

Mariusz MASIEWICZ
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

WALKA ELEKTRONICZNA JAKO ZASADNICZY ELEMENT ZMNIEJSZENIA PORAŻALNOŚCI STATKU POWIETRZNEGO

Żywotność śmigłowca (statku powietrznego) realizującego zadania w strefie zagrożenia środkami ogniowymi jest proporcjonalna do wiarygodności bazy danych zagrożeń i skorelowanej z nią odpowiedzi systemu walki elektronicznej. Aby przybliżyć zagadnienie zapewnienia żywotności statku powietrznego użytkowanego w strefie zagrożeń o wysokim poziomie ryzyka, w referacie dokonano analizy współczesnych zagrożeń oraz możliwych sposobów przeciwdziałania im. Do określenia żywotności bojowej śmigłowca konieczna jest przede wszystkim identyfikacja jego podsystemów pod kątem porażalności oraz wrażliwości na uszkodzenia i zniszczenia. Dopiero wtedy można określić sposoby eliminowania krytycznych podzespołów (tj. elementów lub rozwiązań konstrukcyjnych) oraz zmianę technologii wykonania instalacji pokładowej śmigłowca. Innym alternatywnym rozwiązaniem jest prowadzenie późniejszych tzw. modernizacji, w trakcie których dokładane jest np. dodatkowe opancerzenie, zapewniające dodatkową osłonę niewrażliwych elementów płatowca, co jednak pociąga za sobą znaczną utratę osiągnięć przez śmigłowca. Lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie odpowiednio skonfigurowanego systemu obrony indywidualnej opartego na urządzeniach walki elektronicznej, tj. urządzeniach bezpośrednio wpływających na zmniejszenie efektywności środków rażenia.

Wstęp

Żywotność śmigłowca, podobnie jak każdego statku powietrznego, jest właściwością charakteryzującą jego zdolność do zachowania odpowiedniego poziomu funkcjonowania, niezbędnego do kontynuowania sterowalnego lotu w stanie uszkodzonym lub po porażeniu bojowym, tzn. przy oddziaływaniu czynników destrukcyjnych (np. środków porażających), pozaobliczeniowych warunków eksploatacji bądź skumulowanych uszkodzeń, a następnie do wykonania bezpiecznego lądowania [8]. Dla statków powietrznych cywilnych jest to tzw. żywotność ogólna, dla statków powietrznych bojowych – żywotność bojowa [6, 7]. Żywotność bojowa ma cechę żywotności ogólnej, tj. odporność na naturalne działania destrukcyjne otoczenia (piorun, zmiany temperatury oraz ciśnienia) i odporność na destrukcyjne działanie sztucznego środowiska (w tym

przypadku środki bojowe przeciwnika). Z pojęciem żywotności bojowej nierozdzielnie łączą się wrażliwość oraz porażalność.

Wrażliwość (*vulnerability*) jest to właściwość śmigłowca charakteryzująca odporność na porażenia (stopień utraty właściwości po porażeniu, naruszeniu zdolności do prawidłowego funkcjonowania po działaniu na niego czynników destrukcyjnych i pozaobliczeniowych warunków eksploatacji), ilościowo szacowana prawdopodobieństwem naruszenia zdolności do pracy po uszkodzeniu/trafieniu. Pod pojęciem porażalności (*susceptibility*) rozumie się właściwości sztucznego środowiska, w którym są stworzone warunki do powstania lub wymuszenia powstania (przez czynniki zewnętrzne oraz pozaobliczeniowe warunki eksploatacji) uszkodzenia śmigłowca. Inaczej jest to niezdolność śmigłowca do uniknięcia zagrożeń tworzących sztuczne środowisko (broń lufowa, zbliżające się pociski, eksplodujące głowice bojowe, samoloty przechwytyjące, radary i inne elementy obrony powietrznej) w trakcie realizacji zadania.

