

*Rezime:*

*U ovom radu razmatrani su neki parametri značajni za proces projektovanja tenkova. Oni se odnose na koncepciju tenkova, oklopnu zaštitu, naoružanje, municiju, osnovne dimenzije, specifični pritisak na tlo i masu vozila. Pored toga, izvršena je analiza međusobnog rasporeda motora, transmisije i posade u tenku, kao i sagledavanje osnovnih performansi pogonske grupe i sistema za oslanjanje. Rad razmatra i neke elemente ergonomije.*

*Ključne reči: tenk, koncepcija tenka, municija, motor, transmisija.*

---

## SOME PARAMETERS IMPORTANT FOR TANK DESIGN

*Summary:*

*Some parameters important for the process of tank design were considered in the paper. These parameters are related to the tank layout, armored protection, armament, ammunition, basic dimensions, ground pressure and tank mass. The mutual arrangement of engine, transmission and crew was analyzed and the basic performances of power plant and the running gear were considered. Some aspects of human engineering were pointed out as well.*

*Key words: tank, tank layout, ammunition, engine, transmission.*

---

### Uvod

Od pojave tenkova u Prvom svetском ratu do danas urađen je veliki broj studija koje se odnose na projektovanje tenkova. Međutim, bilo je nemoguće obuhvatiti sve faktore koji utiču na konstrukciju tenkova, već samo neke od njih.

Mnogi konstruktori tenkova prvenstveno obraćaju pažnju na izbor motora, oklop i naoružanje, mada postoje i drugi važni parametri, kao što su odnos dužine i širine, specifični pritisak na podlogu, ograničenja dužine, širine i visine. Konstruktori tenkova moraju imati u vidu sva

ograničenja, taktičko-tehničke zahteve, kao i specifične zahteve koji se odnose na konstrukciju željenog tenka.

Teorijski gledano, konstruktor tenka može da počne svoj rad na formatu „čistog“ papira. Međutim, u praksi to nije tako, jer postoje realizovana rešenja koja će uticati na konačno konstrukcijsko rešenje. Ukratko – tenkisti žele tenk koji će imati veliku verovatnoću pogađanja, koji će izlaziti neoštećen iz borbenih dejstava, koji će se kretati velikom brzinom po bilo kom terenu, i koji će imati veliki akcioni radijus. Oni koji obezbeđuju materijalna sredstva, bilo za izradu ili kupovinu ten-

kova, žele jeftine tenkove koji se mogu lako transportovati pomoću vučenih vozova, koji su jednostavni za održavanje, ekonomični i efikasni. Nažalost, svi ovi zahtevi ne mogu se ostvariti na jednom vozilu, već se u procesu projektovanja moraju usaglasiti zahtevane karakteristike kako bi se ostvarila izbalansirana konstrukcija.

### Dimenzije tenka

Širina predstavlja, verovatno, najkritičniju dimenziju tenka, zbog toga što utiče na mogućnost kretanja po savremenim putevima, prelazak mostova, mogućnost transporta i manevarske karakteristike.

Širina vučenih vozova, transportnih aviona i železničkih vagona utiče na izbor širine tenka. Tako, na primer, u Rusiji postoje ograničenja u transportu objekata železnicom do širine 3414 mm, što utiče i na definisanje maksimalne širine tenkova.

Američka armija ograničila je širinu tenka M1 na 3658 mm, a danas iznosi 3588 mm. Faktore koji utiču na širinu tenka specifikovali su američki konstruktori, uključivši internacionalni železnički propis koji propisuje maksimalnu širinu od 3150 mm ili minimalnu širinu puteva koja se kreće od 2438 mm do 2591 mm. Oba ova ograničenja mogu biti prekoračena. Standardni američki vučeni voz širok je 2438 mm, ali tenkovi koji se transportuju imaju veću širinu od ove.

Na širinu oklopnog tela, takođe, utiče prečnik prstena kupole. Dimenzije prstena kupole moraju obezbediti otvaranje zatvarača topa, njegovu elevaciju i dovoljno prostora za punjenje i pražnjenje topa. Prečnik prstena kupole američkih tenkova ima različite dimenzije: od

1524,6 mm za tenk M-4 Sherman na kome je ugrađen top kalibra 75 ili 76 mm do 2150 mm za tenk M-48 Patton i tenk M-60 na koje se ugrađuju topovi kalibra 90 ili 105 mm. U tabeli 1 date su veličine prečnika prstena kupole nekoliko tenkova starijih generacija.

Na ukupnu visinu tenka utiču: visina kupole, visina oklopnog tela i klirens. Konstruktori tenkova istočnog porekla, posvetili su veliku pažnju smanjenju visine tenka kako bi se smanjila masa, a da se pri tome ostvari maksimalna oklopna zaštita na prednjem delu tenka. Smanjenje visine najviše utiče na smanjenje mase, zbog toga što oklop na prednjoj strani ima najveću debljinu i zahteva veću masu da bi se zadržao dati nivo zaštite. Prema tome, ako se visina tenka smanji, a masa ostaje konstantna veličina, prednji oklop će biti deblji zbog toga što pokriva manju površinu.

