

САВРЕМЕНА ПАСИВНА ОКЛОПНА ЗАШТИТА

Др Себастијан Балаш, дипл. инж.



У савременој ратној пракси тежи се да се рат води без губитака. Иако то наравно није могуће, постоје различити начини да се повећа вероватноћа преживљавања војника. Упркос напретку технике и технологије и стварању услова за израду ефикасних активних система заштите, њихови недостаци још увек истичу пасивну заштиту у први план. Данас постоје многи типови оклопа, израђених од најразличитијих материјала и њихових комбинација, који обезбеђују већи или мањи степен заштите против различитих противоклопних средстава.

*Аутор ради на Факултету техничких наука Нови Сад

Оклоп борбених возила штити посаду, наоружање, виталне уређаје и опрему возила од дејства ватреног, минско-експлозивног и нуклеарног оружја, а неким од њих (тенковима, оклопним транспортерима и самоходним артиљеријским оруђима) олакшава да ударом и гажењем руше противпешадијске препреке и уништавају незаклоњену живу силу и ватрена средства. Оклопна заштита возила је незаобилазни елемент сваког оклопног возила, први и традиционални сегмент заштите возила и посаде. Она спречава улазак пројектила у унутрашњост возила (пробојна муниција) или

онемогућава негативне ефекте пројектила по возило (кумулятивна муниција) различитим механизмима. Рад на развоју нових типова оклопне заштите, односно нових материјала, начина спајања и механизма дејства је непрекидан и веома интензиван, практично од самог почетка употребе оклопних возила. Данас је заштита борбених возила у знатној мери актуелизована тежњом стратега да што је могуће више смање људске губитке.

Подела оклопа може се извршити на неколико начина. Према типу возила оклоп може бити намењен тежим или лакшим во-



Снимио: Г. Станковић

зилима, односно, с једне стране, тенкови-ма, а с друге, оклопним транспортерима (ОТ), борбеним возилима пешадије (БВП) и извиђачким возилима. Подела се може извршити и према типу противоклопног средства на: оклоп који штити од муниције која дејствује кинетичком енергијом (типичан пример је пробојна стрељачка муниција и поткалибарна муниције тенковских топова), оклоп који штити од дејства од кумулативне муниције и оклоп који штити од дејства противоклопних мина различитих типова. Посебна подела оклопа која је актуелизована тек последњих година јесте подела на пасивни и активни оклоп, тј. систем заштите. При томе, данас се велика средства улажу у развој активних система заштите, као што је руска *арена*, израелски *Trophy* и *Iron Fist* и др. Међутим, цена ових система је још увек врло висока, а појављују се и противоклопна средства прилагођена да „преваре“ ове системе. Наи-

ме, руски противоклопни бацач РПГ-30 користи два пројектила – први без бојеве главе има намену само да активира активни систем одбране, након чега за врло кратко време основно пуњење пролази без ефекта, јер је време поновне реакције система дуже, а муниција којом је у датом сектору први пројектил уништен потрошена. Због тога се може констатовати да је оперативна употреба ових система данас још увек врло ограничена.

Да би се у потпуности описала ефикасност оклопа, уведен је термин масена ефикасност. Она представља однос између масе одређеног типа оклопа и челика за балистичку заштиту тврдоће 270 НВ (за стрељачку муницију референтна тврдоћа је 380 НВ), при чему је степен заштите једнак. Може да се дефинише за целокупну оклопну заштиту, а у случају да је оклоп сложеног типа, односно састављен од више слојева или елемената, масена ефика-

Пример врхунске технологије пасивне оклопне заштите – француски тенк Leclerc



сност може се дефинисати и за сваки сегмент оклопне заштите посебно. Израз по којем се може израчунати масена ефикасност је:

$$E_m = \frac{m_{\text{cel}}}{m_{\text{okl}}}$$

где је:

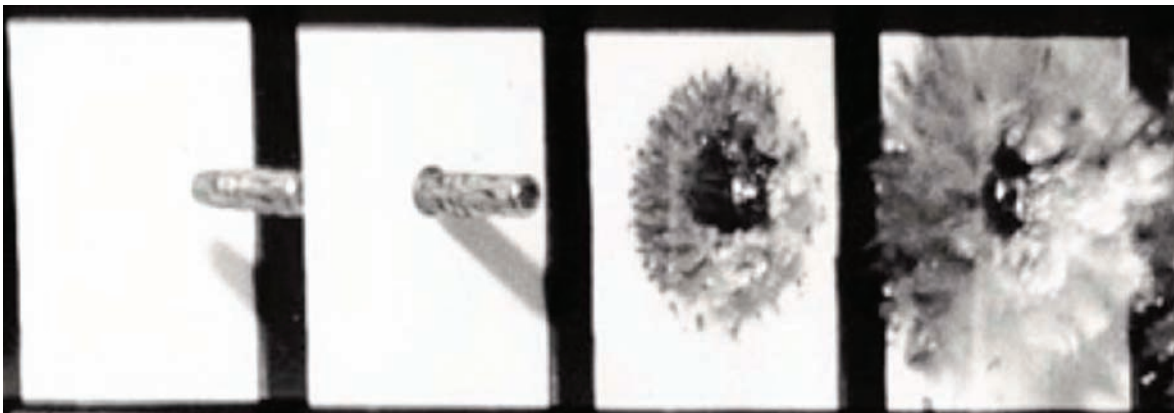
- E_m – масена ефикасност,
- m_{cel} – маса по јединици површине челика за балистичку заштиту референтне тврдоће и
- m_{okl} – маса по јединици одређеног типа оклопа који пружа заштиту као челик за балистичку заштиту референтне тврдоће.

Метални хомогени оклоп

Традиционални и још увек најшире распрострањени материјал за оклопну заштиту је челик. То се не односи само на основну оклопну заштиту која иначе представља и структурални елемент возила, већ је челик и најчешће коришћени елемент у склопу других типова оклопа: сендвич, размакнути и ERO. Принцип заустављања пројектила је првенствено апсорпција кинетичке енергије, што се постиже како довољном дебљином тако и закошењем челичне плоче. Развијен је широк дијапазон легираних челика, намењених за различита возила у различитим секторима. За ефикасност оклопа, поред врсте челика, од великог значаја је и угао између нормале на плочу и трајекторије пројектила. Када је реч о стрељачкој муницији калибра 7,62 mm и плочама тврдоће 500 HB, примера ради, при углу 20°, дебљина плоче може да буде смањена са 12,8 на 7,3 mm, а самим

тим могу да се остваре и значајне уштеде у маси. С друге стране, при угловима који су већи од око 80°, поткалибарни пројектили стабилисани крилцима (APFSDS – Armour Piercing Fin stabilized Discarding Sabot), који се испаљују из тенковских топова, рикошетирају. Масена ефикасност оклопа на бази челика против стрељачке муниције приказана је у табелама 1 и 2.

Тренутно најефикаснији челик за балистичку намену је двослојни или трослојни челик, добијен експлозивним спајањем или ваљањем две или три различите врсте челика, након чега се врши термичка обрада (каљење и отпуштање). На тај начин се код двослојног типа челика добија висока тврдоћа спољашњег слоја (600 HB) и дуктилност унутрашњег (430 HB). Спољашњи слој веће тврдоће има вишу балистичку отпорност због високе затезне чврстоће, напона течења и тврдоће, чиме се обезбеђује висока могућност оштећења врха пробојног пројектила. С друге стране, унутрашњи слој мање тврдоће има вишу енергију удара, тако да се омогућава апсорпција кинетичке енергије и зауставља пропагирање насталих прслина услед удара пројектила. Трослојни челик, са распоредом дебљина слојева: спољашњи 13% укупне дебљине тврдоће 430 HB, средњи 60% од 600 HB и унутрашњи 27% 340 HB, користи се за пружање пасивне заштите и као структурални елемент чела куполе и трупа на тенковима, против кумулативних и поткалибарних пројектила. Средњи слој високе тврдоће је примарни елемент заштите, слично као код двослојног челика, али је остварено затварање са спољашње и унутрашње стране дуктилнијим плочама мање тврдоће. Спољашња и унутрашња плоча имају улогу да задрже фрагменте средње, релативно тврде али и мање дук-



Дејство спољашњег керамичког окопа на пројектил стрељачке муниције

Типови оклопа	Дебљина [mm]	Маса по јединици површине [kg/m ²]	Масена ефикасност
Челик за балистичку заштиту 380 НВ	14,5	114	1,00
Челик за балистичку заштиту 500 НВ	12,5	98	1,16
Челик за балистичку заштиту >600 НВ	8,5	65	1,75
Двослојни челик за балистичку заштиту (600 НВ споља)	8	64	1,78
Легура алуминијума 5083	48	128	0,89
Легура алуминијума 7019	45	125	0,91
Легура алуминијума 7039	38	106	1,08
Легура алуминијума 2519	36	100	1,14
Легура титана Ti-6Al-4V	20	89	1,28
Композит са стакленим влакнима	57	107	1,07
Челик 500 НВ и легура алуминијума 7039	20	91	1,25
Al ₂ O ₃ керамика и челик 500 НВ	12	68	1,68
Al ₂ O ₃ керамика и легура алуминијума 5083	17	52	2,19
Al ₂ O ₃ керамика и композит са стакленим влакнима	18	49	2,33

