

Marek **DĄBROWSKI**
Zbigniew **KOMAŃSKI**

AKTYWNE SYSTEMY OBRONY POJAZDÓW (ASOP) cz. I

Streszczenie: W artykule omówiono Aktywny System Ochrony Pojazdów (ASOP), które są koncepcją zapewniającą obronę dla pojazdów opancerzonych w połączeniu z pancerzem pasywnym. System zwiększa stopień przeżywalności wyposażonej w niego platformy w przypadku ataku przeciwpancernej pocisku kierowanego (ppk), pocisku wystrzelonego z ręcznego granatnika przeciwpancernej (rpg), kumulacyjnego pocisku przeciwpancernej, pocisków artyleryjskich i moździerzowych ognia pośredniego czy kierowanych pocisków z platform powietrznych. Pancerz pojazdu powinien zapewniać ochronę przeciwko zagrożeniom, wobec których ASOP nie jest skuteczny. Zagrożenia te obejmują pociski broni strzeleckiej, szybkostrzelnych armat automatycznych, miny, ładunki EFP, improwizowane ładunki wybuchowe (IED), przeciwpancerne pociski podkalibrowe oraz odłamki. Koncepcja użycia ASOP zakłada połączenie zaawansowanych sensorów, układu przelicznika (procesora) systemu kierowania, opancerzenia oraz zaawansowanego uzbrojenia w zintegrowany system na chronionej platformie. ASOP składa się z czujników wykrywania, śledzenia, sygnalizacji i przeciwdziałania zagrożeniu w połączeniu z ochroną bierną pojazdu.

Słowa kluczowe: Aktywny System Obrony Pojazdów (ASOP), systemy zakłócające i obezwładniające układy naprowadzania atakującego pocisku, systemy zwalczające atakujący pocisk.

1. WPROWADZENIE

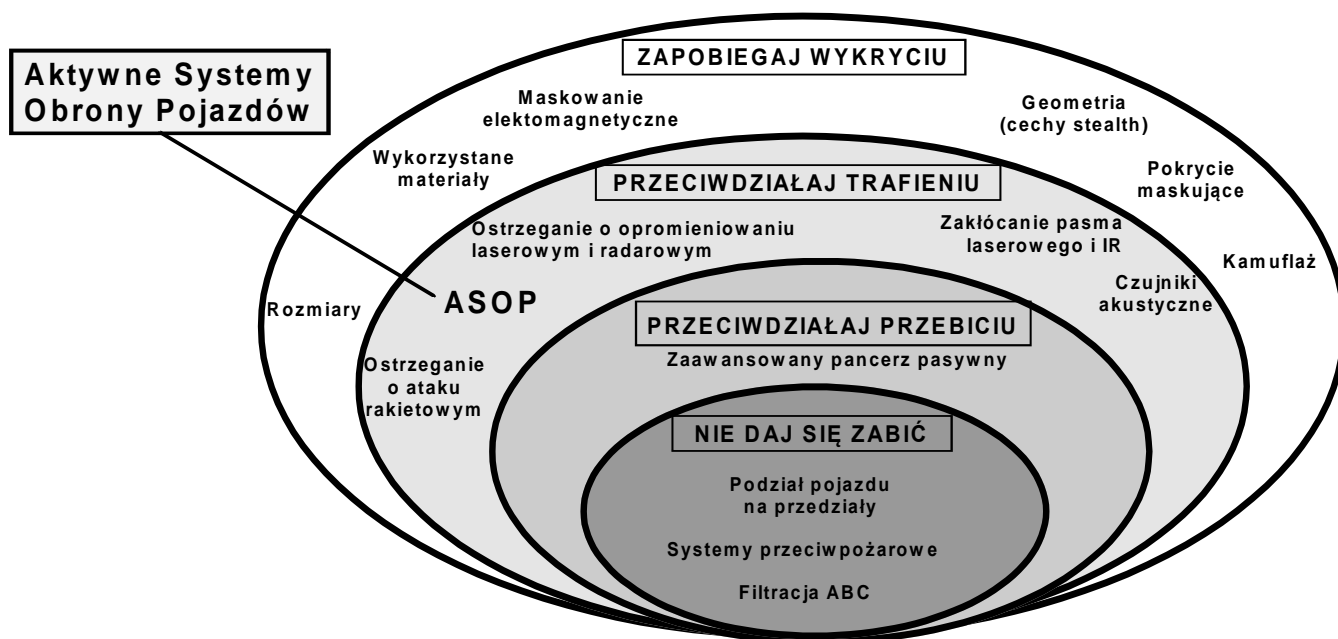
We współczesnych lądowych działaniach militarnych o dużej intensywności, zarówno o charakterze ofensywnym, jak i defensywnym podstawową rolę nadal odgrywają jednostki zmechanizowane i zmotoryzowane wsparte działaniami czołgów i różnego rodzaju pojazdów bojowych. O ich użyteczności decyduje nie tylko zdolność do przełamania obrony przeciwnika, ale również wysoki potencjał obronny. Wysoka odporność na uderzenia przeciwnika, skuteczność ogniowa przeciw różnym celom, połączona z mobilnością działania pozwala przypuszczać, że w najbliższym trzydziestoleciu lekkie, średnie i ciężkie wozy bojowe pozostaną podstawowym uzbrojeniem każdej formacji biorącej udział w działaniach lądowych. Świadczy o tym m.in. utrzymywanie wysokiego potencjału tego typu uzbrojenia przez największe państwa NATO oraz przeznaczanie wysokich nakładów finansowych na prace badawcze i rozwojowe nad nowymi platformami dostosowanymi do zmieniających się potrzeb. Jednocześnie należy odnotować gwałtowny wzrost ilości i jakości środków ogniowych zdolnych do niszczenia bądź obezwładniania pojazdów opancerzonych, czego potwierdzeniem są operacje wojskowe prowadzone przez siły zbrojne wielu państw w Iraku i Afganistanie oraz konflikty lokalne, jak np. Izrael – Liban/Strefa Gazy, Rosja - Gruzja.

