

## LÉGI JÁRMŰVEK OPTOELEKTRONIKAI RENDSZEREI ÉS BERENDEZÉSEI

(áttekintés a külföldi szakajtó alapján)

Fordító: Eszes János mk. százados

Napjainkban a korszerű repülőgépeken és helikoptereken mind gyakrabban alkalmaznak optoelektronikai rendszereket, amelyek biztosítják a harci gépek alkalmazási területének kiszélesítését éjszakai és rossz időjárási viszonyok között.

Az optoelektronikai rendszerekhez a következők tartoznak:

- hőtelevíziós rendszerek (a továbbiakban HTV);
- nagy fényérzékenységű televíziós rendszerek;
- lézerverendezések;
- komplex rendszerek, amelyek többféle, különböző elven működő alrendszert tartalmaznak;
- éjjellátó szemüvegek.

### HŐTELEVÍZIÓS (HTV) RENDSZEREK

A HTV-rendszerek főbb előnyei a következők:

- A megvilágítás erősségének csökkenése nem korlátozza a működésüket;
- némely esetben csapadékos időben is használhatók (pl. ködben).

Alkalmazásukat az alábbi körülmények korlátozhatják:

- a vevő hőérzékeny eleme hűtést igényel;

- az indikátoron megjelenő képen nem érzékelhetőek a távolságok ("mélységhiányos" kép);
- hőmérsékleti átfedések miatt fontos részletek eltűnhetnek a képernyőről;
- viszonylag drága kivitelezhetőség.

Mindezekből következik, hogy mielőtt HTV-rendszert telepítenének a repülőgép fedélzetére, figyelembe veszik a követelményeket, a várható előnyöket és hátrányokat.

A HTV-rendszereket a rádiólokátorokkal összehasonlítva megállapítható, hogy jobb a felbontóképességük és nagyobb a zavarvédetségük, ugyanakkor hatótávolságuk kisebb. A HTV alkalmas rossz látási viszonyok között, különböző füst-ködön, sőt ritka lombzaton keresztül történő célfelderítésre.

Az amerikai HTV-rendszerekben a terep feltérképezésére egyaránt használatos a párhuzamos és a soros pásztázás. A párhuzamos pásztázást alkalmazó rendszerek hőérzékeny eleme egy függőlegesen elhelyezett fotocellásor, amely az infravörös sugarakat érzékeli. A mintegy 180 érzékelő helyszög szerint átfogja a teljes látószöveget, azimut szerint pedig egy forgó tükör segítségével történik a pásztázás. Minden egyes érzékelőről külön veszik le a videojelet. Ez a kialakítás jó jel-zaj viszonyt és viszonylag alacsony pásztázósebességet biztosít.

Soros pásztázás esetén a terepet egy (vagy néhány) hőérzékelő elem pásztázza soronként, nagy sebességgel. A jel-zaj viszony javítása érdekében az érzékelőről levett jeleket összegzik, ami újabb nehézségeket jelent. Ebből adódóan kompromisszumos megoldáshoz folyamodtak angol és francia mérnökök. A vízszintesen pásztázó érzékelőblokk  $8 \times 8 = 64$  db hőérzékelő elemet tartalmaz mátrixelrendezésben, így az

indikátoron egyszeri pásztázásra 8 képrészletet újít meg.

A HTV-rendszerek használatos hullámhossz tartományai: 3-5 és 8-12  $\mu\text{m}$ . Megfelelő hűtés mellett képesek 0,8  $^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletkülönbség felderítésére.

A célok felderítésére általában kétféle látószögű pásztázás használatos. A széles pásztázás során lehetőség van a célok elhelyezkedésének behatárolására. A szűk látószög lehetővé teszi a célkiválasztást, amelyet a kinagyított indikáció is elősegít.

A HTV-rendszerek talán legfontosabb része maga a hőérzékelő egység.

Az infravörös fényt elektromos jellel alakító áramköri elemek sokféle anyagból és technológiával készülnek. Gyakori a higany-kadmium-tellur ötvözet alkalmazása. Emellett előfordulnak az indium-antimon, platina-szilícium, irídium alapú érzékelők is.

