

Ryszard **KOSTROW**

## WSPÓLCZESNE ASPEKTY OCHRONY WOZÓW BOJOWYCH

### 1. WSTĘP

Na obecnym etapie i w przyszłym teatrze działań wojennych wóz bojowy (typu BWP,czołg) będzie narażony na różnorodny atak pochodzący z różnych stron. Dotyczy to ataku z lądu (pociski AP – armour piercing, APFSDS – armour piercing fin stabilizing discarding sabot, rakiety ppk, miny przeciwpancerne) i powietrza (pociski AP i samonaprowadzające się na cel – SMART, rakiety ppk), a także ataku bronią o energii skupionej, aerozolami samoprzylepnymi, utrudniającymi lub uniemożliwiającymi pracę silników tych wozów.

Potrzeby w zakresie nowej zintegrowanej technologii ochrony obecnych i przyszłych wozów bojowych dzieli się [1 ÷ 7] w następujący sposób:

1. Spełnienie wymagań wojskowych dotyczących: kamuflażu wozu bojowego (w zależności od tła terenu); dezinformacji i stawiania pułapek (stawianie w terenie pozornych wozów bojowych, wystrzeliwanie pułapek przechwytyjących nadlatujący pocisk); przeciwdziałania rozpoznaniu (detekcja źródeł promieniowania i ich niszczenie, stawianie zasłon dymnych, wystrzeliwanie pułapek, ustawianie wozu bojowego frontem do kierunku ostrzału, manewr ucieczki w inne położenie).
2. Przedsięwzięcia techniczne: projektowanie i kontrola sygnatury, stosowanie czujników i urządzeń obserwacyjnych w zakresie widzialnym / podczerwieni, fal radarowych oraz wielospektralnych czujników wykrywających napromieniowanie wozu bojowego promieniami laserowymi, falami radarowymi i czujników wykrywających stosowanie aerozoli oraz ochrona wozu bojowego pancierzami (pasywnymi, reaktywnymi i aktywnymi).
3. Unikanie: wykrycia – z bardzo dalekich odległości > 10 km (maskowanie, stawianie celów pozornych); walki – z dalekich odległości 4 ÷ 10 km (duża manewrowość wozu bojowego, maskowanie, stawianie celów pozornych i zasłon dymnych); trafienia pociskiem – ze średnich odległości 2 ÷ 4 km (stawianie zasłon dymnych, wystrzeliwanie pułapek); przebiecia pociskiem – z bliskich odległości < 2 km (ustawianie wozu bojowego frontem do kierunku ostrzału).

Jedną z bardzo istotnych potrzeb w zakresie nowych technologii systemów ulepszonej ochrony przyszłych wozów bojowych jest opracowanie, przebadanie i zastosowanie nowych materiałów, spełniających wymagania w zakresie: kamuflażu, ukrywania, mylenia i zniekształcania sylwetki wozu bojowego, tzw. CCDO (*Camouflage, Concealment, Deception, Obscurants*). Do tych technologii należą [1]:

1. Rozwiązania konstrukcyjne: chłodzenie spalin, izolacje termiczne – pianki, farby, narzuty, ograniczenie tzw. „rozków radarowych” (bardzo intensywnie odbijające fale radarowe), wsporniki umożliwiające montaż warstw ochronnych (siatek, itp.).
2. Pokrycia: farba – trwałe (malowanie łącznie z kamuflażem w zależności od tła otoczenia, farbą usuwalną, folią, absorberami fal radarowych (RAM – radar absorbing

material), z zastosowaniem konstrukcji, umożliwiających konwekcję ciepłego powietrza.

3. Materiały tekstylne: brezenty, siatki kamuflażowe.
4. Wielospektralna technologia „stealth”; kształtowanie powierzchni wozu bojowego, pokrycia absorpcyjne, materiały z anizotropowym współczynnikiem odbicia / przewodności pozornej, baldachimy odbijające fale radarowe, kopuły o częstotliwości selektywnej.
5. Technologie zaadaptowane: osłony ochraniające w widmie ultrafioletu, widzialnym, bliskiej podczerwieni, pokrycia i osłony emitujące, materiały termiczne / materiały strukturalne, pokrycia i osłony radarowo aktywne.
6. Materiały zniekształcające sylwetkę wozu bojowego: naturalne efekty zniekształcające, zasłony dymne wielospektralne.
7. Urządzenia mylące – szybko wystrzeliwane pułapki (z wozu bojowego i / lub innych wyrzutni).

