigacionim sistemom (GPS).

Prema navodima proizvođača, ova poboljšanja u odnosu na standardnu verziju još su daleko od potpunog iskorišćenja mogućnosti daljeg usavršavanja tenka *Leopard 2*. Dalje modifikacije postojećih sklopova i komponenata korišćenjem novih tehnologija treba da omoguće realizaciju još efikasnijeg tenka kao složenog borbenog sistema [5]:

- Vatrema moć će se poboljšati modifikacijom postojećeg topa kalibra 120 mm povećanjem dužine njegove cevi približno 1,3 m (nova dužina je 55 kalibara). Ovakav top je već u fazi ispitivanja na dva tenka *Leopard 2* i konstruisan je tako da može biti ugrađen na novo vozilo bez modifikacija prethodnog oruđa, a takođe ga je lako integrisati u tenkove *Leopard 2 A5* ili *Strv 122*. Razvija se efikasnija municija sa značajnim povećanjem početne brzine, koja će biti iskorišćena za povećanje proboljne moći i za borbu na većim daljinama. I ostale modernizacije, koje se odnose na razvoj novog potkalibarnog APDSFS projektila i višenamenske municije sa tandem bojevom glavom, već se razvijaju i trenutno su u fazi ispitivanja.
- Radi povećanja oklopne zaštite kupole i oklopnog tela radi se na istraživanju i razvoju novih materijala i tehnologija, pri čemu je postavljen zahtev za razvoj savremenog i efikasnijeg oklopa uz zadržavanje nepromenjene ukupne borbene mase tenka. Istovremeno se radi na razvoju aktivne zaštite kojom bi dolazeći projektili bili detektovani pomoću senzora i neutralisani na bezbednom odstojanju od tenka.
- Povećanje pokretljivosti se realizuje razvojem nove integralne pogonske grupe sa dizel-motorom sa direktnim ubrizgavanjem, čija bi snaga trebalo da bude najmanje 1.500 kW (2.038 KS), sa prosečno 10% manjom potrošnjom goriva i odgovarajućom novom transmisijom. Radi se na razvoju nove pogonske grupe na bazi grupe sa dizel euro motorom MTU 883 čija je snaga 1.100 kW (1.495 KS) i transmisijom HSWL 295 TM u „U” izvođenju. Ovom pogonskom grupom, koja je već testirana sa specijalnim turbokompresorima, dostignut je nivo maksimalne snage 1.700 kW (2.310 KS). Međutim, ovaj podatak treba uzeti sa rezervom u smislu nekog konačnog rešenja pošto se ova pogonska grupa nalazi još u fazi razvoja. Ova veoma kompaktna pogonska grupa je približno 1 m kraća od pethodne, a oslobođeni prostor se može iskoristiti za smeštaj dodatne municije, ugradnju rezervoara za gorivo veće zapremine (čime bi se obezbedio veći radijus kretanja) ili za povećanje oklopne zaštite.
- Borbena efikasnost će se poboljšati intenzivnijom upotrebom gabaritno sve manje optičko-elektronske osmatračke i nišanske opreme i korišćenjem senzora za identifikaciju svojih i protivničkih sredstava (IFF), kao što su, na primer, laserski predajnici i prijemnici ili radar koji radi u mulimetarskom talasnom području. Brza i jasna IFF detekcija u isto vreme predstavlja i važan zaštitni faktor.

Zahvaljujući poboljšanjima sprovedenim na tenku *Leopard 2 A5*, za potrebe švedske armije realizovan je novi tenk *Strv 122*, koji u odnosu na tenk *Leopard 2 A5* ima veću masu za 2,3 t (62 t) i dopunska poboljšanja, kao što su:

- pojačana zaštita oklopnog tela, koja uključuje i zaštitu njegove unutrašnjosti od parčadnog dejstva,

- zaštitu krova kupole od dejstva protivoklopnih sredstava iz vazduha,
- modularni tenkovski komandni i kontrolni sistem (TCCS), koji uključuje sistem za navigaciju i novu generaciju švedskih radio-sredstava i
- bezbedan za oči raman Nd – YAG laser, kod koga je talasna dužina zračenja povećana na 1,54  $\mu\text{m}$ .

