

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Војна академија Универзитета одбране у Београду



Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Предмет: Борбена употреба наоружања

Број индекса: 531/2015

Ђорђе Р. Кокерић

**Компаративна анализа система наоружања
савремених тенкова**

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **пп доцент др Небојша Христов - ментор**
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____



Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Основне студије: Војноиндустријско инжењерство

Студијско подручје (усмерење): Општи смер

Име и презиме: Ђорђе Кокерић

Број индекса: 531/2015

ПРИЈАВА ЗАВРШНОГ РАДА

Тема рада: **Компаративна анализа система наоружања савремених тенкова**

Задатак: У оквиру завршног рада кандидат треба да применом компаративне анализе да оцени квалитета система наоружања савремених тенкова. Циљ Завршног рада је да студент докаже способност примене стечених знања и вештина при одлучивању модела и типа савремених система наоружања код креирања новог или модификацији постојећих савремених тенкова. У уводном делу треба да опише историјски развој и да преглед развоја према генерацијама средстава овог типа наоружања. За савремене представнике (минимум 5 средстава) је потребно да опише тактичке и технолошко-експлоатационе карактеристике система наоружања и заштите савремених тенкова у свету. На основу егзактних података, неопходно је да се правилно дефинишу тежински коефицијенти за вишекритеријумску анализу квалитета. Вишекритеријумска анализа треба да прикаже најбољи систем наоружања који се тренутно налази у експлоатацији. У самом закључку је неопходно приказати тенденције развоја нових система и правац развоја система наменске индустрије.

Ментор:

Београд, 25.04.2019.

пп доцент др Небојша Христов, дипл.инж.

Резиме

У раду је извршена компаративна анализа квалитета система наоружања савремених тенкова. Основне карактеристике тенкова су: ватрена моћ, покретљивост и оклопна заштита и оне дају највећу оцену квалитета система наоружања. Најпре је дат историјски развој и преглед развоја према генерацијама. Затим су описани системи савремене заштите код тенкова, и то: балистичка, активна и противминска заштита. У четвртом поглављу су дати карактеристични савремени представници. На основу њихових тактичких и технолошко-експлоатационих карактеристика извршена је вишекритеријумска анализа чиме је добијен тренутно најбољи систем наоружања. На крају је дат закључак као и на чему се требају заснивати тенденције и правац развоја нових система наменске индустрије.

Кључне речи: тенк, наоружање, ватрена моћ, покретљивост, заштита

Abstract

The paper analyzes the quality of modern tank armament systems. The main characteristics are: firepower, mobility and armor protection and they give the highest quality rating of the weapons system. First, a historical development and an overview of development by generations is given. Next, tank protection systems are described, namely: ballistic, active and mine protection. The fourth chapter gives characteristic contemporary representatives. On the basis of their tactical and technological-exploitation characteristics, a multi-criteria analysis was carried out to obtain the current best weapon system. Finally, a conclusion was made as to what the tendencies and direction of development of their systems of dedicated industry should be based on.

Key words: tank, arms, firepower, mobility, protection

Садржај

1. Увод.....	5
2. Историјски развој.....	6
3. Системи савремене заштите код тенкова	10
3.1. Балистичка заштита тенкова	10
3.2. Активна заштита	16
3.2.1. Систем активне заштите „Штора”	17
3.2.2. Систем активне заштите „Дрозд”	18
3.2.3. Систем активне заштите „Заслон”	20
3.2.4. Систем активне заштите „Арена”	21
3.3. Противминска заштита тенкова.....	23
4. Карактеристични представници	25
4.1. Black Panther K2 (Јужна Кореја)	25
4.2. Т-14 Армата (Русија).....	28
4.3. Туре 99А (Кина)	34
4.4. Merkava (Израел)	37
4.5. Leopard 2А7 (Немачка)	42
4.6. М-84 (Југославија, Србија).....	45
5. Компарација одабраних тенкова	49
6. Закључак	54
Литература.....	56

1. Увод

Циљ овог рада јесте да се на што бољи начин, уз текст, цртеж и фотографију, прикаже настанак и еволуција тенкова, оклопних борбених средстава, сагледавају њихове даље перспективе и напори појединих земаља на даљем усавршавању и производњи. Исто тако, тежња је да се тематика из ове области систематизује на једном месту, што ће омогућити даље праћење тока осавремењавања тенкова у свету, алаогно једностраним гледиштима на вођење савремених ратних дејстава, место и улогу оклопних и механизованих јединица у тим дејствима. Не сме се занемарити утицај најбитнијег субјекта оружане борбе, човека, који ће у свим условима бити примаран фактор борбе. Локални ратови после другог светског рата, вођени уз употребу многобројних оклопних и разноврсних противоклопних средстава, а нарочито вођених противоклопних ракета, поделили су мишљења војних теоретичара о даљој перспективи тенкова. Међутим, искуства и резултати употребе тенкова у овим ратовима оповргли су мишљења скептика и показали да је тенк, и поред усавршавања и експанзије мноштва противоклопних средстава, потврдио своје место и улогу у борби и загарантовао даљи опстанак и развој, а његов успех у борби зависи од његове правилне употребе. Правилна употреба тенка дала је позитивне резултате и допринела успеху, а претрпљени губици су, претежно, резултат слабе обучености посада и кадрова.

Основне карактеристике тенка – покретљивост, ватрена моћ и оклопна заштита, уз правилну употребу и добро обучену посаду, и даље ће га чинити примарним копненим средством за вођење борбе, посебно у условима примене нуклеарног оружја. У том правцу усмерени су даљи техничко-технолошки развој, усавршавања тенкова и осавремењавање тактичких начела њихове употребе у свим видовима борбених дејстава. У раду су обрађени савремени борбени тенкови, по земљама које их производе, а у табелама су наведени основни тактичко-технички подаци, по појединим типовима.

2. Историјски развој

Тенк се може дефинисати као гусенично оклопно борбено возило, које карактеришу снажна ватрена моћ, оклопна заштита и особина високе проходности и маневра. Намењен је за уништавање оклопних борбених возила, живе силе, средстава и фортификацијских уређења. Основну конструкцију сваког тенка сачињава оклопно тело (са куполом или без куполе), основно и додатно наоружање и опрема, погонска група са трансмисијом и гусенични део.

Крајем 1914. године, после почетка првог светског рата, фронтови су се стабилизовали и рат је постојао све више позиционо-рововски, првенствено због јаче ватре аутоматског оружја и са друге стране све чвршћег утврђивања. Силе су биле приморане да траже ново борбено средство, које би ватром, оклопном заштитом и маневром, пробило противничке положаје и пренело рат на отворени простор. После више неуспелих покушаја, 2.2.1916. године инжењери William Triton и Walter Willson су понудили британској армији гусенично оклопно борбено возило, због конспирације названо "тенк" (од енглеске речи tank-резервоар), касније назван Mark 1. Модел је усвојен и тако је постао први тенк у свету.

Тенкови су први пут употребљени 15.09.1916. године у савезничкој офанзиви на реци Соми и упркос техничкој несавршености, постигли су основни циљ - пробијање фронта и присиљавање ратујућих страна на маневар и покрет.

Већ приликом прве употребе уочени су многи технички недостаци. Због слабе снаге мотора у односу на тежину тенкови су се врло споро кретали, нарочито по изрованом замљишту, а непостојање амортизера и гибњева проузроковало је јаке ударе целог тенка о земљу приликом савлађивања препрека. За управљање и стартовање возила била су ангажована четири возача, јер су први типови имали једну главну и две помоћне мењачке кутије, које је требало опслуживати и главног возача који је руководио вожњом тенка. Нарочити проблем било је скретање, јер је два велика точка требало дићи и окренути у једну од страна да би они, затим, управљали тенк у ту страну. Пошто нису постојали уређаји за унутрашњу и спољну везу она се у тенку одржавала гласом или гестикулацијом, а ван тенка сигнаlima и на већим даљинама голубовима писмоношама или коњаницима [1].



Слика 2.1: *Тенк Mark 1* [2]

Генерал Ајмансбергер, један од првих теоретичара на том пољу у свом делу „Тенковски рат” описао је рад и живот посаде у тенку Mark IV. Просечна борбена брзина износила је 3, 25 km/h. Ако је мотор био исправан а тло чврсто, ова брзина је могла достићи и 6 km/h. Радијус дејства овог тенка са пуним резорвоаром горива износио је 24 km. Под повољним борбеним условима тенк је био у стању да издржи вожњу од 100 km, после чега је морао ићи на генерални ремонт. Гусенице нису могле да издрже 200 km. Основне тенденције у технолошко-техничком развоју тенкова између два рата биле су повећање њихове техничке поузданости и прилагођавање тадашњем начину употребе.

Током другог светског рата очигледан је високи скок у развоју тенковског наоружања и уопште тенковске технике. Акценат је дат повећању снаге мотора и побољшању проходности и покретљивости, уградњи јачег наоружања и појачању оклопа.

По угледу на нека конструкцијска решења америчког инжењера DŽ. V. Kristija, совјетски конструктор Кошкин је са тимом инжењера конструисао средњи тенк Т-34, а сматран је најбољим тенком другог светског рата због чега је дуго после рата задржан у наоружању појединих земаља. Нека његова конструктивна решења су прилично добра, а нарочито систем ливења куполе из квалитетног челика и блока мотора из лаких алуминијумских легура, те добар одног снага-тежина (специфична снага).



Слика 2.2: *Тенк Т-34/85* [3]

Производња тенкова у свету подељена је у четири генерације. Свака генерација има своје специфичности које су одговарале у њихово време изузев екстремних модела који су прављени само у серији прототипа.

Прва генерација обухвата тенкове из првог и почетка другог светског рата. За њих је карактеристично да имају слабу оклопну заштиту, слабо наоружање, мале брзине и слабе маневарске особине.

Друга генерација обухвата тенкове произведене у другом светском рату и тенкове произведене у првих десет послератних година. Карактеристика им је јаче наоружање калибра 40-120 mm, јача оклопна заштита, дебљина оклопа до 185 mm, снажнији мотори до 600 ks и већа брзина до 60 km/h.

Трећа генерација тенкова излази из производње у периоду 1955.-1975. године. Концепција основног борбеног тенка је јасна, користе се искуства из ратова и стварају услови за даљи развој. У том периоду се захтева да тенк, поред основних особина, поседује и могућности: савлађивање водених препрека вожњом над водом, да има НХБ заштиту, инфрацрвене уређаје за осматрање и нишањење, уређаје за противпожарну заштиту и стабилизано наоружање. Већина земаља у том периоду се опредељује за производњу средњег тенка који у себи интегрише особине средњих и тешких тенкова. Лаки тенк добија статус извиђачког средства, преносног возила за противоклопне вођене (невођене) ракете, ловца тенкова или ваздушнодесантног тенка.

Четврта генерација настаје после четвртог арапско-израелског рата, када је уследило питање опстанка тенка. Тенк је победио, али уз осетне измене, међу којима су већа ватрена

моћ, уградња неолучене цеви и развоја нових врста муниције, развијање аутоматских пуњача и уградња система за управљање ватром (СУВ). Побољшана је оклопна заштита уградњом вишеслојних (сендвич) оклопа, уређаја за нуклеарно-неутронску и биолошку-хемијску заштиту. Јачи мотори обезбеђују веће брзине и боље перформансе проходности. Иако се четврти израелско-арапски рат узима као прекретница за трећу и четврту генерацију тенкова, он је дао само допринос у развоју тактике у употреби тенкова у савременом рату и поставио нове конструктивне захтеве, док је развој нове генерације омогућио научно-технолошки развој и достигнућа на том пољу.

Локални ратови после другог светског рата, вођени уз употребу многобројних оклопних и разноврсних протиоклопних средстава, а нарочито вођених противоклопних ракета, поделили су мишљења војних теоретичара о даљој перспективи тенкова. Међутим, искуства и резултати употребе тенкова у овим ратовима оповргли су мишљења скептика и показали да је тенк, и поред усавршавања и експанзије мноштва противоклопних средстава, потврдио своје место и улогу у борби и загарантовао даљи опстанак и развој, а његов успех у борби зависи од његове правилне употребе. Основне карактеристике тенка-покретљивост, ватрена моћ и оклопна заштита, уз правилну употребу и правилно обучену посаду и даље ће гачинити примарним копненим средством за вођење борбе, посебно у условима примене нуклеарног оружја. У том правцу усмерени су даљи техничко-технолошки развој, усавршавање тенкова и осавремењавање тактичких начела њихове употребе у свим видовима борбених дејстава [1].

3. Системи савремене заштите код тенкова

Системи савремене заштите код тенкова у основи се могу поделити на активне и пасивне системе заштите. У самом почетку развоја балистичке заштите, развој се заснивао на развоју панцирних челика. Даљим напретком и модернизацијом низа других система и подсистема, појављују се и активни системи заштите тенкова, али и других оклопних борбених возила [4,5].

3.1. Балистичка заштита тенкова

Као што је споменуто у уводу овог поглавља, почетак развоја балистичке заштите заснивао се на развоју групе панцирних челика. Када су челици у питању, једини утицај на степен балистичке заштите се може остварити кроз монтажу самих панцирних плоча, односно постављањем плоча под одређеним углом. Поред монтаже, на степен заштите може да утиче и квалитет челика, али се он добија много раније, односно у самом процесу производње који прописује сама технологија. Под технологијом се подразумева да ли је челик добијен ваљањем (у овом случају виши степен заштите) или ливењем (степен заштите је мањи у односу на ваљање за 5% до 10%).

