

ROLA CZOŁGÓW I KIERUNKI ICH MODERNIZACJI W ŚWIETLE WSPÓŁCZESNYCH KONFLIKTÓW ASYMETRYCZNYCH – CZ. II OCHRONA I PRZETRWANIE NA POLU WALKI

Streszczenie. W publikacji zaprezentowano kierunki modernizacji podstawowego środka ogniowego pola walki jakim jest czołg, na tle charakteru obecnych konfliktów asymetrycznych. Na tle operacji wojskowych, które miały miejsce w ciągu ostatnich 30 lat przedstawiono trendy i wyniki prac nad nowymi rozwiązaniami zwiększającymi skuteczność czołgu na współczesnym nierzadko asymetrycznym polu walki, także w regionie zurbanizowanym. W części drugiej opisano tendencje rozwojowe w dziedzinie opancerzenia pasywnego i aktywnego oraz wybrane aspekty obniżenia wykrywalności czołgów na polu walki. Scharakteryzowano kilka wybranych systemów aktywnej osłony wozów bojowych, zaprezentowano nowe rozwiązania techniczne w dziedzinie opancerzenia reaktywnego oraz przedstawiono tendencje rozwojowe w dziedzinie obniżenia wykrywalności wozów bojowych na współczesnym polu walki.

Słowa kluczowe: czołg, konflikt asymetryczny, opancerzenie aktywne, opancerzenie pasywne

The Role of Tanks and Directions of their Modernization in the Aspect of Contemporary Asymmetrical Conflicts – Part II Protection and Survivability on Battlefield

Abstract. In the publication an influence of current asymmetrical conflicts on directions of the modernization of battle tanks was introduced. Relating to military operations which have taken place recently for 30 years some trends and results of studies on new solutions increasing the effectiveness of the tank on contemporary and frequently asymmetrical battlefield, also in the urbanized areas, were presented. In part two the tendencies of the passive and active protection and decreasing the detectability of tanks on the battlefield were described. A few chosen systems of the active protection systems of armored fighting vehicles were characterized. Also the new technical solutions of the reactive armours as well as developmental tendencies in the field of lowering the detectability of armored fighting vehicles on the contemporary battlefield were presented.

Keywords: tank, asymmetrical conflict, active protection, passive protection

1. Wprowadzenie

Opancerzenie ma podstawowy wpływ na odporność czołgu na oddziaływanie broni przeciwpancernej przeciwnika. Odporność pierwotna polega na takim ukształtowaniu konstrukcji, aby zminimalizować prawdopodobieństwo trafienia. Opancerzenie kształtuje tzw. odporność wtórną, polegającą na ochronie wnętrza już w przypadku trafienia. Ponieważ działanie niszczące pocisku prawie zawsze polega na penetracji osłony pancernej czołgu i rażeniu jego wnętrza, zatem przy konstruowaniu pancerzy dąży się do osiągnięcia jak największej

odporności na przebicie zarówno strumieniem kumulacyjnym, jak i rdzeniem pocisku podkalibrowego. Przez wiele lat, praktycznie aż do pojawienia się czołgów III generacji, przy ich budowie wykorzystywano wyłącznie stal stopową (na ogół z dodatkiem niklu, chromu i molibdenu) w postaci płyt walcowanych i odlewów. Przed głównym pancernem czołowym umieszczano na ogół jedną lub dwie cieńsze płyty spełniające funkcję ekranów przeciwkumulacyjnych. Typowa grubość sprowadzona (w przeliczeniu na płyty ustawione pionowo) pancerzy czołowych czołgów I i II generacji wahała się w granicach 100÷250 mm. Z reguły nie zapewniało to odporności na pociski kumulacyjne czołgów potencjalnego przeciwnika. Pancerze czołowe czołgów III generacji są odporne na większość stosowanych obecnie pocisków przeciwpancernych, w tym z reguły na przebicie pociskami kumulacyjnymi kalibru 120÷125 mm [1].

Aby uzyskać dużą odporność materiału pancerza na przebicie (dla ograniczonej względami konstrukcyjno-taktycznymi masy) należy wykorzystać szereg materiałów o nowych właściwościach. Kompozycje ceramiczne i kompozyty z tworzyw sztucznych o dużej wytrzymałości mechanicznej i małej masie stosuje się w wielu już produkowanych czołgach, podobnie jak pancerz warstwowy metalowo-ceramiczny. Stosowane od około 20 lat pancerze stalowo-ceramiczne (tzw. Chobham), są do 3 razy odporniejsze na pociski kumulacyjne niż pancerze ze stali pancernej o tej samej masie [2].