A Hg-Cd-Te ötvözet hátrányai között megemlítendő viszonylagos drágasága, valamint inhomogén szerkezete, a higany ugyanis kiválik a kristályrácsból. Ezért a szilícium-platina alapú érzékelők felé fordult a figyelem, mivel a vegyületnél nem fenyeget a kristályrács torzulása, sőt előállításuk is olcsóbb. Míg az előbbi anyagból készült fotocellák darabonként néhány dollárba, addig a szilícium-platina érzékelők csak néhány centbe kerülnek.

A Si-Pt érzékelő a 3...5  $\mu\text{m}$  hullámhosszú sugarakra érzékeny. Gyártása során platinát párologtatnak el, majd ezt lecsapatják szilícium IC-k felületére. A folyamat eredményeképpen az IC felületén Si-Pt vegyület keletkezik, a réteg vastagsága mindössze 4 molekulányi (kb. 20 Å).

A technológia jól kidolgozott és lehetővé teszi az ilyen érzékelők sorozatgyártását. Egy Si-Pt érzékelő elemekből felépített és folyékony  $N_2$ -hűtéssel ellátott infravörös vevő előállítási költsége kb. 5000 USD.

Az effektív működés érdekében az érzékelőt hűteni kell. A 3...5  $\mu$ m-en működő érzékelő  $-90$  °C, a 8...12  $\mu$ m-en működő  $-200$  °C hőmérsékletet igényel. A hűtésre több eljárás ismert, például a Joule-Thomson-féle hűtés, melynek során sűrített gáz segítségével 80 K hőmérsékletet lehet elérni.

Az érzékelő által előállított elektromos jel erősítésre kerül és különböző feldolgozások, átalakítások után megjelenik az operátor (pilóta) képernyőjén. A repülőfedélzeti indikátorok 525 vagy 625 sor felbontóképességűek. Létezik olyan megoldás is, ahol a képcső ábrázolta képet a célzókészülék egységes kijelzőjére vetítik, és így lehetséges a terep infravörös képének és repülési - navigációs adatoknak egyidejű megjelenítése.

A HTV-rendszerek felépítésében nagy szerepe van az egyszerűsített részegység-moduloknak, melyek gyártásában és az új műszaki megoldások kifejlesztésében az USA, Nagy-Britannia, Franciaország és Németország nagy tapasztalattal rendelkezik. Ilyen univerzális modulokból épülnek fel olyan ismert rendszerek, mint például a LANIRN navigációs-célfelderítő és követőrendszer vagy a TADS/PNVS navigációs - célfelderítő rendszer (AH-64 Apache).

Az ötödik generációs harci gépek (Rafale, F-22, EFA) számára kifejlesztett felderítő-célfőrendszerekben olyan előzetekintő infravörös (Forward Looking Infra Red - FLIR) rendszereket fognak alkalmazni, amelyek hatótávolsága a ma létező rendszerekénél 40 %-kal nagyobb. Ezt elsősorban olyan kutatási és fejlesztési programok eredményezték, amelyek

célja új, nagyteljesítményű fényérzékeny elemek kifejlesztése volt.

Napjainkban egyre inkább teret hódítanak a mátrix-felépítésű vevők. Ezek jellemzője a nagy hatótávolság, több cél egyidejű követése, nagyobb zavarvédetség, kisebb méretek.

Az amerikai Texas Instruments által kifejlesztett vevő 64x64 db érzékelőelemet tartalmaz; az elemek 6x6 mm-es felületen illeszkednek a szilícium alaplapra. Minden egyes elem jele különálló erősítésre kerül. Ez a vevőegység egy perspektivikus harckocsielhárító rakéta koordinátorához készült.

A Rockwell (USA) vevőegysége 122 x 122 elemet tartalmaz, egy elem átmérője 80  $\mu\text{m}$ . A vevőt a Hellfire rakétában, valamint a GBU-15 bomba koordinátorában alkalmazzák (ezek lézerirányítású megsemmisítő eszközök). A vevőegység képes felderíteni a repülő helikoptert 8 km-ről, harckocsit kikapcsolt hajtóművel 4,5 km-ről.