Jedan od najnovijih ruskih tenkova *T-90S* je nastao modifikacijom tenka *T-72S* i u odnosu na njega ima poboljšanu oklopnu zaštitu ostvarenu ugradnjom eksplozivnog reaktivnog oklopa najnovije generacije (masa dodatnog oklopa iznosi približno 3.000 kg), koja u kombinaciji sa optoelektronskim sistemom za otkrivanje i uništavanje dolazećih protivtenkovskih raketa pre njihovog kontakta sa tenkom *Štora-1*, obezbeđuje zaštitu tenka od svih do sada poznatih konvencionalnih protivtenkovskih sistema. U borbeni komplet ovog tenka uveden je nov model laserski vođene rakete koja se ispaljuje iz topovske cevi, dometa do 5.000 m. Osnovni nedostatak ovog tenka je njegova relativno loša pokretljivost, koja se ogleda u niskoj specifičnoj snazi od 13,28 kW/t (snaga postojećeg motora povećana je za svega 44 kW).

#### *Modernizacija tenka T-72 i razvoj novih podsistema*

Pored razvoja novih tenkova, veliki broj zemalja radi na modernizaciji i usavršavanju postojećih tenkova, pre svega, zbog tehnički prevaziđenih rešenja nekih podsistema i zahteva za primenu novih tehnologija. U okviru toga razvijaju se novi podsistemi koji se nude i za modernizaciju tenkova stranih armija. Posebno interesantno je istaći razvoj motora i pogonskih grupa snage 1000 KS koje se nude za modernizaciju tenkova *T-72*. Osnovni podaci o familiji motora koje su pojedine zemlje, učesnice na izložbi DEFENDORY '98, razvijale za pogon tenkova i teških vojnih vozila prikazani su u tabeli 3 [10,11,14,15].

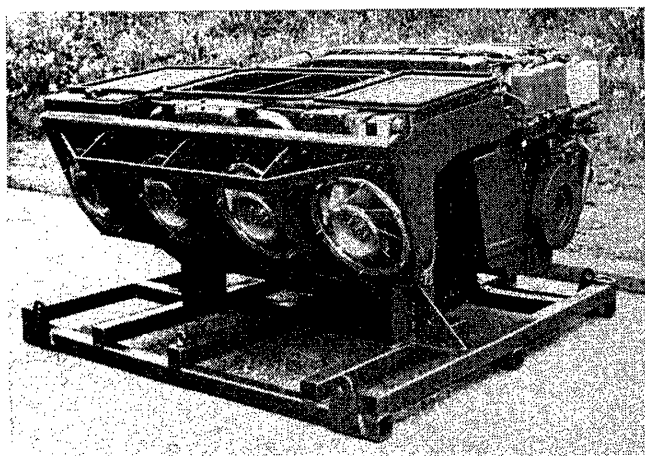
Poznato je da se tenk *T-72* nalazi u naoružanju velikog broja zemalja. Prema nekim dostupnim podacima broj ovih tenkova je preko 30.000 i zbog toga je na svetskom tržištu veliko takmičenje da se, sa jedne strane, za njegovu modernizaciju ponude što optimalnija rešenja i, sa druge strane, da se dobije posao za obavljanje modernizacije. Zbog toga pojedine zemlje, iako se u njihovom naoružanju ne nalaze ovi tenkovi, ulažu u razvoj značajna sredstva za razvoj podsistema kojima bi se ovaj tenk mogao modernizovati. Pored toga, za ovaj tenk važno je istaći da je koncipiran sredinom šezdesetih godine (uveden u naoružanje bivšeg SSSR-a početkom sedamdesetih godina), što znači da je njegova koncepcija stara skoro 30 godina. Međutim, u pogledu tehničke koncepcije tenk *T-72* pruža dobru osnovu za isplativo usavršavanje i modernizaciju. Njegova savremenost se ogleda, pre svega, u: primeni automatskog uređaja za punjenje topa, racionalnom iskorišćenju raspoloživog prostora, izuzetno maloj ukupnoj masi, povoljnoj silueti i velikoj vatrenoj moći, a određene primedbe na tehnički nivo ovog tenka mogu se odnositi na nedovoljnu specifičnu snagu i zastareo sistem upravljanja vatrom.