W przypadku konstrukcji czołgów z krajów b. Związku Radzieckiego podjęto prace nad osłonami reaktywnymi. Najpierw pojawił się Kontakt-1 a następnie Kontakt-5 łączący osłonę przeciw pociskom typu HEAT z możliwością poważnego uszkodzenia penetratorów pocisków APFSDS.

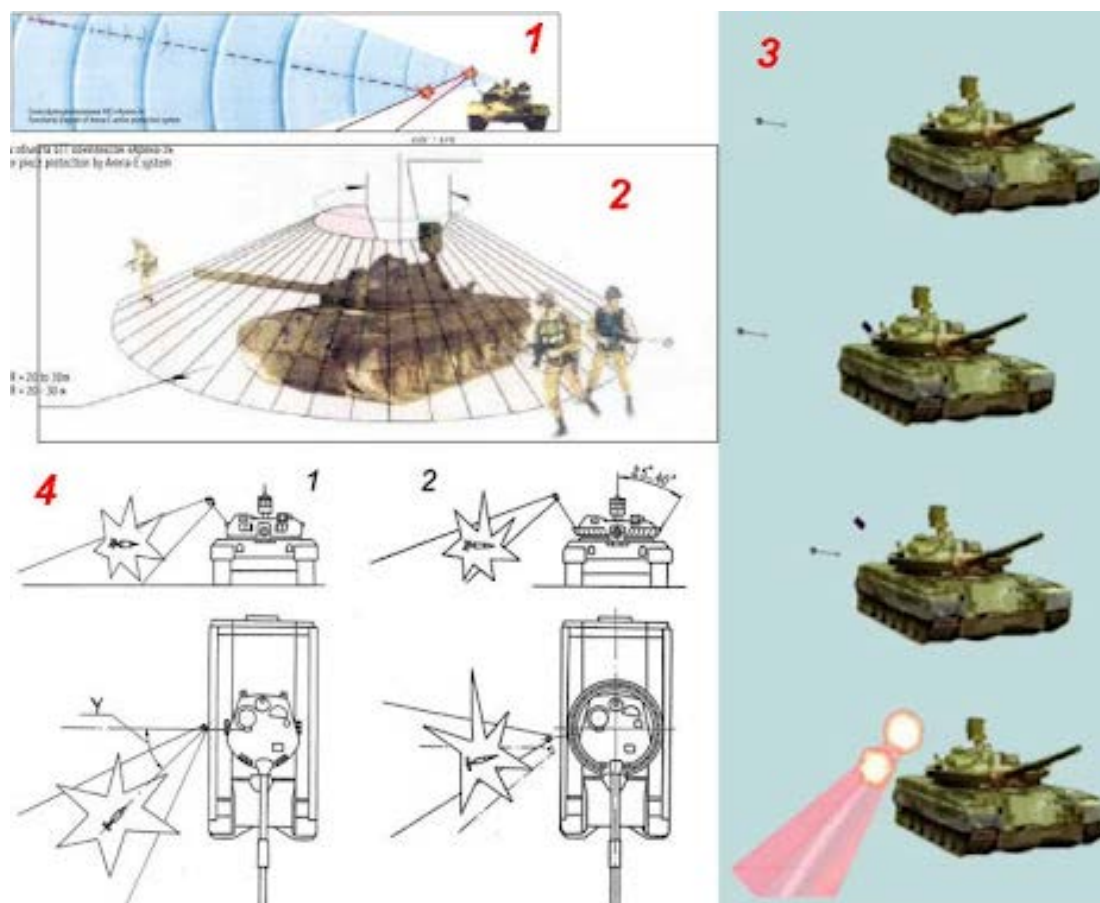
2. Aktywne systemy osłony

Najbardziej zaawansowanymi systemami obecnie rozwijanymi i wdrażanymi są systemy osłony aktywnej APS (Armor Protection System).

Celem systemu APS jest zniszczenie lub unieszkodliwienie pocisku typu rgppanc lub ppk zanim trafi w czołg. Pierwszy systemem, który opracowano w byłym ZSRR był Drozd, wprowadzony w niewielkiej ilości (ze względu na wysoką cenę) do wyposażenia czołgów T-55 w roku 1983. Dość skutecznie chronił wozy przed ówczesnymi ppk oraz granatami wystrzeliwanym z RPG.

Na fali rozwoju nowych technologii w tym radiolokacyjnych w latach 90-tych ubiegłego wieku nastąpił również wyraźny postęp prac badawczych, które skutkowały pierwszymi opracowaniami funkcjonalnymi zestawów aktywnej osłony wozów bojowych w połowie pierwszego 10-lecia XXI wieku. Poniżej zamieszczono charakterystyki kilku wybranych systemów APS stosowanych do ochrony czołgów.