Tabela 1

Prečnik prstena kupole

Tenk	Prečnik prstena kupole (mm)	Kalibar topa (mm)
M3	1384	37
Panther	1650	75
M4	1753	75/76
M26	1753	90
Tiger I	1850	88
Centurion	1880	83,4/105
M48/M60	2159	90/105
Chieftain	2159	120

Visina oklopnog tela je ograničena potrebnim prostorom za motorno-transmisiono odeljenje, i visinom prostora za vozača. Visina kupole određena je potrebom da se obezbedi prostor u kojem punilac može da ustane i puni top. Najmanje rastojanje od poda oklopnog tela

do unutrašnje strane krova kupole treba da bude veće od 1676 mm da bi punilac mogao da ustane [1]. Minimalna visina tenka se određuje tako što se na visinu od 1676 mm dodaju još debljina oklopa krova kupole, debljina poda, debljina torzionih štapova (ako postoje) i klirens. Alternativna metoda je da se saberu klirens, visina od 1005 mm za vozača, visina od 660 mm za kupolu (uračunat dodatni prostor za depresiju topa), kako bi se postigla minimalna visina konvencionalne konstrukcije tenka od 2122 mm.

Dužina tenka u opštem slučaju nije kritična kao što su njegova širina i visina. Međutim, na dužinu tenka u određenoj meri utiče njegova širina. Na manevarske sposobnosti tenka u velikoj meri utiče odnos dužine naleganja gusenica na tlo i širine traga vozila. Ako je ovaj odnos veoma veliki zaokret je nemoguć zbog prevelikog klizanja gusenica. Za tenkove sa jednostavnim transmisijama, kojima se može ostvariti samo jedan proračunski radijus zaokreta, odnos dužine i širine ne treba da pređe vrednost od 1,5. Na tenkovima sa složenijim transmisijama (koji omogućuju jedan ili više kontinualnih radijusa zaokreta) navedeni parametar kreće se u granicama od 1,7 do 1,8.

*Položaj težišta* tenka ima veliki uticaj na sposobnost savlađivanja prepreka kao i na uzdužnu i poprečnu stabilnost. Idealno bi bilo da se poprečni položaj težišta nalazi iznad geometrijskog centra gusenica, kako bi se ostvarila podjednaka raspodela masa na potporne točkove, odnosno gusenice.

### **Specifični pritisak na tlo**

Jedan od faktora koji najviše utiče na pokretljivost tenkova je specifični pritisak na tlo. Ruski konstruktori stavljaju

granicu ovog parametra do 0,85 daN/cm<sup>2</sup> za gusenice na kojima nema gumenih naplataka. Oni nisu proizveli tenkove sa većim specifičnim pritiskom od 0,81 daN/cm<sup>2</sup>, dok američki tenkovi, zbog svoje veće mase, imaju i veći specifični pritisak na podlogu.

Uopšte govoreći, ako je manji specifični pritisak na podlogu lakše je kretanje po mekšim terenima. Na primer, veoma mali specifični pritisak na tlo britanskog borbenog vozila Scorpion (0,35 daN/cm<sup>2</sup>) omogućavao je savlađivanje veoma mekih terena na Folklandima, gde je bilo gotovo nemoguće upotrebiti druga borbeno vozila. Ako gusenica manje prodire u tlo potrebna je i manja snaga za ostvarivanje kretanja tenka, što znači da je vozilo ekonomičnije u pogledu potrošnje goriva.

Parametar koji neposredno utiče na specifični pritisak na tlo je masa tenka. Masa savremenih tenkova kreće se u granicama od 40 t do 60 t. Tenkovi velike mase imaju slabiju pokretljivost, a otežano im je transportovanje železnicom ili vučenim vozom. Takođe, veće mase ograničavaju mogućnost savlađivanja vodenih prepreka prelaskom preko mostova.

Vrednosti specifičnog pritiska na podlogu za neka oklopna borbeno vozila prikazane su u tabeli 2.