Użycie śmigłowców na współczesnym polu walki wymaga opracowania sposobów zmniejszenia prawdopodobieństwa ich wykrycia przez nieprzyjaciela, zakłócenia realizacji procesu wykrywania i akwizycji podczas realizowania zadań bojowych, a tym samym zwiększenia czasu lotu bez porażenia ogniowego oraz zminimalizowania skutków uszkodzeń powstałych w wyniku ewentualnego trafienia. Podwyższenie żywotności bojowej śmigłowca wojskowego może być osiągnięte poprzez działanie w dwóch zasadniczych kierunkach:

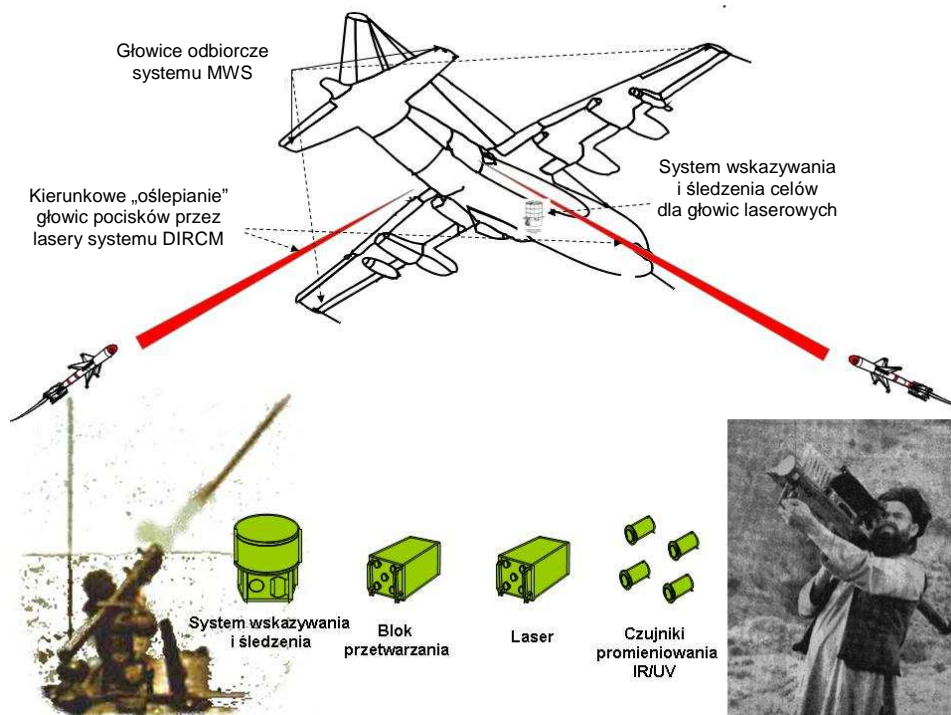
- zmniejszenie efektywności środków rażenia,
- podwyższenie odporności śmigłowca na niszczące oddziaływanie środków bojowych.

Zmniejszenie porażalności śmigłowca na oddziaływanie zagrożeń jest efektywniejszym sposobem zwiększenia żywotności bojowej niż realizacja zabiegów konstruktorskich, których przedmiotem jest zmniejszenie wrażliwości śmigłowca na oddziaływanie np. środków ogniowych przeciwnika.

Rozwój technologiczny w zakresie zastosowania fal długich w podczerwieni oraz produkcji coraz czulszych głowic elektrooptycznych umożliwił wyprodukowanie inteligentnej broni raketowej. Dostępne na światowym rynku broni środki optoelektroniczne (telewizyjne, laserowe, termowizyjne i kombinowane) często posiadają parametry operacyjne zbliżone do stacji radiolokacyjnych bliskiego zasięgu. Dotychczas głównym źródłem sygnału dla głowicy pocisku były ślady termalne pozostawione przez gazy wylotowe oraz części składowe silnika (wyróżnialne w widmie cieplnym). Obecnie nawet urządzenia rozpraszające ślad termalny (poprzez schładzanie gazów wylotowych) są wyróżnialne. Największe jednak zagrożenie wynika z faktu proliferacji przenośnych wyrzutni systemów ogniowych MANPAD (np. STINGER, STRZAŁA, IGŁA) na terenach aktywności grup terrorystycznych [2].

Do wykrycia i zidentyfikowania źródeł emisji elektromagnetycznej, jak również wykorzystania energii, włączając ukierunkowaną emisję do zredukowa-

nia lub przeciwdziałania użyciu energii elektromagnetycznej przez przeciwnika (rys. 1.), stosuje się urządzenia walki elektronicznej (*Electronic Warfare, EW*). Każdy wojskowy statek powietrzny NATO dysponuje standardowym wyposażeniem przeciwdziałania elektronicznego.