Rosyjski system ARENA opracowano jako następcę wspomnianego wcześniej systemu Drozd. Arena składa się z bloku wykrywania nadlatujących pocisków opartego na technologii radarowej, jednostki sterującej umieszczonej wewnątrz ochraniającego pojazdu, oraz montowanych dookoła wieży wystrzeliwanych kaset (około 20 sztuk). System (o masie 1100 kg) może zwalczać cele poruszające się z prędkością 70÷700 m/s za pomocą strumieni odłamków generowanych poprzez odstrzeliwane automatycznie kasyety w strefie około 220° dookoła wieży (rys. 1).



Rys. 1. Schematy działania systemu ARENA [3]

W trakcie badań systemu Arena dowiedziono skuteczności w zwalczaniu typowych pocisków wyrzeliwanych z RPG-7, SPG-9 oraz ppk. Odstrzelone kasety można łatwo zastąpić w warunkach polowych. Trzydziestometrowa strefa rażenia odłamkami z kaset stanowi istotne ograniczenia dla własnej piechoty. Innym ograniczeniem jest brak możliwości zwalczania pocisków podkalibrowych oraz amunicji atakującej z górnej półsfery. Prawdopodobnie zestaw ten nie został jeszcze wprowadzony do wyposażenia czołgów armii rosyjskiej.

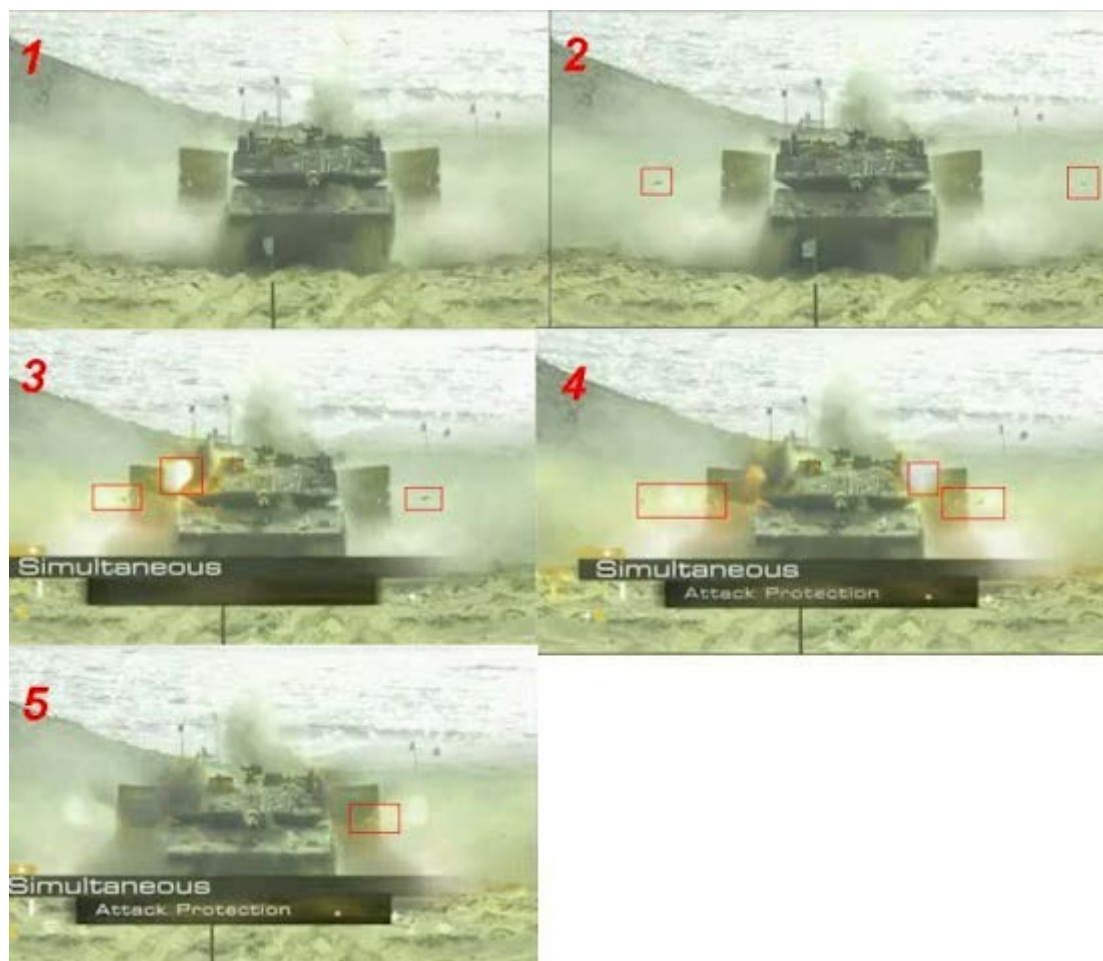
System Zasłon jest ukraińską ofertą rynkową stanowiącą konkurencję dla rosyjskiej Areny (rys. 2). System Zasłon składa się z jednostki sterującej i modułów ochronnych (od 2 do 6), gdzie każdy z nich mieści dwa wysuwane elementy wybuchowe oddziałujące na pociski atakujące chroniony pojazd. Masa pojedynczego modułu wynosi 138 kg, zaś masa zestawu złożonego z 6 modułów – około 800 kg. Elementem wykrywającym jest radar pracujący na długości fal milimetrowych. Zadziałanie elementów wybuchowych ma na celu uszkodzenie lub zniszczenie głowicy pocisku kumulacyjnego oraz wybicie z trajektorii lotu pocisku kinetycznego (w tym podkalibrowego).