Izraelska firma *NIMDA* je realizovala modularnu pogonsku grupu snage 1000 KS za modernizaciju češkog tenka *T-72 CZ* (sl.3) koja je ispitana po zahtevima NATO standarda [16]. Za ovu pogonsku grupu korišćen je motor firme *Perkins* oznake Condor CV 12-1000 TSA i modifikovana transmisija firme *Allison*, oznake XTG 411-6. Ovaj motor je dizel, četvorotaktni, dvanaestocilindrični, turboprehranjivan, hlađen tečnošću sa direktnim ubrizgavanjem, V izvedbe pod uglom od 60°, sa međuhlađenjem usisnog

Tabela 3. Osnovni podaci o familiji motora razvijenim u pojedinim zemljama za pogon tenkova i teških vojnih vozila

Redni broj	Oznaka motora	Tip motora	Maksimalna snaga (kW)	Broj obrtaja (min <sup>-1</sup> )	Maks. Obrtni moment (Nm)	Masa (kg)	Radna zapremina (l)	Stepen kompresije (bar)	Prečnik cilindra/hod klipa (mm)	Pritisak nadpuñjenja (bar)	Potrošnja goriva (g/kWh)	Gabaritne dimenzije (m)		
												Dužina	Širina	Visina
1.	Cummins Wäertsilä V8X750	dizel, 4-taktni, hlađen tečnošću, sa direktnim ubrizgavanjem	550	2.500	2.500	1.900	16,8	16	142/130	2,8	224	1,4	1,6*	0,93
2.	Cummins Wäertsilä V8X1000	dizel, 4-taktni, hlađen tečnošću, sa direktnim ubrizgavanjem	736	2.500	3.500	2.100	16,8	21,4	142/130	3,6	224	2*	0,93	0,93
3.	Cummins Wäertsilä V8X1500	dizel, 4-taktni, hlađen tečnošću, sa direktnim ubrizgavanjem	1.100	2.500	4.850	2.500	16,8	32,2	142/130	7,5	230	1,4	1,9*	0,93
4.	Cummins Wäertsilä V12X1500	dizel, 4-taktni, hlađen tečnošću, sa direktnim ubrizgavanjem	1.100	2.500	4.850	2.500	25,2	21,4	142/130	3,6	220	1,9	1,9*	0,93
5.	PZL-WOLA A650G	dizel, hlađen tečnošću	220	1.700		920	38,8		150/180					
6.	PZL-WOLA NJ55	dizel, hlađen tečnošću	441/456	2.000		930	38,8		150/180					
7.	PZL-WOLA NJ46,6	dizel, hlađen tečnošću	540	2.000		980	38,9		150/180					
8.	PZL-WOLA S-12U	dizel, hlađen tečnošću	574/625	2.000		980	38,8		150/180					
9.	PZL-WOLA S-1000	dizel, hlađen tečnošću	736	2.000		1.100	38,8		150/180			1,65	1,01	0,95
10.	AlliedSignal AGT1500	gasna turbina, višegoriva	1.120			1.134						1,62	0,99	0,80
11.	NIMDA Condor CV 12-1000 TCA	dizel, 4-taktni, hlađen tečnošću, 12-cilindrični, turboprehranjivan	746	2.300			26,1	14,5						

vazduha. Sistem za podmazivanje je sa suvim karterom i bočno postavljenim rezervoarom za ulje i trostepenom zupčastom pumpom za ulje. Pumpa za ubrizgavanje goriva je elektronski upravljana. Posebno interesantno rešenje na ovoj pogonskoj grupi je rešenje uređaja za hlađenje sa 4 radijalna ventilatora koji su postavljeni na zadnjoj strani pogonske grupe na posebnoj ploči nagnutoj pod istim uglom kao i zadnja ploča oklopnog tela tenka T-72.

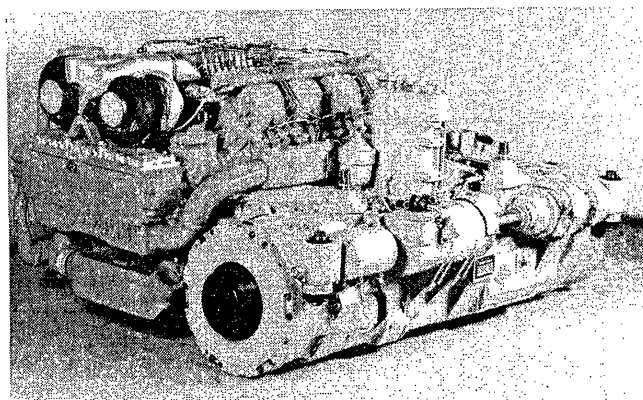


Slika 3. Integralna pogonska grupa izraelske firme NIMDA

Transmisija XT G411-6 je konstruisana za korišćenje sa paralelnim vezivanjem motorom i ima prenosnik na ulazu sa cilindričnim zupčanicima i hidrodinamički pretvarač obrtnog momenta s automatskom spojnicom za blokiranje. Obezbeđuje 4 stepena prenosa za hod napred i 2 za hod nazad i potpuno je automatizovana. Opremljena je radnom i parkirnom kočnicom. Ima ugrađenu jedinicu za dijagnostiku parametara pogonske grupe, koja se, relativno lako,

povezuje sa dijagnostičkim sistemom tenka. Masa transmisije iznosi 1084 kg, dužina 1429 mm a širina 606 mm.