Rys. 1. Zagrożenia dla statku powietrznego i sposób walki z zagrożeniami

1. Porażalność śmigłowca i sposoby jej zmniejszania

Porażalność odnosi się do właściwości śmigłowca, która odpowiada za niezdolność uniknięcia uderzenia przez jeden lub więcej czynników powodujących uruchomienie mechanizmów niszczących konstrukcję w trakcie realizacji zadania. Poziom lub stopień porażalności śmigłowca w zetknięciu z zagrożeniem uwarunkowany jest trzema niezależnymi czynnikami: zagrożeniem, wyposażeniem oraz możliwościami samego śmigłowca i scenariusza działań. Podstawową właściwością zagrożenia jest jego charakterystyka, sposób działania i efektywność. W odniesieniu do śmigłowca uwzględnia się jego widoczność optyczną lub detekowalność sygnatury, środki przeciwdziałania, charakterystyki lotno-techniczne, wyposażenie w system obrony własnej (SOW) oraz szczególne właściwości samej konstrukcji. Scenariusz uwzględnia środowisko fizyczne, w któ-

rym występują zagrożenia, rozmieszczenie i aktywność środków ogniowych (zagrożeń), ścieżkę lotu śmigłowca, stosowaną taktykę oraz ewentualne wsparcie powietrzne. Ogólnie, im wyższy jest poziom porażalności śmigłowca, tym większe jest prawdopodobieństwo jego zestrzelenia (uszkodzenia) [8].

Tabela 1. Zasadnicze metody redukcji porażalności śmigłowca

Metody redukcji porażalności śmigłowca	Przykłady rozwiązań
Zastosowanie urządzeń ostrzegających	- RWR ¹ - MWS/MAWS ² - LWR/LWS ³
Zastosowanie generatorów zakłóceń	- generator zakłóceń radarowych RJ ⁴ - IRCM ⁵ - DIRCM ⁶
Redukcja sygnatury	- optymalizacja sygnatury radarowej RCS ⁷ (kształt płatowca i zastosowanie materiałów rozpraszających), - optymalizacja sygnatury termalnej (rozpraszacze gazów wylotowych, schładzanie „gorących” elementów płatowca), - optymalizacja sygnatury optycznej (malowanie maskujące, redukcja refleksów świetlnych), - optymalizacja pod kątem częstotliwości dźwięków wytwarzanych przez silnik (dysze tłumiące)
Zastosowanie tzw. „zakłóca-czy” jednorazowego użytku	- flary i dipole - wabiki holowane (<i>towed-decoy</i>)
Eliminacja zagrożeń	- pociski przeciwradarowe (klasy ARM ⁸) - działa pokładowe oraz pociski rakietowe klasy powietrze–powietrze (A–A)
Taktyka zastosowania bojowego, charakterystyki lotne konstrukcji, wyszkolenie i sprawność załogi	kluczowe czynniki: prędkość, wysokość, manewrowość, zdolność do wykonywania zadań w nocy

¹ Odbiornik ostrzegający przed opromieniowaniem radaru (*Radar Warning Receiver*).

² Odbiornik ostrzegający przed zbliżającym się pociskiem /odbiornik ostrzegający przed odpaleniem pocisku (*Missile Approach Warning System/Missile Warning System*).

³ Odbiornik ostrzegający przed opromieniowaniem laserowym (*Laser Warning Receiver/ Laser Warning System*).

⁴ Zakłócanie radarowe (*Radar Jammer*).

⁵ Urządzenie zakłócania w podczerwieni – dookólnie (*Infrared Countermeasures*).

⁶ Urządzenie zakłócania kierunkowego w podczerwieni (*Directional Infrared Countermeasures*).

⁷ Powierzchnia skuteczna celu (*Radar Cross Section*).

⁸ Pocisk przeciwradiolokacyjny (*Anti-Radiation Missiles*).