## 2. WYNIKI PRAC WITU

### 2.1. Ochrona pancerna wozów bojowych

Na tle tak szerokich wymagań stawianych wozom bojowym ochrona bezpośrednia tj. ochrona pancerna wydaje się być najważniejsza, gdyż wobec wszystkich zabiegów różnego rodzaju kamuflażu wozu bojowego zawsze istnieje prawdopodobieństwo trafienia go pociskiem.

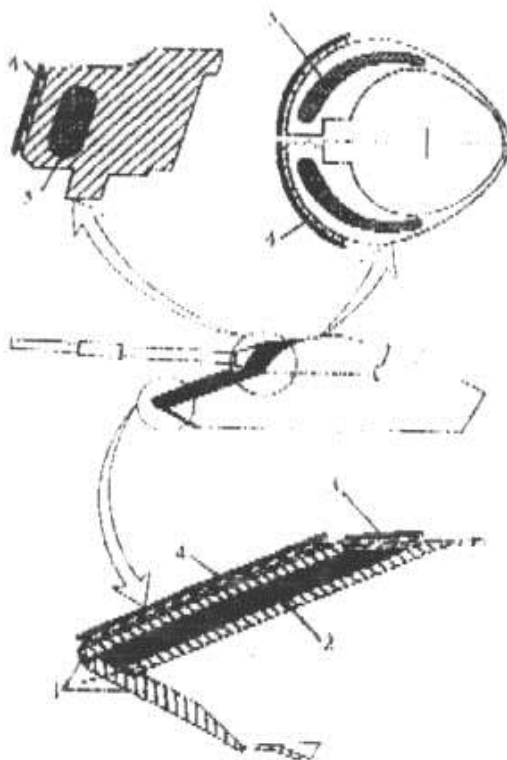
Obecnie pociski są szczególnie groźne, gdyż potrafią niszczyć pancerz stalowy RHA (*rolled homogeneous armour*) o grubości:

- 80 ÷ 150 mm (pociski EFP – *explosively formed projectile* atakujące z góry i z boku),
- 500 ÷ 600 mm (pociski APFSDS),
- 600 ÷ 1300 mm (pociski kumulacyjne zwykle HEAT – *high explosive anti-tank* oraz tandemowe HEAT-RA *high explosive anti-tank reactive armour*).

Wobec takiego zagrożenia obecnie jedyny sposób uniknięcia przebicia wozu bojowego zwłaszcza czołgu jest stosowanie jednocześnie:

- kompozytowych pancerzy z ceramiką umieszczonych w wieży i w płycie przedniej czołgu przed przebicciem pociskami APFSDS oraz
- kaset reaktywnych umieszczonych na płycie przedniej, z przodu, boku i górnej części wieży oraz bocznych fartuchach do ochrony przed przebicciem pociskami HEAT i HEAT-RA.

Pancerze kompozytowe z ceramiką stosowane są na zagranicznych czołgach (np. Challenger), a w Polsce zamierza się stosować w przyszłości pancerz CAWA-2 w czołgu PT-91 Twardy [8 ÷ 10] zamiast dotychczasowego piasku znajdującego się w wieży i zamiast płyt szkłotekstolitowych w płycie przedniej (Rys. 1).



**Rys. 1. Przekrój poprzeczny wieży i przedniej części kadłuba czołgu PT-91 Twardy z pancierzem CAWA-2**

1 – płyty stalowe RHA, 2 – pancierz CAWA-2, 3 – kasety ERAWA-1, 4 – kasety ERAWA-2, 5 – piasek

Efektywność masowa i efektywność grubości modelu takiego pancerza wynosi odpowiednio 1,62 i 1,16, co oznacza, że masa i grubość takiego pancerza jest odpowiednio o 62% i 16% mniejsza od pancerza RHA o takiej samej zdolności ochronnej [8].

Kompozytowy pancierz ceramiczny jako pancierz dodatkowy stosuje się na zagranicznych lekkich wozach bojowych [11], natomiast w Polsce można je stosować na KTO jako pancierz CAWA-1 szczególnie z użyciem stali [12] oraz na BWP-1 jako pancierz kompozytowo-reaktywny CERAWA-1 (Rys. 2) [8, 13].