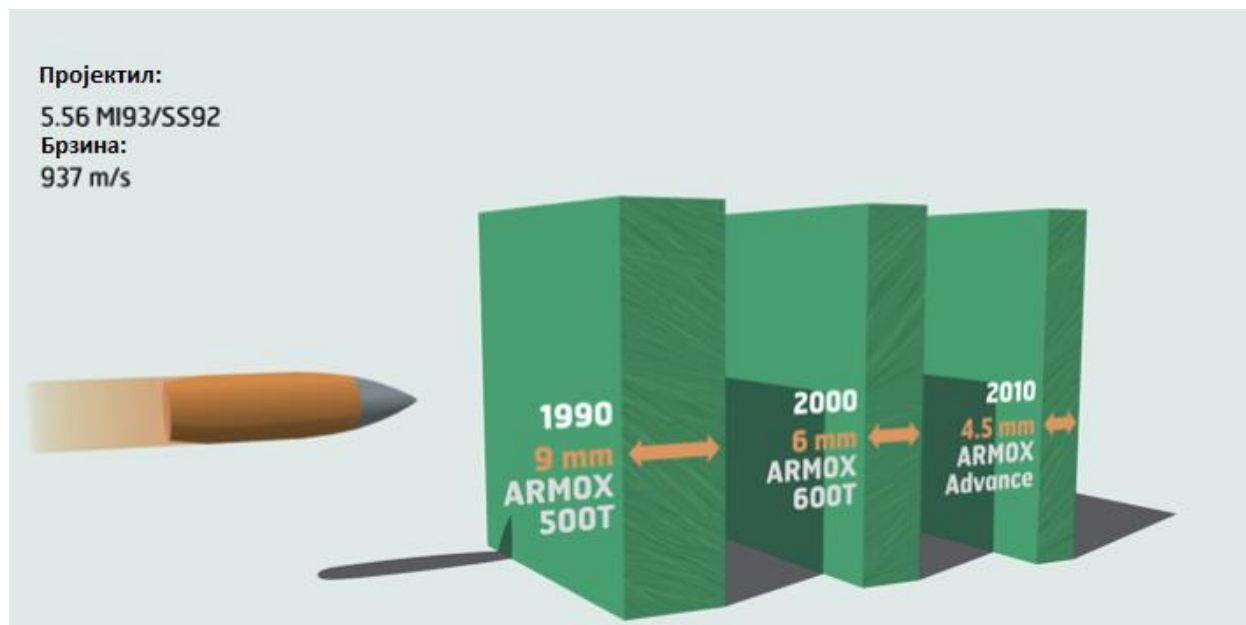
Применом оклопа заснованих на уградњи панцирних плоча константно се наилази на проблем тежине. Сходно томе, даљи развој био је усмерен на развоју и примени нових материјала, који су мање тежине а већег степена заштите. Ова два захтева, један у односу на други су контрадикторни, што је само по себи представљало изазов.

Панцирни челици и њихова уградња код тенкова се разликује у односу на уградњу челика ове врсте код лаких оклопних возила. За разлику од лаких оклопних возила, где добар удео у систему балистичке заштите има алуминијум, код тенкова апсолутно најзаступљенији материјал је панцирни челик. Панцирни челици коришћени на тенковима се разликују у одређеној мери у односу на оне код лаких оклопних возила. Панцирни челици коришћени на тенковима морају да имају једну фундаменталну технолошку особину која их у основи разликује у односу на оне који се примењују за лака оклопна возила, а то је прокаљивост. Својство прокаљивости представља могућност постизања каљене микроструктуре по дубини, односно попречном пресеку. Што је својство прокаљивост веће, то се могућност употребе плоче веће дебљине увећава, чиме се постиже виши ниво балистичке заштите. Један од најпознатијих панцирних челика је ARMOX, шведског произвођача SSAB (слика 3.1).

При конструкцији тенка, користе се челици добијени неким од следећих поступака:

- ваљање
- ливење

Код тенкова новијег датума се користе искључиво челици добијени поступком ваљања. Челик добијен овим поступком добија већи квалитет и виши степен балистичке заштите за исту тежину. Стандардна тврдоћа код ваљаних челика износи 270 НВ, што је истовремено и референтни материјал у односу на који се процењује маса и референтност материјала.

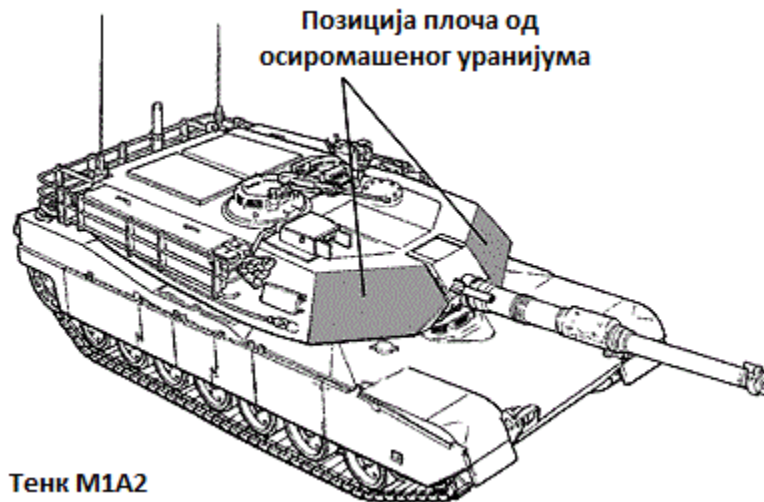


Слика 3.1: Приказ панцирних плоча типа ARMOX произвођача SSAB [6]

Технологија је у међувремену додатно напредовала и омогућила је подизање тврдоће изнад референтне тврдоће, захваљујући прогресивно нижем садржају нечистоћа, а то подразумева употребу елемената као што су хром, никл, молибден и манган.

Примена легура алуминијума се користи код појединих тенкова у функцији једног сегмента или елемента заштите унутар композитног материјала. Један од тенкова који је примењивао алуминијум за одређени сегмент балистичке заштите је совјетски тенк Т-64. Наиме, део од легуре алуминијума био је уливен унутар чела куполе. Претпоставка је (потврђену информацију није могуће пронаћи) да је део израђен од легура силумин, односно легуре алуминијума са силицијумом. Један од недостатака код овог материјала јесте тежак процес резања ових материјала, поготово када је део силицијума већи од 7%. Према неким информацијама, приближни састав куполе се састоји од спољашњег слоја ливеног челика 120 mm, слоја силумина 295 mm и унутрашњег ливеног челика дебљине 185 mm, што збирно чини целих 600 mm [4].

Поред ових легура, постоје тенкови (углавном западни програм) који користе осиромашени уранијум као балистичку заштиту (слика 3.2). Сам материјал настаје као нуспродукт обогаћивања урана за потребе нуклеарних електрана, а има изузетно високу густину од чак 18,6 g/cm³. Густина га, сама по себи, у потпуности препоручује за балистичку заштиту због велике ефикасности по дебљини. Према информацијама, против кумулативних бојевих глава 102 mm осиромашеног урана, замењују око 500 mm челика тврдоће 270 НВ, а против поткалибарних пројектила стабилисаних крилцима 150 mm [4].



Слика 3.2: Приказ позиција од осиромашеног уранијума код тенка „Abrams M1A2HA” [7]

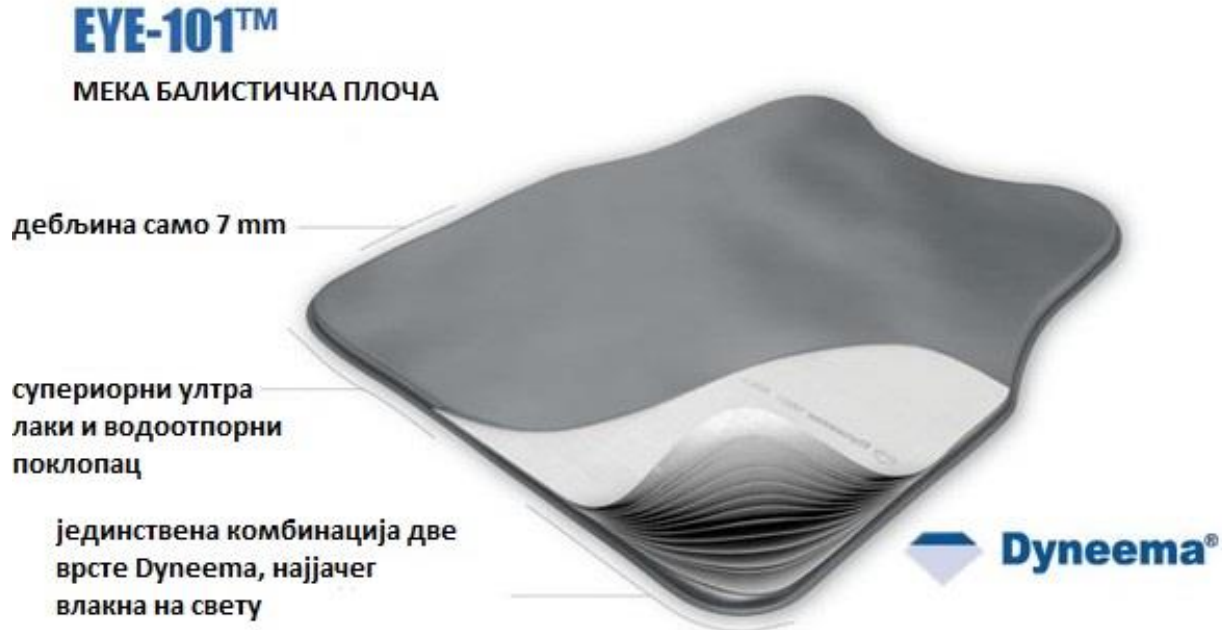
Примена керамике у својству заштите представља један од већих изазова за конструкторе и технологе. Керамику одликује мала густина (Al_2O_3 је дупло лакша у односу на челик), тврдоћа је вишеструко већа, али је основни недостатак мала жилавост. Први тенкови који су користили керамику су руски Т-64 А/Б. Они су унутар чела куполе користили уметак од кугли Al_2O_3 уливених у легуру алуминијума, највероватније силумин. То решење се показало као ефикасније у односу на чист силумин, првенствено због веће абразивне моћи. Западне верзије тенкова „Leopard 2”, „Abrams”, „Challenger 1/2” и „Leclerc” су користиле ефикасније системе заштите на бази керамике. Код ових тенкова су се употребљавале ваљане плоче које су знатно погодније за остваривање модуларности. То подразумева могућност замене оштећених модула, односно замену комплетног уметка новијим и ефикаснијим у односу на ливени челик. Нису коришћене кугле, већ призматични сегменти који су са свих страна облагани различитим материјалима попут легуре алуминијума, челика високе и ултра високе тврдоће. На слици 3.3 приказано је борбено возило чији су саставни делови оклопа заштитне плоче на бази керамике [4].



Слика 3.3: *Заштитни оклоп од керамичких плоча [8]*

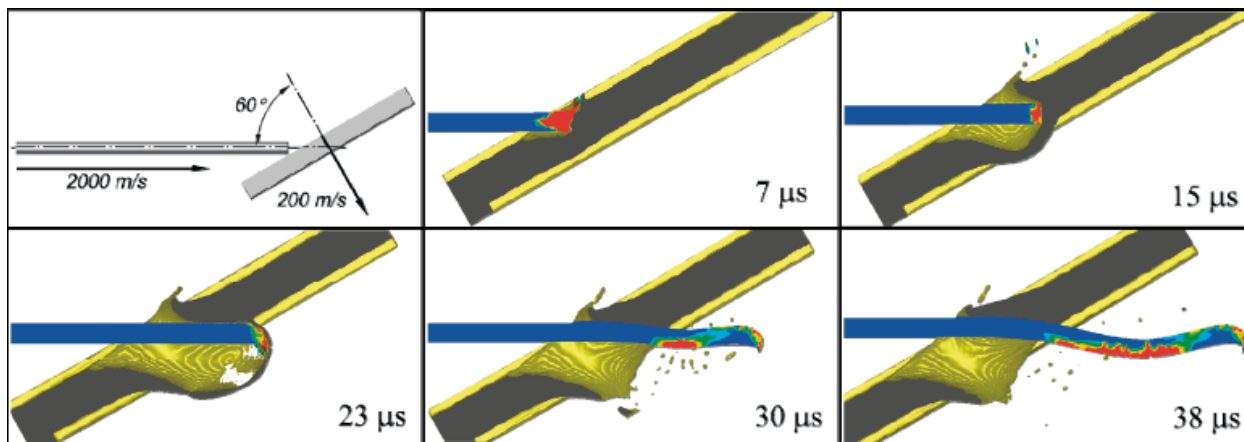
Композитни материјали који се користе у овој области су Kevlar и Дунета (слика 3.4). Углавном је то примена за израду унутрашњих облога намењених смањењу оштећења, услед пробоја пројектила. У ранијим годинама, као и у многим претходним ситуацијама, совјети су користили материјал на бази стаклотекстолита, који је представљао полимер ојачан стакленим влакнима. Тај материјал имао је знатно већу ефикасност од панцирног челика захваљујући релативно малој густини и високој чврстоћи стаклених влакана. Био је у употреби код скоро свих тенкова из времена „хладног рата” Т-64, Т-72, Т-80. Састав је био следећи: 80 mm челика, 105 mm стаклотекстила и 20 mm челика. Међутим, оваква

перерасподела се није показала у потпуности ефикасна, па је примењен исти принцип са другачијом расподелом: 60 mm челика, 105 mm стаклотекстила и 50 mm челика, при чему је са спољашње стране постављена додатна плоча високе тврдоће од 16 mm. Касније је овај систем наследио НЕРО оклоп (неексплозивни међуслој) [4].



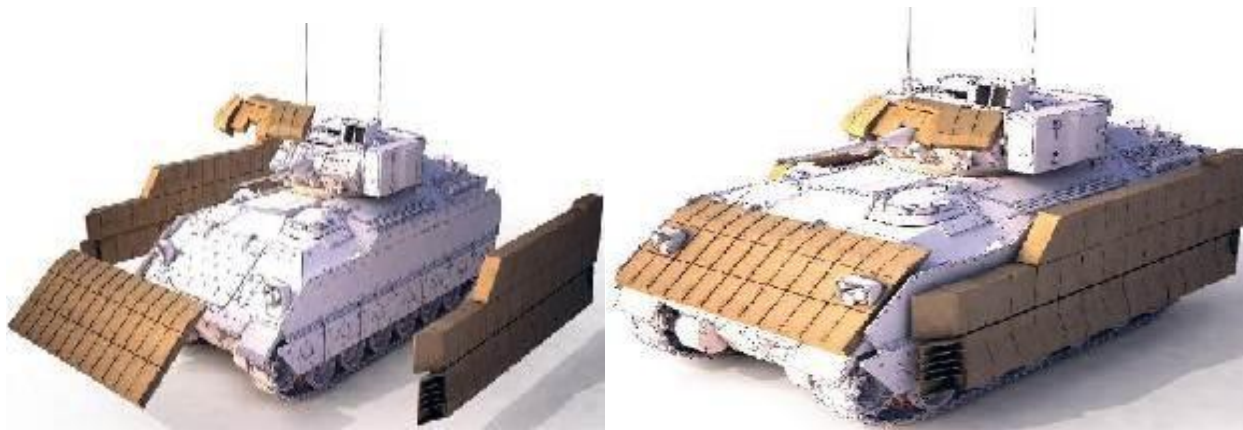
Слика 3.4: Композитни материјал Дунеета као балистичка заштита [9]

Сендвич оклоп са неексплозивним (инертним) међуслојем састоји се од две металне плоче (углавном челичне), између којих је одређена врста полимера (пластика или гума) (слика 3.5). Први пут је употребљен на моделу Т-55. Оклоп се састојао од челичних кутија унутар којих су постављене челичне плоче између којих се налази полиуретан. На куполи, блок се састојао од спољашње челичне плоче 60 mm и још четири челичне плоче дебљине од по 10 mm постављене под углом од 45° у полиуретану. Степен заштите куполе повећан је на 350 mm против поткалибарних и на 420 mm против кумулативних пројектила. Касније једноставном модификацијом и применом гуме уместо полиуретана, уз већу удаљеност између плоча постигнута је још боља ефикасност. Након удара пројектила, гума се шири и има могућност да размакне плоче тако да се оне практично крећу док пројектил пролази кроз њих. На тај начин се ремети путања и обезбеђује се врло ефикасна заштита [4].