Redukcja prawdopodobieństwa porażalności śmigłowca pozwala na zwiększenie szans uniknięcia zagrożeń, które powodują efekty niszczące konstrukcji śmigłowca (bezpośrednie trafienie przez pocisk, eksplozja głowicy z zapalni-

kiem zbliżeniowym itp.). Naukowa literatura rosyjska i angielska podaje sześć zasadniczych metod redukcji porażalności, które zestawiono w tab. 1 [5]. Aż trzy z wymienionych technik redukcji porażalności bezpośrednio dotyczą zastosowania elementów systemu obrony własnej śmigłowca. Potwierdza to statystyka zdarzeń lotniczych, które miały miejsce w trakcie konfliktów zbrojnych w ostatnich czterdziestu latach.

Przełomowym momentem dla konstruktorów sprzętu lotniczego na Zachodzie było zakończenie wojny w Wietnamie i ogłoszenie strat amerykańskich, z których wynikało, że większość utraconych statków powietrznych była skutkiem ich nieefektywnego wyposażenia w systemy walki elektronicznej. Z kolei na Wschodzie przełomowym momentem było opublikowanie przez analityków wojskowych przyczyn powstania ogromnych strat w sprzęcie lotniczym w trakcie interwencji ZSRR w Afganistanie. Na podstawie wyciągniętych wniosków siły powietrzne Stanów Zjednoczonych podczas operacji „Pustynna Burza” wykorzystywały na ogromną skalę systemy walki elektronicznej, zarówno do neutralizacji systemu obrony powietrznej Iraku, jak i zapewnienia optymalnej ochrony swoim statkom powietrznym, głównie przed przenośnymi zestawami rakietowymi (MANPAD – przenośny przeciwlotniczy zestaw rakietowy, *Man-Portable Air Defense Systems* [4].

2. Redukcja widma radarowego oraz termalnego

Konstruktorzy najwięcej energii wydatkują na poszukiwanie metod zmniejszania wykrywalności statków powietrznych przez stacje radiolokacyjne. Decydującym parametrem jest tzw. skuteczna powierzchnia odbicia (RCS) obiektu. Ta umowna powierzchnia (wyrażana w $[m^2]$) może być traktowana jako miara ilościowa pozwalająca określić stosunek mocy sygnału wtórnie promieniowanego przez cel powietrzny w kierunku odbiornika do mocy fali elektromagnetycznej opromieniowującej cel.

Do określenia zdolności odbijających obiektu niezbędne jest uśrednienie odbijanej przezeń mocy, aby uzyskać możliwość analitycznego określenia zasięgu radiolokacyjnego. W tym celu wprowadzono pojęcie skutecznej powierzchni odbicia obiektu, które należy rozumieć jako pewną powierzchnię równoważną zastępującą rozpatrywany obiekt. Definiuje się ją następująco:

- skuteczna powierzchnia odbicia (RCS) określana parametrem σ jest to taka ekwiwalentna powierzchnia bez strat, zorientowana normalnie do kierunku padania fali, która – odbijając energię fali padającej izotropowo (równomiernie we wszystkich kierunkach) – powoduje odbiór przez odbiornik radiolokacyjny takiej ilości energii, jak średnio w przypadku rzeczywistego obiektu,

- δ to ekwiwalentna powierzchnia skuteczna, stanowiąca iloczyn współczynnika odbicia oraz współczynnika kierunkowości anteny radaru wykrywającego:

$$\delta = 4\pi \frac{P_s}{P_i} \quad (1)$$

gdzie: P_s – moc energii odbitej od celu przypadająca na jednostkę kąta bryłowego, P_i – gęstość mocy.

Zasięg typowej stacji radiolokacyjnej jest proporcjonalny do czwartego pierwiastka ze skutecznej powierzchni (δ) wykrywanego celu:

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_n G_n \delta A_o}{(4\pi)^2 P_{o\min}}} \quad (2)$$

gdzie: P_n – moc nadajnika, G_n – zysk anteny nadawczej, δ – skuteczna powierzchnia odbicia (RCS), A_o – skuteczna apertura (powierzchnia) anteny odbiorczej, $P_{o\min}$ – moc minimalna, przy jakiej możliwe jest wyróżnienie sygnału od celu na tle szumów.

Zmniejszenie RCS, np. o 50%, powoduje zmniejszenie zasięgu o 8%, a przy zmniejszeniu o 90% zasięg obniża się o ok. 25%. Można wnioskować, że istotne zmniejszenie zasięgu wymaga radykalnego obniżenia wartości RCS dla uzyskania „niewidzialności” obiektu latającego na obszarze w pobliżu stacji radiolokacyjnej [1, 5].