Francuska kompanija *Cummins Wäertsilä* je, takođe, na bazi razvijene familije motora snage od 550 kW do 1100 kW, razvila pogonsku grupu snage 1000 KS, oznake CW-V8x1000 koja se nudi za ugradnju u modifikovani tenk T-72 (sl.4) [11,14]. Ova pogonska grupa je izvedena sa poprečno postavljenim motorom ("U" izvedba) i može se ugraditi u tenk bez dorada oklopnog tela. Motor Uni Diesel V8x1000 je osmocilindrični, četvorotaktni motor sa primenjenim Hiperbar postupkom za prehranjivanje, hlađen tečnošću sa termostatskom regulacijom u sistemu za hlađenje, V položaja cilindara pod uglom od 90°, snage 736 kW pri 2500 o/min<sup>-1</sup>. Radna zapremina je 16,47 dm<sup>3</sup>, specifična potrošnja goriva iznosi 224 g/kWh, masa je 1.720 kg. Sistem za hlađenje je integrisan u pogonsku grupu i realizovan je sa dva aksijalna ventilatora koje pogoni transmisija.



Slika 4. Integralna pogonska grupa francuske kompanije Cummins Wäertsilä

Procenjuje se da serije motora V8 i V12 predstavljaju značajan napredak u daljem razvoju motora za borbeno vozila. Tako motor V8x1500, koji se ugrađuje u francuski tenk *Leclerc*, ima neznatno veću potrošnju goriva (230 g/kWh), snagu 1.100 kW i masu 2.500 kg, dok motor V12x1500 ima snagu 1.100 kW, masu 2.500 kg, a potrošnju goriva svega 220 g/kWh.

Transmisija ESM 350x8 je hidrodinamička kod koje se promena stepena prenosa vrši bez prekida toka snage i obezbeđuje 8 stepeni prenosa za hod napred i 3 za hod nazad. Izvođenje zaokreta, koji se obavlja sa kontinualnim poluprečnikom i oko sopstvene ose, vrši se pomoću hidrostatičkog prenosnika ugrađenog u pomoćni pogon.

Poljska firma PZL-WOLA iz Varšave, razvila je motor snage 1.000 KS, oznake S-1000 na bazi motora V-46 za istu namenu (koncept ovog motora je sličan konceptu našeg motora V 46-TK) ali, prema dobijenim informacijama, i dalje postoje problemi u vezi sa razvojem transmisije za tu snagu [15].

Česi su tenk T-72 modernizovali u saradnji sa nekim stranim zemaljama, i to u nekoliko varijanti. Modernizacijom su, praktično, obuhvatili skoro sve osnovne podsisteme tenka. Sopstvenim razvojem su realizovali:

- municiju veće efikasnosti, laserski detektorski sistem SCC-10BRA, sistem za dijagnostiku DITA-97, sistem za navigaciju NBV-97, aktivni oklop DYNA, sistem veze, sistem za stvaranje dimne zavese DGO-1, maskirnu zaštitu u vidnom polju i noćnu spravu vozača, dok je
- sistem za upravljanje tenkom, koji predstavlja nov sistem III generacije, razvila italijanska firma *Officine Galileo Unit-Alenia*,
- sistem za zaštitu od eksplozije goriva i požara, razvila je nemačka firma *Kidde-Degura Bidschutzsysteme Gmbha*.
- pogonsku grupu, snage 1.000 KS, razvila je izraelska firma *Nimda*.

Treba istaći da su Česi, u okviru usavršavanja i modernizacije tenka T-72, realizovali tenk T-72 M3 CZ, koji ima ukupnu masu 46 t, ali i praktično nepromenjenju specifičnu snagu kao na tenku T-72 od 13,9 kW/t (za ovu modifikaciju realizovali su na bazi motora V-46 motor oznake V-46 TC, snage 640 kW) i ostvarili su istu maksimalnu brzinu od 60 km/h.