Табела 1. Дебљина, маса по јединици површине и масена ефикасност различитих типова оклопа у вертикалном положају против пробојне муниције 7,62x51 mm НАТО на малим даљинама

Типови оклопа	Дебљина [mm]	Маса по јединици површине [kg/m ²]	Масена ефикасност
Челик за балистичку заштиту 380 НВ	41	322	1,00
Челик за балистичку заштиту 500 НВ	36	283	1,14
Легура алуминијума 5083	134	356	0,90
Легура алуминијума 7019	97	270	1,19
Легура алуминијума 7039	91	253	1,27
Легура титана Ti-6Al-4V	45	199	1,62
Челик 500 НВ и легура алуминијума 5083	-	192	1,68
Челик 500 НВ и легура титана Ti-6Al-4V	-	167	1,93
Перфориране плоче високе тврдоће и легура алуминијума 5083	-	168	1,92
Al ₂ O ₃ керамика и челик 500 НВ	-	152	2,12
Al ₂ O ₃ керамика и легура алуминијума 5083	-	146	2,19
Al ₂ O ₃ керамика композит са стакленим влакнима	-	141	2,28

Табела 2. Дебљина, маса по јединици површине и масена ефикасност различитих типова оклопа у вертикалном положају против пробојне муниције 14,5x114 mm Б32 на малим даљинама

тилне плоче. Тренутно се двослојни челик користи на бразилским лаким оклопним возилима и намењен је за заштиту првенствено од стрељачке муниције, док се двослојни и трослојни оклопи веће дебљине користе на француским тенковима *Leclers* и постоје индиције и на немачким *леопард* и *леопард 2*.

Једини материјали који у одређеној мери представљају алтернативу челицима су тренутно легуре алуминијума. Прве коришћене легуре биле су оне легиране магнезијумом (легура 5083), а касније и цинком и магнезијумом (легура 7039, 7017) и бакром (2519). Масена ефикасност легура алуминијума против стре-

љачке муниције приказана је у табелама 1 и 2. Може се видети да легуре алуминијума имају сличну масену ефикасност као челик тврдоће 380 HB. Међутим, показано је да су против парчади артиљеријске муниције легуре алуминијума ефикасније од челика, а с друге стране, како им је дебелина већа за исту масу, крутост конструкције трупа возила је већа, тако да нису потребна попречна ребра за укрућење, што је суштински разлог смањења масе возила чији је труп израђен од легура алуминијума. Основни недостаци легура алуминијума су виша цена у односу на челик за балистичку заштиту, а технологија заваривања је код неких легура сложенија, тако да се примењују само код возила код којих је апсолутни приоритет релативно мала маса, најчешће ради пловности, односно ваздушне покретљивости.

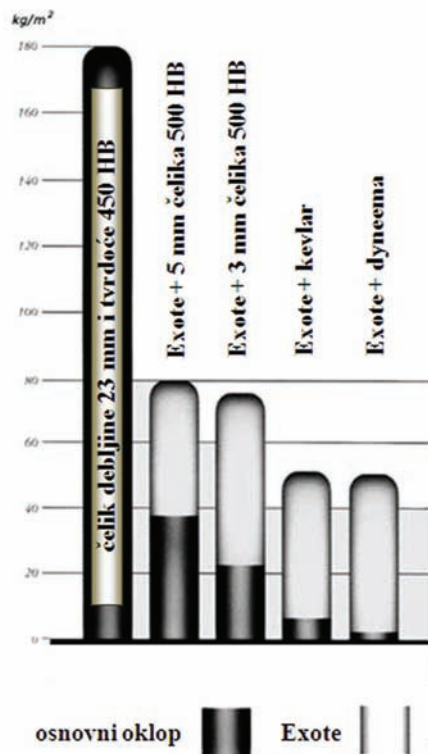
У данашње време у развоју су легуре титана, нарочито легура Ti-6Al-4V, које обећавају повећану масену ефикасност у односу на челик за балистичку заштиту тврдоће 380 HB, али је основни проблем њихова цена и сложена технологија заваривања, тако да је њихова примена ограничена на авионе. Масена ефикасност легуре титана Ti-6Al-4V против стрељачке муниције приказана је у табелама 1 и 2.