2. ASOP

2.1 Miejsce i skuteczność w systemie obrony pojazdów

Zwiększenie zdolności przetrwania platform lądowych na współczesnym polu walki jest złożonym technicznie zagadnieniem, które już na etapie konstrukcji pojazdu wymusza

konieczność uwzględnienia szerokiej gamy czynników wpływających na poziom ochrony pojazdu.



Rys. 1. Poziomy ochrony i czynniki wpływające na zdolność przetrwania pojazdu na polu walki

Jak wynika z rys. 1, aktywne systemy obrony pojazdu (ASOP) są jednym z czynników wpływających na zdolność przetrwania pojazdu na polu walki. Przesłankami przemawiających za rozwojem i wprowadzaniem ASOP na uzbrojenie są nowe wyzwania w zakresie taktyki walki, rozwój metod ataku z zastosowaniem coraz bardziej skutecznego uzbrojenia przeciwpancerne oraz rosnący, niekorzystny ekonomicznie stosunek pojazd opancerzony – system przeciwpancerne. Do istotnych czynników zaliczyć należy także:

- gwałtowny rozwój środków przeciwpancerne, powodujący zachwianie równowagi oddziaływania pocisk/pancerz na korzyść tego pierwszego;
- ograniczenia dalszego rozwoju pancerzy pasywnych i reaktywnych, których ciężar dla współczesnych wozów bojowych osiągnął poziom krytyczny;
- zwiększenie intensywności prowadzenia działań w terenie zurbanizowanym, co wymaga zapewnienia praktycznie tego samego poziomu obrony dla całego pojazdu ze względu na wielokierunkowość możliwego ataku (np. z tyłu, z górnej półsfery);
- niezależność działania obrony aktywnej od sposobu naprowadzania pocisków na broniony obiekt;
- autonomiczność działania w zakresie wykrywania zagrożenia i jego zwalczania;
- możliwość zwiększenia stopnia obrony poprzez wprowadzanie nowych rozwiązań ASOP, bez konieczności ingerencji w klasyczny pancerz;
- możliwość rozwoju systemów ASOP pozwalająca na jednoczesne zwalczanie kilku zagrożeń z różnych kierunków;
- potencjał rozwojowy.

W oparciu o doświadczenia zebrane przez użytkowników współczesnych ASOP stwierdzono, że powszechnie zauważalnymi mankamentami tych systemów są:

- mała skuteczność obecnie stosowanych ASOP przeciwko wybuchowo formowanym penetratorom (EFP) min kierunkowych oraz przeciwko improwizowanym ładunkom wybuchowym (IED);
- mała skuteczność przeciwko pociskom o dużej prędkości i energii kinetycznej (np. podkalibrowym);
- mniejsza skuteczność przeciwko pociskom atakującym z góry (dotyczy wybranych systemów);
- możliwość rażenia odłamkami i produktami wybuchu pododdziałów własnych, wspierających działania wozów bojowych – w działaniach obronnych oraz w czasie walk w terenie zurbanizowanym konieczne jest uwzględnianie obecności pododdziałów desantu/wsparcia poprzez organizowanie aktywnej obrony sektorowej i minimalizowanie efektów ubocznych procesu niszczenia środków przeciwpancernych;
- zagrożenie atakiem przez pociski naprowadzane na źródło fal radarowych emitowanych przez podsystem radiolokacyjny bronionego pojazdu (w niedalekiej przyszłości środki przeciwpancerne mogą być rozwijane pod tym właśnie kątem);
- ograniczenia funkcjonalne stosowanych ASOP, które w większości są tak zaprogramowane, by nie reagować na pociski mniejszych kalibrów, ptaki, kamienie itp., czego efektem jest np. brak reakcji systemu w przypadku ataku z użyciem granatu ręcznego z substancją zapalającą (klejącą, farbą trudno zmywalną);
- eliminacja systemu lub spadek jego skuteczności w przypadku masowego ostrzału obiektu (grupy obiektów) pociskami, odłamkami lub rakietami różnych kalibrów;
- mała skuteczność przeciwko zaawansowanej technologicznie broni – elektromagnetycznej, elektrotermicznej lub opartej na wykorzystaniu lasera.

2.2 Działanie i funkcje systemu

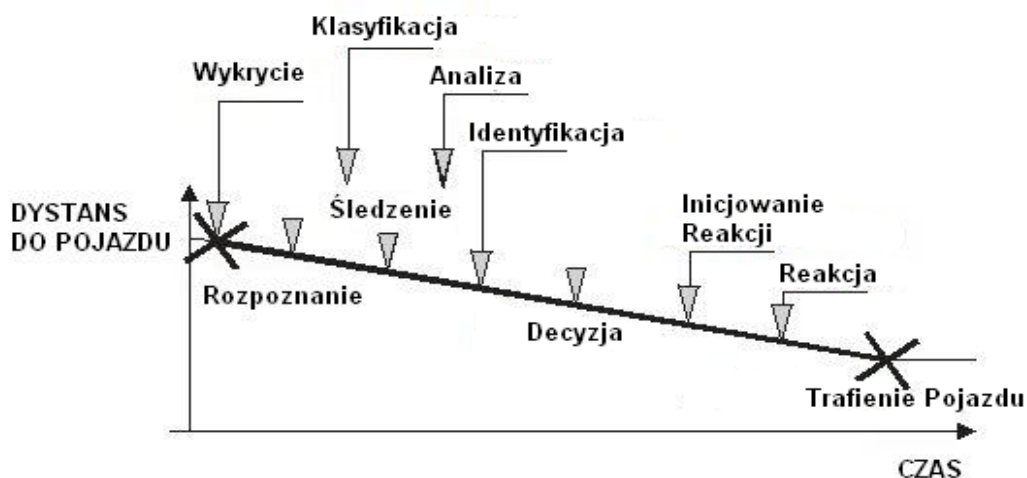
Ze względu na zasadę działania ASOP dzielą się na 2 grupy:

1. **Systemy zakłócające i obezwładniające układy naprowadzania atakującego pocisku** (poprzez zadymianie, maskowanie, stosowanie pułapek zakłócających lub zakłócenia elektroniczne), których zadaniem jest zakłócenie sposobu naprowadzania pocisku, zmianą toru jego lotu lub przemieszczenie atakowanej platformy w bezpieczne miejsce (ang. soft kill);
2. **Systemy zwalczające atakujący pocisk** poprzez wystrzeliwanie antypocisków (po wcześniejszym wykryciu i śledzeniu toru jego lotu), co skutkuje fizycznym zniszczeniem obiektu, osłabieniem jego siły destrukcyjnej lub zmianą toru jego lotu (ang. hard kill).

Kluczowymi funkcjami ASOP są:

- wykrycie momentu i miejsca odpalenia pocisku (technologie: radar, sensory wielofunkcyjne);
- podjęcie śledzenia pocisku w przypadku, gdy podąża on w kierunku obiektu bronionego (technologie: radar, sensory wielofunkcyjne);
- zakłócenia kanału półautomatycznego naprowadzania pocisku poprzez włączenie generatora zakłóceń radioelektronicznych lub emitera podczerwieni („soft kill”);
- wystrzelenie w odpowiednim momencie pułapek cieplnych („soft kill”);
- postawienie wielospektralnych zasłon dymnych, utrzymujących się co najmniej kilkanaście sekund („soft kill”);
- wykonanie wymuszonego manewru platformy za postawioną zasłoną dymną („soft kill”);

- wystrzelenie pocisków w kierunku zbliżającego się zagrożenia – generalnie w odległości 1,5 ÷ 30 m od bronionej platformy („hard kill”).