**Rys. 2. Polski BWP-1 z pancierzem kompozytowo-reaktywnym CERAWA-1 chroniącym przed przebiciem głowicą PG-7 i 14,5 mm pociskami AP**

W przypadku stosowania kaset reaktywnych są to różnego rodzaju konstrukcje zwykle [8] lub zintegrowane [10]. Natomiast kaskety reaktywne o największej zdolności ochronnej na świecie [8, 14] jako kaskety jednowarstwowe ERAWA-1 i dwuwarstwowe ERAWA-2 zostały zastosowane od 1991 roku na czołgu PT-91 Twardy jako trzy kolejne generacje (rys. 3÷5).



**Rys. 3. Polski czołg PT-91 Twardy z kasetami reaktywnymi ERAWA-1 (I generacja)**



**Rys. 4. Polski czołg PT-91 Twardy z kasetami reaktywnymi ERAWA-1 i ERAWA-2 (II generacja) i absorberem mikrofalowym**



**Rys. 5. Polski czołg PT-91 Twardy z szybko montowanymi blokami kaset reaktywnych ERAWA-1 i ERAWA-2 (III generacja)**

Cechy kaset reaktywnych III generacji przedstawiają się następująco:

### **I. Parametry techniczne**

1. Wymiary kaskety ERAWA-1 - 150x150x26 mm.
2. Wymiary kaskety ERAWA-2 - 150x150x46 mm.
3. Masa kaskety ERAWA-1 - 2,9 kg.
4. Masa kaskety ERAWA-2 - 4,7 kg.
5. Ilość kaset ERAWA-1 - 164 szt.
6. Ilość kaset ERAWA-2 - 95 szt.

### **II. Ochronność**

1. 95÷100% - przed przebiciem pociskami kumulacyjnymi RPG-7 o zdolności przebicia 300 mm RHA.
2. 65÷70% - przed przebiciem pociskami kumulacyjnymi: 125 mm BK-14M, FAGOT i KONKURS o zdolności przebicia 460÷600 mm RHA.
3. 90÷100% - przed przebiciem pociskami i minami samoformującymi się (EFP) kalibru 100 mm i zdolności przebicia 85 mm RHA.
4. Przed wykryciem radarem (po pokryciu absorberem mikrofalowym).

### III. Właściwości

1. Unikutowa konstrukcja kaset ERAWA gwarantuje pokrycie powierzchni płaskiej w 95%.
2. Tylko dzięki szczelnemu pokryciu pancerza kasetami ERAWA, możliwa jest skuteczna ochrona czołgu absorberem mikrofalowym przed wykryciem radarem.
3. Ze względu na odmienny niż zagraniczny blokowy sposób montażu kaset ERAWA, tylko te kasety umożliwiają umieszczenie na płycie przedniej czołgu trału elektromagnetycznego, np. TEM-7.
4. Modułowość kaset umożliwia ich wymianę na czołgu (po uszkodzeniu, trafieniu) oraz montaż na innym rodzaju czołgu lub obiekcie.

Według obecnych wymagań kasety reaktywne ERAWA są bezpieczne i nie detonują:

1. Po ostrzale z broni małokalibrowej.
2. Po trafieniu odłamkami wybuchających granatów ręcznych i moździerzowych.
3. W wyniku palenia się na nich i wokół nich benzyny.
4. W wyniku palenia się na nich i wokół nich napalmu.
5. W wyniku palenia się na nich środków zapalających, wytwarzających temperaturę ok. 3000 °C – brak jest informacji, aby inne kasety niż ERAWA spełniały ten warunek,
6. Po upadku z wysokości 12 m na twarde i sztywne podłoże (stalowe lub betonowe) – brak jest informacji, aby inne kasety niż ERAWA spełniały ten warunek.

### IV. Cechy operacyjne

1. Załoga czołgu w warunkach polowych może zainstalować kasety ERAWA w następujący sposób:
  - montaż pojedynczy - 8,5 m<sup>2</sup> powierzchni ochronnej - 8 h,
  - montaż blokowy - 5,9 m<sup>2</sup> powierzchni ochronnej - 2 h.
2. Tak szybkie montowanie i rozmontowanie przez załogę czołgu tych kaset zmniejsza koszty podczas eksploatacji w warunkach pokojowych czołgu bez kaset o łącznej masie ok. 1 t, łatwiejszą obsługę i naprawy oraz kamufluje zdolność ochronną czołgu.
3. Odmiennie niż niektóre inne konstrukcje zagraniczne, każda kaseta ERAWA jest modułowa (takie same wymiary i sposób montażu) i może być zamontowana na innym rodzaju wozu bojowego.