Слика 3.5: Шематски приказ неексплозивног сендвич оклопа [10].

Поред претходно приказаног решења, постоји и експлозивно-реактиван оклоп (ЕРО), који у суштини представља тип заштите са апсолутно највећом масеном ефикасношћу. Принцип функционисања се састоји у томе да се две челичне плоче растављају под дејством детонираног експлозива. Плоче се крећу кроз кумулативни млаз, односно у случају поткалибарног пројектила ломе пенетратор и на тај начин значајно смањују пробојност. Ефикасност типичног тешког ЕРО као што је „kontakt-5” процењује се на 250 mm челика против поткалибарних и на 600 mm против кумулативних пројектила. Код оклопа претходне генерације типа „kontakt-1” ефикасност се процењује на око 400 mm код кумулативних, а код поткалибарних ефикасност је приближна дебљини самих челичних плоча (30-40 mm). Остали типови ЕРО си по конструкцији приближно слични са одређеним разликама (слика 3.6) [4].



Слика 3.6: Шематски приказ експлозивно-реактивног оклопа [11]

Приказ ЕРО, намонтираног на тенк приказан је и на слици 3.7. Са слике се види принцип слагања и позиционирања плоча, односно површине коју оне покривају са циљем подизања степена заштите. Најчешће се штити предња страна борбеног средства [4].



Слика 3.7: *Активно-реактивни оклоп монтиран на тенк [12]*

3.2. Активна заштита

Балистичка (пасивна) заштита тенкова кроз примену класичних поступака и конструкцијских решења за ефикасну заштиту је достигла врхунац у погледу контрукције. Ова ситуација захтева пројектовање система активне заштите, која може представљати пресудни фактор опстанка борбеног средства на бојном пољу.

У циљу подизања нивоа опстанка борбеног возила и преживљавања посаде на бојном пољу конструишу се и развијају нови системи активне заштите. У примени ових система претежно предњаче решења са истока (Русија, Украјина, Белорусија, Кина). Решења која долазе од стране западних земаља још увек су у развоју и у фази тестирања. Код групе чланица са запада, Израел (не припада географски западу већ војно) је отишао најдаље са својим решењима. Основно функционисање система активне заштите подразумева следеће поступке:

- идентификацију опасности

- ометање вођења пројектила
- скретање пројектила са задате путање употребом бацача димних кутија
- стварање аеросолних димних завеса

У системе активне заштите убрајају се и системи за електромагнетну заштиту од неконтактних мина.

Систем активне заштите функционише тако што се испаљују специјална експлозивна пуњења или ракетни пресретачи који експлозијом и дисперзијом својих гранулата или куглица у датом тренутку оштећују или разбијају пројектил који долази.

3.2.1. Систем активне заштите „Штора”

Систем активне заштите „Штора” је решење које је развила руска армија, а у употреби је од 1991. године. Систем омета вођене ракете полуактивном методом навођења у завршном делу путање помоћу ИЦ сензора. Уз помоћ бацача димних кутија стварају се аеросолне завесе и онемогућава осматрање и нишањење, заклања се тенк од навођења противника, а применом ИЦ девијатора емитују се лажни сигнали за скретање пројектила. Систем активне заштите „Штора” (слика 3.8) примењује се на новим и модернизованим руским и украјинским тенковима и борбеним возилима.

Овај систем се састоји од два подсистема:

- станица за оптоелектронско ометање
- станице за стварање димне заставе

У састав станице за оптоелектронско ометање улазе два ИЦ емитера, модулатор, пулт за управљање и командни блок у куполи. Станица за стварање димне завесе садржи блок за управљање, претварач напона, јединицу за окретање куполе, два прецизна и два груба ласерска детектора праваца опасности и два лансирна постоља за бацаче димних кутија калибра 81 и 120 mm [4].



Слика 3.8: Систем активне заштите „Штора” [4]

Систем може да се активира аутоматски, полуаутоматски и ручно. Када се купола заротира у правцу ласерског зрачења посада може и да гађа извор потенцијалне опасности из сопственог наоружања. Посада се упозорава на опасност аутоматским звучним или светлосним сигнаlima. Систем не функционише уколико су поклопци посаде отворени. Систем има недостатке који се отклањају допуњавањем са другим системима. „Штора” није у потпуности решила проблем спречавања да тенк буде погођен у случају када се гађа једном или од две врсте опасних пројектила:

- највише коришћеним противтенковским средствима типа РПГ-7 (посебно када се гађају из близине мање од 50 m)
- поткалибарним и кумулативним пројектиlima тенковских топова који лете брзином $1100 \div 1750$ m/s

Као решење за ове проблеме се примењује више комбинација система истовремено и додатне заштите тенкова: динамичка заштита ЕРО (поглавље 3.1.), решеткаста ограда од металних шипки и профила. Комбинација ових мера су постале готово стандардизоване на свим модернизованим верзијама тенкова. Систем активне заштите „Штора” се истовремено уграђује на оклопна возила са системима заштите „Дрозд 2” и „Арена”. Маса система „Штора” не прелази 300 kg па је погодна за уградњу на куполе лакших борбених возила [4].

3.2.2. Систем активне заштите „Дрозд”

Систем активне заштите „Дрозд” је првобитно развијен у периоду између 1977. и 1982. године. Систем је уведен у оперативну употребу осамдесетих година. Касније је унапређен и развијен је „Дрозд 2” који је приказан 1997. године на модернизованом тенку Т-80У-М1.

Систем заштите „Дрозд” састоји се из три основна елемента:

- два радара милиметарске таласне дужине који се постављају на бочним странама крова куполе
- блока наоружаних пресретаача са експлозивним пуњењем од по два четвороцевна лансера на бочним странама куполе и блока за управљање

Сектори дејства су по 40° десно и лево од основног правца куполе, а по висини од -6° до 20° (слика 3.9). „Дрозд” је ефикасан систем против противтенковских пројектила који се крећу према тенку брзином до 700 m/s. Фактор вероватноће ефикасне заштите је 0,7 [4].

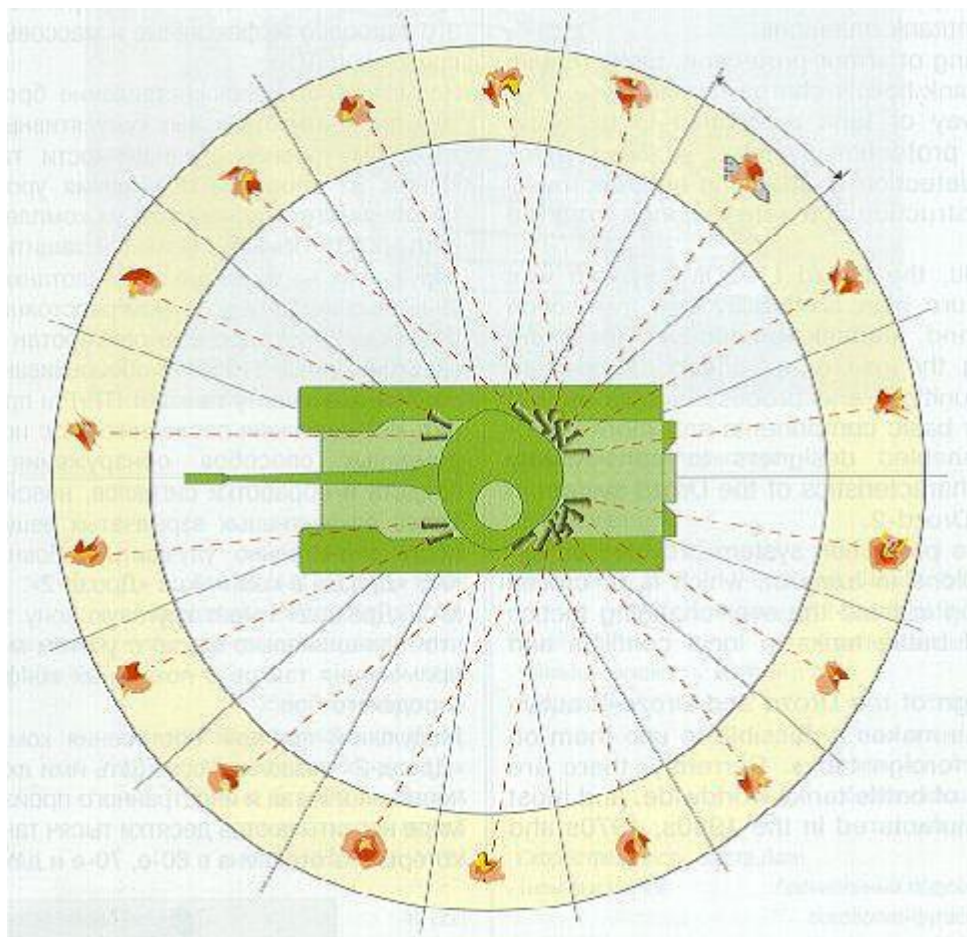


Слика 3.9: Приказ угла дејства система „Дрозд-2” [4]

Маса активног система заштите „Дрозд” износи око једне тоне, а за његово функционисање потребно је 700 W електричне енергије. Калибар граната овог система је 107 mm, чија је дужина 445 mm, тежина сваке гранате појединачно по 9 kg, а почетна брзина износи 190 m/s. Након што систем идентификује претећи пројектил, „Дрозд” реагује аутоматски након 0,35 секунди. Важно је нагласити да се испражњен систем пуни за свега 10 до 15 минута, а исти може напунити посада тенка. Дејство другог пројектила након дејства претходног могуће је за $0,35 \div 0,7$ секунди.

Произвођачи овог система износе чињеницу да тенкови опремљени овим системом трпе до 2 пута мање губитака од оних без овог система. „Дрозд” може да идентификује пројектиле испаљене из хеликоптера до нападног угла од 20° . Када се детектује опасан пројектил, систем испаљује пресретац ракету која експлозијом на 5 до 7 метара од тенка распршује садржај двоструког цилиндра кошуљице и оштећује или разбија опасну противтенковску ракету. Аутоматским рачунаром прорачунавају се сви потребни параметри, на основу чега се активира пресретац.

Модернизована верзија система активне заштите „Дрозд-2” (слика 3.10) обезбеђује заштиту тенка кружно 360° а при томе је омогућена надоградња овог система на већину тенкова старијих генерација који су у активној употреби. Овај модернизован систем намењен је за одбрану од напада противника кумулативним гранатама или невођеним пројектиlima РБР, чије су почетне брзине $50 \div 70$ m/s. Према тврдњама произвођача, „Дрозд-2” смањује губитке тенкова за 3, 5 пута у односу на тенкове који не поседују овај систем. „Дрозд-2” је у серијској производњи од 2000-их година а постоји и извозна верзија [4].



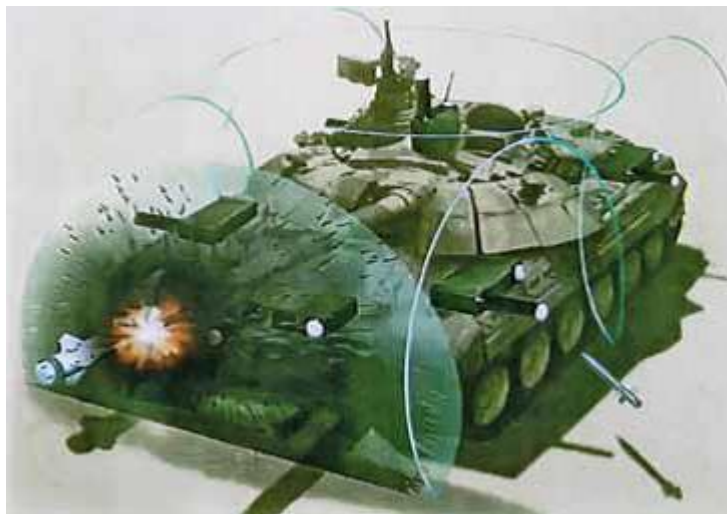
Слика 3.10: *Кружна заштита тенка применом система „Дрозд-2” [4]*

„Дрозд-2” је обезбедио фактор сигурности 0, 9, што опет не омогућава апсолутну заштиту тенкова, поготова не када су у питању кинетички пројектили са стреластим језгром, чије су почетне брзине изузетно велике. Међутим, поред овог система, примењује се комбинација са ЕРО контакт-5 или најновији КАКТУС систем заштите.

3.2.3. Систем активне заштите „Заслон”

Систем активне заштите „Заслон” (слика 3.11) развијен је у циљу подизања степена заштите од разноврсних противтенковских пројектила, укључујући и поткалибарне. Основни елементи овог система за пресретање непријатељских пројектила су интерцептори, који су распоређени у паровима на куполи и телу тенка. Маса система креће се у распону од 300 до 780 килограма, што зависи од броја лансера. Стандардно се предвиђа уградња шест двоцевних лансера усмерених напред, бочно на обе стране, назад и на кров

куполе. Сваки лансер покрива сектор од 150° до 180° по азимуту и -6° до 20° по елевацији [4].



Слика 3.11: Систем активне заштите „Заслон” [4]

Пројектили имају префрагментовано пуњење за пресретање опасних пројектила, који сопственом експлозијом у тренутку доласка пројектила на два метра од тенка пресрећу и уништавају долазећи пројектил. Сваки интерцептор има свој електронски сензор за одређивање момента детонације. Систем активне заштите „Заслон” функционише аутоматизовано и аутономно. Може се користити без обзира на доба дана и временске услове. Брзина реаговања система је сведена на десети део секунде.