### **Oklopna zaštita**

Oklop predstavlja komponentu tenka koja ima najveću masu. Pri konstrukciji tenkova istočnog porekla smanjuje se visina radi smanjenja mase, a ostvaruje se smanjenjem površine koju treba oklopiti. U tabeli 3 prikazane su površinske gustine za različite oklope (površinska gustina definiše se kao masa

Tabela 2

## Specifični pritisak na podlogu

Tenk	Specifični pritisak na podlogu (daN/cm <sup>2</sup> )
Scorpion	0,35
S-tenk	0,45
PT-76	0,49
T-64	0,72
T-62	0,75
AMX-13	0,76
AMX-30	0,77
T-72	0,79
T34/85	0,81
T-54	0,81
T-55	0,81
M60A1	0,86
PZ-68	0,86
Chieftain	0,90
Leopard 1	0,90
M1	0,92
Vickers MBT	0,95
Centurion	0,95

Tabela 3

## Površinska gustina oklopa

Oklop	Površinska gustina (gr/cm <sup>2</sup> )
Homogeni valjani oklop	7,713
Titan	4,429
7039 Aluminijum	2,749

po jedinici površine za datu debljinu materijala). Idealne osobine klasičnog oklopa su tvrdoća, žilavost i krutost. Mada oklop od titana može biti atraktivan sa aspekta mase, on je mnogo skuplji nego homogeni čelični oklop. Pošto je aluminijum tri puta lakši od čelika, za isti nivo zaštite oklop mora da bude tri puta deblji od čeličnog oklopa [1]. To bi značilo da oklopna tela od čelika i aluminijuma, za istu oklopnu zaštitu, imaju istu

masu. Deblji aluminijumski oklop je čvršći, može znatno da smanji masu vozila, pa je veoma pogodan za lakša vozila.

Oklop Chobham koji je razvijen u Velikoj Britaniji, prema dostupnim podacima, obezbeđuje znatno bolju zaštitu od klasičnog homogenog čeličnog oklopa od različitih tipova projektila. Način rasporeda oklopa na tenku isto je toliko značajan kao i tip oklopa. Najdeblji oklop postavlja se na onim mestima na tenku gde se očekuje najverovatniji pogodak projektila. Prema tome, oklop je najdeblji na čeonj strani tenka, koja je najviše izložena vatri protivnika.

Veći efekat zaštite sa oklopom iste debljine postiže se njegovim postavljanjem pod nagibom, čime se ostvaruje povećanje efektivne debljine. Što je veći nagibni ugao oklopnih ploča veća je i verovatnoća da dođe do rikošeta zrna.

Oklop predstavlja i zaštitu od radijacije. U dostupnoj literaturi ima veoma malo podataka o njegovoj zaštiti od neutrona, ali postoje informacije koje ukazuju na to da je slabljenje gama-zraka uslovljeno dužinom vremena koje prati nuklearnu detonaciju. Početna radijacija, koja ima znatno veću energiju, dešava se u momentu eksplozije, a ostala radijacija dolazi posle udarnog talasa.

Mada se neprestano radi na poboljšanju zaštitnih svojstava oklopa, nemoguće je ostvariti sveobuhvatnu zaštitu. Treba imati u vidu da je oklop samo jedan od faktora koji utiče na opstanak tenka u borbenim dejstvima.

### Mogućnost opstanka tenka na bojištu

Poželjno je da tenk poseduje elemente zaštite protiv svega što može da ga uništi, pa čak i u slučaju kada je oklop

probijen. Posle proboja oklopa najveću opasnost predstavlja požar. Imajući to u vidu, konstruktori američkog tenka M1 postavili su sedam senzora kako bi se otkrio požar i sprečilo širenje plamena pre nego što bi moglo da dođe do eksplozije [1].

Kod tenkova starijih generacija sa benzinskim motorima postojala je velika mogućnost da dođe do požara u slučaju pogotka u prostor motora ili blizu rezervoara za gorivo. Naime, benzinske pare iz rezervoara imaju veću verovatnoću da proizvedu sekundarnu eksploziju nego pare dizel goriva.

Municijska punjenja predstavljaju najveću opasnost u tenku, zbog toga što se trenutno pale kada u njih udari projektil. Međutim, rizik od vatre municijskog punjenja može se znatno smanjiti ako se predvidi poseban prostor za smeštaj municije sa zidovima koji su napunjeni tečnošću, kao što je to urađeno na tenku M-4 Sherman i tenku Chieftain. Alternativna mogućnost je upotreba specijalnih pregrada, kao što je to realizovano na tenku M1 Abrams. Rešenje koje se razlikuje od prethodnog realizovano je na najnovijem ruskom tenku Crni orao (slika 1), kod kojeg je municija smeštena u zadnjem delu kupole zajedno sa uređajem za automatsko punjenje. Ovaj tenk poseduje top kalibra 135 mm i aktivni odbrambeni sistem Arena.

Ostale mere zaštite tenka, koje mogu doprineti njegovom opstanku u borbi, jesu upotreba uređaja za stvaranje dimne zavese ili drugih naprava za proizvodnju dima, upotreba uređaja za kopanje rova, ostvarivanje niže siluete i radio-zaštita od detekcije. Potreba za opstankom tenka u borbi određuje i kakav će biti raspored posade i glavnih podsistema u tenku.