Bryła płatowca śmigłowca klasy *stealth* powinna być gładka i krzywoliniowa, bez wystających elementów, w tym zwłaszcza anten i podwieszeń zewnętrznych. Takie wystające, niezbędne elementy (światła pozycyjne, niektóre anteny, złącze do uzupełniania paliwa w locie i inne), poza okresami koniecznego wykorzystywania, muszą być chowane lub zasłaniane [3].

Innym kierunkiem zmniejszania RCS jest dobieranie odpowiednich materiałów konstrukcyjnych na wierzchnie elementy płatowca. Osiągnięcia ostatnich lat w dziedzinie inżynierii materiałowej umożliwiły uzyskanie wielu nowych, pochłaniających promieniowanie radarowe, niemetalowych materiałów konstrukcyjnych RAM (materiał absorbujący promieniowanie radarowe, *Radar Absorbent Material*). Chodzi tu o materiały specjalne, o odpowiednich właściwościach pochłaniających i(lub) rozpraszających fale radarowe napotymane przez lecący śmigłowiec.

Drugim pod względem znaczenia postulatem (po minimalizacji wartości RCS) stawianym konstruktorom śmigłowców klasy *stealth* jest zmniejszenie do minimum promieniowania cieplnego w podczerwieni. Wagę tego zagadnienia tłumaczy się tym, że podczerwień, spośród innych zakresów promieniowania

elektromagnetycznego, jest jak dotąd jedynym promieniowaniem (poza zakresem radarowym) umożliwiającym wykrycie obiektu latającego poza granicą bezpośredniej widzialności. Sygnał w podczerwieni umożliwia więc naprowadzenie przez przeciwnika pocisków raketowych klasy „powietrze–powietrze” czy „ziemia–powietrze”. Niekorzystną charakterystykę cieplną śmigłowca tworzą pracujący zespół napędowy wraz ze strumieniem gorących gazów wylotowych oraz nagrzewające się zespoły płatowca (wirnika nośnego), będące efektem wydzielania ciepła przez zespoły i agregaty wyposażenia nagrzewające się podczas pracy.

„Zdradliwe” dla śmigłowca klasy *stealth* jest także promieniowanie elektromagnetyczne pochodzące od pracujących na jego pokładzie różnorodnych urządzeń. Podstawowa zasada zmierzająca do zmniejszenia promieniowania elektromagnetycznego urządzeń pokładowych obejmuje ich grupowanie w jak najmniejszej liczbie miejsc (łatwiej jest je ekranować) oraz przesyłanie informacji i komend za pomocą techniki światłowodowej – szczególnie gdy odległości między tymi urządzeniami na pokładzie są duże.

3. Techniczne środki przeciwdziałania zagrożeniom

Dipole radiolokacyjne

Dipole radiolokacyjne wyrzeliwane są z pokładowych wyrzutni na podobnej zasadzie jak flary termiczne. Wykonywane są najczęściej z bardzo cienkich pasków folii metalowej lub włókien szklanych powlekanych aluminium o średnicy ok. 0,025 mm. Dipole odbijają wiązki promieniowania urządzeń radiolokacyjnych, tworząc na ich wskaźnikach fałszywe cele. W ten sposób mogą maskować śledzone obiekty albo imitować obiekty nieistniejące, utrudniając lub wręcz uniemożliwiając wykrycie i śledzenie celów rzeczywistych. Aby zapewnić osłonę radioelektroniczną statku powietrznego, należy zastosować ładunki zawierające dipole o różnych długościach, które pokryłyby całe pasmo częstotliwości 0,5÷18 GHz.

Efektywność chmury radiacyjnej utworzonej z dipoli jest funkcją RCS, czasu wytwarzania oraz czasu trwania. W tym ujęciu skuteczna powierzchnia odbicia RCS, imitowana przez dipol, jest równa lub dwukrotnie większa od rzeczywistej RCS osłanianego obiektu, w odniesieniu do tych samych warunków szacowania (np. kąt widzenia celu przez radar). Czas wytworzenia chmury/obłoku radiacyjnego oraz czas jej trwania muszą uwzględniać obliczenia realizowane przy szacowaniu RCS oraz warunki wymagane na wyjście osłanianego obiektu z bramki odległości lub przechwycenia radaru.