3.2.4. Систем активне заштите „Арена”

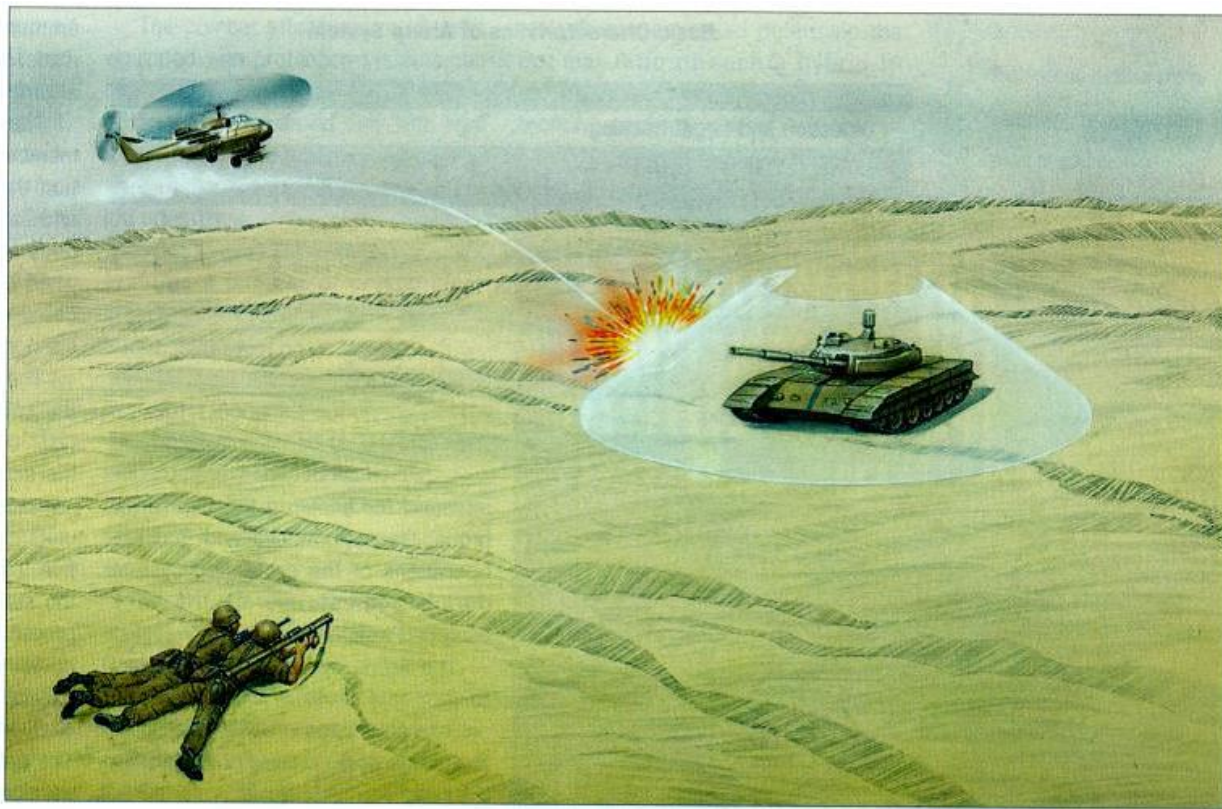
Систем активне заштите тенкова „Арена” (слика 3.12) се сматра једним од најефикаснијих система који су до сада развијени. Приликом развоја овог система, конструктори су тежили да испуне следеће захтеве: тренутно откривање, праћење циљева и заштита од највећег броја противтенковских пројектила, укључујући и оне са касетном муницијом за напад тенкова из ваздуха. Основни елементи овог система представљају значајна техничко-технолошка достигнућа: вишенаменски радар, милиметарске таласне дужине за детектовање и праћење опасних пројектила са континуалним радом система; муниција, експлозивно касетна муниција за заштиту тенка, високе усмерености и тренутног активирања после идентификације опасног пројектила; опрема за навођење са пултом за управљање и рачунаром за аутоматско прорачунавање потребних параметара [4].



Слика 3.12: Приказ дејства система активне заштите „Арена” [4]

Применљив је у свим временским условима дању и ноћу, у интензивним борбеним дејствима при извођењу разноразних операција, борби у урбаним срединама, рачунајући и ситуације када је тенк у покрету или се ка њему креће возило у покрету. Сектор заштите увећава се до пуног круга од 360° по азимуту окретањем куполе ка смеру одакле долази долази пратећи пројектил.

Након анализе примљених података, радар прелази на режим праћења кретања пројектила и предаје податке рачунару. Рачунар након обраде података, алгоритмом селекује потребан број заштитне муниције – пуњења и време њеног дејства. У прорачунском времену, рачунар издаје команду тј. наредбу за иницирање – избацивање изабраног пуњења и детонацију заштитног пројектила. Дејством муниције, образује се усмерено поље удара субмуниције која уништава циљеве у тој зони (слика 3.13).



Слика 3.13: *Заштита активног система заштите „Арена” [4]*

Систем активне заштите „Арена” одликују следеће карактеристике:

- уништавање циљева заштитном муницијом усмереног експлозивног дејства за изузетно кратко време
- аутоматски рад, што омогућава да се посада фокусира на друге важне операције у борби, односно на откривање непријатеља
- детекција и праћење циља помоћу мултифункционалног радара са тренутним скенирањем простора унутар заштите,
- висок степен заштите на активно ометање и сигурност у раду и експлоатацији селекција муниције мањих калибара, предмета и парчади која лете мањим брзинама, а такође и удаљених циљева од система као и оних пројектила који нису усмерени да дејствују на сам тенк

3.3. Противминска заштита тенкова

Противтенковске мине представљају средства масовне примене и високе ефикасности које су велика претња и опасност по кретање оклопних возила, односно тенкова. Противтенковске мине су првенствено имале дејство на патос/под тенка, али су до данас

развијена ефикасна дејства на бочне стране возила што значи да могу да дејствују по целој површини тенка. Минско-експлозивна средства (МЕС) овог типа поседују неконтактне упалаче са дистанционим активирањем, радиоелектронске и антенске упалаче, вибрационе, магнетне и друге упалаче који омогућавају њихово иницирање.

Како би се умањило дејство ових минско-експлозивних средстава уграђује се заштита која обухвата низ конструктивних решења која обухватају ојачавање патосних плоча додавањем челичних плоча веће тврдоће, применом размакнутих вишеслојних плоча са унутрашњим слојем од неметала и кевлара, обликовање пода возила у облику латиничног слова "V". Такође у циљу спречавања дејства МЕС, магацин муниције из доњег дела тенка, где се смешта топовска муниција, смешта се у посебно заштићене контејнере или капсуле како би се анулирало дејство противтенковских мина.

Ова решења подижу ниво заштите, али не спречавају дејство МЕС. Како би се дејства МЕС спречила развијају се системи активне противминске заштите. Систем електромагнетне заштите (СЕМЗ) је развијен за уградњу на већ постојеће моделе тенкова, лак је за монтажу и могућа је замена оштећених делова у теренским условима.

Систем електромагнетне заштите садржи пулт за управљање, радне намотаје, индукционе каблове и инвентор који се налази код возача, одакле се системом управља. Принцип рада система електромагнетне заштите се заснива на стварању електромагнетног поља тенка које активира противтенковске мине са бесконтактним упалачима. Ово се дешава пре непосредног контакта и наилазак тенка на мину. Повећање простора деловања магнетног поља индукционих каблова око тенка постиже се путем конектованих каблова. Генерисани напон у блоку инвентора доводи се у индукциони намотај чиме се појачава магнетно поље тенка ван његове реалне вертикалне пројекције. Активирање противтенковских мина је омогућено на 1, 5 до 2, 5 m испред тенка при брзини кретања од 40 km/h.

Овај систем је малих габарита, тежине између 80 и 90 килограма. За његов рад је потребно обезбедити 0, 8 kW електричне енергије. Статистика говори да се за уништавање тенкова све више користе противтенковске мине, што додатно подиже важност поседовања овог система. Основне предности система су једноставна конструкција, прилагодљивост за различите типове тенкова, лакоћа при руковању. Такође, однос карактеристика цена-ефикасност потпуно оправдава његову примену у својству заштите тенкова од дејства противтенковских мина [4].

4. Карактеристични представници

Велика већина савремених тенкова развијена је у прошлом веку. Међутим, тенденције развоја и усавршавања у потпуности омогућавају надоградњу и модернизацију постојећих система, чиме се постиже виши степен борбене способности са мањим материјалним средствима. Такође, биће приказана решења новијег датума.

4.1. Black Panther K2 (Јужна Кореја)

Black Panther K2 је главни борбени тенк Јужне Кореје који ће заменити већину преосталих M48 Patton тенкова и допунити серију главних борбених тенкова K1 који су тренутно у употреби јужнокорејској војсци. Масовна производња је почела 2013. године, а први K2 су били распоређени у оружаним снагама у јуну 2014.

Године 1995. јужнокорејска Агенција за развој одбране добила је задатак да развије модерно оклопно борбено возило засновано на јужнокорејским врхунским домаћим технологијама. Намера је била да овај развојни програм додатно модернизује јужнокорејску војску, упркос супериорном могућностима K1 и K1A1. Нагласак на домаћим технологијама би такође омогућио да предложено возило уђе на страно тржиште без потешкоћа у вези са лиценцирањем.

Било је планирано да се возило опреми Rheinmetall-овим експерименталним топом са глатком цеви од 140 mm, мада се од тога одустало јер се сматрало да је тадашњи Rheinmetall-ов топ од 120 mm више него адекватно решење, због тога је K2 накнадно преправљен за 120 mm/L55, мада је способан за монтажу топа од 140 mm са минималним модификацијама у случају потребе.

Може да испали до 10 пројектила у минути. У борбеном комплекту се налази 40 пројектила. Секундарно оружје укључује тешки митраљез K6 калибра 12, 7 mm и 7, 62 mm спрегнути митраљез.

Тенк је био спреман за производњу 2006. године, након 11 година развоја и потрошње буџета за истраживање од око 230 милиона USD, након чега је ушао у фазу производње 2. марта 2007. у Changwon-у, у Јужној Кореји. Планирано је да K2 има уграђени мотор и трансмисију домаће производње, који је заснован на немачком MTU-890. Међутим, ово је било праћено сталним техничким проблемима у тестирању, што је довело до кашњења у оперативној примени K2 целе 2 године.

У марту 2011. године, администрација Јужнокорејског програма за одбрану (DAPA) објавила је да се масовна производња K2, коју је војска очекивала у 2012. години, неће вршити због проблема у вези са мотором и трансмисијом. У април 2012., DAPA је најавила да ће због сталних проблема са поузданошћу и трајношћу мотора и трансмисије домаће производње првих 100 K2 користити немачки MTU-890.

У поређењу са тенком K1A1, главни топ K2 се брже пуни. Иако су оба топа калибра 120 mm, дужина топа код тенка K2 (слика 4.1) је већа за 1,3 m, што резултира већом почетном брзином пројектила од 1400 m/s у поређењу са 1140 m/s. Остале карактеристике укључују способност тенка да пређе водену препреку дубине до 4 m. Првих 15 тенкова K2 пуштено је у рад у јуну 2014. године [13].



Слика 4.1: *Тенк Black Panther K2* [14]

K2 је опремљен напредним системом за контролу ватре (FCS) који је повезан са радарским системом екстремно високе фреквенције постављеним на предњем делу куполе, заједно са традиционалним ласерским даљиномером и сензором бочног ветра. Систем је способан за „lock-on” мод, који може нанишанити и пратити специфичне циљеве који су на удаљености од 9, 8 km помоћу термографске камере.

FCS је такође повезан са напредним стабилизатором тенка и механизмом за кашњење опаљења како би се оптимизовала прецизност док се креће ка неравном терену. Ако се окидач на тенку повуче у тренутку када се испод тенка појави неправилност на терену, осцилација цеви тенка ће проузроковати привремено одступање између ласерског емитера на врху цеви и сензора у тенку. Ово ће одложити опаљење све док се снап поново не поравна, што повећава шансе за погодак циљне мете.

За фронтални оклоп се тврди да је отпоран на панцирне пројектиле испаљене из топа калибра 120 mm. Такође поседује ЕРО.

Аутоматски систем за гашење пожара је програмиран да детектује и угаси било какве унутрашње пожаре који се могу појавити, а атмосферски сензори упозоравају посаду ако тенк уђе у опасну околину.

K2 може да постигне брзину од 70 km/h на путним површинама, убрзава од 0 до 32 km/h за 8, 7 секунди. Може савладавати и успоне од 60 степени и вертикалне препреке висине до 1, 8 m. Захваљујући релативно компактном дизајну мотора, конструктори су успели да ставе додатни Samsung Techwin турбо дизел мотор у преостали простор. Овај мотор је способан да произведе 100 коњских снага (75 kW) и има за циљ да служи као помоћна погонска јединица са којом ће тенк моћи да напаја своје системе у возилу када су главни мотори искључени.

Возило може савладати водене препреке дубине до 4, 1 m уз одговарајућу припрему. За припрему тенка потребно је око 20 до 30 минута. Претходник K2 може савладати препреку дубине до 2 m након 2 сата припреме, што такође захтева помоћ војних инжењера. Међутим, тенк K2 не захтева помоћ инжењера за савладавање водене препреке, већ припрему тенка изводи сама посада.

Корејски систем активне заштите (KAPS) је систем активне заштите који је направљен да заштити K2 од противтенковских претњи. Користи тродимензионални радар за детекцију и праћење и термални уређај за детекцију долазних претњи. Бојне главе могу бити откривене на 150 метара од тенка након чега би требало да буде испалена одбрамбена ракета да их уништи на удаљености од 10 до 15 m. KAPS може неутралисати и противтенковске вођене ракете. Систем се у будућности може инсталирати на друге платформе као што су ратни бродови, хеликоптери. Цена овог система је око 700000 евра.

Black Panther K2 је опремљен напредним системом ослањања, названим In-Arm Suspension Unit (ISU). Овај систем омогућава тенку K2 да „седи”, „стоји” и „клечи”, као и „ослони се” на једну страну. „Седење” даје тенку нижи профил и нуди супериорно управљање. „Стајање” даје возилу виши размак од тла за маневрисање на неравном терену. Цена тенка је 8500000 америчких долара [13].