Nova varijanta usavršenog tenka T-72 M4 CZ, mase 48 t, i pored ugradnje nove modularne pogonske grupe snage 1.000 KS, koju je realizovala izraelska firma *Nimda*, ima i dalje nisku specifičnu snagu 15,5 kW/t i maksimalnu brzinu kretanja svega 61 km/h.

#### Uporedna analiza koncepcija razmatranih tenkova

Kada se govori o tehničkom nivou nekog vozila, uobičajeno je da se navode njegove osnovne performanse ili se one upoređuju sa ostvarenim performansama sličnih vozila. Međutim na osnovu takve analize nije moguće utvrditi ukupnu ocenu uspešnosti ostvarene koncepcije i konstrukcije vozila. Treba imati u vidu da se na borbenim vozilima može postići velika specifična snaga (koja, pod određenim uslovima, direktno ukazuje na mogućnost kretanja vozila), oklopna zaštita i vatrena moć, a da su pri tome gabaritne dimenzije vozila velike, odnosno takvo vozilo ima nepovoljnu siluetu. U takvim slučajevima može se smatrati da opšta koncepcija vozila nije rešena na optimalan način.

Da bi se dobili pokazatelji o ostvarenom nivou koncepcije i konstrukcije razmatranih tenkova, izvršeno je njihovo rangiranje pomoću koeficijenata koji definišu istovremenu zastupljenost sve tri osnovne osobine: pokretljivost, oklo-

pnu zaštitu i vatrenu moć, čiji proizvod predstavlja koeficijent ukupne borbene uspešnosti [13]. Ovo predstavlja dosta pojednostavljen način ocenjivanja ostvorenog nivoa koncepcije tenka.

Koeficijent ukupne borbene uspešnosti se prikazuje kao:

$$k = k_p k_{oz} k_{vm} = \frac{W \cdot d^3}{Z} \left[ \frac{\text{kW dm}^3}{\text{t m}^3} \right]$$

gde su:

$$k_p = \frac{P}{m} = W \left[ \frac{\text{kW}}{\text{t}} \right] - \text{koeficijent pokretljivosti,}$$

$$k_{oz} = \frac{m}{Z} = \frac{m}{L \cdot B \cdot H} \left[ \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right] - \text{koeficijent oklopne zaštite,}$$

$$k_{vm} = \frac{d^3}{m} \left[ \frac{\text{dm}^3}{\text{t}} \right] - \text{koeficijent vatrene moći,}$$

- P* — snaga motora [kW],
- m* — borbeno masa tenka [t],
- Z* — gabaritna zapremina tenka\* [m<sup>3</sup>],
- L* — gabaritna dužina osnove vozila [m],
- W* — specifična snaga [kW],
- B* — širina tenka [m],
- H* — visina tenka do krova kupole [m] (ovu visinu treba razlikovati od gabaritne visine koja predstavlja visinu tenka do najviše tačke na kupoli) i
- d* — kalibar cevi topa [dm].

Proračun ukupne borbene uspešnosti urađen je za sve najsavremenije tenkove. Karakteristični podaci sa izračunatim koeficijentima i redosledom vozila na osnovu koeficijenata, prikazani su u tabeli 2.

Analizom izraza za koeficijent *k* pomoću koga je izvršeno rangiranje razmatranih tenkova, vidi se da su: specifična snaga, ukupna masa, zapremina, odnosno gabaritne dimenzije tenka i kalibar cevi topa, opredeljujući parametri stvaranja optimalnog koncepta tenka. Zaključeno je da su ruski tenk T-80U i francuski tenk *Leclerc* značajno bolje rangirani u odnosu na tenkove ostalih zapadnih zemalja, a razlog tome je relativno visoka specifična snaga, odnosno značajno manja ukupna masa i zapremina tenkova.

Na osnovu izvršenih analiza može se zaključiti da se osnovne tendencije razvoja tenkova zasnivaju na:

- povećanju vatrene moći koja se realizuje povećanjem kalibra cevi topa (već je dostignut kalibar cevi od 135 mm [17]) i povećanjem dužine cevi topa postojećih kalibara (u razvoju je cev ukupne dužine do 55 kalibara) i razvoju efikasnije municije, poboljšanju sistema za upravljanje vatrom sa ugrađenim termičkim kamerama za noćna dejstva i ugrađenim Nd-YAG laserskim meračima daljine bezbednim za oči;
- povećanju pokretljivosti koja se ogleda u razvoju i ugradnji pogonskih grupa sve većih snaga (u razvoju se nalazi pogonska grupa kod koje je dostignut nivo snage od 1.700 kW čime bi se, ukoliko se razvoj ove grupe uspešno završi, povećala specifična snaga i preko 22 kW/t) i realizaciji tenkova što manjih masa;
- povećanju oklopne zaštite (razvojem novih, efikasnijih, kompozitnih materijala koji obezbeđuje bolji odnos zaštite i specifične mase, koji se kao posebni moduli mogu postavljati na tenk zavisno od postavljenih za-