Sl. 1 – Tenk Crni orao

### **Razmeštaj motora, transmisije, topa i posade u tenku**

Razmeštaj motora, transmisije, topa i posade definiše se koncepcijom tenkova, koja je uslovljena njegovom aktivnošću na bojištu. Tenk mora da se kreće po terenu dovoljno velikom brzinom da nosi snažno naoružanje, kao i da pruži zaštitu posadi i njegovim sistemima. Konfiguracija tenka se menja iz godine u godinu, ali je u najvećem broju zemalja zasnovana na konceptu tenka T-34.

Unutar oklopnog tela tenka nalaze se tri odeljenja: odeljenje vozača, borbeno odeljenje i motorno-transmisiono odeljenje. Motor tenka je odvojen kako bi se smanjila opasnost od požara. Uobičajeno je da se motor postavlja u prednjem ili zadnjem delu tenka, a prvi britanski tenk Mark 1 imao je pogon koji je bio postavljen u sredini tenka. Mada najveći broj tenkova proizvedenih od Drugog svetskog rata ima motor i transmisiju u zadnjem delu, još postoje tenkovi sa motorom pozadi i transmisijom smeštenom u prednjem delu. Nedostaci ovakvog rešenja su: visina vozila mora biti veća da bi se omogućio prenos snage do transmisije, a pošto ona zahteva tekuće održavanje, prednji deo tenka mora da ima po-



klopce da bi joj se prišlo. Osim toga, transmisija u prednjem delu vozila više je izložena delovanju mina, zbog toga što one eksplodiraju uglavnom ispod prednjeg dela vozila. Ako se to dogodi tenku sa motorom i transmisijom koji su smešteni u zadnjem delu može biti uništen lenjivac, ali tenk bi se i tako oštećen mogao kretati. Međutim, ako bi se sa transmisijom napred pogodio tenk i uništio pogonski točak, on ne bi mogao da se kreće. Još jedan nedostatak transmisije koja je postavljena napred jeste zahtev pogonskih točkova za određenom geometrijom oklopnog tela, što ograničava odstupanje većeg nagiba prednje oklopne ploče i dovodi do smanjenja njene efektivne debljine.

Tenkovi koji se danas nalaze u upotrebi, a imaju motor i transmisiju postavljene napred su: izraelski tenk Merkava i švedski S-tenk. Merkava je projektovana sa transmisijom i motorom smeštenim napred koji služe kao dodatna zaštita. Motorski prostor u švedskom tenku S takođe obezbeđuje dodatnu zaštitu. Međutim, položaj motora i transmisije ovog tenka, u prednjem delu, nastao je zbog potrebe da uređaj za automatsko punjenje zauzme prostor tamo gde bi inače motor bio postavljen.

Sa primenom termovizije, kod tenkova sa motorom postavljenim napred, zbog povećanog termičkog zračenja povećana je opasnost od otkrivanja. Dodatni nedostatak mogao bi da predstavlja i problem hlađenja prostora za vozača, pošto se on u ovom slučaju nalazi blizu motora i transmisije. Međutim, rešenja odvođenja izduvnih gasova i prigušenja buke u odeljenju posade dosta je pojednostavljeno.

Značajna prednost smeštanja borbenog odeljenja u zadnjem delu tenka jeste

smanjenje ukupne dužine oklopnog tela, čime se smanjuje mogućnost da top udari u tlo kada je okrenut napred u terenskim uslovima kretanja. Borbeno odeljenje u zadnjem delu tenka, takođe, omogućava primenu topa duže cevi, čime se povećava početna brzina projektila, što doprinosi većoj probojnosti ispaljenih projektila.

Najveći broj tenkova ima motor i transmisiju u zadnjem delu, čime se izbegavaju nedostaci smeštaja transmisije i motora u prednjem delu, ali se komplikuje njihova kontrola.

Sa izuzetkom tenka S najveći broj tenkova ima kupolu. Tenk S ima fiksirani top kalibra 105 mm, koji je postavljen na oklopno telo sa uređajem za automatsko punjenje čime se omogućava brzina gadjanja od 15 projektila u minuti. Elevacija topa kreće se u granicama od  $-10^{\circ}$  do  $+12^{\circ}$ , a postiže se izdizanjem i spuštanjem prednjeg ili zadnjeg dela tenka, što omogućuje hidropneumatsko oslanjanje. Top se poprečno pomera zahvaljujući veoma pouzdanoj transmisiji kojom se ostvaruje potrebno zakretanje gusenica. Ovakav sistem omogućava okretanje topa u horizontalnoj ravni isto tako brzo kao što se to ostvaruje kupolom.