Rys. 2. Schemat działania systemu Zaslon wraz z widokiem przygotowania modułów ochronnych do pracy bojowej (fot. Immersion Hi Tech LTD) [3]

Zaletą systemu jest stosunkowo mała masa, umożliwiająca ochronę nie tylko ciężkich wozów bojowych. W porównaniu do rosyjskiej Areny system ukraiński może zwalczać cele poruszające się z prędkością 70÷1200 m/s, co sugeruje potencjalną możliwość zwalczania pocisków podkalibrowych. Jednakże prezentacje video skuteczności systemu w zwalczaniu amunicji kinetycznej obejmują amunicję starszej generacji typu 3BM22. Niewiadomym jest jaką skutecznością wykazałby się ten system w ochronie przed obecnie występującymi na uzbrojeniu nowoczesnymi pociskami z penetratorami wykonanymi całkowicie ze spieku na osnowie wolframowej lub zubożonego uranu, które charakteryzują się prędkościami uderzenia w cel przekraczającymi 1550 m/s na odległości 2000 m.

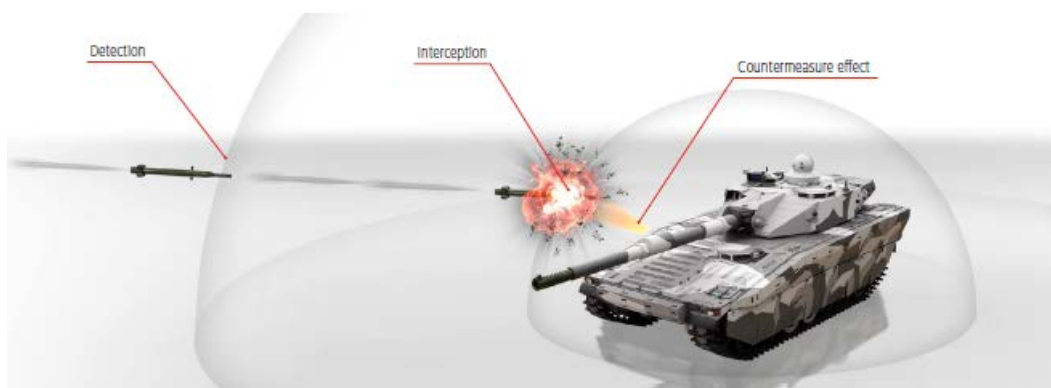
Izraelski system Trophy jest pierwszym produkowanym seryjnie od roku 2009 i wprowadzonym na wyposażenie czołgów izraelskich systemem w świecie (rys. 3). System opracowano głównie na podstawie doświadczeń z wojny w Libanie, podczas której kilkadziesiąt czołgów izraelskich typu Merkava uległo uszkodzeniom lub zniszczeniom pod wpływem ostrzału współczesnymi granatnikami (np. RPG-29) czy ppk (Metis, Kornet, Milan). Zasada działania systemu opiera się na wykryciu nadlatującego pocisku przez system radarowy i wystrzelenie w odpowiednim czasie przeciw pocisku typu EFP. Do zabezpieczenia okężnej ochrony wozu wymagane jest zamontowanie dwóch modułów z przeciw pociskami, z których każdy posiada masę około 800 kg. Masa całego systemu wraz z jednostką sterującą, zestawem radarowym, zasilaniem wynosi około 2 t. System Trophy niestety nie jest przeznaczony do zwalczania penetratorów pocisków podkalibrowych. Opracowano także jego lżejszą wersję przeznaczoną do zamontowania na lekkich wozach opancerzonych.