System wyrzucania dipoli najczęściej składa się z zespołu zasobników do odpalania ładunków, zespołu sterowania (bloku elektroniki), pulpitu wyboru z licznikiem (w kabinie) oraz zespołu programatora lub interfejsu zapewniające-

go połączenie z komputerem pokładowym. Program steruje operacją odpalania ładunków, regulując liczbę odpalanych środków, liczbę salw oraz czas przerw między kolejnymi odpaleniami. Program odpalania, zależny od rodzaju misji, może być zadany na ziemi przed lotem statku powietrznego lub wypracowany przez komputer pokładowy EW, w zależności od typu zagrożenia i parametrów lotu. Wskaźniki w kabinie na bieżąco informują o sposobie odpalania (programie) oraz liczbie ładunków pozostałych do wykorzystania.

Urządzenia zakłócające

Zakłócanie polega na wypromieniowaniu w przestrzeń na odpowiedniej częstotliwości (dostrojonej do częstotliwości roboczej urządzeń zakłócanych) i w odpowiednim kierunku sygnału zakłócającego, który na wejściu odbiornika nałoży się na sygnał użyteczny. Zakłócanie jest efektywne tylko wtedy, gdy posiada wystarczający poziom sygnału, aby uniemożliwić wydzielenie informacji użytecznej przez odbiornik przeciwnika. W walce elektronicznej stosowane są dwie grupy urządzeń zakłócających:

- stacje zakłóceń radarowych (*Radar Jammer*),
- stacje zakłócające i urządzenia mylące pracujące w zakresie podczerwieni: IRCM lub DIRCM oraz urządzenia aktywnych zakłóceń w podczerwieni: holowane pułapki-wabiki.

Zakłócenia radarowe

Zakłócenia aktywne (urządzenia zakłócające radary) realizowane są poprzez wysyłanie sygnałów zakłócających na częstotliwościach pracującej stacji radiolokacyjnej SRL. Najprostszym typem zakłóceń aktywnych są zakłócenia typu szumowego. Na określonych częstotliwościach lub w ich pasmach (*span*) wytwarza się jednostajne szумы, które blokują pewien zakres częstotliwości (oślepiają odbiornik w danym sektorze obserwacji), uniemożliwiając jego wykorzystanie, lub inaczej – zapewniają ukrycie obiektu. Zakłócenia tego typu mogą skutecznie realizować jedynie duże, ciężkie nadajniki (LFB – lampa z falą bieżącą), a więc mogą być przenoszone tylko przez odpowiednio duże samoloty. Zapewniają one emisję dużej mocy sygnału zakłócającego w obszarze ochranianego obiektu.

Aby zakłócenia były efektywne, należy zapewnić odpowiednio wysoki stosunek natężenia pola elektromagnetycznego, pochodzącego od nadajnika zakłóceń, do natężenia pola elektromagnetycznego sygnału użytecznego (odbitego od celu).

1. Zakłócenia klasy SOJ (*Stand-off Jamming*) – to zakłócenia prowadzone spoza zakresu bezpośredniego rażenia przez zintegrowane systemy obrony powietrznej (IADS). Zazwyczaj wymagają one bardzo dużej mocy celem uzyskania odpowiednio dużego zasięgu.

2. Zakłócenia klasy SIJ (*Stand-in Jamming*) – to zakłócenia prowadzone wewnątrz zakresu bezpośredniego rażenia przez środki IADS; wymagają mniejszej mocy, więc też zapewniają mniejszy zasięg działania.

3. Zakłócenia klasy CIJ (*Close-in Jamming*) – to zakłócenia prowadzone w bezpośredniej bliskości obiektu ataku (stacji radarowej), dające przewagę polegającą na możliwości wykorzystania małej mocy zakłóceń ze względu na skrócony zasięg.

4. Zakłócenia klasy CJ (*Communication Jamming*) – to zakłócenia skoncentrowane na liniach przekazu danych oraz połączeniach fonicznych, powodujące perturbacje w przekazywaniu danych o wykryciu celu do systemów ogniowych. Powodują one utratę informacji w łączy komunikacyjnym.