Rys. 2. Reakcja ASOP na zagrożenie – sekwencja podejmowanych działań

3. RODZAJE ZAGROŻEŃ

Z analiz dostępnych danych wynika, że na współczesnym polu walki największym zagrożeniem dla czołgów i pojazdów opancerzonych są:

- 1) przeciwpancerne pociski kierowane (ppk);
- 2) granatniki przeciwpancerne (RPG);
- 3) pociski podkalibrowe;
- 4) miny kierunkowe z wybuchowo formowanym penetratorem (EFP);
- 5) miny przeciwpancerne i improwizowane ładunki wybuchowe (IED);
- 6) specjalne granaty ręczne – zapalające, ze środkiem powodującym pokrycie pancerza farbą lub substancją klejącą;
- 7) pociski wystrzeliwane z dział elektromagnetycznych, elektrotermicznych – laserowych.

Ad. 1. i 2. Charakterystycznymi parametrami ppk i RPG są:

- w momencie startu i rozpędzania – duża sygnatura w podczerwieni, widoczny błysk, duży poziom hałasu;
- prędkość lotu: 100÷400 m/s (czas przelotu 2 km wynosi 5÷20 s), naprowadzanie ręczne, półautomatyczne lub automatyczne („wystrzel i zapomnij”);
- w zależności od wykorzystywanego systemu naprowadzania, wymagane jest zapewnienie widoczności optycznej lub termowizyjnej celu, opromieniowanie celu laserem, albo zapewnienie transmisji informacji zwrotnej od pocisku do wyrzutni w podczerwieni;
- możliwość zmiany toru lotu z poziomego na pionowy oraz dokonania korekcji punktu trafienia w wąskim zakresie;
- konstrukcje na ogół wrażliwe na oddziaływanie odłamków i podmuchu od wybuchu.

Ad. 3. Charakterystycznymi parametrami pocisku podkalibrowego są:

- w momencie odpalenia – duża sygnatura w podczerwieni oraz błysk wybuchu;
- prędkość lotu: 1600÷1800 m/s (czas przelotu 2 km wynosi 1,1÷1,2 s);
- trajektoria ruchu pocisku do celu zawiera się w płaszczyźnie pionowej;

- konstrukcja mniej wrażliwa na odłamki i podmuch wybuchu;
- szacuje się, że do zmiany trajektorii pocisku potrzeba energii o wartości co najmniej 10% energii samego pocisku.

Ad. 4. Charakterystycznymi parametrami (EFP) są:

- prędkość lotu: 2000÷3000 m/s;
- krótka odległość działania od celu (w granicach 10÷80 m);
- konstrukcja mało wrażliwa na odłamki i podmuch;
- krótszy czas na podjęcie przeciwdziałania (dwu-, trzykrotnie) niż w przypadku zwalczania pocisków podkalibrowych;
- wymagana duża energia przeciwdziałania.

Ad. 5. i 6. Analiza dostępnych danych o współczesnych ASOP wskazuje, że systemy te nie są zaprojektowane do obrony pojazdów przed minami przeciwpancernymi i IED oraz specjalnymi granatami ręcznymi.

Ad. 7. Całkowity brak skuteczności ASOP przeciw broni opracowanej z wykorzystaniem najnowszej technologii.

4. ASOP – BUDOWA

Typowy ASOP składa się z:

- zespołu czujników (sensorów), służących do wykrywania i śledzenia celu oraz określania parametrów trajektorii jego lotu;
- układu przelicznika (procesora) systemu kierowania ogniem, określającego moment odpalenia elementu rażącego (antypocisku);
- elementów rażących (antypocisków), rozmieszczonych w sposób zapewniający jego pełną obronę przed pociskami przeciwpancernymi;
- pulpitu operatora, służącego do włączania systemu, programowania strefy bezpieczeństwa dla towarzyszących pododdziałów wsparcia oraz do ręcznego odpalania wybranych elementów rażących, w celu zniszczenia siły żywej i techniki przeciwnika, znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie wozu bojowego;
- sygnalizacji włączenia ASOP lub aktywności poszczególnych elementów rażących.

Większość rozwiązań ma konstrukcję modułową, co ułatwia proces uzupełniania podstawowej konfiguracji ASOP o dodatkowe elementy. Wprowadzane na uzbrojenie systemy są przystosowane do działań w warunkach klimatycznych i obciążeniach mechanicznych określanych dla nosiciela, na którym są montowane.