Rys. 3. Schemat sekwencyjnego działania systemu Trophy przeciwko pociskom nadlatującym z dwóch stron (fot. Rafael) [3]

Niemiecki system AMAP-APS (rys. 4) jest aktywnym modulem systemu ochrony wozu bojowego składającego się z kilku elementów, w koncepcji którego każdy zwalcza inny rodzaj zagrożenia (AMAP-SC – zwalczanie amunicji kumulacyjnej, AMAP-B – ochrona balistyczna przez amunicją kinetyczną, AMAP-IED – ochrona przed oddziaływaniem improwizowanych ładunków wybuchowych, AMAP-R – ochrona przed oddziaływaniem podpocisków amunicji kasetowej atakujących z górnej półsfery, AMAP – M – ochrona przeciwminowa, AMAP – L – ochrona przez przenikaniem odłamków do wnętrza wozu).

Dzięki zastosowaniu wielokanałowej detekcji i możliwości zwalczania pocisków podkalibrowych oraz penetratorów formowanych wybuchowo system ten stanowi obecnie najbardziej zaawansowaną ofertę na rynku tego typu produktów. Także ze względu na szerokie możliwości konfiguracji systemu może przeciwdziałać trzem kolejnym atakom na ten sam sektor obrony.



Rys. 4. Schemat działania systemu AMAP-APS (rys. IBD-Deisenroth Engineering) [3]

Rozproszona architektura systemu APAM-APS umożliwia jej szybką naprawę lub wymianę bez konieczności dezaktywacji innych modułów. Dla przykładu wóz odpowiadający konstrukcji CV90120T jest chroniony około 23 modułami (po 10 na burtach pojazdu i 3 na froncie kadłuba). Głównymi składnikami pakietu są urządzenia radiolokacyjne pracujące na długości fal milimetrowych oraz wyspecjalizowane czujniki optoelektroniczne. Pakiety wybuchowe prawdopodobnie zawierają matrycę precyzyjnych zapalników ze superszybkimi spłonkami oraz ładunek wybuchowy, charakteryzujący się dużą prędkością produktów detonacji typu DIME (Dense Inert Metal Explosive), zawierających m.in. wolframowy proszek.

W odległości do 2 m od pojazdu cel jest niszczonej za pomocą chmury produktów detonacji materiału wybuchowego i proszku wolframowego. Już w odległości 5 m od pojazdu chmura ta nie zagraża piechocie własnej. Masa całego zestawu AMAP-APS przeznaczonego dla czołgu Leopard 2 wynosi około 2,5 tony (rys. 5).



Rys. 5. Czołg Leopard 2 wyposażony w m.in. moduły systemu AMAP [3]

3. Nowe pancerze reaktywne

W ostatnich latach coraz większą uwagę poświęca się nowym, dynamicznym środkom ochrony czołgów, przede wszystkim tzw. pancerzom reaktywnym. Pancerz taki składa się z wielu, odseparowanych od siebie elementów (najczęściej prostopadłościennych) wykonanych ze specjalnego materiału wybuchowego. Poszczególne fragmenty nie eksplodują po trafieniu pociskami broni strzeleckiej lub artylerii małokalibrowej. Dopiero po trafieniu większym pociskiem jedna (lub dwie) trafiona „kostka” detonuje, powodując rozproszenie skupionej energii pocisku kinetycznego lub strumienia kumulacyjnego.

Pancerz stalowy z elementami „reaktywnymi” charakteryzuje się znacznie większą odpornością na oddziaływanie pocisków kumulacyjnych niż pancerz konwencjonalny o tej samej masie. Najnowsze generacje tego pancerza charakteryzują się także zwiększoną odpornością

na kinetyczne pociski podkalibrowe. Elementy wykonane z materiału wybuchowego (na Zachodzie znane jako ERA lub Blazer) po raz pierwszy jako dodatkowe opancerzenie zastosowała armia izraelska podczas działań w Libanie w 1982 roku. Były one montowane na czołgach typu M-60. Od tamtego czasu pancerz „reaktywny” stosowany jest na coraz większą skalę i należy się spodziewać jego wykorzystania również w czołgach nowej generacji. Obecnie standardowo w takie opancerzenie wyposażone są rosyjskie czołgi *T-80* i *T-90* (KONTAKT), a także polskie *PT-91* (ERAWA-1, ERAWA-2).

Jedną z najnowocześniejszych konstrukcji w tym segmencie opancerzenia jest ukraiński „Nóż” (rys. 6). Jego konstrukcja charakteryzuje się tym, że zamiast układu dwóch stalowych płytek z mało wrażliwym materiałem wybuchowym pomiędzy nimi umieszczonych w kasecie, zastosowano podłużne ładunki kumulacyjne. Podczas uderzenia pocisku w opancerzenie zostają zainicjowane ładunki kumulacyjne umieszczone liniowo w kasecie. Następnie formowane są „tnące” pocisk strumienie kumulacyjne, skąd nazwa systemu „Nóż”. Zgodnie z informacjami podawanymi przez producenta pancerz skutecznie zwalcza zarówno pociski z głowicami kumulacyjnymi, EPF oraz penetratory pocisków podkalibrowych.