Осиромашени уранијум настаје као нуспроизвод у процесу обогаћивања уранијума. Овај метал веома велике густине, која износи око 19 g/cm^3 (челик око $7,85$, олово око 14 g/cm^3), нарочито је подесан за израду пенетратора за муницију тенкова или аутоматских топова. Поред тога, велика густина му омогућава и велику ефикасност по дебелини, што значи да се плоче од осиромашеног уранијума могу убацивати у postoјећи систем оклопне заштите, ради значајног повећања степена заштите. Упркос токсичности при излагању *аеросолу* осиромашеног уранијума, Американци су применили овај тип оклопа на свим варијантама тенка *Abrams*, почев од верзије M1A1HA. У усавршеној форми употребљен је и на M1A2, M1A1HC и M1A2SEP, где су плоче (према неким подацима) дебелине 102 mm убачене унутар сложеног оклопа чела куполе и трупа, чиме је достигнут изузетно висок степен заштите.

Метални нехомогени оклоп

Специфичан тип металног оклопа је нехомогени, типа мреже или перфориране плоче постављене на одређеном одстоја-

Масена ефикасност композитног оклопа *exote* – муниција је са језгром од тврдог метала

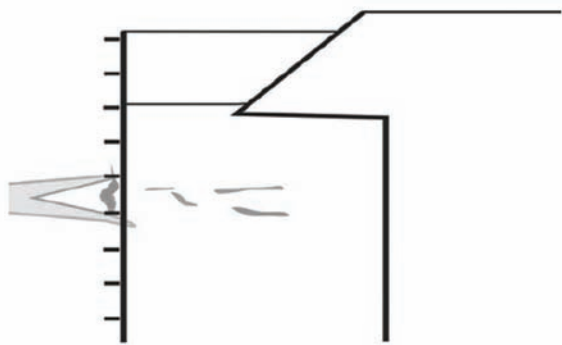


њу од основног оклопа. Оне имају за циљ да унесу поремећај положаја (индукција нападног угла) или да изврше лом пројектила. На тај начин, пројектил не погађа основни оклоп под најповољнијим нападним углом, односно, смањује му се кинетичка енергија и знатно смањује пробојност. Типичан пример је израелски оклоп типа *toga*, коришћен како на OT типа M113, тако и на најсавременијим тенковима *merkava 4*. Други пример сличног типа оклопа базираног на двоструким перфорираним плочама је амерички P900, употребљен на Ok M113A3 и M2

Bradley. је тип оклопа који повећава и заштиту од кумулативних бојевих глава, кроз механизам дефокусирања кумулативног млаза, односно повећање растојања на којем се бојева глава активира.

Посебан тип предоклопа је тзв. кавез, односно на „slat“ оклоп од челичних трака. Овај тип заштите подразумева уградњу челичних трака које се налазе на одређеном растојању од основног оклопа. Иако се у литератури овај тип оклопа сматра врстом предоклопа који само повећава раздаљину активације бојеве главе и појаве ефекта дефокусирања кумулативног млаза, што се и дешава у случају ди-

ректног удара упаљача у траку, у другим случајевима је његов механизам смањења пробојности кумулативних бојевих глава сасвим другачији. Наиме, уколико се ради о старијим типовима бојеве главе намењене ручним бацачима RPG-7, ударом закошеног чеоног дела пројектила у челичну траку долази до појаве кратког споја и прекида сигнала од упаљача до детонатора, тако да уопште не долази до детонације. Међутим, за новије типове упаљача са инерционим или близинским дејством, ефикасност „кавеза“ је знатно мања. Уколико дође до детонације кумулативне бојеве главе, може доћи до оштећења кумулативног левка и смањења пробојности, слика 4.



Принцип дејства оклопа типа „кавез“ – „slat“

Керамика

Инжењерске или напредне керамике данас представљају уобичајен тип заштите, врло атрактиван и за лака и тежа оклопна возила. Код лаких оклопних возила користи се механизам разбијања пробојног језгра пројектила при удару у неретко и двоструко тврђу керамику (сли-