A HIV-rendszerek gyakorlati megvalósítása igen sokféle lehet. A Texas Instruments OR-89/AA jelű HTV-rendszere igen sok géptípuson használatos (S-3, A-6, RF-4C, C-130, P-3B). A rendszer részei: a HTV berendezés, a tápegység és az irányító blokk.

A rendszer főbb jellemzői: látószög azimut és helyszög szerint  $\pm 200^\circ$ , illetve  $0 \dots -84^\circ$ , tömeg 121 kg.

A Westinghouse (USA) által javasolt rendszer kombinálja a sisakra szerelt célmegjelölő és kijelző rendszert a HTV elemeivel. A HTV érzékelője követi a pilóta fejének mozgását, amelyet két mágneses szöghelyzet-adó segítségével valósítanak meg (az egyik a sisakon, a másik a kabintetőn található). A környező terep hőképét azután a sisak szemellenzőjébe integrált kijelzőn megjelenítik.

Említésre méltó még azIRST-rendszer, amely a már ismert hőpeligátor továbbfejlesztése, harci lehetőségeinek kiterjesztése és a FLIR-rendszerrel való kombinálása.

### NAGY FÉNYÉRZEKENYSÉGŰ TELEVIZIÓS RENDSZEREK

Ezen berendezések fő feladata, hogy lehetővé tegyék a feladat végrehajtását olyan körülmények között, amikor a HTV nem hatékony, pl. magas páratartalom esetén vagy homogén hőmérsékletű környezetben. Hátrányuk, hogy alkalmazásukat korlátozza a megvilágítás erőssége.

### LÉZERBERENDEZÉSEK

A korszerű repülőgépeken többféle lézerberendezést is alkalmazhatnak: lézer távmérő - célmegjelölő, automatikus célkövető, lézerlokátor és egyéb berendezéseket.

#### Lézer távmérő - célmegjelölő berendezések

A lézert az 1960-as évek végétől használják távolságmérésre különböző fegyverrendszerekben, így a harci repülőgépeken is. A legegyszerűbb távolságmérő rendszerrel nagy energiájú impulzusokat sugároznak ki a céltárgyra, és a visszaérkező jeleket optikai rendszer segítségével veszik. A másik lehetséges út: folyamatos lézerkissugárzás (radiófrekvenciás modulációval) és a visszavert jel folyamatos vétele.

Az impulzusüzemű lézertáv mérővel a távolságot a lézerimpulzus kisugárzása és a visszavert jel beérkezése (vétele) között eltelt idő alapján határozzák meg. A kisugárzott impulzus energiájának kis része egy fotodiódára jut, amely beindítja a számláló berendezést (ennek frekvenciája kb. 100 MHz). A számlálót a visszavert jel beérkezése állítja meg, ha energiája átlépi a megadott küszöbértéket. A számláló im-

pulzusainak és az etalonfrekvenciának ismeretében meghatározható a céltárgy távolsága, amely az operátor indikátorán kijelzésre kerül.

A lézer távmérőkben leginkább a neodímium - gránát lézereket alkalmazzák, de előfordul a széndioxid-lézer is. Az alábbi táblázat tartalmazza a kétféle lézer jellemző paramétereit.

Vizsgált jellemző	Neodímium-gránát	CO <sub>2</sub>
Hullámhossz (μm)	1,06	9-11
Energia (J)	0,2	0,2
Max. teljesítm. (MW)	10	2
Hatásfok (%)	2	25
Tömeg (kg)	5	25

Napjainkban a harci repülőgépek és helikopterek fedélzetén széleskörűen elterjedt a lézer távmérők alkalmazása. Néhány típus rövid ismertetése és főbb technikai jellemzői:

- Cilas ICV 115 (Franciaország)

A berendezést helikopterek fedélzetén alkalmazzák. A vevőegységbe lavinadiódát építenek. Az operátor szemét szűrő óvja, amelynek csillapítása az üzemi hullámhossztartományban 70 dB. Főbb adatok: hullámhossz 1,06 μm; hatótávolság 20 km; a sugárzás energiája 0,1 J; az impulzus időtartama 10 ns; impulzusteljesítmény 4 MW; tömeg 8 kg.