Rozwinięciem pancerza reaktywnego „Nóż” jest „Nóż 2. Wersja ta jest montowana na czołgach T-84M „Opłot-M” w przedniej części wieży.



Rys. 6. Czołg T-84M „Opłot-M” z zamontowanymi elementami opancerzenia „Nóż” [3]

W modułowej wieży montowane są dwie lub trzy warstwy kaset „Nóż 2”, natomiast przednia płyta kadłuba chroniona jest jedną warstwą kaset.

Podczas eksploatacji bojowej czołgów M1A2 Abrams w Iraku stwierdzono, iż burty kadłuba oraz w niektórych przypadkach także wieży są niedostatecznie zabezpieczone przed ostrzałem z współczesnej amunicji granatników przeciwpancernych, a także przed atakiem „fugasów”, które w skrajnych przypadkach uszkadzały wozy w stopniu uniemożliwiającym przeprowadzenie naprawy kadłuba.

W związku z powyższym w celu zwiększenia ochrony czołgów Abrams w rejonie zurbanizowanym opracowano program unowocześnienia wyposażenia czołgu pod nazwą TUSK-1 (Tank Urban Survivability Kit – *Czołgowy Zestaw do Przetrvania w Mieście*), na który składają się m.in. następujące komponenty (rys. 7):

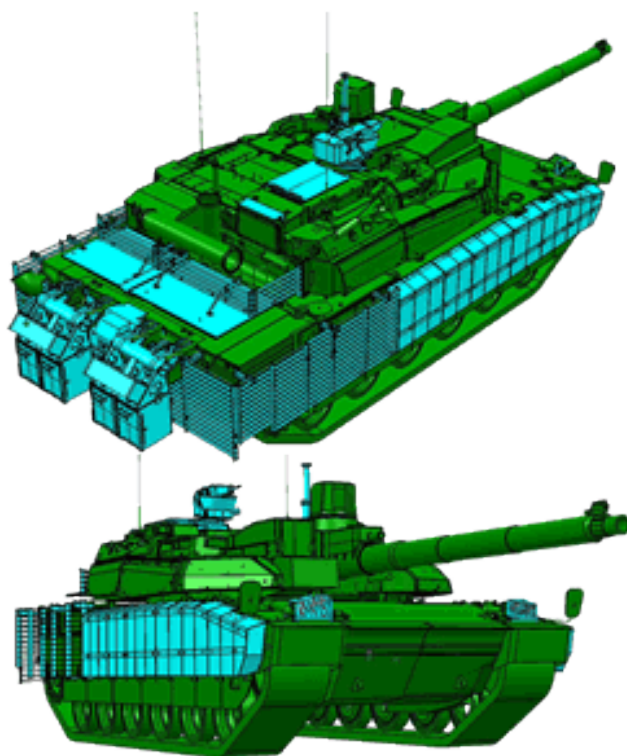
- Pancerz reaktywny typu SLERA (NERA) M19 ARAT-1 (Abrams Reactive Armor Tiles-1) zamocowany na fartuchach burt kadłuba,
- Zestaw do przeciwdziałaniu skutkom wybuchów fugasów C-IED (Counter – Improvised Explosive Devices), składający się z dodatkowego wyprofilowanego w kształcie V pancerza dna kadłuba o grubości 150÷200 mm i masie około 1÷1,5 t., a także specjalnego fotela dla kierowcy zapobiegającego odniesieniu przez niego obrażeń,
- Osłony balistyczne zamontowane przy wjazdach dowódcy i ładowniczego LAGS/TAGS (Loader Armored Gun Shield/Transparent Armored Gun Shield).



Rys.7. Zestaw pakietu modernizacyjnego TUSK-1 do czołgu M1A2 Abrams (fot. US Army) [3]

W trakcie eksploatacji czołgów wyposażonych w system TUSK-1 dokonano jego modernizacji funkcjonalnej (TUSK-2) obejmującej dodatkowe kasety pancerza reaktywnego M32 ARAT-2 (Abrams Reactive Armor Tiles-2), mocowane na kasetach M19 ARAT-1 znajdujących się na burtach kadłuba oraz na burtach wieży. Masa pojazdów M1A2 Abrams z zamontowanym zestawem wzrasta do około 65 t.