Svi savremeni tenkovi imaju kupolu. Međutim, postoji mogućnost da u budućnosti posada bude smeštena u oklopnom telu, i da tenk ima top montiran spolja. Jedno takvo rešenje, koje se nalazi u fazi ispitivanja, proizvela je američka kompanija General Dynamics Land Systems (slika 2). Tenk će imati uređaj za automatsko punjenje topa, hidropneumatski sistem za oslanjanje sa mogućnošću promene klirensa u toku vožnje, a posadu će činiti dva člana. Početak njegove proizvodnje očekuje se oko 2015. godine. Međutim, treba imati u vidu da kupola pruža niz prednosti. Ako se mesto ko-



Sl. 2 – Eksperimentalni tenk sa topom montiranim sa spoljašnje strane

mandira nalazi iznad oklopnog tela, što je slučaj kod tenka sa kupolom, on će imati bolji pregled terena, bolje će uočavati ciljeve i davati zadatke vozaču. Sadašnji sistem za to je relativno jednostavan, ali postavljanjem komandira i nišandžije u oklopnom telu znatno bi se usložilo optičko-elektronski sistem koji bi trebalo da obezbedi isti onakav pregled koji postoji kada su nišandžija i komandir smešteni u kupoli.

### Naoružanje tenka

Na izbor naoružanja tenka utiče veliki broj faktora. Od njih su najznačajniji vojna doktrina zemlje koja razvija tenk, oklopna zaštita potencijalnog protivnika i zahtev za uništenje raznih ciljeva. Šezdesetih godina postojalo je mišljenje da će budući tenkovi biti opremljeni antitenkovskim vođenim raketama, zbog njihovog velikog dometa i velike efikasnosti. Američki tenkovi Sheridan i M60A2 imaju ugrađene topove koji, pored klasičnih projektila, ispaljuju i raketne projekte i predviđeni su da prvenstveno koriste ove druge.

Povećanje vatrene moći u najvećoj meri odnosi se na povećanje efikasnosti osnovnog naoružanja, tj. topa. Kada su

u pitanju tenkovski topovi rad na povećanju njihove efikasnosti odvija se u nekoliko pravaca, a to su:

- razvoj novih topova sa čvrstim pogonskim punjenjem;
- razvoj topova sa tečnim pogonskim punjenjem;
- razvoj električnih topova;
- razvoj elektrotermičkih topova.

Očekuje se da usavršavanje topova sa čvrstim pogonskim punjenjem bude nastavljeno, iako ima mišljenja da rad na osvajanju novih čvrstih pogonskih goriva neće dati značajnije rezultate. Uglavnom, sve se svodi na to da pogonsko punjenje i projektil budu povećani, a to nameće potrebu za većim kalibrom topa.

Na zapadnim tenkovima ugrađen je, ili je predviđen za ugradnju, top kalibra 120 mm glatke cevi, dok Britanci koriste top sa ožlebljenom cevi.

Amerikanci rade na programu razvoja tenkovskog topa kalibra 140 mm, a prva ispitivanja modela topa od 140 mm započeta su 1988. godine.

Takođe, NATO radi na razvoju topa glatke cevi istog kalibra. Ovaj top često se naziva „zajednički NATO tenkovski top“, a predmet je istraživanja SAD, Velike Britanije, Nemačke i Francuske.

Nezavisno od ovih istraživanja britanska firma Royal Ordnance vrši ispitivanja topa od 140 mm na šasiji tenka Centurion, a Švajcarci top istog kalibra testiraju na šasiji tenka Leopard 2. Ova ispitivanja, ipak, potvrđuju da će budući tenkovi biti naoružani topovima kalibra 140 mm.

Realizacija topa kalibra 135 mm ostvarena je na novom ruskom tenku Crni orao [2]. Za naoružanje ovog tenka karakteristično je i to da je kupola potpuno nova u odnosu na prethodne verzije tenkova, a uređaj za automatsko punjenje

Municija naoružanja tenkova

Tenk	Osnovni top		Koaksijalni mitraljez na kupoli		Godina uvođenja u naoružanje
	broj zrna	kal. (mm)	broj zrna	broj zrna	
Mark I	332	57	6272		1916.
Mark IV	204	57	5646		1916.
St. Chomand	106	75	7500		1917.
A7V	250	57	36000		1918.
T-34/76	77	76.2	3900		1940.
M3 Medium	50	75	9200		1941.
M4 Medium	97	75	4750	300	1942.
T-34/85	56	85	2750		1944.
T-44	56	85	2750		1945.
M26	70	90	5000	550	1945.
Centurion	64	83.4	4750	600	1949.
T-54	34	100	3500		1949.
M-47	71	90	4125	440	1950.
M-103	38	120	5250	1000	1953.
M-48A2	64	90	5950	1365	1953.
T-55	43	100	3500	500	1958.
M60A1	60	105	5950	900	1960.
T62	40	115	2000-3000	250	1961.
Chieftain	64	120	600		1963.
Leopard 1	60	105	5500		1965.
T-64	40	125	3000	500	1970.
M60A2	33	152	5560	1080	1974.
T-72	40	125	3000	50	1975.
Leopard 2	42	120	2000		1979.
M1	55	105	11400	1000	1980.

topa ne nalazi se ispod kupole, kao što je to bilo na prethodnim tenkovima, već je montiran u njenom zadnjem delu. Na taj način znatno je povećana brzina gađanja i sigurnost smeštaja municije.