Табела 4.1: *Тактичко-техничке карактеристике тенка Black Pather K2*

Маса (kg)	55000
Посада	3
Специфична снага (kW/t)	20
Дужина са топом (mm)	10080
Дужина тела (mm)	7500
Ширина (mm)	3600
Висина са куполом (mm)	2400
Клиренс (mm)	520
Максимална брзина (km/h)	70
Успон (%)	60
Нагиб (%)	43
Зид (mm)	1800
Подводни газ (mm)	4100
Највећи акциони радијус (km)	430
Максимална снага (kW)	1100
Топ (mm)	120
Спрегнути митраљез (mm)	7, 62
ПАМ (mm)	12, 7
Борбени комплет (топ, спрегнути митраљез, ПАМ) (ком)	40, 12000, 3200
Заштита	ЕРО, KAPS

4.2. Т-14 Армата (Русија)

Тенк Армата Т-14 (слика 4.2) припада четвртој технолошкој генерацији. Назив се доводи у везу са појмом „арма” што значи топ или ватрено оруђе у Русији четрнаестог века. Нови тенк на универзалној тешкој оклопној платформи, модуларне градње, која је касније послужила и за развој тешког БВП Т-15 „армата” и других борбених возила, сасвим је нова концепција градње тенкова и БВП у Русији. Она се разликује од деценијама устаљене парадигме градње тенкова по три основна приступа: сва три члана посаде су у управном одељењу напред, заштићена у посебној оклопној куполи са даљинским управљаном куполом и наоружањем, максимално заштићена и од експлозије муниције иза њих; има бројне системе оптоелектронског осматрања и нишањења – дању и ноћу активни систем за „тврду” и „меку” оптоелектронску заштиту од пројектила и мина из све три сфере – са земље, из ваздуха и испод земље; тенк је укључен у мрежни систем руковођења борбеним дејствима тактичког нивоа, применом савремених софистицираних дигитализованих система веза, размене информација, откривања и показивања циљева и управљање ватром и борбеним дејствима, не само по вертикали – линијом субординације, него позиционирањем борбених средстава и потенцијалних циљева према оптималним могућностима извршења задатка на основу размене информација свих учесника тактичког нивоа јединице [15].



Слика 4.2: *Тенк Т-14 Армата* [15]

У конструкцији тенка примењена су најновија техничка и технолошка достигнућа материјала оклопне заштите са новим моделом комбинованог вишеслојног, размакнутог и модуларног оклопа (нова врста челика, керамичке легуре и композити), што доприноси да маса возила буде око 50 тона, лакша за 15% него да је од стандардних панцирних челика. Челик високе тврдоће и жилавости "44С-СВ-III" отпоран је на притиске од 2150 МПа и у категорији је тврдоће од 54 HRC (по скали Hard Rockwel C).

Плоче овога оклопа са размаком прекривају основни оклоп, у чијем међупростору су елементи система активне заштите и оптоелектронског уређаја и камера за кружно осматрање. Панели штите уређаје од екстремне хладноће и обезбеђују балистичку заштиту према критеријуму STA-NAG 4569 Level V од панцирних пројектила калибра 25 mm/500 m и од парчади експлодираних граната 155 mm. Према руским изворима, основни оклоп еквивалентан је балистичкој заштити панцирног челика од 900 mm. У руским медијима, а то говоре и званичници произвођача и армије, основни оклоп у предњем сектору тенка Т-14 штити од свих поткалибарних пројектила калибра до 120 mm, а од кумулативних калибра до 150 mm. Примењени челик има високе заштитне карактеристике, захваљујући ситнозрнастој структури, оптимизованом процесу легирања (електрошљака) и термичкој обради легуре.

Нови тип ЕРО „реликт” додатно штити и од кинетичких пројектила, смањујући им пробојност за 50% (350 mm), а од кумулативних за 90% (око 800 mm), односно заједно са основним оклопом еквивалент заштите тенка достиже 1500 mm.

Поред моторно-трансмисионог одељења су решетке за заштиту од кумулативних пројектила. Купола је споља, такође, прекривена панцирним лимом новог челика изнад

основног оклопа и панелима ЕРО, као и предњи оклоп тела и бочне стране на две трећине дужине. Под тенка је двослојни, размакнути, са међуслојем од неметала, у форми благог слова "V", посебно појачан да штити под посаде и аутомат за пуњење топа од експлозија ИЕС и ПТ мина.

Систем заштите „Афганит” (са по пет цевних касетних котејнер лансера на ободима базе куполе, слика 4.3) спречава погађање у тенк и поткалибарних пројектила, брзине до 1700 m/s, не само од кумулативних, пресретањем на даљинама од 200 до 15-20 m испред тенка, већ својим ударним језгром удара и долазећи пројектил и физички га спречава да погоди тенк. Ти пројектили подсећају на ранији модел АЗ „Дрозд-2” калибра 107 mm. Пројектили покривају секторе по азимуту по 120 степени.



Слика 4.3: Систем заштите „Афганит” [16]

Радарски систем осматрања и детекције циљева – АФАР (активна фазна антенска решетка), каква је примењена на ловцу пресретачу „сухој Т-50”, у овом случају користи керамичке панеле са тзв. нискожарећом керамиком (LTCC – Low Temperature Cofired Ceramic), фреквентног опсега Ка 26, 5 - 40 GHz, у којем су електронске компоненте уливане у стаклене плоче видљиве на четири угла куполе, с тим да су задње две усмерене увис. АФАР омогућује праћење до 40 циљева на земљи и 25 циљева у ваздуху, покривајући простор око тенка до 20 km (спекулише се да је домет радарског осматрања до 100 km).

У склопу система „Афганит” (подсистем ометања) на крову куполе су два пакета са по 12 димних кутија покретних по азимуту и једна пакет са 24 кутије фиксно усмерених кутија увис за одбрану од напада одозго (димна пуњења – аеросолна мултиспектрална, укључујући ИЦ спектар). Стварањем завесе према долазећем пројектилу, омета се вођење ракета по ИЦ, ласерском или милиметарском снопу, са земље и одозго. Дакле, у систему активне заштите примењена су оба модела, тзв. *hurd kill* – физичко спречавање пројектила, и *soft kill* – меко ометање непрозирним завесама, које условљавају девијацију трајекторије ракета. Тенк поседује и електромагнетни систем заштите од ИЕС и неконтактних мина са даљинским активирањем.

Нови топ 2А-82-1М калибра 125 mm (L/48) има повећан борбени комплет на 45 метака, од којих су 32 у аутомату за пуњење, а 17 (по неким изворима) у задњој ниши куполе усмерени напред, у оквиру ланчастог шаржера, али то није сигурна информација, него визуелни утисак на основу приказаног снимка у форми 3D у руским медијима. Топ нема одводник барутних гасова, јер у куполи нема посаде па дим барута не смета, а доприноси већем притиску у цеви, већој почетној брзини пројектила и компактности цеви.

Брзина гађања са новим аутоматом за пуњење топа повећана је на 10-12 метака у минути, а ефикасна даљина гађања до осам километра. Према подацима часописа „Арсенал Отечества”, после две хиљаде у заводима N⁰9 била су развијена два опитна модела 2А82 125 mm, са којима су на гађањима прошли кроз процедуру испитивања државне комисије током 2013. године и усвојени су у наоружање. Испаливана су по 554-787 пројектила, што указује на дуги живот цеви, већи од стандардних топова 2А46 и модификације 2А46-5 (око 350 – 600 испаљених метака).

Топ 2А82-1М је дужине цеви 6000 mm – краћи је од немачке 120 mm на „Leopard-2А6” за 600 mm, али је притисак у барутној комори 1, 14 пута већи у односу на немачку цев. У току је развој дужине цеви 7000 mm. Какве ће проблеме тако дуга цев да изазове још није познато.

За топ 2А82-1М развијена је нова муниција. Најпре поткалибарни пројектил „Вакуум-1” 125 mm (дужина пројектила 900 mm), са пенетратором од волфрамовог тешког метала, који може да пробије хомогени панцирни оклоп од 1000/2000 mm (више од данас познатих). У току је развој пројектила „Вакуум-2” од "Б" материјала (осиромашени уранијум), пројектила дужег од 900 mm и пробојности 1200 mm оклопа. Следећи је тренутно фугасни пројектил ОШС „Тељник” (срп. левак) са додатим пуњењем за активирање на трајекторији ради већег домета. Нова је и вођена ракета ЗУБК21 „Спринтер”, домета осам километара, за чију пробојност се говори да је равна ПОР „Корнет-Д” око 1200 (1300) mm оклопа иза ЕРО. На циљ се наводи ласерским системом, а за позиционирање циља користи сателитски систем навигације ГПС (руски ГЛОНААС).

Ракете могу да се употребљавају и као средство ПВО, дејством по дозвучним летелицама, беспилотним и хеликоптерима. У току је развој пројектила са новом технологијом погона – електротермално-хемијски, двоструко веће почетне брзине. На тај начин Т-14 Армата постаје борбено возило менерва, удара, ПО борбе и ПВО, а са

комплексним електронским системима за извиђање и осматрање у свим условима видљивости, постао је и извиђачко средство за показивање циљева другим учесницима у борби.

Са свим тим системима Т-14 Армата је у фази развоја која може да трансформише тенк у дириговано борбено возило без посаде. На томе се већ врше истраживања и развијен је већи број модела гусеничних и точкашких диригованих беспосадних возила, која су и приказана на сајму НВО, РАЕ-2013. Електронски системи тенка за прикупљање и анализу тактичких података примљених из различитих извора, омогућавају знатно скраћење времена између откривања циља и његовог уништења. Тако је време реакције од стандардних 5-6 s скраћено на 3-4 s, такођећи у реалном времену.



Слика 4.4: Унутрашњост тенка [15]

У саставу СУВ-а уграђени су вишеканални системи за осматрање, нишањење и праћење покретних циљева, дању и ноћу, и у условима ограничене видљивости услед замућености атмосфере. Нишанција располаже вишеканалном нишанском справом, лево од топа у куполи, која је заштићена са поклопцем од стрељачке ватре. Справа има оптички канал, ТВ камеру, термалну камеру, ласерски даљиномер и систем за ласерско вођење ПОР. Даљина осматрања у дневном каналу је до 8 километара, а у термалном детекција циља (тенка) до пет, док је идентификација до 3, 5 километра. Са дублер-нишанском справом (резервном) детекција циља је најмање на 2000 m, а у сумраку на 1000 m. Оптички нишан може да зумира од 4x до 12x. Подразумева се да је топ стабилизан у обе равни.

Командирова вишеканална панорамска нишанска справа са свим модулима, као код справе нишанције, омогућава командиру да преузме команде и управљање ватром са приоритетом у моду „видим-гађам” (hunter-killer). Командир и нишанција располажу

сопственим екранима на којима посматрају примљене слике регистроване камерама, тако да су ослобођени заморног држања приљубљеног чела на наслонима окулара нишанских справа. Није јасно због чега је само хоризонтално навођење електромеханичко, а по елевацији електрохидрауличко. Наводи се прецизност на захтеваним даљинама до 100% погодака првим пројектилом, што тек треба да се докаже на тестовима који следе.

За непосредно осматрање окружења тенк располаже ТВ и термалним камерама. За дневно осматрање командир има четири перископа, а возач три постављена иза његовог улазног отвора. Користи их када седи са затвореним поклопцем. Испред себе на предњем оклопу за возача је постављен систем FLIR за осматрање са ТВ и термалном нехлађеном камером. За осматрање задњег сектора возач има ТВ камеру постављену позади. Нишанција има само један дневни перископ. Дигитални балистички рачунар је са аутоматизованим електронским уношењем података на дисплеј нишанције и командира о свим балистичким и метеоролошким подацима, стању и врсти муниције, температури барута, нагибу тенка, закривљености цеви, опадању почетне брзине пројектила, услед промене унутрашње балистике због хабања или кривљења цеви.

Од помоћног наоружања Т-14 има на куполи тенковски митраљез 12, 7 mm „Корд” (6П49) са даљинским управљањем, синхронизован са командировом панорамском нишанском справом и вертикално стабилисаним огледалом нишанске справе по елевацији (од -10 до +70), са 300 метака spremних за гађање и 300 у засебној кутији. Митраљез је предвиђен за дејство и по ватреним тачкама у урбаним борбама, али и за усклађено дејство са системом активне заштите, ватром по долазећим ПО ракетама. Са топом је спрегнут митраљез ПКТМ 7, 62 mm (6П7К) са 1000 метака spremних за паљбу и још 1000 у одвојеној кутији. Није реализовано раније најављивано помоћно наоружање, са једним вишецевним и једноцевним топом, уместо тешког митраљеза, али неки руски аналитичари не искључују могућност да се у каснијој фази угради аутоматски топ 30 mm, уместо митраљеза.

Јединствено управљање и показивање циљева међу тенковима Армата обезбеђено је аутоматизованим системом управљања тактичког нивоа – АСУ ЗВ, умреженог преко уређаја за радио-комуникације пете генерације, чиме се омогућује свим тенковима да примају кодиране информације оперативног положаја у реалном времену и аутоматско преношење балистичких елемената за управљање ватром, не једног тенка, већ целе јединице. Средства везе могу да користе ИЦ канал у режиму „радио-тишине”. Позади на куполи уграђен је ИЦ предајник, чије сигнале читавају уређаји за осматрање других возила јединице само у одређеном ИЦ дијапазону. Контрола стања и дијагностика свих уређаја у тенку обезбеђени су преко тенковског информационо-управљајућег система (ТИУС). Систем обезбеђује праћење функција свих уређаја, дијагностику стања и ресурса и обезбеђује превенцију могућих застоја, кварова или отказа.

Нови вишегориви дизел-мотор А-83-3А (12Н 360), конфигурације „Х”, од 1500 КС/1103 kW, обезбеђује специфичну снагу око 30-31 КС/т и омогућује највећу брзину до 80 km/h (по другима 90), просечну теренску 50-55 km/h и анатомију од 500 километара. Мотор је четворотактни, 12-цилиндарски, дизел, вишегориви, са два турбокомпресора са међухлађењем ваздуха и течним системом за хлађење мотора. Мотор је испитан још 2011.

године и усвојен је за серијску производњу. Може да се користи са максималном снагом од 1500 КС, са моторесурсом од 2000 m/h или са смањеном снагом и ресурсом од 10000 m/h. Мотор је масе 1550 kg, релативно малих диманзија (д/ш/в 813/1300/820 mm), па је уградбени простор око 4 m³. Врло је економичан и троши 217 g/KWh. Занимљиво је да мотор има две гране издувних цеви, на обе бочне стране тенка, како би се смањила топлотна емисија гасова. Такође, напомиње се да мотор може да се експлоатише у три режима напрезања: највећем – 1500 КС, средњем – 1350 КС и минималном – 1200 КС, што диктирају тактички захтеви, теренски, атмосферски и географски услови кретања. Цена овог тенка износи 3700000 америчких долара.