- Thomson TAV-38 (Franciaország)

A távmérőt a Jaguar és Mirage F1 repülőgépek exportváltozataira szerelik. A vevőegység lavinadiódás felépítésű. A számláló etalonfrekvenciája 29,98 MHz. A lézersugár célra-

irányítása mozgatható optikai eltérítő rendszer segítségével történik. Főbb adatok: hullámhossz  $1,06 \mu\text{m}$ ; hatótávolság  $10 \text{ km}$ ; a sugár eltérítése helyszög és azimut szerint egyaránt  $\pm 10^\circ$ ; tömeg  $20 \text{ kg}$ .

#### - Ferranti LRMS (Nagy-Britannia)

A távmérő és célmegjelölő a Jaguar, Harrier és Tornado harci gépeken nyert alkalmazást. A neodímium-gránát lézer stabilizált házban foglal helyet, amely biztosítja a lézer-sugár célon tartását a repülőgép manőverezése közben is. Főbb adatok: hullámhossz  $1,06 \mu\text{m}$ ; hatótávolság  $9 \text{ km}$ ; a sugár kitérítése helyszög szerint  $+3 \dots -20^\circ$ ; azimut szerint  $\pm 12^\circ$ ; dőlés szerinti stabilitás  $\pm 90$  fokig.

#### Lézerlokátorok

A lézerlokátor működési elve hasonló a rádiólokátoréhoz: az objektív látószögebe eső tér valamennyi pontja távolságának meghatározása. Az indikátoron megjelenő ábrázolás (kép) ennek a következménye.

A lézerlokátor nagyobb felbontóképességgel rendelkezik, mint a rádiólokátor, mert az üzemi hullámhossza jóval kisebb. Ez lehetővé teszi olyan (nehezen észlelhető) objektumok felderítését, mint például az elektromos légvezetékek. Hasonlóan a FLIR-rendszerekhez, a lézerlokátor alkalmas éjszakai üzemeltetésre, de képminősége sokkal jobb: képes háromdimenziós megjelenítésre (az operátor érzékeli a kép "mélységét").

Az alkalmazás lehetőségeit elsősorban a kis hatótávolság korlátozza. A lézersugár energiája a levegő fényelnyelése és szórása miatt gyorsan csökken. Tiszta időben a hatótávolság elérheti a  $10 \text{ km}$ -t, de borús időben a hatótávolság a FLIR-rendszer hatótávolságával egyező, vagyis  $3-5 \text{ km}$ .

Egy fontos eltérés azonban van: amíg a FLIR-rendszer által szolgáltatott kép a látás romlásával fokozatosan veszít élességéből, addig a lézerlokátort csak a visszavert jelek elvesztése akadályozza: mindaddig éles, kontrasztos a kép, míg a vevő fogadja a visszavert jeleket, függetlenül a jelek energiájától.

A lézerlokátor nagy előnye, hogy gyakorlatilag nem lehetséges felfedni és zavarni. A lokátor fő eleme a lézer, melynek kibocsájtott sugárnyalábja egy optikai rendszer segítségével pásztázza a látószög adott szektorát. A pásztázás eredményeképpen hasonló kép keletkezik, mint a televízió által adott kép (soronkénti pásztázás). A visszavert jel ugyanazon optikai rendszeren keresztül kerül rá a vevőegységre.

#### - "LR" lézerlokátor

Az "LR" fantázianeveű (Laser Radar) lézerlokátor jó minőségű, a cél azonosítására alkalmas képet szolgáltat a céltárgyról, egyúttal meghatározza annak távolságát is.

A lokátor az infravörös és a látható fény határát magában foglaló spektrumban dolgozik. Ez a körülmény biztosítja az optikai rendszerekéhez mérhető felbontóképességet. Egyidejűleg a lokátor méri és kijelzi ugyanazokat a paramétereket, mint a rádiólokátor.