\*Zbog nedostataka podataka o korisnoj zapremini, koja predstavlja raspoloživi unutrašnji prostor za smeštaj članova posade i ugradnju svih podsistema tenka, određivanja su, uslovno, obavljena pomoću gabaritnih dimenzija, mada gabaritna zapremina nije uvek i direktan pokazatelj korisne zapremine.



hteva, i razvojem nove generacije eksplozivnog reaktivnog oklopa kojim se obezbeđuje povećana zaštita od svih vrsta projektila, a ne samo od kumulativnih i pasivne zaštite (što niže siluete, smeštajem rezervoara za gorivo u unutrašnjost tenka, maskirnom zaštitom u vidnom polju sa termičkom i antiradarskom zaštitom, zaštitom od eksplozije goriva i uljnih para) i ugradnji podsistema aktivne zaštite koja obezbeđuje odbranu tenka od nailazećih raketa i projektila i

- ugradnji: savremenih sredstava veze sa frekvencijskim skakanjem i kriptozastitom, termovizijskih kamera za noćnu vožnju i video kamere za vožnju unazad, veoma preciznih sistema za navigaciju, podsistema za prikaz borbene situacije i prikaz stanja podsistema u realnom vremenu.

Potrebno je naglasiti da se poboljšanje oklopne zaštite tenkova odvija u dva pravca. Prvi se odnosi na poboljšanje oklopne zaštite tenkova sa Zapada kod kojih se, pored primene oklopa od pancirnih materijala i višeslojnog oklopa, u značajnoj meri koriste dodatne ploče od specijalnih kompozitnih materijala koje se u obliku posebnih modula postavljaju na oklopno telo i kupolu po celoj površini, uključujući i bočne strane. Ove ploče su posebne konstrukcije i njima se povećava zaštita najugroženijih mesta tenka. Specijalnim vijcima pričvršćuju se za osnovni oklop. Drugi pravac poboljšanja oklopne zaštite tenkova odnosi se na zemlje sa Istoka i tenkove drugih zemalja, čija je ukupna masa ispod 50 t, kod kojih se, pored primene ploča od pancirnih materijala odgovarajućih debljina i ugla nagiba i višeslojnog oklopa, ugrađuju dodatne kutije sa eksplozivnim reaktivnim okloпом. U najvećem broju slučajeva ove kutije se ugrađuju na čone površine oklopnog tela i kupole, kao i na protivkumulativne štitnike sa bočnih strana.

### Borbena vozila pešadije

Borbena vozila pešadije bila su u značajno manjem broju, u odnosu na tenkove, prikazana na izložbi DEFENDORY '98.