Przez pewien okres następowało stopniowe zanikanie podziału na systemy zakłócające i obezwładniające układy naprowadzania atakującego pocisku („soft kill”) oraz na systemy zwalczające atakujący pocisk („hard kill”). Działo się tak głównie z powodu dominacji systemów typu „hard kill”, które rozwinęły się w odpowiedzi na rozpowszechnione stosowanie niekierowanych przeciwpancernych pocisków raketowych (RPG), szczególnie przez słabszego militarnie przeciwnika w działaniach asymetrycznych. Inną przyczyną zacierania się różnic było nowe spojrzenie na pojęcie obrony aktywnej, które obejmuje cały kompleks czynników zwiększających możliwości przetrwania wozu bojowego i jego załogi na polu walki. Zintegrowanie systemów pasywnych i aktywnych pozwalało na skuteczniejsze przeciwdziałanie zagrożeniom (ang. ADS – Active Defense System, DAS – Defensive Aids Suites). Obecnie, pod wpływem nabytych doświadczeń z badań i testów ASOP, większość krajów powraca do systemów obezwładniających zagrożenie, a dalszy ich rozwój sprowadza się do zapewnienia ochrony już nie pojedynczej platformie, ale grupie pojazdów (np. w ramach

drużyny czy plutonu) wykonujących określone zadanie bojowe. Ideą takiego rozwiązania jest zapewnienie ochrony w pewnym obszarze działania pododdziału.

ASOP pracują przeważnie w trybie automatycznym, stale prowadząc skanowanie przestrzeni wokół pojazdu. Podsystemy wykrywania i śledzenia pocisków przeciwpancernych dzielą się na radiolokacyjne i optoelektroniczne (w paśmie widzialnym i w podczerwieni), a ich najistotniejszymi parametrami są: prawdopodobieństwo wykrycia celu oraz minimalny czas potrzebny do wykrycia pocisku i określenia parametrów jego lotu.

W systemach typu „hard kill” prawie zawsze stosowany jest system radiolokacyjny, ponieważ dla skutecznego przeciwdziałania konieczne jest posiadanie bieżącej (aktualnej i precyzyjnej) informacji o odległości między nadlatującym pociskiem, a broniącym wozem bojowym. Tego wymogu nie spełniają pasywne podsystemy optoelektroniczne, które zwykle pełnią rolę uzupełniających sensorów pomiarowych. Przewaga radaru uwidacznia się również przy porównaniu takich parametrów, jak: prawdopodobieństwo wykrycia celu, poziom fałszywych alarmów oraz wpływ warunków atmosferycznych.

Minimalizacja czasu potrzebnego do wykrycia celu wskazuje, że w nowych radarach wykorzystywane są płaskie anteny fazowe lub układy kilku takich anten, w celu zapewnienia pełnego pokrycia (360°) przeszukiwanej przestrzeni wokół pojazdu.

Pasmo pracy radaru powinno zapewnić uzyskanie wymaganej rozdzielczości i dokładności pomiaru parametrów celu (ok. 1 m). Wykorzystywanie wyższego pasma pracy pozwala na stosowanie mniejszych anten radaru oraz wymaga mniejszych energii generowanych podczas impulsu radarowego. Należy przypuszczać, że w większości radary te pracują w pasmach X lub K (producenci rzadko ujawniają takie dane).

Sensory radarowe posiadają możliwość identyfikacji wykrytych obiektów i klasyfikacji stopnia stwarzanego zagrożenia (np. niekolidyjny tor lotu) przez pociski przeciwpancerne, wobec których system aktywnej obrony ma być skuteczny. Jednocześnie systemy pozostają niewrażliwe na sygnały pochodzące od innych obiektów, jak np. amunicja małokalibrowa.

Zasięg pracy radaru jest skorelowany z osiąganymi i przeznaczeniem systemu obrony aktywnej, co oznacza, że nie jest wymagane stosowanie radaru o jak największym zasięgu. W przypadku pocisku raketowego wymagane jest jego wykrycie w odległości 150÷200 m, a w przypadku pocisku podkalibrowego (kinetycznego) – w odległości 500÷1000 m od pojazdu. Podobne wymogi – ze względu na czas potrzebny do podjęcia skutecznego przeciwdziałania – dotyczą również systemów pasywnych („soft kill”), stawiających dymy i pałąki ciepłe.

Za wystrzelenie antypocisku we właściwym czasie i odległości odpowiada układ przelicznika. Natomiast wysokie prawdopodobieństwo zniszczenia celu można uzyskać poprzez zapewnienie równomiernego pokrycia odłamkami wskazanego sektora lub detonację antypocisku w pobliżu celu oraz zlokalizowanie stałej rubieży zniszczenia w bezpośredniej bliskości wozu bojowego (1,5 ÷ 30 m).

Skuteczny system ASOP powinien być przygotowany do zwalczania pocisków przeciwpancernych poruszających się z prędkościami 70 ÷ 1200 m/s. Wymaga to bardzo krótkiego – rzędu pojedynczych milisekund – czasu reakcji systemu, liczonego od podjęcia decyzji do zniszczenia celu. W układzie zabezpieczenia i uzbrajania ładunku wybuchowego antypocisku (granatu) stosowane są bardzo szybkie pirotechniczne elementy pobudzające.