Табела 4.2: Тактичко-техничке карактеристике тенка „Т-14 Армата”

Маса (kg)	48000
Посада	3
Специфична снага (kW/t)	31
Дужина са топом (mm)	10800
Дужина тела (mm)	8700
Ширина (mm)	3500
Висина са куполом (mm)	3300
Клиренс (mm)	520
Максимална брзина (km/h)	80(90)
Успон (%)	65
Нагиб (%)	42
Зид (mm)	2000
Подводни газ (mm)	4100
Највећи акциони радијус (km)	500
Максимална снага (kW)	1500
Топ (mm)	125
Спрегнути митраљез (mm)	7, 62
ПАМ (mm)	12, 7
Борбени комплет (топ, спрегнути митраљез, ПАМ) (ком)	(45;300+300;1000+1000)
Заштита	ЕРО, Афганит

4.3. Туре 99А (Кина)

Туре 99А (слика 4.5) који се назива и Туре 99А2 или ZTZ-99А MBT је побољшана верзија тенка Туре 99 који је конструисан и произведен у Кини од стране локалне индустријске одбране. Развој тенка Туре 99 почео је 1999. године, а тенк је ушао у употребу у кинеској војсци 2001. године. Први прототип тенка Туре 99А тестиран је 2007. године, а први пут је представљен у септембру 2015. године током војне параде у Пекингу. Раније га је користила кинеска војска током војних вежби 2014. године.



Слика 4.5: *Тенк Туре 99А* [17]

Главно наоружање тенка Туре 99А састоји се од топа калибра 125 mm са глатком цеви и екстрактором барутних гасова. Тенк је опремљен аутоматским пуњачем који се налази испод куполе. Борбени комплет чини 41 граната. Топ, чија је цев дужине 50 калибара може да испуљује ласерски вођену ракету из топа која је слична ракети руског произвођача, 9М119М Refleks Anti-Tank Guild Missile која има максимални домет од 5000 m [17].

Према неким војним изворима, руска ракета се производи у Кини под лиценцом. Ракета је опремљена високом експлозивном анти-оклопоном (HEAT) бојном главом за коју се тврди да пробија 700 mm конвенционалног челичног оклопа. Недавно је у Русији развијена побољшана тандемска бојна глава HEAT да би ефикасно деловала против тенкова са ЕРО. Обично се носе четири ракете.

Секундарно наоружање укључује један спрегнути митраљез калибра 7, 62 mm, монтиран са десне стране топа и један митраљез калибра 12, 7 mm који је монтиран на куполи. Са сваке стране тенка се налази по 5 бацача димних кутија.

Дизајн тенка Туре 99А веома је сличан руским главним борбеним тенковима са одељком за возача на предњем делу, борбеном одељку и куполом у центру и са задње стране. Туре 99А има посаду од три члана коју сачињавају командир, нишанџија и возач. Труп и купола

имају челични оклоп. Тенк такође има побољшани композитни оклоп на предњем делу трупа и куполе како би се обезбедио виши ниво заштите од противтенковских вођених ракета. Има нови ЕРО који је у стању да обрани тенк од нове генерације тандемских бојних глава противтенковских ракета који је постављен спреда и дуж куполе. Исти оклоп је постављен и на предњој страни трупи. На задњој страни куполе налази се простор за одлагање ствари.

Тенк Туре 99А је опремљен турбо дизел мотором који развија 1500 КС. Мењач има седам степени преноса за кретање унапред и један за кретање уназад. У задњем делу тенка налази се велики отвор за избацивање гасова насталих сагоревањем горива у мотору. Тенк може да се креће максималном брзином од 80 km/h, може да савлада успон од 67% као и бочни нагиб од 36%. Може да савлада вертикалну препреку висине 1, 3 m и да савлада водену препреку дубине 1 m без икакве припреме. Са пуним резервоаром може да пређе 600 km, а ако је опремљен и са два додатна бурета са горивом, његова аутономија се проширује на 800 km.

Стандардна опрема Туре 99А укључује НХБ систем заштите, систем за детекцију и сузбијање пожара, систем за глобално позиционирање. Тенк је такође опремљен ласерским даљиномером. Цена тенка је 8000000 америчких долара [17].

Табела 4.3: Тактичко-техничке карактеристике тенка „Туре 99А”

Маса (kg)	58000
Посада	3
Специфична снага (kW/t)	20, 42
Дужина са топом (mm)	9730
Дужина тела (mm)	7000
Ширина (mm)	3700
Висина са куполом (mm)	2350
Клиренс (mm)	450
Максимална брзина (km/h)	80
Успон (%)	67
Нагиб (%)	36
Зид (mm)	1300
Подводни газ (mm)	4000
Највећи акциони радијус (km)	800
Максимална снага (kW)	1102
Топ (mm)	125
Спрегнути митраљез (mm)	7, 62
ПАМ (mm)	12, 7
Борбени комплет (топ, спрегнути митраљез, ПАМ) (ком)	41; 8000; 2000
Заштита	ЕРО

4.4. Merkava (Израел)

Ретке су земље које поседују тако широк дијапазон типова основних борбених тенкова као Израел. То се односи и на разлике основних конструкција, и на тактичко-техничке особине, и на различито порекло. У вези са тим треба имати у виду мноштво проблема које прате употребу, одржавање и ремонт толиког броја различитих тенкова.

Да би сву ту технику одржали у употребљивом стању, Израелци су пришли унификацији појединих делова и склопова тенкова. На већину су уградили топове од 105 mm и дизел моторе. Тим преправкама су, поред основног снабдевања муницијом, обезбедили и већу ватрену моћ наоружања, и већу економичност у употреби тенкова.

Средином шездесетих година Израелци су се одлучили за увоз основног борбеног тенка, да би избегли толику шароликост. Понуђен им је британски Chiftain који су узели за испитивање, али уговор о већој испоруци није склопљен. С обзиром на наведене проблеме и велику употребу за савременим оклопним наоружањем, генерал-мајор Yisrael Tal покренуо је иницијативу за израду израелског основног борбеног тенка. Иницијатива је прихваћена и пројекат под називом Merkava настао је у августу 1970. године. Tal, као покретач идеје, је био одређен за првог руководиоца програма уз помоћ два тима стручњака. Један тим је био задужен за сам пројекат, а други тим је имао задатак да проучи и припреми индустријске капацитете за израду тенка. Конструисањем тог тенка спроведена је у стварност Talova изрека: „Добра заштита надокнађује покретљивост!”, па су сходно томе и основне карактеристике тенка приоритетно утврђене: оклопна заштита, ватрена моћ и покретљивост.

Merkava је јавности приказан 1977. године и одмах је побудио велико интересовање иностраних војних стручњака управо због необичних решења у компоновању возила. Наиме, уградња мотора у предњем делу тела, погон напред и поморање куполе и борбеног одељења назад, јесте једна од врло ретких примера решења концепције тенка и поред неких негативности даје доста позитивних могућности (нема муниције у куполи, могућност додатног транспорта муниције у задњем делу тенка).

Треба напоменути да је Merkava (слика 4.6) студиозно конструисан за израелске услове, док на европском или неком другом тржишту, вероватно не би показао задовољавајуће резултате [1].



Слика 4.6: *Тенк Merkava* [18]

Специфичност конструкције (повећана оклопна заштита и ватрена моћ на рачун покретљивости и повећана безбедност и комфор посаде) доказују да је искуствено рађен за Израел. Први серијски модел Merkava МК-1 појавио се 1977. године. После прве варијанте, 1983. године уследила је модификација МК-2, а након тога у МК-3.

Тенк је подељен на три одељка: мото-трансмисионо заједно са управним, борбено и смештајно. Такав начин поделе врло је занимљив због велике реткости, а све чешће се појављује у новим конструкцијама.

Основно наоружање тенка Merkava чини топ олучене цеви 105 mm М-64 L7A1. У маршевском положају топ се учвршћује стегом напред косо десно, због ослобађања отвора возача приликом вожње са отвореним поклопцем. Података о величини борбеног комплета метака 105 mm има више, јер постоји могућност утовара додатне количине муниције у задњи део тенка. Вероватан је податак да његов формацијски комплет садржи 62 пројектила а додатно се може транспортовати још 30 пројектила.

Што се тиче врсте муниције Merkava може користити велики спектар разних типова метака а посебно се издваја пробојно-поткалибарни пројектил (М-111) израелске производње. Тај тип метка се показао у израелско-либанском сукобу као веома ефикасан против оклопа и стандардних и вишеслојних. Сматра се да је бољи од америчког М-765.

Топ је потпуно стабилизovan у хоризонталној и вертикалној равни. Поред стабилизованог и електрохидрауличног навођења, топ се може наводити механички. Поље његовог дејства по вертикали је од $-8, 5^{\circ}$ до $+20^{\circ}$, а по хоризонтали окретања куполе 360° .

Уз топ је коаксијално спрегнут митраљез 7, 62 mm са истим пољем дејства и наменом за уништење живе силе и неоклопљених средстава [1].

Специфичност која је врло тешко спојива са тенковским наоружањем јесте минобацач 60 mm, саставни део Merkave. Он служи за гађање из или изван тенка заклоњених циљева које је теже погодити топом, а ради уштеде топовске муниције.

Систем управљања ватром произвела је израелска фирма Elbit-Computer. Његова конструкција заснива се на технологији микропроцесора. Комплетан систем омогућава потпуно аутоматизован процес гађања и повећава могућност погађања првим метком. Могућност управљања оруђем имају и командир и нишанција.

Посада је у борбеном одељењу распоређена по западном систему, командир и нишанција десно а послужилац лево од топа. Возач се налази у телу тенка лево, иза мото-трансмисионог одељења.

Од справа за осматрање сви чланови имају дневне перископе и призме, са тим што командир може осматрати у кругу од 360°. Инфрацрвене уређаје за ноћно осматрање поседују командир и нишанција, а возач има пасивни перископ за ноћну вожњу.

Битна специфичност Merkave је управо масиван оклоп, који обезбеђује посади добру заштиту, што је тенденција израелских стручњака. Њена основна карактеристика, као целовите конструкције, јесте врло ниска силуэта и добро профилисање, поготову куполе која је код тенкова по подацима најчешће погођена у рату. Фронтална површина куполе је свега 0, 76 m². Основне плоче предњег дела тенка и куполе ливене су од панцирног челика и постављене под великим нагибом од вертикале. Цела купола је одозго и са стране добро профилисана и наликује стрели, чији се врх своди на ширину бленде топа, која је учвршћена у бочне оклопне штитове. Стреласти изглед и ниска силуэта куполе повећавају могућност рикошета и смањују могућност поготка. На бочним изложеним странама, заштита је појачана учвршћивањем резервних чланака гусеница и инжењерског алата. Задњи део обухвата мрежаста носећа ограда, која служи за смештај цераде, маскирне мреже и остале опреме. Карактеристични су и оклопни штитници за сву спољну оптику. Они се могу спустити у заштитни положај руковањем из тенка и осигуравају осетљиве делове, ван употребе, од ватре пешадијског наоружања.

Предња плоча тела је ливена од панцирног челика, а бочне стране тела су заштићене паралелним оклопом. То је начин постављења двеју плоча са међупростором, који се показао као врло успешна анти-кумулятивна заштита као и заштита од пројектила на бази Хопкинсоновог ефекта. Наиме, приликом удара кумулативног пројектила у прву плочу оклопа, активира се дејство пробног млаза кроз челик до међупростора, где се после изласка лепезасто шири и губи енергију, која би му требала за пробијање следеће оклопне плоче.

Међупростор се користи за смештај алата, опреме и горива. Уз напоменуте добре особине има и недостатке, од који је основни повећање спољних габарита или смањење волумена тенка.

Карактеристична је задња плоча. На средини тенка налазе се врата која служе за приступ изван у задњи смештајни део. Постоји више варијанти употребе тог простора, између осталог, за превоз додатне количине муниције или опреме, за превоз укрцаног дела пратеће пешадије (једно одељење), за превоз резервне посаде (превоз рањеника), за одмарање сталне посаде и сл. Предвиђено је да посада улази и излази, те да се кроз тај задњи део (слика 4.7) утовара муниција и друга опрема.



Слика 4.7: *Тенк Merkava са задње стране [19]*

Оклоп Меркаве је конструисан наменски врло компактно, што даје поред боље основне заштите, и добре могућности херметизације у условима НХБ рата. Додатну заштиту посаде омогућава мотор који је уграђен напред и успорава кретање пробијајућег пројектила.

Посматрано са другог становништва смештај мотора у предњем делу отежава приступ, поправке и одржавања, поготово у борбеној ситуацији. С обзиром на то да су напред и погонски точкови, постоје велике могућности онеспособљавања тенка за покрет уништењем једног од точкова.

Ради заштите лако запаљиви материјали одвојени су од посаде. Сва муниција је смештена у термоотпорне контејнере испод венца куполе и осетљива је тек на температуру од 170° С. Ходни део штите антикумулативни екрани (завесе), који слично као паралелни

оклоп активирају кумулативни пројектил при удару и онеспособљавају га за даље продирање.

По прорачунима израелских стручњака наводи се податак да је 70% масе тенка у функцији заштите посаде. Израелски стручњаци су одредили покретљивост као трећу битну компоненту тенка и не сматрају да су је занемарили већ су је прилагодили конкретним условима.

Погонску групу сачињава амерички 12-цилиндрични ваздухом хлађени дизел мотор Tekedyne Continental AVDS 1790, снаге 662 kW. Упркос великој снази мотора, због масе (60 тона) специфична снага му је 11, 82 kW/t. Брзина Merkave је свега 58 km/h што је знатно мање од брзине савремених тенкова његове генерације. Једно пуњење резорвоара обезбеђује радијус до 400 km.

Трансмисија је механичка са хидродинамичким претварачем обртног момента америчке производње Allison CD-850-6B. Команда за управљање је хидрауличног типа – у једној ручици обједињене су и ручица мењача и команда за скретање. Уместо степена преноса има два хода унапред (спори и брзи) и један уназад.

Вешање тенка је хидропнеуматско са одличном амортизацијом на неравнинама а посебна пажња посвећена је тежишту тенка. Поред тих делова сачињавају га: два гусенична платна ширина 640 mm, са два погонска точка унапред, два лењивца уназад, 2x6 одвојених потпорних точкова наливених гумом и 2x3 носача гусеница.