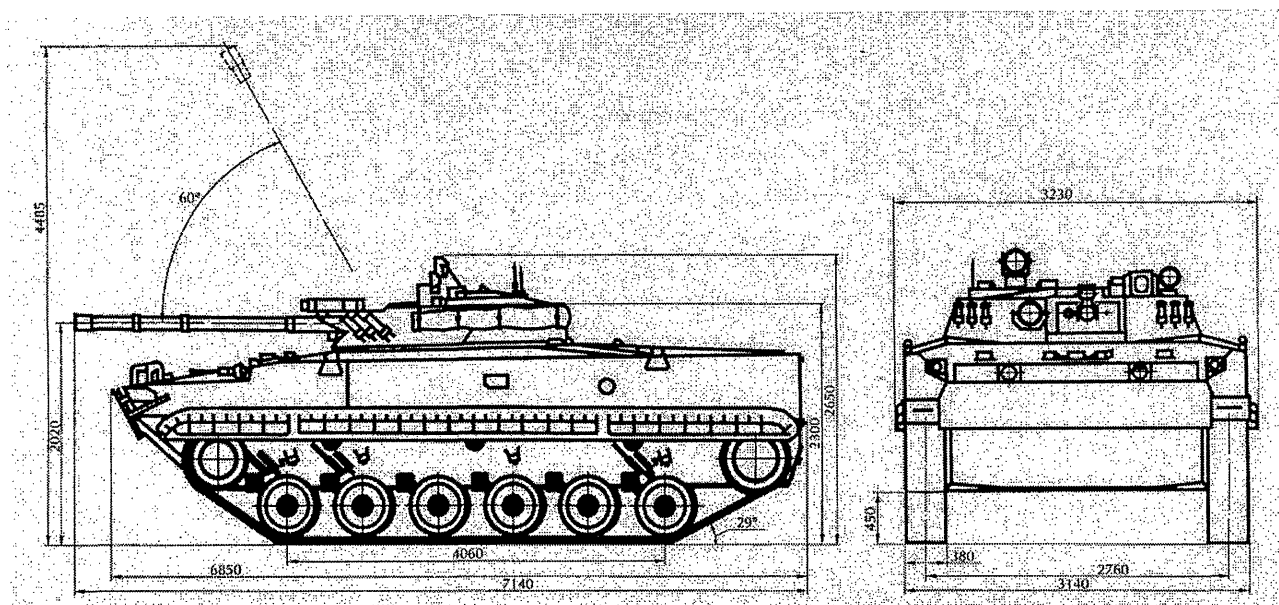
Grčka firma *ELBO* je izložila prototip borbenog guseničnog vozila pešadije *Kentaurus*, a Ruska državna firma *Rosvooruzhenie* je izložila makete vozila *BMP-2* i *BMP-3*. Kada je u pitanju koncept i realizovane karakteristike vozila *Kentaurus*, može se reći da ono, i pored činjenice da su u

njega ugrađeni neki veoma savremeni podsistemi, nije kao vozilo u celini na savremen i optimalan način rešeno, pre svega zbog toga što ovo vozilo ima kupolu sa topom *MAUZER* kalibra 30 mm i koaksijalnim mitraljezom *Rheinmetall* kalibra 7,62 mm u koju je smešten samo jedan član posade, vozilo ne savladuje vodene prepreke plovljenjem, nema puškarnice, nema raketno naoružanje, a imajući u vidu da specifična snaga ovog vozila iznosi svega 16 kW/t, nerealno visoko je deklarirana maksimalna brzina kretanja od 76 km/h. Ukupna masa vozila je 19,3 t, a pogonsku grupu čini četvorotaktni, hlađen tečnošću, dizel-motor *MTU 6V 183TE22*, snage 309 kW i automatska transmisija *ZF LSG1000* u bloku sa integrisanim sistemom za upravljanje i kočenje sa 6 stepeni prenosa za hod napred i 3 za hod nazad [18].

S druge strane, rusko vozilo *BMP-3* (sl.5) predstavlja potpuno nov koncept u ovoj kategoriji vozila. Iako ovo vozilo ima relativno veliku ukupnu masu (18,7 t), zahvaljujući ugradnji dizel-motora *UTD-29* snage 500 KS, ostvaruje maksimalnu brzinu 70 km/h pri kretanju po savremenim putevima, a na vodi 10 km/h. Od naoružanja ovo vozilo ima automatski top kalibra 30 mm, koji je spregnut sa topom kalibra 100 mm, iz koga se, pored ispaljivanja granata, ispaljuju i protivtenkovske laserski vođene rakete. Ovo je prvo vozilo u ovoj kategoriji kod koga je pogonska grupa realizovana u zadnjem delu vozila i koje ima i automatski punjač topa [19].

Na bazi ovog vozila realizovano je vozilo komandanta bataljona *BMP-3K*, koje ima 3 člana posade i dodatna sredstva veze: dva VVF radio-uređaja *R-173*, jedan VVF radio-uređaj *R-153*, jedan VF radio-uređaj *R-113* i uređaj za navigaciju *TNA-4*, zatim vozilo za izviđanje *BRM-3K*, vozilo za izvlačenje *BREM-L* i samohodna haubica 120 mm *2S31*. Od novih varijanti vozila realizovanih na bazi ovog vozila, realizovan je raketni sistem *Khризantema* koji sačinjava osnova vozila *BMP-3* sa ugrađena dva lansera na mestu kupole za ispaljivanje raketa dometa 6.000 m (borbeni komplet ovog sistema iznosi 15 raketa) [20].