Ze względu na sposób zwalczania celu, wyróżnia się dwie główne grupy antypocisków:

- antypociski zwalczające cele produktami wybuchu i odłamkami powstałymi z odpowiednio ukształtowanej głowicy bojowej lub granatu;
- antypociski zwalczające cele falą uderzeniową powstałą w trakcie wybuchu głowicy bojowej (zmiana trajektorii lotu pocisku).

Prace nad systemami obrony aktywnej czołgów, pojazdów opancerzonych i pojazdów transportowych prowadzone są w wielu krajach. Pierwsze ASOP opracowano w latach 80. i 90., a ich zadaniem była obrona czołgów i wozów opancerzonych przed ppk i RPG.

Po 2000 roku wzrosła liczba krajów, które rozpoczęły prace nad ASOP. Kolejne generacje opracowywanych systemów są w przeważającej większości systemami niszczącymi nadlatujące pociski. Dzięki uzyskanym doświadczeniom oraz postępowi technologicznemu skrócono czasy reakcji tych systemów, a także zwiększono precyzję i skuteczność unieszkodliwiania nadlatujących pocisków. Do najbardziej zaawansowanych należą ASOP produkowane w Rosji, USA, Izraelu, Szwecji, Wielkiej Brytanii, Francji oraz w Niemczech.

Obecnie wielu światowych producentów podjęło działania zmierzające do opracowania skutecznych systemów aktywnej obrony przed nadlatującymi pociskami przeciwpancernymi. Wspólną cechą tych systemów jest posiadanie wyrzutni antypocisków, których zadaniem jest fizyczne zniszczenie nadlatującego pocisku lub zmniejszenie skuteczności jego destrukcyjnego działania. Można również zauważyć, że wiele z tych systemów ma podwójną zasadę działania opartą o wykorzystanie zamiennie systemu zakłócającego i obezwładniającego układy naprowadzania atakującego pocisku. Zauważalny obecnie dynamiczny rozwój systemów obrony aktywnej został wywołany szczególnie dużym zapotrzebowaniem armii USA w Iraku i Afganistanie oraz działaniami zbrojnymi Izraela przeciwko Libanowi i w Strefie Gazy, gdzie systemy ASOP wykazały swoje zalety w przedłużeniu żywotności wozów bojowych.

Problem skutecznej ochrony wozu i załogi bez zwiększania opancerzenia, stał się jednym z największych wyzwań technologicznych i operacyjnych amerykańskiego programu Systemu Bojowego Przyszłości (Future Combat System).

Badaniami i rozwojem technologii w tej dziedzinie jest także zainteresowana Europejska Agencja Obrony (EDA), która realizuje program „Force Protection”. Natomiast NATO-wska grupa robocza Land Capability Group 2 uzgodniła i rozesłała do wstępnej weryfikacji wersję STANAG 4686 – „Performance Levels of Defense Aids Suits (DAS) for Armored Vehicles”. Również Siły Zbrojne RP, w ramach celów NATO 2008 (cel nr L 0890), zobowiązały się do uzyskania „zdolności do walki w terenie zurbanizowanym”.

W ambitniejszych programach rozwojowych zwiększono wymagania na obronę platform przed pociskami podkalibrowymi. Obecnie jest to zadanie nieosiągalne, ale pojawia się wiele informacji o ASOP zdolnych do zmniejszenia skuteczności tych pocisków. Bariere technologiczną stanowi duża prędkość podkalibrowych pocisków atakujących i ich duża energia kinetyczna, które sprawiają, że pociski te są mało wrażliwe na oddziaływanie podmuchu wybuchu i odłamki.

Masa nowych ASOP dochodzi do poziomu 150÷300 kg, a najbardziej zaawansowane z nich przeznaczone są do ochrony dowolnych platform lądowych przed potencjalnymi zagrożeniami. Niektóre systemy mają zapewnić ograniczoną obronę nawet dla lekkich pojazdów (np. typu HMMWV czy MRAP). Charakterystyczne jest zbliżenie technologiczne rozwiązań systemów obrony aktywnej platform powietrznych, morskich i lądowych. Szacuje się, że w najbliższych latach ASOP o wysokiej skuteczności obrony przed najbardziej powszechnymi zagrożeniami będą dostępne na rynkach uzbrojenia.

Wiele z tych systemów potwierdziło w badaniach poligonowych swoją wysoką skuteczność obrony pojazdów przed istniejącymi ppk i RPG o prędkościach dochodzących do 500 m/s.