Pored uvođenja topova većeg kalibra na postojećim tenkovima, uveliko se vrše istraživanja novih vrsta projektila radi povećanja njihove probojne moći.

Francuska armija je radila na razvoju ACRA rakete kalibra 142 mm koja se ispaljuje iz topa. Nakon određenih ispitivanja zaključeno je da, pored prednosti koje se ogledaju u velikom dometu, rakete imaju i nedostatke kao što su mala brzina gađanja, nemogućnost otvaranja vatre iz pokreta, visoka cena, itd.

### Municija tenkovskog naoružanja

U tenkovima se smešta velika količina municije za top, koaksijalni mitraljez, mitraljez na krovu kupole (PA mitraljez), za naoružanje posade, itd. Najkritičnija od svih je municija za top. U toku razvoja tenkova broj topovskih zrna smeštenih u tenku znatno se promenio. Na primer, tenk Mark I nosio je 332 zrna kalibra 57 mm, a tenk T-34/76 imao je 77 zrna (tabela 4). Od Drugog svetskog rata veliki broj tenkovskih zrna koje nose tenkovi smanjivao se u mnogim zemljama. Na Zapadu je usvojeno stanovište da broj topovskih zrna iznosi 50 do 60, dok se kod ruskih tenkova ovaj broj zrna svodi na oko 40.

Masa municije direktno utiče na konstrukcijsko rešenje tenka. Ako se predviđa više municije, onda nastaju određene nepovoljnosti što se tiče smeštaja opreme, prostora za posadu i oklopne zaštite. Neki primeri u vezi sa tim su:

– povećanje broja zrna kod tenka M47 na 71 zahteva uklanjanje mitraljeza i eliminisanje prostora za nišandžiju;

– zrno kalibra 75 mm za top tenka M-4 Sherman ima masu od 9,04 kg, a ukupna masa zrna koja ulaze u borbeni komplet topa iznosi 875,88 kg. Suprotno tome, zrno za top tenka 60A1 kalibra 105 mm ima masu od 18,6 kg, a ukupna masa zrna borbenog kompleta topa iznosi 1116 kg.



Tabela 5

## Masa municije tenkovskih topova

Zemlja	Kalib. (mm)	Oznaka	Masa (kg)
SAD	37	APC M-51	1,58
Vel. Britanija	40	2 Pdr MK 1	2,22
Rusija	57	APHE	3,10
Vel. Britanija	57	6 Pdr APCBC-T	6,30
SAD	75	APC M-61	9,04
Rusija	76,2	APHE	6,50
SAD	76,2	APC M-62	11,25
Vel. Britanija	76,2	17 pdr MK-8	17,01
Rusija	85	APHE	9,30
SAD	90	APC M-82	19,39
SAD	90	Shot T-43	23,22
Rusija	100	APHE	15,90
SAD	105	APDSM 392	18,60
Rusija	115	APDS BM-6	22,50
Zap. Nemačka	120	APFSDS	19,00
SAD	152	HEAT M409	22,59

Podaci za masu zrna nekih tenkovskih topova dati su u tabeli 5.

Prazne čaure stvaraju dodatni problem za konstruktore tenkova i municije. Posle nekoliko ispaljenih zrna barutni gasovi stvaraju problem disanja, a prazne čaure smanjuju radni prostor. Neki tenkovi su projektovani tako da imaju mesta na strani kupole za punjenje i pražnjenje, dok se kod drugih tenkova punjenje municijom obavlja otvaranjem odgovarajućih poklopaca. Problem čaura delimično je rešen na tenkovima kao što su T-64, T-72 i Leopard 2, korišćenjem dvodelnih zrna.

### Prostor za posadu

Prostor za posadu veoma je značajan faktor za konstrukciju tenka. Komandiru je potrebno 0,4 m<sup>3</sup> prostora, puniocu 0,8 m<sup>3</sup>, a vozaču oko 0,78 m<sup>3</sup>. Dodajući još

10% prostora za omogućavanje slobodnih pokreta, posadi od četiri člana potreban je prostor od 2,5 m<sup>3</sup> [1].

Nameće se pitanje da li je tenkovima potrebna posada od četiri člana. Savremena elektronika omogućava da se mnoge kontrole i upravljanje mogu obavljati daljinski, a uređaj za automatsko punjenje može zameniti punioca. U mnogim tenkovima komandir može da otvara vatru pošto prethodno odabere cilj. U vezi sa postavljenim pitanjem odgovor daju realizovani tenkovi kod kojih je broj članova posade smanjen na tri (najnoviji tenkovi istočnog porekla i francuski Lercer).