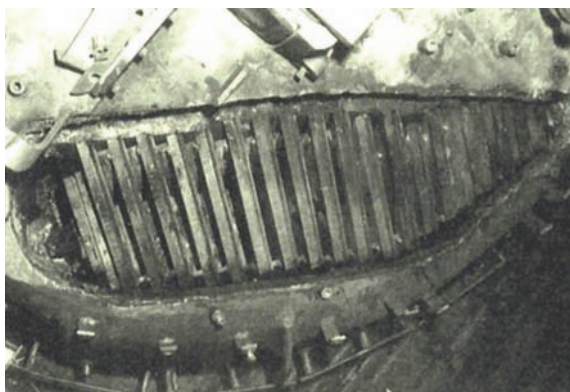
ка 5). Керамика се користи и за заштиту тенкова, али је механизам дејства нешто другачији у овом случају. При дејству поткалибарних APFSDS или кумулативних пројектила, долази до урушавања зидова кратера керамичког блока, који због веће тврдоће врши ерозију пројектила или кумулативног млаза. Степен заштите који се обезбеђује керамичким блоковима повећава се њиховим постављањем у кутијасте елементе од легуре алуминијума или различитих врста челика.

Основна врста керамике која се користи за балистичку заштиту је алуминијум-оксидна (Al_2O_3), која има најбољи однос цена – ефикасност. Иако детаљни подаци о употреби овог типа керамике нису доступни, сматра се да алуминијум-оксидна керамика представља основу за већину пакета додатне оклопне заштите која се уграђује на лака оклопна возила. Такође, сматра се да она представља један од кључних, ако не и кључни елемент познатог Chobham оклопа коришћеног на британским тенковима *Challenger 1* и *2* и америчким *Abrams*, као и немачким *леопард 2*, француским *Leclerc* и италијанским *Ariete*. Поред ње, у употреби је и силицијум-карбидна (SiC), титанијум-диборидна (TiB_2) и бор-карбидна (B_4C) керамика. Ова последња је најефикаснија, због највеће тврдоће и најмање густине, али је и најскупља, тако да служи, пре свега, за личну заштиту војника. Упоредне механичке карактеристике појединих врста керамике приказане су у табели 3.

Поред високе цене, највећи недостатак керамике је отпорност на вишеструке погодке, где ударом пројектила у једну керамичку плочицу долази до разарања целе плочице, односно, ако се оствари погодак између две плочице, обе постају елиминисане. Због тога се керамички оклоп никада не користи самостално, већ у комбина-

Материјал, чистоћа	Специфична маса ρ [kg/m^3]	Тврдоћа синтерованог блока ХВ	Микротврдоћа	
			ХК	ХВ
Al_2O_3 , 85 %	3450	900–970	1800	1800
Al_2O_3 , 95 %	3720	1150–1250	2090	3600
Al_2O_3 , 99,5 %	3900	1500–1700	3000	2800
SiC	3150	2200–2500	2500–2800	3300–3600
B_4C	2450	3000	4000	4000–5000

Табела 3. Специфична маса, тврдоћа синтерованог блока, микротврдоћа праха керамика за балистичку употребу и масена ефикасност против муниције APFSDS и кумулативне муниције

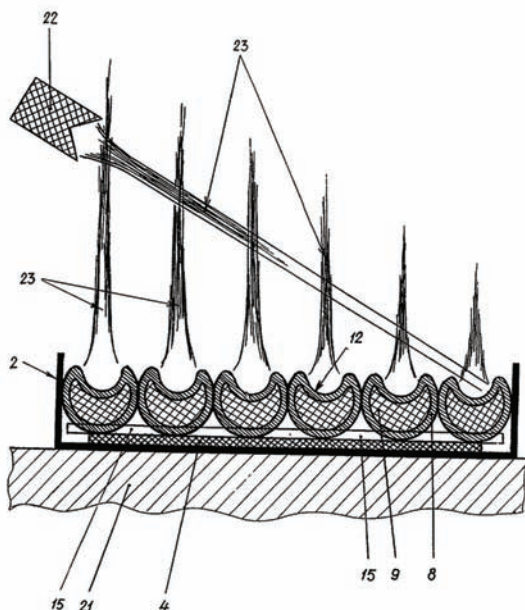


Пакет NERO са куполе тенка Т-72Б

цији са металима, пре свега челиком. Данас се велика пажња поклања развоју тзв. нанокерамика, које су за сада намењене за заштиту од стрељачке муниције и муниције аутоматских топова. Спомиње се повећање степена заштите за 30 %, односно одговарајуће смањење масе. Такође, од ове технологије очекује се повећање отпорности на вишеструке поготке, као и смањење цене керамичког оклопа одговарајућег степена заштите.