Na izložbi DEFENDORY '98 našle su se i dve varijante kupole *LAV-25* i *LAV-30*, koje je razvila američka firma *Delgo Defence*, kompanije *General Motors Corporation*, i koje se nude za ugradnju u točkaška i gusenična borbeno vozila pešadije. Nova kupola *LAV-30* [21], mase 2.050 kg,



Slika 5. Borbeno vozilo pešadije BMP-3

naoružana je automatskim topom kalibra 30 mm i spregnutim mitraljezom 7,62 mm. Komandir i nišandžija imaju na raspolaganju osmatračke i nišanske sprave sa termovizijskom kamerom II generacije. Kao opciona rešenja nudi se ugradnja: lansera za protivoklopne rakete TOW, bacača dimnih kutija, poboljšane oklopne zaštite koja povećava nivo zaštite sa 14,5 mm na 30 mm, sistema za navigaciju, integrisanog komandnog i kontrolnog sistema i laserskog merača daljine opsega merenja od 200 m do 10.000 m.

### Zaključak

Izložba DEFENDORY '98 je po broju izlagača i učesnika jedna od od vrhunskih u svetu, i kao takva omogućava da se sagleda stanje i tendencije razvoja sredstava naoružanja i vojne opreme po pojedinim borbenim sistemima.

Kada su u pitanju borbeno gusenična vozila, može se reći da je sve manje ovih potpuno novih sredstava, a sve više modifikovanih, tj. značajno usavršenih, koja su na ovoj izložbi predstavljena kao nova, nastalih razvojem novih podсистema i komponenata i usavršavanjem postojećih koji obezbeđuju racionalniju modifikaciju ovih sredstava u celini. I pored te činjenice, u ovoj oblasti veliki broj zemalja i dalje ulaže velika materijalna sredstva i angažuje ogroman ljudski potencijal za razvoj novih podсистema i osvajanje novih tehnologija radi ispunjenja sve strožijih zahteva korisnika.

Posebno treba naglasiti da se u domenu modernizacije i usavršavanja borbenih vozila, pre svega tenkova T-72, koji su najzastupljeniji u oružanim snagama stranih armija, razvijaju konceptijski potpuno novi podсистemi koji ovom tenku omogućavaju dostizanje performansi savremenih tenkova.

### Literatura

[1] DRAGOJEVIĆ, M. *Borbena vozila*. Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1990.

- [2] ...LECLERC, The Main Battle Tank Of The 21<sup>st</sup> Century, Giat Industries, 1998.
- [3] ...The Evolution of Challenger 2E, Vickers Defence Systems.
- [4] ...M1A2 ABRAMS, Main Battle Tank, General Dynamics Land Systems.
- [5] ...Leopard 2, Main Battle Tank, Krauss Maffei Defence Technology.
- [6] ...TYPE 90-II, Main Battle Tank, China North Industries Corporation.
- [7] ...PT-91, Main Battle Tank, Cenzin Ltd, Foreign Trade Enterprise Poland.
- [8] ...CHAR T-72 CZ, Czech Republic, VOP 025.
- [9] ...EXPORTS CATALOGUE of Russian Armament and Military Equipment, ROSVOORUZENIE, State Corporation.
- [10] ...AGT1500 Gas Turbine, The Proven Power For Main Battle Tanks, Allied Signal Engines AEROSPACE.
- [11] ...Military Engines, Cummins Wärsilä.
- [12] Transmissions for tracked vehicles 500 – 1200 kW output class, Renk Aktiengesellschaft.
- [13] PALIGORIĆ, A. Prilog proučavanju koncepcije tenkova. *Naučno-tehnički pregled*, 1983, vol. XXXIII, no. 10, p. 7-17.
- [14] ...1000 HP Powerpack For T72, An Integrated Repowering Package For T72, Cummins Wärsilä.
- [15] ...Engines For Battle Tanks And Heavy Military Vehicles, Cenzin Ltd, Foreign Trade Enterprise Poland.
- [16] ...Unite Motrice NIMDA Pour le char T-72 CZ, NIMDA T-72 CZ Tank Powerpack, NIMDA.
- [17] NOVIKOV N. Russija brings up the big guns on Black Eagle MBT. *Jane's Defence Weekly*, sept. 1997, no. 12, p. 3-4
- [18] ...KENTAURUS, Armoured Infantry Fighting Vehicle, Hellenic Vehicle Industry S.A..
- [19] ...BMP-3, Infantry Combat Vehicles, Kurganmashzavod.
- [20] ...KHRIZANTEMA, Long-Range Multi-Purpose Guided Missile System, KBM.
- [21] ...30mm Turret System, Hard-Hitting Power for Light Armored Vehicles, Delco Defense Systems Operations, General Motors Corporation.

Rad primljen: 30.6.1999.god.