Postoji veoma jak argument da vozač bude odvojen, posebno u toku napada kada komandir traži cilj, nišandžija vrši opaljenje, a vozač manevriše tenkom, uz minimalnu kontrolu komandira. U nekim slučajevima vozač može pronaći cilj i učiniti da ga posada zapazi. Činjenica je da posada od četiri člana smanjuje pojedinačno opterećenje posade tenka u operacijama koje traju 24 časa i više. Slučaj da punilac bude odvojen retko se javlja. Rusi su razvili tenkove i borbena vozila pešadije sa uređajem za automatsko punjenje topa, čime se postiže veća brzina gađanja. Uređaj za automatsko punjenje podložan je kvaru i zahteva održavanje da bi se obezbedila pouzdanost.

Pri usvajanju koncepcije tenka sigurno će se nastojati da se broj članova posade smanji.

### Pogon tenkova

Specifična snaga smatra se najkritičnijim parametrom pokretljivosti tenkova. U Drugom svetskom ratu specifična snaga tenkova kretala se u granicama od 10 do 12 kW/t, i povećana je na vrednost

Tabela 6

## Specifična snaga

Tenk	Specifična snaga (kW/t)
Centurion	9,2
Chieftain	10,2
M-4A3	10,3
T-54	10,6
M60A1	11,3
T-34/85	11,5
M48A5	11,7
T-55	11,8
T-44	11,9
M47	12,9
S-tenk	13,7
T-72	14,0
T-62	14,1
Leopard 1 A3	14,4
T-64	14,7
Leopard 2	20,2
M1	20,7

od 20 do 21 kW/t kod tenka Leopard 2 i M1 Abrams (tabela 6). Ove specifične snage obezbeđuju ostvarivanje dobrog ubrzanja i velikih prosečnih brzina, čime se povećava pokretljivost a time i mogućnost opstanka tenka na bojištu. Na primer, tenk iz Drugog svetskog rata, specifične snage 11 kW/t, mogao je da se ubrza od 0 do 16 km/h za oko 5 sekundi, a savremeni tenkovi specifične snage 21 kW/t mogu da ostvare istu brzinu u roku od dve do tri sekunde.

Pored snage motora i njegova zapremina i masa utiču na konstrukciju tenka, odnosno na njegove dimenzije. Kada se upoređuju zapremine i mase različitih sistema, treba da se uporede ukupne mase motora, sistema za hlađenje, prečištača, transmisija i uređaja za napajanje gorivom, zato što različiti tipovi motora

imaju različite zahteve za prostor za usisavanje vazduha, izduvne gasove, hlađenje, napajanje gorivom i dr. Na primer, gasna turbina kao pogonski motor lakša je od dizel motora, ali on zahteva manju količinu goriva za isti akcioni radijus. Kada se sve mase saberu, gasna turbina u tenku M1 ima manju masu od dizel motora u tenku Leopard 2, ali je zapremina motora tenka Leopard 2 (5,19 m<sup>3</sup>) u poređenju sa gasnom turbinom tenka M1 Abrams (5,48 m<sup>3</sup>), znatno manja. Međutim, najveća razlika između zahteva za tenk M1 Abrams i Leopard 2, koji se odnose na masu i prostor pogonskih sistema, nalazi se u zapremini goriva koje mora da se smesti na tenku M1 Abrams. Problem je rešen tako što je gorivo postavljeno u specijalno oblikovane rezervoare, kako bi se najbolje iskoristio prostor.

Problem bi se znatno komplikovao kada bi se pri upoređivanju uzimale efektivne snage pogonskih motora, jer postoji razlika između snage koju daje motor bez priključenja njegovih uređaja i snage koju daje motor kada su na njega priključeni uređaji. U slučaju tenka M84 njegov benzinski motor, oznake AV-1790-5, razvija snagu od 606 kW koja se računa bez priključnih uređaja na motoru, a verzija dizel motora ostvaruje snagu od 551 kW. Kada se uzme u obzir snaga potrebna za pogon uređaja benzinski motor razvija efektivnu snagu od 460 kW, a za dizel motor oko 463 kW.

Za ruske konstruktore najznačajniji faktori koje treba razmatrati pri projektovanju i razvoju motora su njegova pouzdanost, pogodnost za održavanje i jednostavnost ugradnje u vozilu. Danas, u opštem slučaju, vlada mišljenje da će dizel motor i gasna turbina biti zastupljeni

u budućim tenkovima, jer ostali motori nisu u mogućnosti da pouzdano ostvaruju potrebnu snagu od preko 1100 kW, koja se predviđa za buduće tenkove.

Veoma važan zahtev pri izboru motora za tenk jeste da motor zahteva što manji prostor za ugradnju. Veći motor (po dimenzijama), čak i ako ima manju masu, zahteva veći oklopljeni prostor što direktno utiče na ukupnu masu i dimenzije tenka.