Композитни материјали

Висок однос између механичких особина и специфичне масе обезбедио је композитним материјалима врло добре карактеристике балистичке заштите. По-



Принцип дејства ERO типа „нож“

стоји читав спектар композитних материјала који се користе, пре свега, за додатну балистичку заштиту, мада је било покушаја коришћења полимера ојачаних стакленим влакнима за основни оклоп, тј. у улози структуралног елемента возила, али су ти експерименти показали и неке недостатке ових материјала: висока цена и отежана могућност репарације евентуалних оштећења.

Употреба композита ојачаних влакнима данас је већ традиционална и, пре свега, резервисана је за личну заштиту (кевлар и Дупеема/Spectra). Осим тога, користи се и за заштиту летелица, као унутрашња противпарчадна облога на оклопним возилима и у мањој мери на бродовима. Ови типови заштите ослањају се на високе механичке особине арамидних (кевлар) и HDPE (High Density Polyethhylene – полиетилен високе густине – Дупеема/Spectra) влакана, чиме се при удару пројектила остварује пренос кинетичке енергије пројектила на више влакана. На тај начин се кинетичка енергија пројектила апсорбује и пројектил зауставља. С друге стране, композити ојачани честицама су тренутно знатно мање у употреби. Типичан пример је фински ехоте и амерички оппех, који користе керамичке честице у металној основи, чиме се постиже тврдоћа карактеристична за керамику, али са вишом отпорношћу на вишеструке поготке. Комбинација ехоте са челиком тврдоће 500 НВ има масену ефикасност од око 3, док је она око 4 у случају комбиновања са композитима на бази кевлара или дупеете. Међутим, цена ових типова оклопа је релативно висока, тако да се очекује њихова примена, првенствено за личну заштиту војника.

Сендвич оклоп

Сендвич или вишеслојни оклоп састоји се од наизменичних слојева, обично метала и неметала. Типичне комбинације су челик–полимер–челик или челик–гума–челик, а од седамдесетих година прошлог века почиње употреба једног од најинтересантнијих типова оклопа – експлозивно-реактивног оклопа (ERO). На ERO се у основи примењује комбинација челик–експлозив–челик, мада су данас у употреби бројне варијације у материјалима и геометрији.

Типичан представник сендвич оклопа је руски додатни оклоп са тенкова Т-55АМ2 који се састојао од наизменичних слојева че-

Британско извиђачко возило *Scimitar* – употреба основног оклопа од легуре алуминијума и додатног оклопа типа перфориране плоче и кавеза



личних плоча и полиуретана, чиме је степен заштите овог тенка у односу на основну вер-

зију готово удвостручен. Нешто напреднији је оклоп са међуслојем од гуме, који је коришћен на Т-72Б и Т-90, на челу куполе и трупцу, као и на ирачким тенковима *T-55 енигма* (оклоп *khafji*) са неколико размакнутих „пакета“, кроз које пројектил мора да прође. Због већег степена заштите, Руси су се окренули ка ЕРО. Након што кумулативни млаз активира експлозив, долази до раздвајања две челичне плоче, које се самим раздвајањем крећу кроз кумулативни млаз, реметећи га и у великој мери смањујући пробојност (слика 9). Први оклоп овог типа је израелски *blazer* на тенковима *Centurion* и *M60*, као и руски контакт 1 на *T-72* и *T-80*. Друга генерација ЕРО има ефикасност и против пројектила који дејствују кинетичком енергијом и типични представник је руски контакт 5 са тенкова *T-80У* и *T-90*, као и последњи „издањак“, оклоп реликт са модер-