5. WNIOSKI

1. Radarowy podsystem wykrywania i identyfikacji nadlatujących pocisków powinien prowadzić pełną obserwację w azymucie i elewacji wokół pojazdu. Jednocześnie powinien zapewnić rozpoznanie pocisku na tle zakłóceń (powstających na skutek odbicia fal radarowych od powierzchni ziemi), co jest utrudnione ze względu na bardzo

małą powierzchnię pocisku ($<100 \text{ cm}^2$) widzianą od strony bronionego pojazdu. Radarowy podsystem obserwacji musi ponadto szybko dokonywać klasyfikacji stopnia zagrożenia bronionego pojazdu.

2. Impuls radarowy powinien być krótkotrwały, aby uniknąć potencjalnego ataku pocisku naprowadzanego na źródło fal radarowych bronionego pojazdu.
3. Poszczególne elementy ASOP montowane na zewnątrz pojazdu (głowice podsystemu radarowego, wyrzutnie antypocisków, czujniki opromieniowania) mogą być narażone na zniszczenie w wyniku ostrzału z broni małokalibrowej lub działania odłamków pocisków artyleryjskich i raketowych.
Większość z istniejących ASOP jest niewrażliwa na pociski mniejszego kalibru, kamienie, czy np. przelatujące ptaki, co oznacza, że system może również nie zareagować na rzucony ręczny granat zapalający, koktajl Mołotowa albo puszkę z farbą (atak na układy optyczne pojazdu).
4. Zakładając, że czas reakcji systemu na odpalenie pocisku wynosi tylko 1 ms, a zniszczenie nadlatującego EFP lub pocisku podkalibrowego powinno nastąpić w odległości około 1 m od powierzchni atakowanego pojazdu, to antypociski powinny osiągać następujące prędkości:
 - do zwalczania EFP – od kilkudziesięciu do ponad 300 m/s (odległość odpalenia EFP od 50 do 10 m od celu);
 - do zwalczania pocisków podkalibrowych – rzędu $0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$ (odległość odpalenia pocisku podkalibrowego od 2500 do 1500 m od celu).Podane parametry wskazują, że zniszczenie nadlatującego EFP wydaje się obecnie mało prawdopodobne i jest znacznie trudniejsze niż zniszczenie pocisku podkalibrowego.
5. Jak wynika z dostępnych materiałów i analiz, zniszczenie nadlatującego pocisku podkalibrowego jest również trudnym zadaniem dla współczesnych ASOP, także ze względu na brak możliwości wykrycia pocisku podkalibrowego w momencie oddania strzału z armaty.
6. Niska skuteczność ASOP w zwalczaniu EFP i pocisków podkalibrowych jest spowodowana faktem, że nawet w przypadku wczesnego ich wykrycia i wystrzelenia przeciwko nim antypocisku (na odległości ok. 1 m od pojazdu), energia potrzebna do zmniejszenia ich bardzo dużej energii kinetycznej ($7 \div 10 \text{ MJ}$) do poziomu uniemożliwiającego przebicie pancerza powinna wynosić co najmniej 10% energii tych pocisków. Ocenia się, że taka energia mogłaby wystarczyć do odchylenia nadlatującego pocisku od kierunku ataku i spowodować jego częściowe rykoszetowanie.
7. Na podstawie dostępnych informacji trudno określić rzeczywiste przedziały czasu od momentu wykrycia pocisku podkalibrowego do rozpoznania go i wystrzelenia antypocisku, ponieważ parametry stosowanych podsystemów wykrywania i identyfikacji celów (radary, detektory) są objęte tajemnicą.
8. W oparciu o informacje na temat parametrów i zasad działania znanych ASOP ustalono, że w przypadku zastosowania EFP kal. 40 mm jako antypocisku, do jego uformowania trzeba zużyć około 110 g materiału wybuchowego. Odległość wzajemnego oddziaływania antypocisk – pocisk to $10 \div 15 \text{ m}$. Czas potrzebny na uformowanie EFP i pokonanie tej odległości wynosi ok. 0,5 s. (Brak jednoznacznych informacji, czy tego typu antypociski są wystrzeliwane z wyrzutni oraz jakie jest ryzyko uszkodzeń pancerza pojazdu).
9. Z uzyskanych informacji wynika, że w charakterze antypocisków mogą być również wykorzystywane termobaryczne ładunki wybuchowe. Ich zaletą jest zdolność

wytwarzania lokalnie bardzo wysokiego ciśnienia i temperatury. Ładunki termobaryczne umożliwiają określenie promienia ich działania (jest on proporcjonalny do masy ładunku), co w połączeniu z krótkim czasem reakcji ułatwia ich wykorzystanie w skomplikowanym lub zurbanizowanym terenie. Zastosowanie ładunku termobarycznego jako antypocisku może spowodować uszkodzenie ppk lub RPG, jednak w przypadku EFP i pocisków podkalibrowych skuteczność takiego podpocisku wydaje się wątpliwa.