W związku z planami armii francuskiej, dotyczącymi dostosowania czołgów do działań w regionie zurbanizowanym, w roku 2006 roku firma Nexter Systems zaprezentowała nową wersję czołgu Leclerc o nazwie AZUR (Action en Zone Urban), który został wyposażony w dodatkowe opancerzenia na burtach i w tylnej części wozu (rys. 8). Pancerz dodatkowy został wykonany z materiałów kompozytowych. Zwiększają one ochronę przedziału załogi. W tylnej części kadłuba i wieży zamontowano pancerz prętowy chroniący przede wszystkim przed oddziaływaniem amunicji wystrzelanej z ręcznych granatników przeciwpancernych. Zgodnie z informacjami producenta modułowy system AZUR można zamontować na podstawowej wersji czołgu Leclerc w ciągu około 4÷6 godzin.



Rys. 8. Model czołgu Leclerc z wyszczególnionym pakietem modernizacyjnym AZUR (fot. Nexter) [3]

4. Obniżenie wykrywalności

Jednym z kierunków modernizacji obecnych konstrukcji czołgów, w większości armii świata, jest także zminimalizowanie wykrywalności przez przyrządy nokto- i termowizyjne oraz urządzenia radiolokacyjne, używane w celu naprowadzania ppk i broni inteligentnej (np. artyleryjskie systemy SADARM, BONUS itp.). Prowadzone są prace polegające m.in. na zastosowaniu technologii „stealth”. Jako przykład można przedstawić eksperymentalne wersje czołgów francuskiego AMX-30 (rys. 9) i niemieckiego Leopard 2 (rys. 10) o obniżonej wykrywalności w zakresie termowizji i radiolokacji. W Polsce (do ochrony czołgu PT-91) stosuje się absorber mikrofalowy, który umożliwia zmniejszenie odległości wykrycia przez radar o około 50% [4].



Rys. 9. Eksperymentalny czołg AMX-30 w wersji „stealth” (fot. Giat Industries). [3]



Rys. 10. Pojazd wykonany na bazie czołgu Leopard 2 w technologii obniżonej wykrywalności EGS (fot. Krauss-Maffei). [3]

Brytyjski koncern zbrojeniowy BAE Systems pracuje nad nowym rodzajem kamuflażu dla pojazdów pancernych, który sprawi, że pojazdy będą niewidoczne gołym okiem. Kamuflaż ten ma być aktywny, co oznacza, że będzie się dostosowywał do otoczenia i zmieniał wraz z przemieszczaniem się czołgu (rys. 11).

Technologia polega na zastosowaniu specjalnie zaprojektowanych materiałów, określanych jako e-tusz. Materiał pokrywający czołg, na podstawie informacji z licznych czujników rozmieszczonych wokół pojazdu, będzie potrafił wyświetlić obraz otoczenia na pancerzu.

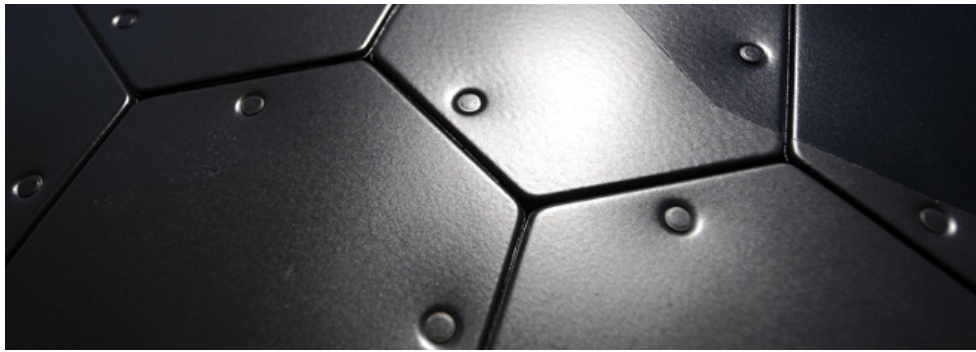


Rys. 11. Koncepcja maskowania pojazdów pancernych e-tuszem (for. BAE Systems) [3]

Specjaliści z BAE Systems przewidują, że pierwsze egzemplarze mogą trafić do produkcji już za kilka lat. Szczególnie zainteresowanym jest brytyjskie Ministerstwo Obrony, które przytacza w tym aspekcie problemy z zastosowaniem czołgów afgańskiej prowincji Helmand. Okazuje się, że pojazdy tam operujące mają maskowanie pustynne, przez co stały się bardzo łatwym celem dla bojowników, w terenie pokrytym zielenią.