A kísérleti stádiumban lévő berendezésben arzén-gallium diódát alkalmaznak lézerfényforrásként (infravörös spektrumban) 4 MHz-es amplitudómodulációval. A pásztázás helyszög és azimut szerint mechanikus úton történik, a látószög 30x30 fokos. A távolságmérés a visszavert jel fáziseltolódása alapján történik. Bármely objektum, amely a lokátor látószögébe kerül, megfigyelhető a 64x64 pixelt (képpontot) tar-

talmazó képernyőn, amelyen az információ másodpercenként négyszer újul meg.

A távolságok érzékeltetésére különböző színek, valamint a szürke különböző árnyalatainak segítségével van mód.

A kísérleti lokátor az alkalmazott lézer kis teljesítménye (120 mW) miatt csak kb. 50 m-es hatótávolsággal rendelkezik. A bemutatás során az indikátoron azonosítani lehetett a mozgó lövészpáncélost.

### A "PAVE PENNY" RENDSZER

A rendszer alkalmazási területe: lézeres önirányító fejjel felszerelt megsemmisítő eszközök célravezérlése. A cél megvilágítását végezheti földi állomás vagy külön erre a célra szolgáló célmegjelölő repülőgép, amely a csapásmérő csoport tevékenységét biztosítja. A rendszer részei: függeszthető konténer, amely az optikai rendszert és az elektronikus berendezést tartalmazza; egyeztető blokk, amelyen keresztül a rendszer csatlakozik a fedélzeti fegyverrendszer egységes indikátorához; irányító pult.

A rendszer fő eleme az optikai fej, amely kardán-felfüggesztésű és elfordítható mind a függőleges, mind a vízszintes síkban. Az optikai fej veszi és fókuszálja a célról visszavert lézerpulzusokat a szilícium alapú fotodiódán, amely a kardánfelfüggesztés belső keretén helyezkedik el. Az optikai fej lehetővé teszi a célok keresését és felderítését  $\pm 90^\circ$ -os szögben azimut szerint és  $+15 \dots -90^\circ$ -os szögtartományban helyszög szerint.

Az egyeztető blokk biztosítja a céljel ("célkereszt") helyzetének helyesbítését a célzókészülék kijelzőjén bólintás és dőlés szerint, valamint a konténer és a repülőgép viszonyítási rendszereinek összehangolását.

A vezérlőpult segítségével kiválaszthatók a rendszer üzemmódjai, valamint a pásztázás módja (széles-szűk). Egy forgatható skála segítségével a repülőgépvezető (operátor) kiválaszthatja a bombavetési módot: vízszintes repülésből, zuhanórepülésből, stb.

A függeszthető konténerben helyezkednek el továbbá: öt nyomtatott áramköri lap, amely az elektronikus blokkokat tartalmazza; a feszültségszabályozó és áramátalakító, valamint a beépített ellenőrző eszközök.

Speciális szerelőnyílásokon keresztül könnyen hozzáférhetők az egyes blokkok, a hibakeresés nagymértékben automatizált, és blokkcserével gyorsan megszüntethető a meghibásodás.

A rendszer hatótávolsága 10 km fölött van. Egyéb adatok: hullámhossz 1,06  $\mu\text{m}$ , tömeg 15 kg.

### KOMPLEX RENDSZEREK

Az infravörös, televíziós és lézerrendszerek különböző lehetőségekkel rendelkeznek az álcázott célok felderítésére. Így például a TV-rendszerek gyakorlatilag nem alkalmasak álcázott cél felderítésére, míg az infravörös rendszerek jó eredménnyel találják meg az álcázott célokat.

A különböző elven működő rendszerek egyesítése és egységes kereső - célzórendszerbe foglalása lehetővé teszi valamennyi típusú rendszer előnyeinek maximális kihasználását. Néhány komplex rendszer főbb ismérvei:

## - "Pave Tack" rendszer

Az alábbi feladatok végrehajtását biztosítja:

- kisméretű célok kutatása, felderítése és azonosítása (teherautó, harckocsi stb.);
- célkövetés és célzashelyesbítés;
- lézeres célmegjelölés;
- 14 féle fegyver alkalmazása, melyek ballisztikai adatait a fedélzeti számítógép memóriája tartalmazza;
- a navigációs rendszer adatainak korrekciója;
- terepkövető funkció kismagasságú repülésnél;
- a csapás kiértékeléséhez videofelvétel készítése.