6. REKOMENDACJE

1. Analiza operacji wojskowych prowadzonych w ostatnich latach (głównie w Iraku, Afganistanie i Libanie) wskazuje na potrzebę zastosowania ASOP, które mogą okazać się skutecznym środkiem zwiększającym żywotność pojazdów bojowych. Szacuje się, że systemy o wysokiej skuteczności obrony przed najbardziej powszechnymi zagrożeniami będą szeroko dostępne na rynkach uzbrojenia w ciągu 2÷3 lat.
2. Biorąc pod uwagę potencjalne zapotrzebowanie Sił Zbrojnych RP na systemy aktywnej obrony platform powietrznych, morskich i lądowych (wszystkie rodzaje tych systemów są zbudowane w oparciu o podobne rozwiązania technologiczne) oraz ich koszty jednostkowe, celem byłoby opracowanie polskiego systemu obrony platform. Niezbędne jest jednak dokonanie oceny, czy na obecnym etapie rozwoju krajowy potencjał naukowo-produkcyjny będzie w stanie zrealizować to zadanie w ciągu kilku najbliższych lat.
3. Istnieje realna możliwość włączenia krajowego potencjału naukowo-badawczego i produkcyjnego do międzynarodowych prac nad ASOP (np. w ramach EDA), jednak należy pamiętać, że technologie stosowane w tych systemach należą do najlepiej chronionych i pełna współpraca w tej dziedzinie może być rozwijana jedynie w ramach umów dwustronnych.
4. W zakresie samodzielnego poszukiwania rozwiązań problemów technicznych związanych z aktywnymi systemami obrony należy:
 - rozwijać systemy aktywnego zwalczania ppk, wykorzystujące wybuchowe i odłamkowe działanie głowic bojowych;
 - prowadzić prace w dziedzinie radiolokacji w celu opracowania nowych małogabarytowych stacji radiolokacyjnych, pozwalających na szybkie i niezawodne wykrycie oraz identyfikację zagrożenia ze strony pocisków przeciwpancernych;
 - rozszerzać badania nad systemami zakłóceń układów inicjowania i sterowania IED, w celu eliminacji powstania zagrożenia;
 - zainicjować prace nad systemami „samouczącymi się”, zdolnymi do adaptowania się do zmiennych warunków pola walki;
 - śledzić prace prowadzone nad systemami posługującymi się technologią laserową, zdolnymi wykryć soczewkę optyczną (np. celownika optycznego lub lornetki), które mogłyby być w przyszłości zastosowane w systemach aktywnej obrony.

7. LITERATURA

- [1] WIŚNIEWSKI A.: Ulepszone opancerzenie wozów bojowych, WITU, Zielonka 2002 r.
- [2] WITKOWSKI I.: Broń przeciwpancerna, LAMPART, Warszawa 1996 r.
- [3] Materiały reklamowe firmy Rafael, 2010 r.
- [4] Materiały reklamowe firmy Elbit Systems, 2010 r.
- [5] <http://www.forceprotectioninc.com/about/background.html>⁷, 02.2011 r.
- [6] Active Protection Systems Study for European Armoured Fighting Vehicles (APSS), materiały z prac w ramach Europejskiej Agencji Obrony (EDA), 2010 r.

VEHICLE ACTIVE PROTECTION SYSTEM

Abstract: Vehicle Active Protection Systems (VAPS) are concepts to provide protection for armored vehicles with passive armors. VAPS can improve survivability by defeating incoming anti-tank guided missiles (ATGMs), RPGs, tank-fired high-explosive antitank missiles, indirect fire — including bumbles and mortars, and guided top-attack threats. Vehicle armor must still provide protection against threats that cannot be addressed by the VAPS. These threats include small arms, automatic cannons, mines and explosive fragments, IED, tank-fired kinetic energy (KE) rounds, including the residual shrapnel effects resulting from an active protection engagement. The operational concept of active protection requires the application of advanced sensor, data processing, armor, and weapon technologies as an integrated system on the vehicle. Active protection system's components will include threat detection, tracking systems, signal processing systems, countermeasures systems and base armor, used for structural and residual threat defeat.

Key words: Vehicle Active Protection Systems (VAPS), confuse an incoming missile – soft-kill, intercept and destroy the incoming projectile or missile before it hits its target – hard-kill.