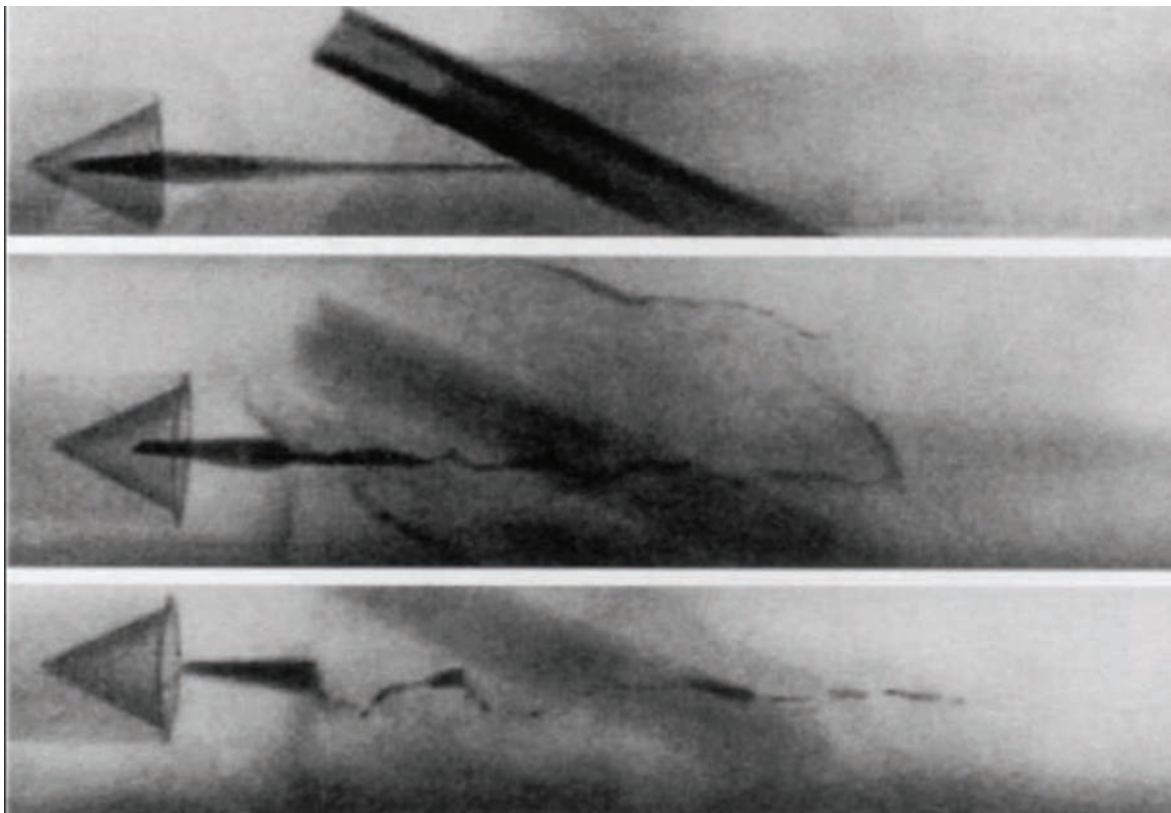
Будућност – *Leopard 2* опремљен системом заштите *AMAP*



Ирачки додатни оклоп *Khafji* на тенку 55 *Енигма*

низованих *T-80*. Тренутно најинтересантнији тип ERA је украјински нож, који се састоји од низа цилиндричних 2Д кумулативних пуњења, чијим дејством долази до пресецања APFSDS пројектила или кумулативног млаза на више места, чиме се у знатно већој мери смањује пробојност. Такође, повећана је и ефикасност против тандем-кумулятивних бојевих глава. Овај тип ERA изазвао је значајну пажњу и у САД, које иначе користе израелски ERA на својим БВП *Bradley*, тако да је непосредно по појављивању из Украјине набављен одређен број касета ERO нож. Основна предност ERO је висока масена ефикасност, чак до 20, а недостаци су непотпуна покривеност, тј. постојање балистичких „прозора“, тј. незаштићених места између касета и неуједначен степен заштите по површини једне касете. Упркос недостацима, ERO представља тренутно један од најатрактивнијих начина повећања оклопне заштите у свету, не само због високе масене ефикасности, већ и због релативно ниске цене.

Највећи проблем код ERA је велика енергија удара унутрашње челичне плоче, што може озбиљно да оштети релативно танки основни оклоп лакших оклопних возила. Због тога се прибегава различитим решењима: Израелци користе полимерни међуслој који у одређеној мери апсорбује енергију унутрашње плоче, сводећи је на прихватљив ниво, док су Немци на ERO стара заменили челичну плочу композитним материјалом. На овом ERO, при детонацији се композит распада у ситне делове, способне да смање ефикасност кумулативног млаза, а безопасни су по основни оклоп возила. Посебно је занимљив развој овог типа ERO у Русији. Наиме, након неуспешних експеримената са контакт 1 на возилу БМП-1, приступило се побољшавању, које је показало да такав оклоп може бити убрђен и успешно је примењен на БМП-3. Међутим, показало се да је маса експлозива још увек превелика и да при експлозији једне касете, долази до онеспособљавања превише околних кутија, остављају-