Najważniejsze cechy (efektywność masową i efektywność grubości) charakteryzujące wykonane w WITU badania pancerzy pasywnych, reaktywnych i pasywno-reaktywnych przedstawiono na rysunku 5.1 publikacji [8].

Oprócz prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych w dziedzinie pancerzy pasywnych, reaktywnych i pasywno-reaktywnych WITU prowadzi prace studyjne na temat pancerzy aktywnych.

#### 2.2. Ochrona przeciwradiolokacyjna wozów bojowych

Wobec wymagań przedstawionych na wstępie, nie dać się zniszczyć na polu walki, to dostatecznie wcześniej wykryć źródło zagrożenia a jednocześnie samemu nie zostać wykrytym. Inaczej mówiąc na polu walki obowiązuje zasada: wykryj, zniszcz i nie bądź zniszczony. Aby sprostać temu wyzwaniu należy stosować między innymi szeroko rozumiane maskowanie, a w tym przede wszystkim przeciwradiolokacyjne. Inaczej mówiąc trzeba zastosować takie materiały mikrofalowe, które skutecznie zmniejszą „widzialność” własnego obiektu, a co za tym idzie zmniejszają zasięg wykrycia tego obiektu przez radary przeciwnika.

Zagadnienia dotyczące maskowania przeciwradiolokacyjnego nabierają szczególnego znaczenia z uwagi na to, że polska armia jest gorzej przygotowana niż armie NATO. Z dostępnych materiałów wynika, że na wyposażeniu armii NATO znajduje się duży asortyment środków przeznaczonych do maskowania w szerokim zakresie promieniowania elektromagnetycznego od ultrafioletu do pasma mikrofalowego. Oprócz pokryć przeciwradiolokacyjnych w postaci siatek opracowano różnego rodzaju materiały radioabsorpcyjne. Są one przewidziane do nakładania bezpośrednio na powierzchnie zewnętrzne sprzętu. Występują w postaci past, farb nakładanych metodą malowania warstwowego, elastycznych arkuszy lub płytek przyklejanych do podłoża.

W minionych latach zagadnienia maskowania w zakresie przeciwradiolokacyjnym były podejmowane również w kraju. Już w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych do opracowania absorberów mikrofalowych przystąpiło kilka ośrodków i instytutów naukowo-badawczych, a w tym: Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia (WITU), Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Centrum Techniki Morskiej, Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej.

Pojawienie się w kraju nowych tworzyw przewodzących typu polimerowego na nowo zainspirowało placówki naukowo-badawcze do prac nad absorberem mikrofalowym, w tym szczególnie absorberem typu powłoka malarska. W Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia podjęto również prace nad nowym typem absorberem we współpracy z ZM Bumar-Łąbędy S.A oraz prywatną firmą Poliplast s.c. [15].

Wykorzystując opracowaną wspólnie technologię, absorber naniesiono (przy współudziale Wojskowych Zakładów Mechanicznych w Siemianowicach Śląskich) na opancerzony samochód rozpoznania pola walki (rys. 6). Jak wynika z przeprowadzonych badań średni współczynnik odbicia, w paśmie 8÷18 GHz, wynosi ok. -12 dB. Oznacza to, że około 94% mocy fali elektromagnetycznej padającej na pancerz wozu ulega absorpcji, a tylko 6% mocy ulega odbiciu. Zmniejszenie mocy odbitej o 94% odpowiada dwukrotnemu zmniejszeniu zasięgu wykrycia wozu bojowego pokrytego absorberem przez radary przeciwnika. Należy zaznaczyć, że jest to pierwszy i jak na razie pierwszy w kraju, a chyba i na świecie, pojazd wojskowy pokryty tego typu absorberem. Istotnym elementem jest fakt nie tylko opracowania absorbera, jego wykonania, opracowania metody badań w warunkach poligonowych, ale co najważniejsze opracowanie technologii nanoszenia na złożone kształtem powierzchnie. Opracowany absorber, w ramach badań państwowych PZA LOARA przeszedł, z bardzo dobrym wynikiem, badania w Wojskowym Instytucie Chemii i Radiometrii. Komisja Badań Państwowych zaleciła pokrycie następujących obiektów LOARA absorberem mikrofalowym.