Również koncern BAE Systems pracuje nad zastosowaniem nowych specjalnych powłok maskujących kształt czołgu w podczerwieni. Technologia maskująca ciepło wydzielane przez urządzenie może upodobnić jego kształt na przykład do samochodu, dzięki czemu nie będzie on oczywistym celem ataku.

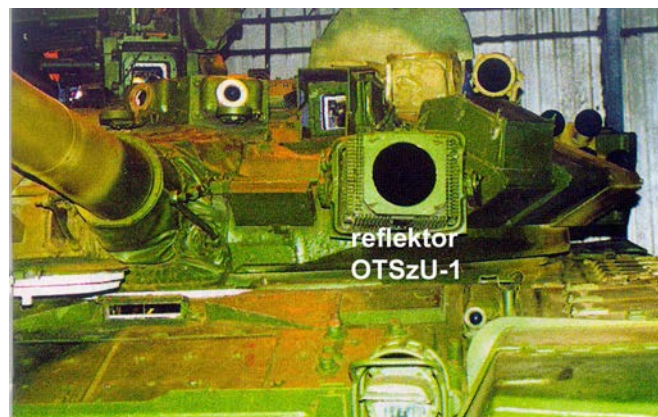
System maskowania jest zbudowany z sześciokątnych paneli o przekątnej 14 cm wykonanych z materiału, który w bardzo krótkim czasie potrafi zmienić swoją temperaturę, dostosowując się do zmiennego otoczenia (rys. 12). Kształt paneli umożliwia ich łączenie ze sobą w wielu płaszczyznach, przez co mogą być wykorzystane do pokrycia niemalże każdej powierzchni. Przykładowo – na płaszczyznę do pokrycia niewielkiego pojazdu opancerzonego potrzeba około 1000 sztuk paneli.



Rys. 12. Struktura paneli maskujących (BAE Systems) [3]

Innym kierunkiem zwiększania ochrony czołgu przed kierowanymi środkami przeciwpancernymi jest zastosowanie aktywnych systemów zakłócających.

Największymi osiągnięciami w tej dziedzinie mogą się poszczycić Rosjanie. Jeden z najnowszych czołgów rosyjskich T-90 jest wyposażony w kompleks zakłócający Szora-1 [5], którego zadaniem jest zwiększenie stopnia ochrony czołgu przed ppk wykorzystującymi laserowy pomiar odległości i laserowy system naprowadzania. Specyfiką tego systemu jest zastosowanie elektro-optycznej stacji zakłócającej z reflektorami OTSzU-1. Jej zadaniem jest „zmylenie” koordynatora systemu naprowadzania ppk w wyniku, czego koordynator przekazuje do pocisku komendy nieodzwierciedlające rzeczywistego odchylenia pocisku od linii celowania.



Rys. 13. Wieża czołgu T-90 z reflektorem OTSzU-1 (fot. Siergiej Suworow) [5]

5. Podsumowanie

Zdolność systemów aktywnej ochrony wozów bojowych do zwalczania amunicji współczesnych rgppanc czy ppk pozwala na szerszy i skuteczniejszy udział czołgów w operacjach prowadzonych w terenie zurbanizowanym. Ponadto systemy te będą coraz skuteczniej ochraniać wozy bojowe przed oddziaływaniem pocisków kierowanych odpalanych z pokładów środków wsparcia lotniczego (samoloty, śmigłowce, BSL). Rozwijane systemy maskowania w zakresie widzialnym i podczerwieni w niedalekiej przyszłości wpłyną na zmianę taktyki działania wozów bojowych. Tym sposobem czołgi nieco „wycofane” w obecnych konfliktach najpewniej powrócą jako podstawowy środek pola walki dysponując nowymi możliwościami ochrony i zwalczania przeciwnika. Szeroko stosowane w świecie programy modernizacyjne czołgów w kierunku zwiększenia ich zdolności do przetrwania na współczesnym polu walki świadczą o niezmiennie wiodącym znaczeniu czołgów w strukturach wojsk lądowych.

Literatura

- [1] Witkowski I., Czołgi Świata, Wydawnictwo WIS s.c., Warszawa, str. 37÷40, 1993.
- [2] Dąbrowski M.: Czołgi – obecnie i w przyszłości. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, (28) nr 2, str. 15÷26, 2011.
- [3] Materiały reklamowe firm: Immersion Hi Tech LTD, Rafael, IBD Deisenroth Engineering, Nexter, Giat Industries, Krauss-Maffei, BAE Systems, 2012.
- [4] Magier M.: Przyszłość czołgów. Nowa Technika Wojskowa nr 5/2003, str. 28÷29, 2003.
- [5] Suworow S.: T-90 – pierwszy seryjny czołg Rosji – Opis techniczny. Nowa Technika Wojskowa nr 3/2003, str. 22, 2003.