Тенк је у потпуности херметизован и поседује АВН уређај за херметизацију, који реагује на радијацију или загађење и делује на принципу надпритиска. Од осталих уређаја има аутоматски систем противпожарне заштите и уређај за стварање димне завесе. Цена тенка је 3500000 америчких долара. [1]

Табела 4.4: *Тактичко-техничке карактеристике тенка Merkava*

Маса (kg)	60000
Посада	4
Специфична снага (kW/t)	11, 82
Дужина са топом (mm)	8630
Дужина тела (mm)	7120
Ширина (mm)	3700
Висина са куполом (mm)	2460
Клиренс (mm)	530
Максимална брзина (km/h)	58
Успон (%)	60
Нагиб (%)	38
Зид (mm)	1000
Подводни газ (mm)	2000
Највећи акциони радијус (km)	400
Максимална снага (kW)	662
Топ (mm)	105
Спрегнути митраљез (mm)	7, 62 +МБ60
ПАМ (mm)	7, 62
Борбени комплет (топ, спрегнути митраљез, ПАМ) (ком)	60+32;2500+30;1000
Заштита	ЕРО, Заслон

4.5. Leopard 2A7 (Немачка)

Leopard 2A7 (слика 4.8) је модернизована верзија главног борбеног тенка Leopard 2A6. Главне карактеристике ове нове надоградње тенка Leopard 2 укључују нови оклоп, енергетски систем, систем за хлађење кабине за посаду и нови систем за ангажовање оружја. Први тенкови су испоручени немачкој војсци у децембру 2014. године. Укупно је произведено 14 возила за тенковски батаљон 203, четири која иду у Центар за обуку оклопног корпуса и једно возило Техничке школе за копнене системе. Маја 2017. године немачка компанија и компанија Kraus-maffei Wegmann потписали су уговор о надоградњи 20 постојећих Leopard 2A7 у варијанту Leopard 2A7V [20,21].



Слика 4.8: *Тенк Leopard 2A7* [21]

Тенк је са стандардним распоредом одељења: управно одељење је у предњем делу тела тенка до почетка куполе, борбено је у захвату куполе, а моторно-трансмисионо одељење у задњем делу тенка. Посаду сачињавају четири члана. У борбеном делу, смештеном у куполи, командир и нишанција налазе се десно од задњака топа, послужилац лево, а возач је у предњем делу тенка. По најновијим подацима чланови посаде имају одела израђена од кевлара.

Главно наоружање Leopard 2A7 јесте топ L/55 120 mm. Има бољу прецизност ватре и већи домет у поређењу са претходним варијантама тенка Leopard 2. Топ се пуни ручно и компатибилан је са свом НАТО муницијом, као и са новоразвијеним DM11 навођеним пројектилима који омогућавају погађање заклоњених циљева. Могу се користити и против непријатељских трупа, оклопних возила и хеликоптера са ниским летењем. Укупно има 42 метака, од којих је 15 у куполи а осталих 27 у телу тенка [20,21].

Секундарно наоружање чине један спрегнути митраљез калибра MG3A1 калибра 7, 62 mm и један противавионски митраљез MG3 калибра 7, 62 mm који је постављен на левој страни куполе. Борбени комплет је 4000 метака. За стварање димне завесе овај топ има на задњем делу куполе на свакој страни по 8 бацача димних кутија.

Од дневних осматрачких справа сви чланови посаде имају перископе, а командир, нишанција и возач опремљени су и ноћним пасивним уређајима за осматрање и нишањење.

СУВ обухвата, поред стабилизације и система за управљање оруђем, и нишанску справу интегрисану са ласерским даљиномером YAG и балистичким рачунаром фирме Hughes. Нишанска справа EMES 15 је потпуно стабилизована, а цев топа је пратећа (уз помоћни

уређај за пуњење топ је стабилизovan без прекида). У тенку се уграђује савремени термовизијски уређај за осматрање и нишањење у дневно-ноћним условима VA-9090, за командира и нишанцију, са могућношћу откривања циља до 3000 m у условима добре видљивости и уз увећање 7 пута [22].

Предња страна тела је строго профилисана великим нагибима од вертикале, а поготово горња плоча (80°), што отежава пробијање пројектила у тај део тенка, али уједно повећава и мртви угао (немогућност осматрања испред тенка) возача. Посебна пажња посвећена је заштити пода тенка, који је, иначе, код свих тенкова најтањи део, тако да се смањи могућност пробијања од противоклопне мине.

Leopard 2A7 користи турбопрехрањивани 12-цилиндрични вишегоривни мотор MB 873 Ka-501, снаге 1500 kW. Посебна пажња посвећена је убрзању возила, побољшању пречишћавања ваздуха, хлађењу и интеграцији мотора, трансмисије, пречистача и уређаја за хлађење у једну целину. Упркос томе сви склопови су везани са брзорастављајућим спојницама, које омогућавају једноставно, лако и брзо постављање и вађење појединих делова и склопова. По неким подацима, склоп мотор-трансмисија се може заменити за 15 минута.

Подизање нивоа оклопне заштите омогућено је применом 11 модула композитног челика. Конструкција модула прилагођена је облику основног оклопа куполе и тела тенка, а елементи модула причвршћују се на основни оклоп уз помоћ специјално заварених лежишних отвора и завртањских веза. Остављена је могућност накнадног ојачања модула са материјалом веће отпорности на пројектиле. Купола тенка има клинасти облик, чије су површине одвојене од основног оклопа, чиме је повећана дистанца (на 800 mm) од удара пројектила у основни оклоп, а самим тим и нарушена ефективна дужина кумулативног млаза (слика 4.9). Прорачунска заштитна моћ куполе од поткалибарних пројектила са чеоне стране је 850-930 mm, а од кумулативних пројектила 1730-1960 mm еквивалентне дебљине RHA челика [4, 20]. Цена овог тенка је око 2800000 америчких долара.



Слика 4.9: Приказ оклопне заштите тенка Leopard [4]

Табела 4.5: *Тактичко-техничке карактеристике тенка Leopard 2A7*

Маса (kg)	64500
Посада	4
Специфична снага (kW/t)	20
Дужина са топом (mm)	10970
Дужина тела (mm)	7700
Ширина (mm)	3810
Висина са куполом (mm)	3030
Клиренс (mm)	500
Максимална брзина (km/h)	70
Успон (%)	60
Нагиб (%)	30
Зид (mm)	1200
Подводни газ (mm)	4000
Највећи акциони радијус (km)	450
Максимална снага (kW)	1500
Топ (mm)	120
Спрегнути митраљез (mm)	7, 62
ПАМ (mm)	7, 62
Борбени комплет (топ, спрегнути митраљез, ПАМ) (ком)	(42; 4000)
Заштита	ЕРО

4.6. М-84 (Југославија, Србија)

Овај тенк представља основни тенк који је данас у употреби у Војсци Србије. Представља дело и визију југословенских конструктора и инжењера. Тенк је од времена свог развоја доживео већи низ модернизација, али је и даље у најмасовијој употреби основна верзија тенка. Концепт возила преузет је од руског Т-72 по чијој је лиценци тенк М-84 рађен.

За М-84 (слика 4.10) предвиђена су три члана посаде: командир, нишанција и возач. Послужиоца је врло успешно заменио аутоматски пуњач топа, који се налази у задњем делу куполе. Подела тенка по одељењима је стандардна: управно, борбено и назад трансмисионо одељење. Посада има довољно простора за успешно обављање свих радњи и, с обзиром на аутоматику, није подложна брзом замарању, што је врло битан чинилац у савременом рату. Дуготрајан рад и боравак у тенку омогућава и одличан систем расхлађивања унутрашњости тенка и грејања, према потреби [22].



Слика 4.10: *Тенк М-84* [23]

Основно оруђе је топ М-2А46, калибра 125 mm са глатком цеви, термоизолационом облогом и одводником барутних гасова, аутоматом за пуњење топа, стабилизатором у обе равни, брзином гађања 2-8 метака у минути. Топ је изузетно ефикасан са кумулативним и поткалибарним пројектиlima на удаљености од 4000 m, са тренутно-фугасним до 6000 m, док максимални домет износи 12200 m. Борбени комплет топа садржи 42 дводелна метка, од чега се у аутомату налази 22 метка. Аутоматски пуњач је састављен од транспортера – магацина и пуњача. Двадесет и два припремљена метка кружно су сложена у транспортеру, испод командира и нишанције, и било који од њих за неколико секунди може се наћи у задњаку спреман за опаљење. Након опаљења аутомат сам избацује полусагорљиву чауру кроз отвор на крову куполе.

Ватрена моћ тенка М-84 изражена је у високој ефикасности противоклопне муниције: поткалибарних пројектила ВМ9 и ВМ12, тренутно-фугасних ОФ-19 и кумулативно-обележавајућих пројектила ЗВК14М.

Додатно наоружање тенка јесу спрегнути митраљез 7, 62 mm ПКТ (борбени комплет 2000 метака) и противавионски митраљез 12, 7 mm НСВ (борбени комплет 300 метака), који је постављен на окретној турели командира.

Оклоп тенка израђен је од ваљаних и пресованих плоча заварене конструкције са изричитим нагибом од вертикале, предња плоча под углом од 68°, доња под углом од 60°. Челици који су употребљени су високе тврдоће 320-500 по Бринелу. Плоча која се налази напред је вишеслојна, дебљине 205 mm. Састављена је од челичне плоче 80 mm, 105 mm композитног материјала (стакластотекстолит) и челична плоча од 20 mm. Еквивалент балистичке заштите износи 350 mm од поткалибарних и 450 mm од кумулативних пројектила. Предња доња плоча дебљине 80 mm додатно ојачава заштиту. Бочне плоче на предњој половини дебљине су 80 mm и постављене су под углом од 90° а друга половина код моторно-трансмисионог одељења дебљине је 70 mm, постављена такође под углом од 90°. Задња плоча дебљине је 40 mm, постављена под углом од 30°. Пресоване плоче дебљине 20 mm са ребрастим деловима, због своје чврстоће конструкције сачињавају под тенка.

Купола је направљена од хомогеног челичног одливка, чија највећа дебљина износи 410 mm, а тврдоћа 320-350 по Бринелу постављену под углом од 30° до 40°. На бочним странама дебљина износи 60-280 mm постављене под углом 20°-30°, позади се налази челик дебљине 60-70 mm постављене под углом 20°, док је кров дебљине 25-35 mm под углом 10°-15°. Еквивалент заштите куполе је око 450 mm од поткалибарних и око 500 mm од кумулативних пројектила [4].

Тенк покреће четворотактни, 12-цилиндрични, турбопрехрањивани, вишегориви хлађен течномшћу, попреко смештен дизел-мотор V-46-ТК, V изведбе у блоку 60°. Маса мотора од 1080 kg и снаге 573, 7 KW омогућава постизање респективне брзине до 70 km/h, уз аутономију кретања од 460 до 700 km и потрошњу горива од 260 до 450 l/100 km. Трансмисија тенка је механичког типа са планетарним мењачима (7 степени преноса напред и 1 назад) и хидрауличним управљањем. Састоји се од мултипликатора, два мењача степена преноса и команди и уређаја за хидраулично управљање.

У тенк М-84 уграђено је више специјалних уређаја: уређај за колективну НХБ заштиту – штити посаду од свих облика НХБ дејстава и, поред херметизације тенка, убацује у простор за посаду пречишћен ваздух, стварајући надпритисак у односу на спољну атмосферу; радиолошко-хемијски тенковски детектор; уређај за гашење пожара са распоређених 14 термодавача; тенковски деконтаминациони комплет који омогућава да ради на температурама од -35° до +45°C; уређај за стварање димне завесе; уређај за бацање димних кутија (12 лансера смештених на предњој страни куполе, лево и десно); опрема за подводну вожњу; уређај за самоукопавање – дозерски нож; уређај за пречишћавање ваздуха и уређај за лакше стартовање мотора [22].

Табела 4.6: *Тактичко-техничке карактеристике тенка М-84*

Маса (kg)	45000
Посада	3
Специфична снага (kW/t)	13,97
Дужина са топом (mm)	9530
Дужина тела (mm)	6860
Ширина (mm)	3730
Висина са куполом (mm)	2230
Клиренс (mm)	470
Максимална брзина (km/h)	70
Успон (%)	60
Нагиб (%)	40
Зид (mm)	850
Подводни газ (mm)	1200
Највећи акциони радијус (km)	650
Максимална снага (kW)	1200
Топ (mm)	125
Спрегнути митраљез (mm)	7, 62
ПАМ (mm)	12, 7
Борбени комплет (топ, спрегнути митраљез, ПАМ) (ком)	(42; 2000; 300)
Заштита	ЕРО

5. Компарација одабраних тенкова

У овом делу рада ће бити извршено оцењивање тенкова на основу тактичко-техничких карактеристика као и на основу неких других сегмената.

Оцењивање тенкова на основу домета тенковског топа, брзине гађања као и могућности тенка да савлада успоне и нагибе неће бити извршено јер тенкови углавном користе топове истих карактеристика и могу да савладавају успоне и нагибе сличног карактера, па оцењивање по овим критеријумима не би имало смисла.

Оцењивање оклопне заштите, због њене специфичности, биће оцењено на основу мишљења аутора и то бодовима од 0-20.

Јужнокорејски тенк Black Panther K2 поседује изузетну оклопну заштиту. За фронтални оклоп се тврди да је отпоран на панцирне пројектила испалјене из топа калибра 120 mm. Поседује ЕРО. Због тога овај тенк оцењујем са 18 бодова.

Руски тенк Т-14 Армата је конструисан тако да су примењена најновија техничка и техношка достигнућа материјала оклопне заштите са новим моделом комбинованог вишеслојног, размакнутог и модуларног оклопа. Оклоп има веома добру балистичку заштиту. Такође, основни оклоп у предњем сектору тенка штити од свих поткалибарних пројектила до 120 mm, а од кумулативних калибара до 150 mm. Овај тенк поседује и нови тип ЕРО "реликт" који додатно штити од пробојности пројектила и смањује им исту за више од 50%. Под тенка је двослојни, посебно ојачан да штити унутрашњост тенка од ИЕС и ПТ мина. Овај тенк оцењујем са 20 бодова.

Кинески тенк Туре 99А има труп и куполу који имају челични оклоп. Тенк има побољшани композитни оклоп на предњем делу трупа и куполе како би се обезбедио виши ниво заштите од против-тенковских вођених ракета. Има нови ЕРО који је у стању да одбрани тенк од нове генерације тандемских бојних глава противтенковских ракета који је постављен спреда и дуж куполе. Исти ЕРО постављен је и на предњој страни трупа. Овај тенк оцењујем са 15 бодова.

Израелски тенк Меркава је конструисан тако да његова оклопна заштита буде што је могуће боља, што се види и из података о маси тенка. Такође, израелски стручњаци управо представљају оклопну заштиту као главну карактеристику овог тенка и наводе да око 70% укупне масе тенка отпада на оклопну заштиту. Овај тенк оцењујем са 19 бодова.