### Sistem oslanjanja

Jedan od ciljeva bilo kod sistema oslanjanja jeste da ostvari male oscilacije apsorbovanjem udara koji nastaju pri kretanju tenka preko raznih terena. Takve sile u početku preuzimaju elastični elementi, kao što su torzione poluge i zavojne opruge ili hidropneumatski uređaj. U hidropneumatskom sistemu nitrogen se u zaptivenom prostoru komprimuje kada potporni točak pokreće klip, a sile ulja se suprotstavljaju pritisku vazduha. Kada potporni točak savlada prepreku, gas se širi i nastoji da potporni točak vrati nazad u njegov normalni položaj. Tenkovi bez hidropneumatskog tipa oslanjanja koriste amortizere koji apsorbuju silu koju je prihvatio elastični elemenat.

Bez obzira na to koji se tip oslanjanja koristi, primarni cilj konstruktora jeste da obezbedi što manje oscilovanje vozila, što omogućava lakšu stabilizaciju topa, efikasniji rad posade i povećava pouzdanost sistema jer se smanjuju opterećenja.

Kada se razmatra ljudski faktor u projektovanju sistema za oslanjanje, treba zapaziti da mnoge teškoće nastaju kada oscilovanje oklopnog tela dostiže vrednost od četiri do pet ciklusa u sekundi. Željena vrednost je oko 0,7 do 0,8

Vertikalni pomak potpornog točka

Tenk	Vert. pomak potpornog točka (mm)
T-55	85
Chieftain	120
AMX-30	186
T-64	203
Vickers MBT	203
Leopard 1 (prvi potp. točak)	260
M60A1	300
T-72	310
M1	381
Type 74	400
Leopard 2	530
S-tenk (zadnji potp. točak)	543
MBT-70/KPZ-70	550

ciklusa u sekundi, koja se može postići povećanjem hoda potpornog točka (tabela 7).

### Neki ergonomske aspekti projektovanja tenkova

Pri projektovanju tenkova veoma je važno da se uzmu u obzir i neki ergonomske aspekti, kao što su:

- obezbeđenje povoljnog oslanjanja glave;
- pogodan smeštaj komandira i nišandžije radi što lakšeg rada;
- dobro osmatranje terena;
- odstranjivanje barutnih gasova.

Osim toga, treba napomenuti da kod nekih ruskih rešenja postoje signalni uređaji koji upozoravaju vozača da se top pomera izvan širine traga gusenica. Periskopi se zagrevaju električnim putem, a postoje sprave za čišćenje periskopa od prašine i blata. Na većini tenkova različitih tipova ne može se okretati kupola kada je otvoren poklopac vozača.

## Zaključak

Projektovanje tenkova veoma je kompleksno i zahteva detaljno sagledavanje velikog broja parametara kako bi se realizovalo rešenje kojim će se ostvariti što bolje performanse. Posebna pažnja mora se posvetiti definisanju koncepcije tenka, izboru pogonske grupe, izboru naoružanja i smeštaju municije i goriva, ostvarivanju adekvatne oklopne zaštite i što veće prohodnosti tenka. Osnovne dimenzije (dužina, širina i visina) znatno utiču na niz elemenata, kao što su ukupna masa, dimenzije i pozicija prstena kupole, mogućnost transporta, itd. U procesu razrade konstrukcije tenka mora se obezbediti što udobniji smeštaj članova posade, kao i njihovo minimalno zamaranje u toku rada, kako bi se ostvarila što veća efikasnost.

Realizacijom tenka kao složenog sredstva u osnovi treba da se ostvare velika vatrena moć, pokretljivost i oklopna zaštita, a konstrukcija treba da predstavlja izbalansirano rešenje, kako bi se u što većoj meri ostvarile i ostale zahtevane performanse.

### Literatura:

- [1] Radetić, M.; Pantić, M.: Savremena borbeno gusenična vozila i pravci daljeg razvoja. kumulativna naučno-tehnička informacija, Beograd, 1996.
- [2] Novichkov, N.: Russia brings up the big guns on Black Eagle MBT, Jane's Defense Weekly, Sep 24, Volume/Issue 028/012.
- [3] Ogorkiewicz, R.: Transforming the M60 into Magach 7, International Defense Review, 1993., № 10.
- [4] Foss, C. F.: C-1 Ariete – Italy's new main battle tank, International Defense Review, 1998., № 5.
- [5] Szule, T.: Poland's Gorilla tank uses western turret, Jane's Defense Weekly, 1994., March 26.
- [6] Foss, C. F.: First of Russia's T-90s delivered to the Army, Jane's Defense Weekly, 1994., Feb 5.
- [7] Eliseev, V.; Šancev, P.: Rossijskij osnovnoj tenk T-80M, Voennij Parad, 1994., Sept.–Okt.