Wszystkie typy zakłóceń umożliwiają ogólnie osłonę elektroniczną (wsparcie zakłóceniami) w trakcie prowadzenia misji. Podczas tworzenia wielu fałszywych celów o diametralnie różnych charakterystykach lotu, w połączeniu z zaskoczeniem przeciwnika, powoduje się jego zdezorientowanie, niemożność podjęcia decyzji lub podejmowanie błędnych decyzji [4].

Zakłócenia w zakresie podczerwieni

W odniesieniu do najczęstszych zagrożeń śmigłowców przez systemy ogniowe najskuteczniejszą obroną są systemy kierunkowego przeciwdziałania w podczerwieni DIRCM. Historycznie wywodzą się one z urządzeń klasy IRCM. Półkowe podsystemy IRCM to urządzenia zakłócające, które emitują modulowaną energię (promieniowanie elektromagnetyczne modulowane np. kodem impulsowym) w wybranym zakresie podczerwieni. Głowica pocisku IR obserwuje obraz stanowiący kombinację sygnatury termalnej celu oraz promieniowanych impulsów pochodzących z elementu grzejącego. Fluktuacja przychoźącego sygnału do głowicy pocisku naprowadzanego na podczerwień powoduje fałszywe odczyty kątowe rzeczywistego położenia celu, powstanie błędów w sekcji kierowania i sterowania, a w następstwie tzw. przecelowanie. Urządzenia IRCM są zazwyczaj montowane parami na kadłubie płatowca. Budowa urządzenia oparta jest na mechanicznym układzie optycznym (obrotowym układzie optycznym z centralnie umiejscowionym źródłem promieniowania) bądź elektronicznie modulowanym źródle promieniowania.

W zależności od sposobu wytwarzania źródła światła wyróżnia się dwie kategorie urządzeń: z systemem paliwowego spalania (np. pręt węglowy) oraz z systemem opartym na wykorzystaniu lampy plazmowej, np. lampy ksenonowej lub łukowej. Rozwiązania te są wystarczające w przypadku stosowania pocisków rakietowych starszej generacji, np. SA-7 oraz AA-2. W przypadku obecnie wykorzystywanych nowych pocisków rakietowych trzeciej generacji, z systemem conscan oraz obrazowym, konieczne jest zastosowanie ulepszonych konstrukcji urządzeń zakłócających w podczerwieni.

W ślad za konstrukcjami systemów przeciwdziałania w zakresie podczerwieni podążają producenci uzbrojenia lotniczego. Dlatego też ewolucja pocisków naprowadzanych na podczerwień wymusiła konieczność stosowania coraz doskonalszych metod aktywnej obrony. Jak groźne jest zaniechanie modernizacji urządzeń IRCM, przekonali się Amerykanie podczas Pustynnej Burzy. Stacje IRCM (ALQ-144) zamontowane na śmigłowcach AH-54 Black Hawk nie tylko nie myliły pocisków wystrzeliwanych przez wojska irackie, lecz wręcz „wabiły” pociski naprowadzane na podczerwień. W wyniku dotkliwych strat urządzenia IRCM, nazwane przez pilotów amerykańskich „Disco Light”, zostały wymontowane ze śmigłowców uczestniczących w wojnie i przekazane do gruntownej modernizacji [4].

Najbardziej widocznym obszarem zastosowania najnowocześniejszych technologii przeciwdziałania zagrożeniom jest kierunkowe zakłócanie w podczerwieni. Kierunkowe źródła zakłóceń DIRCM w podczerwieni mogą oślepić (technika dazzlingu) bądź uszkadzać/niszczyć układy optyczne poprzez koncentryczne promieniowanie światła o dużym natężeniu. Typowym rozwiązaniem jest zastosowanie lasera bądź specjalnej lampy błyskowej. DIRCM wykorzystuje technikę tzw. otwartej lub zamkniętej pętli śledzenia (*open/closed loop*), pozwalającej na pracę w czasie rzeczywistym (w istocie prawie rzeczywistym) poprzez wykorzystanie urządzenia ostrzegającego o wystrzeleniu pocisku raketowego MWS. W przypadku wykrycia zagrożenia dochodzi do natychmiastowej reakcji w postaci promienia lasera o regulowanej gęstości mocy (laser o bardzo wąskiej wiązce) i długości falowej $1\div 2$ lub $3\div 5$ μm .