Немачки тенк Leopard 2А7 конструисан је тако да се у односу на његове претходне верзије подигао ниво оклопне заштите применом 11 модула композитног челика. Тиме је повећана заштита од поткалибарних и кумулативних пројектила. Овај тенк оцењујем са 15 бодова.

Оклопна заштита тенка М-84 је конструисана тако да је тело тенка састављено од варених вишеслојних оклопних плоча, такозвани сендвич оклоп јер се плоче састоје из више слојева различитих материјала који треба да пружи додатну заштиту од дејства различитих

типова противоклопних средстава. Најчешће се у сендвич оклопу уграђује керамички слој који смањује ефекте дејства кумулативних пројектила као и други неметали који оклоп чине еластичнијим. Овај тенк оцењујем са 14 бодова.

Табела 5.1: Број бодова у зависности од оклопне заштите

Број бодова	Black Panther K2	T-14 Армата	Type 99A	Merkava	Leopard 2A7	M-84
1-20	18	20	15	19	15	14

Табела 5.2: Број бодова у зависности од цене тенка

Број бодова	Цена (USD)
1	8.000.000 или више
2-5	6.000.000-8.000.000
6-7	4.000.000-6.000.000
8-10	2.000.000-4.000.000

Табела 5.3: Број бодова у зависности од масе тенка

Број бодова	Маса (kg)
1	55000 или више
2-7	45000-55000
8-10	Мање од 45000

Табела 5.4: Број бодова у зависности од специфичне снаге тенка

Број бодова	Специфична снага (kW/t)
1	11-13
2-4	14-15
5-6	16-18
7-9	19-20
10	Преко 20

Табела 5.5: Број бодова у зависности од максималне брзине тенка

Број бодова	Максимална брзина (km/h)
1-2	60 или мање
3-4	61-65
5-6	66-70
7-9	71-75
10	Преко 75

Табела 5.6: Број бодова у зависности од висине зида који тенк може да савлада

Број бодова	Зид (mm)
1	Мање од 950
2	951-1000
3	1001-1200
4	1201-1400
5	Преко 1400

Табела 5.7: Број бодова у зависности од подводног газа тенка

Број бодова	Подводни газ (mm)
1-3	2000-3000
4-6	3001-4000
7-10	Преко 4000

Табела 5.8: Број бодова у зависности од највећег акционог радијуса

Број бодова	Највећи акциони радијус (km)
1	400 или мање
2	400-450
3	451-600
4	601-800
5	Преко 800

Табела 5.9: Број бодова у зависности од борбеног комплекта тенка

Број бодова	Пројектили за топ (ком)	Муниција за спрегнути митраљез (ком)	Муниција за ПАМ (ком)
1-7	40 или мање	3000 или мање	1000 или мање
8-14	41-50	3001-8000	1001-3000
15-20	Преко 50	Преко 8000	Преко 3000

Код овог бодовања принцип је следећи, саберу се бодови за све три врсте борбеног комплекта па се укупан број подели са три.

Табела 5.10: Збир бодова

Назив тенка	Оклопна заштита	Цена	Маса	Специфична снага	Максимална брзина	Зид	Подводни газ	Највећи акциони радијус	Борбени комплет	Збир поена
Black Panther K2	18	1	1	9	6	5	7	2	15	64
T-14 Армата	20	8	6	10	10	5	10	3	10	82
Type 99A	15	1	1	10	10	4	6	4	13	64
Merkava	19	9	1	1	2	2	1	1	11	47
Leopard 2A7	15	9	1	10	6	3	6	2	8	60
M-84	14	10	7	4	6	1	1	4	7	54

Табела 5.11: Оцењивање на основу бодова

Назив тенка	Збир поена	Оцена
Black Panther K2	64	7
T-14 Армата	82	9
Type 99A	64	7
Merkava	47	5
Leopard 2A7	60	6
M-84	54	6

Као што се и могло претпоставити, апсолутну доминацију међу тенковима данашњице представља руски тенк Т-14 Армата који је оцењен оценом 9. Ово возило ће се, по својим карактеристикама, вероватно задржати у руској армији најмање наредних 30 година, без потреба за неким модификацијама јер су способности конкурентних тенкова далеко испод његових. Оно што би додатно побољшало оцену овом тенку јесте повећање борбеног комплета муниције.

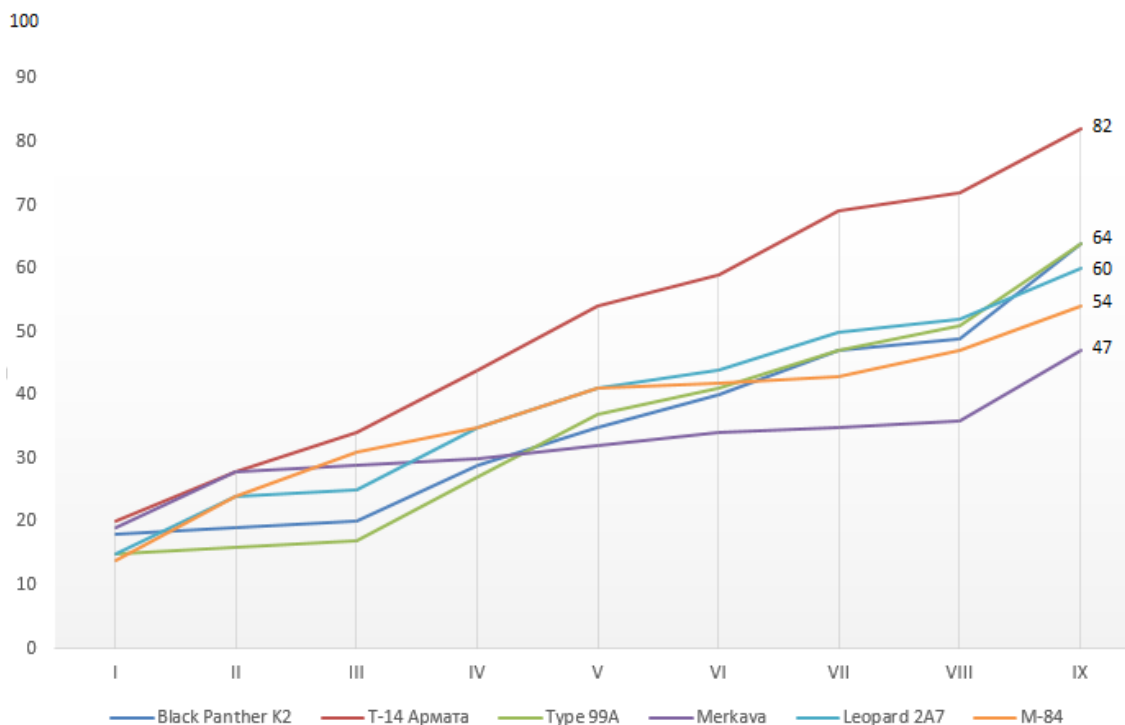
На следећем дијаграму графички су приказани резултати компаративне анализе.

Дијаграм 5.1: *Графички приказ резултата компаративне анализе*



На следећем дијаграму је графички приказан ток бодова од првог до последњег критеријума.

Дијаграм 5.2: *Ток бодова по критеријумима*



6. Закључак

Од првог појављивања на бојном пољу 1916. године, тенкови су се од тадашњег непознатог борбеног средства копнене војске афирмисали у средство без којег се у савременим условима не могу издржати веће, сложеније и значајније операције на копну. Такав развој произашао је из чињенице да су у тенковима складно и специфично обједињени ватрена моћ, покретљивост и оклопна заштита, резултирајући у својој укупности као ударна снага масе и квалитета тенкова и брзине његовом дејства.

Зависно од развоја и резултата показаних на бојном пољу, мењала су се и мишљења о месту, улози и значају тенкова у борбеним дејствима, од тога да су тенкови тактичко средство скромних борбених могућности, преко сазнања да су они одлучујуће средство копнене војске у нападним операцијама до данашњег схватања да су тенкови једно од битних средстава стратегије.

На развојни пут тенка утицало је више чинилаца, а најважнији су: степен научно-техничких и технолошких достигнућа, развој противтенковског оружја и тактика одбране. Научно-тактичке могућности и индустријски капацитети развијених земаља омогућавали су производњу различитих врста тенкова. Решење је тражено у успостављању хармоније између три основне карактеристике: ватрене моћи, покретљивости и оклопне заштите. Из односа тих компоненти резултирала је и врста тенка, који је, као оклопно борбено средство, послужио као идеја и основа за развој мноштва других борбених возила без којих се данас борбена војска не може замислити. И поред успона и падова у тражењу места и улоге тенкова, употреба у данашњим ратовима потврдила је њихове вредности и изузетно значајну улогу у оружаног борби на копну.

Полазећи од улоге и значаја тенка у борбеним дејствима у Другом светском рату, више земаља определило се да трајно развија и производи ово најмоћније средство копнене војске. Послератни развој тенкова карактеришу многобројни модели од којих је одређен број уведен у оперативну употребу састава оружаних снага. Велике научно-техничке и технолошке могућности на савременом степену развоја цивилизације омогућавају опремање тенкова разноврсним средствима врхунског квалитета којима се рапидно повећавају њихове укупне борбене могућности. Интезитет развоја толико је висок, али и скуп, да су и најбогатије земље света принуђене да адаптирају и усавршавају постојеће тенкове како би продужили њихов век употребе и колико-толико смањили терет трошкова наоружања код већ недовољних војних буџета.

Данас се тенк на бојном пољу суочава са потенцијалним опасностима које су и у квантитативном и у квалитетном смислу знатно нарасле. Све то војним стручњацима поставља више питања о развоју тенкова у будућности, али је кључно како постићи да тенк и даље задржи своју супериорност на бојном пољу. Одговор на ово питање јесте да тенк будућности мора бити виталан систем оружја који ће се успешно и подједнако добро супростављати противоклопним средствима обезбеђујући све три препознатљиве карактеристике – ватрену моћ, покретљивост и оклопну заштиту. Да би и даље био

супериоран на бојном пољу тенк сутрашњице морао би да има следеће опште карактеристике: ватрену моћ, покретљивост високог нивоа, информационе системе, добру оклопну заштиту, логистичку подршку као и то да сваки савремени тенк буде даљински управљан.

Значај тенка као веома покретљивог и добро заштићеног система оружја не сме се умањити у догледној будућности, већ ће он и даље остати основно борбено средство копнене војске и задржати посебно значајну улогу у свим савременим армијама света. Због тога се за развој, истраживање и производњу тенкова ангажују значајни кадровски потенцијали, материјална и финансијска средства, а истраживањима нових концепцијских и предвиђањима о концепцијама у будућности посвећује се изузетна пажња. У концептима замаља које располажу значајним средствима наоружања веома је битно да се у сваком тренутку располаже савременим тенковима који ће по кључним борбеним карактеристикама бити у предности у односу на непријатељска оклопна средства.

Тенк будућности треба да обезбеди одговарајућу ватрену моћ и преживљавање на бојном пољу са надмоћном оперативном и тактичком покретљивошћу у односу на било који тенк који би користио потенцијални непријатељ. Комплетан систем тенка, са свим сложеним подсистемима и најсавременијом опремом, мора да омогући временску предност, изражену чак и делићем секунде, при отварању ватре на непријатељев тенк, велику вероватноћу погађања првим пројектилом на великим даљинама, а да оклопном заштитом и покретљивошћу, и осталим елементима заштите, избегне непријатељев погодак, као и да у случају непосредног погодка, одговарајућим уређајима и опремом, чланове посаде и основне подсистеме заштити од потпуног уништења.

Литература

- [1] И. Кочевар: Савремени тенкови у свету, Београд 1988.
- [2] Интернет страница: <https://www.alamy.com/stock-photo/mark-1-tank.html>, приступљено 25.05.2019.
- [3] Интернет страница: https://wiki.wargaming.net/en/Tank:R07_T-34-85 , приступљено 27.05.2019.
- [4] Часопис Одбрана, Прилог 89
- [5] З. Ристић, С. Илић, А. Кари: Усавршавање борбених особина руских тенкова, Нови Гласник 1: 99-104
- [6] Интернет страница: <https://www.ssab.com/products/brands/armox/recommended-plate-thickness-for-different-protection-levels> , приступљено 01.06.2019.
- [7] Интернет страница: <http://www.journal.forces.gc.ca/vo4/no1/research-recherch-eng.asp>, приступљено 01.06.2019.
- [8] Интернет страница: <https://www.ssab.com/products/brands/armox/recommended-plate-thickness-for-different-protection-levels>, приступљено 01.06.2019.
- [9] Интернет страница: <https://www.ssab.com/products/brands/armox/recommended-plate-thickness-for-different-protection-levels>, приступљено 06.06.2019.
- [10] Интернет страница: <http://defensepoliticsasia.com/nera-understanding-non-explosive-reactive-armour/>, приступљено: 06.06.2019.
- [11] Интернет страница: <http://www.army-guide.com/eng/product3060.html>, приступљено 28.06.2019.
- [12] Интернет страница: <https://www.iaspreparationonline.com/explosive-reactive-armour-era/>, приступљено 28.06.2019.
- [13] Интернет страница: <http://armour.ws/the-best-tank-in-the-world/>, приступљено 15.07.2019.
- [14] Интернет страница: <https://defence-blog.com/army/oman-to-acquire-k2-black-panther-tanks-from-south-korea.html>, приступљено 15.07.2019.
- [15] Часопис Одбрана, Прилог 123
- [16] Интернет страница: <https://www.sciencedebate2008.com/t-14-armata-tank/>, приступљено 27.07.2019.
- [17] Интернет страница: https://www.armyrecognition.com/china_chinese_heavy_armoured_vehicle_tank_uk/type_99a_99a2_ztz-99a_main_battle_tank_china_11408171.html, приступљено 10.08.2019.

- [18] Интернет страница: <https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/merkava-israels-super-tank-perhaps-the-worlds-best-23521>, приступљено 12.08.2019.
- [19] Интернет страница: https://www.reddit.com/r/whatisthisthing/comments/32y3m6/what_are_these_metal_balls_hanging_from_chains_on/, приступљено 13.08.2019.
- [20] Интернет страница: http://www.military-today.com/tanks/leopard_2a7.htm, приступљено 22.08. 2019.
- [21] Интернет страница: https://www.armyrecognition.com/germany_german_army_heavy_armoured_vehicle_tank_uk/leopard_2a7_mbt_main_battle_tank_technical_data_pictures_video.html, приступљено 22.08.2019.
- [22] М. Ђорђевић, С. Арсић: Тенкови 1945-2005, Београд, 1997.
- [23] Интернет страница: <https://www.yugoimport.com/cir/proizvodi/tenk-m-84ab1-0>, приступљено 25.08.2019.