**Rys. 6. Opancerzony samochód rozpoznania pola walki z absorberem mikrofalowym typu powłoka malarska**

Uzyskane wyniki potwierdziły nie tylko zasadność prowadzonych prac nad absorberami typu powłoka malarska, ale również wyznaczyły kierunki dalszych prac i badań zmierzają-

cych do poprawienia parametrów uzyskanego produktu. Istotnym czynnikiem była, jest i będzie ścisła współpraca pomiędzy współtwórcami absorbera.

### 2.3. Radiolokacyjna stacja balistyczna

Aby sprostać wyzwaniu „zniszcz i nie bądź zniszczony” należy stosować nie tylko szeroko rozumiane maskowanie, ale również urządzenia zwiększające celność własnych środków ogniowych – pierwszy strzał w celu. Mając powyższe na uwadze w WITU opracowano i wykonano uniwersalną radiolokacyjną stację balistyczną RUBIN przydatną dla armat wszystkich kalibrów, określającej prędkość wylotową pocisków z dokładnością 0,1%. Stacja balistyczna RUBIN weszła na wyposażenie wojsk artyleryjskich zwiększając istotnie dokładność strzelań. Na rysunku nr 7 przedstawiono zmodernizowaną wersję wdrożonego do wojsk radaru.



**Rys. 7. Uniwersalna radiolokacyjna stacja balistyczna RUBIN do określania prędkości lotu pocisków**

Charakteryzuje się on niewielkim ciężarem, autonomicznym źródłem zasilania, sterowaniem na odległość poprzez dwuprzewodową linię łącza RS232. W skład urządzenia wchodzi antena z wbudowaną w nią elektroniką, lekki statyw, detektor błysku, kątomierz zintegrowany z obudową radaru. Pomiar prędkości odbywa się w sposób automatyczny, przy czym łączem RS232 może być przesłana prędkość pocisku sprowadzona do wylotu lufy lub dyskretne wartości tej prędkości z trajektorii ruchu tego pocisku do odległości 10000 kalibrów, lub dyskretny sygnał dopplerowski.

Radar ten ze względu na dużą odporność na wstrząsy może być z powodzeniem montowany na pojazdach i być zintegrowany z dowolnymi środkami ognia.

### 3. LITERATURA

- 
- [1] <http://www.rta.nato.int> (RTO Web Site).
  - [2] <http://mitpress2.mit.edu/e-journals/Leonardo/isast/spec.projects/camouflagebib.html> (a CCD bibliography).
  - [3] <http://history.acusd.edu/gen/WW2Timeline/britain.html> (Deception in World War II, Charles Cruickshank).
  - [4] <http://www.au.af.mil/au/aul/bibs/decwar/dwgen.htm> (very comprehensive deception bibliography)
  - [5] <http://web.nps.navy.mil/~library/bibs/IDtheses.htm> (Recent treatises on IO/IW).
  - [6] <http://www.cdi.org/terrorism/asymmetric.cfm> (future warfare)
  - [7] <http://www.barracuda.se/node1327.asp>
  - [8] WIŚNIEWSKI A.: Pancerze, budowa, projektowanie i badanie. PWN, Warszawa, 2001.
  - [9] WIŚNIEWSKI A., ŻUROWSKI W.: Amunicja i pancerze. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom, 2001.
  - [10] WIŚNIEWSKI A., i inni: Ochrona wozów bojowych. Problemy Techniki Uzbrojenia, WITU, Zeszyt 89, 2003.
  - [11] CCA - Composite Ceramic Armour. Materiały reklamowe firmy Rafael. 2002.
  - [12] WIŚNIEWSKI A.: Ceramic armours with sheet metal plates of high hardness. Proceeding of 20<sup>th</sup> International Symposium on Ballistics, Orlando, USA, September 23÷27, 2002, pp. 754÷760.
  - [13] FOSS C.F.: CERAWA-1 Explosive Reactive Armour System. Jane's Armour and Artillery 1996. Jane's Information Group Limited. 1996.
  - [14] FOSS C.F.: Polish Explosive Reactive Armour. Jane's Armour and Artillery 1995÷1996. Jane's Information Group Limited. 1995.
  - [15] TABACZYŃSKA M., WIŚNIEWSKI A., SZUGAJEW L.: New generation of microwave absorbers. Materiały XI Konferencji Naukowo-Technicznej. Problemy Rozwoju, Produkcji i Eksploatacji Techniki Uzbrojenia, WITU, Rynia 22÷24.05.2002, Zeszyt 82, 2002, s. 83÷92.