4. Uwagi końcowe

Zagadnienie żywotności bojowej śmigłowca zyskuje coraz większego znaczenia w niezwykle trudnych warunkach eksploatacji (np. w misjach PKW w Afganistanie), tj. przy dużym zapyleniu, znacznych wahaniami temperatury w trakcie dnia oraz przy zagrożeniach powodowanych przez środki ogniowe w trakcie całego cyklu – od startu do lądowania. Do określenia żywotności bojowej dla śmigłowca przede wszystkim konieczna jest identyfikacja jego podsystemów pod kątem porażalności oraz wrażliwości na uszkodzenia i zniszczenia. Dopiero wtedy możliwe jest określenie sposobów wyeliminowania krytycznych podzespołów (tj. elementów lub rozwiązań konstrukcyjnych) oraz zmiana technologii wykonania instalacji pokładowej śmigłowca. Jest to zadanie trudne do zrealizowania w praktyce, wymagające odpowiednich nakładów w trakcie procesu konstrukcyjnego statku powietrznego. Innym alternatywnym rozwiązaniem jest późniejsza modernizacja, w trakcie której dokładane jest np. dodatkowe opancerzenie zapewniające osłonę newralgicznych elementów płatowca. Działanie takie pociąga za sobą jednak znaczną utratę osiągnięć przez śmigłowca (przykładem jest śmigłowiec Mi-17-1V). Lepszym rozwiązaniem jest zastoso-

wanie odpowiednio skonfigurowanego systemu obrony indywidualnej na podstawie urządzeń walki elektronicznej, tj. urządzeń bezpośrednio wpływających na zmniejszenie efektywności środków rażenia. W tym przypadku kluczowe znaczenie ma analiza występujących zagrożeń na wybranym teatrze działań celem właściwego przygotowania bazy danych dotyczących zagrożeń systemu obrony własnej.

Literatura

- [1] Adamy D.: A first course in EW – EW 101, ARTECH House London, London 2001.
- [2] Frater M.R., Ryan M.: Electronic warfare for the digitized battlefield, ARTECH House London, London 2001.
- [3] Heikell J.: Electronic warfare self-protection of battlefield helicopters: a holistic view, University of Technology, Applied Electronics Laboratory, Series E: Electronics Publications E18, Helsinki 2005.
- [4] Materiały techniczne z lat 1999-2009 z posiedzeń grupy ACG3/NAFAG ds. zdolności do przetrwania statków powietrznych (Aerospace Capability Group 3 on Survivability/ NATO Air Force Armaments Group).
- [5] MIL-HDBK-2089: Military handbook aircraft survivability terms, 30 May 1997.
- [6] Lewitowicz J.: Podstawy eksploatacji statków powietrznych, t. 1: Statek powietrzny i elementy teorii, Wydaw. ITWL, Warszawa 2001.
- [7] Lewitowicz J., Kustroń K.: Podstawy eksploatacji statków powietrznych, t. 2: Własności i właściwości eksploatacyjne statku powietrznego, Wydaw. ITWL, Warszawa 2003.
- [8] Żurek J. (red.): Żywotność śmigłowców, Biblioteka Problemów Eksploatacji, Warszawa 2006.

ELECTRONIC WARFARE – THE MAIN FACTOR FOR DECREASING OF AN AIRCRAFT SUSCEPTIBILITY

Abstract

Aircraft combat survivability which is defined as the capability of an aircraft to avoid or withstand a hostile environment is proportional to the credibility of threat data base and correlated with them EW response. Report presents the fundamentals of the newly emerging design discipline of survivability engineering applied to aircraft. Susceptibility refers to the inability of an aircraft to avoid being hit by one or more damage mechanisms in the pursuit of its mission. The level or degree of susceptibility of an aircraft in an encounter with a threat is dependent upon three major factors: the threat, the aircraft (technology e.g. additional armor), and the scenario. The important features of the threat are its characteristic, its operations, and its effectiveness. The aircraft observables or detectable signatures, any countermeasures used, and the aircraft performance capabilities and self-protection equipment (most important for decreasing a susceptibility) are some of the important factors associated with the aircraft itself.

Złożono w Oficynie Wydawniczej w sierpniu 2011 r.