Принцип дејства ERO

ћи велику површину незаштићену. Коначно, 2006. је уведен нови тип касете под ознаком 4С24, који је уједно и мање осетљив на стрелачку муницију од претходних типова, а с друге стране, много успешније зауставља кумулативни млаз. Коначно, установљено је да је, генерално, утршак детонационе енергије ERO на заустављање кумулативног млаза свега на нивоу 10 до 15 %, што значи да се већи део касете заправо може сматрати мртвом масом. Такође, ефекат против муниције аутоматских топова 30 mm је минималан. Због тога је поново покренут програм развоја сендвич оклопа који су Совјети користили још средином прошлог века, али на бази наменски развијених материјала. Овај тип оклопа назива се NERA/NERO (Non- Explosive Reactive Armor) – неексплозивни реактивни оклоп и основни проблем је употреба материјала који би довољно брзо реаговали, како би се смањила пробојност врха кумулативног млаза. Такве материјале већ годинама развија и успешно продаје широм света немачка компанија IBD Deisenroth, која је 2010. године приказала најновији концепт свеобухватне активно-пасивне заштите тенкова под називом AMAP (системи заштите против APFSDS, кумула-

тивне муниције и импровизованих експлозивних средстава), који пружа заштиту са свих страна и намењена је за примену на тенковима *леопард 2* уз минимално повећање масе.

Противминска заштита возила

Противоклопне mine, наменске и импровизоване (често израђене на бази артиљеријске муниције) данас представљају најчешће коришћена противоклопна средства у терористичким акцијама, јер комбинују ефикасност са ниском ценом и безбедношћу употребе за нападача. Основни метод заштите представља ојачавање најосетљивијих делова возила, превасходно пода и блатобрана додатним челичним плочама, или сендвич конструкцијом која подразумева коришћење челика и полимера. Даље, примењује се обликовање пода возила у облику латиничног слова „В“, чиме се експлозија усмерава ван трупa возила. Тежи се што већем клиренсу, што може да проузрокује отежан улазак и излазак војника из возила. Такође, противминску заштиту повећавају нерањиве гуме, односно посебно профилисан уметак



који се поставља на наплатке точкова који, такође, поред задржавања функције точка при дејству пројектила стрелјачке муниције, обезбеђује и усмеравање експлозије према споља. Даље, примењује се вешање седишта о кров возила, као и додатне облоге са унутрашње стране возила. На тај начин, јасно је да је немогуће обезбедити неометано функционисање возила у случају детонације мине, на пример испод точка, али се итекако може рачунати на преживљавање посаде, што је без овог додатног оклопа раније било незамисливо.

Закључак

Може да се закључи да је тренутни статус развоја заштите оклопних возила достигао изузетно висок ниво. У погледу заштите тенкова може се рећи да је, изузимајући балистичке прозоре којих има на сваком возилу, степен заштите последњих варијанти тенкова превазишао пробојност тенковских топова. Даље тенденције повећања оклопне заштите прате тренд повећања превасходно бочне и кровне оклопне заштите, секундарно и заштите задњег тела возила. Основни мотив за ово повећање јесу борбе у урбаним срединама и противустаничка/противтерористичка дејства, где ватрено дејство на тенк може да се изврши из широког спектра. Лака оклопна возила, с друге стране, упркос развоју пасивне заштите, немају могућност пружања сигурности од дејства, рецимо, пројектила ручних ракетних бацача, без знатног

повећања масе или прибегавања активним системима заштите. Посебну проблематику представља заштита од мина и генерално импровизованих експлозивних средстава, где је апсолутну заштиту против импровизованих мина масе и до 100 кг, коришћених на Блиском истоку, практично немогуће извести. На основу тога може да се закључи да је даљи развој заштите оклопних возила изузетно динамичан процес, који захтева велика улагања и значајан научни рад, али никад не треба заборавити да заштиту возила у ширем смислу представља садејство са другим родовима и видовима оружаних снага.

Литература:

1. Ogorkiewitz, R.: Armor for Light Combat Vehicles, International Defence Review July/2002.
2. Балаш, С.: У Report 25, Београд, јул 2008.
3. Група аутора: Jane's AFV Retrofit Systems '92-'93, Jane's Information Group Ltd., Coulsdon, 1992.
4. Ogorkiewitz, R.: Technology of tanks, Jane's Information Group Limited, Coulsdon 1991.
5. Ђорђевић, М.: *Тенкови 1945–2005*, НИУ Војска, Београд, 1997.
6. Ђорђевић, М., Арсић, С.: *Оклопни транспортери 1945–2005*, НИУ Војска, Београд, 2001.
7. Kanter, N.: Employing Armor in Low-intensity Conflicts: Some Lessons for the U.S. Armor Force, *Armor*, January-February 2002.
8. Балаш, С.: „Убице из потаје“, *Одбрана* 114, Арсенал 42, Београд, 2010.
9. <http://www.exote-armor.com>
10. www.azom.com