A rendszer részei: optoelektronikai berendezés, amely konténerben foglal helyet, valamint a vezérlő és indikációs szer-  
vek, amelyek a fülkében találhatók. (F-111F, F-4F, RF-4C repülőgépeken).

Az optoelektronikai részt alkotó blokkok: hőtelevíziós alrendszer, lézertáv mérő - célmegjelölő és az elektronikus blokkok.

A rendszer optikai része stabil alaplapon, forgathatóan helyezkedik el, az elfordítás szöge lehetővé teszi a repülőgép alatti térrész gyakorlatilag teljeskörű megfigyelését.

A konténert F-4-esen törzs alatti tartóra függesztik, az F-111 típuson a törzsön belüli (bombakamrában levő) zárba rögzítik, így az félig törzsbe süllyesztett helyzetben van. Napjainkban folyik a típus átalakítása, mely után a konténert be lehet húzni a bombakamrába a feladata befejeztével, így csökken a repülőgép légellenállása.

A konténer hossza 4,1 m, átmérője 0,51 m, tömege 580 kg.

A kabinban található a vezérlő panel, a TV-indikátor, a célkövető-helyesbítő és a lézerberendezés vezérlő szervei.

- "LANTIRN" rendszer

A rendszer lehetőségei:

- nappali és éjszakai kismagasságú terepkövető profilú repülés és navigáció;
- lézeres célmegjelölés, befogás és automatikus célkövetés (földi célok esetén);
- hat különböző cél egyidejű támadása Maverick típusú rakétákkal.

A rendszer két konténerben nyert elhelyezést. A navigációs konténer blokkjai a következő feladatokat látják el:

- a terep profiljának követése;
- szükséges számítások elvégzése;
- a terep ábrázolása az operátor képernyőjén;
- a környező levegő paramétereit figyelembevevő helyesbítés.

Ezeket a feladatokat a következő blokkok látják el:

- terepkövető rádiólokátor;
- infravörös előretekintő - kutató rendszer (FLIR);
- irányító számítógép;
- helyesbítő blokk;
- beépített ellenőrző rendszer;
- tápegység.

A rádiólokátor öt üzemmódon működhet, amelyek közül egy speciálisan, esőben történő harci feladat végrehajtására terveztelett.

Az előrenéző infravörös rendszer elfordítható a következő manőver irányába, így a pilóta az indikátoron megismerheti a terepet még a manőver megkezdése előtt, vagy azonosíthatja az útvonal következő támpontját.

A navigációs konténer hossza 2 méter, tömege 200 kg.

A cél megjelölő konténer a rendszer másik eleme; kisméretű célok támadását segíti elő éjszakai alkalmazás során.

Főbb alkotórészei:

- FLIR-rendszer kétféle ( $2,25 \times 2,25^\circ$  és  $10,8 \times 10^\circ$ ) látószóggal;
- a FLIR-rendszer látószögének változtatását és a látómező tengelyének kitérítését létrehozó rendszer;
- lézeres távmérő és célmegjelölő;
- irányító számítógép;
- a Maverick-rakéták kontrollere;
- a célkövető blokk elektronikus egysége.

A konténer hossza 2,5 méter, tömege 240 kg.

- TADS/PNVS

A Martin-Marietta által kifejlesztett rendszer az AH-64 Apache harci helikopter számára készült. Rendeltetése: a repülés biztosítása éjjel és célfelderítés bármely napszakban, valamint közepesen bonyolult időjárási viszonyok között.

A TADS (célfelderítő és megjelölő célzókészülék) biztosítja a cél befogását és automatikus követését, valamint célfelderítését bármely napszakban és a célok helyzetének és távolságának meghatározását.

A TADS-rendszert 5 alrendszer együttese alkotja:

- nappali TV-rendszer, amely 2 nagyítási üzemmódban dolgozik;
- közvetlen képformálású optikai rendszer 2 nagyítási fokozattal;
- lézertáv mérő - célmegjelölő, amely a Hellfire rakéták célravezetését is biztosítja;
- lézertáv mérő felderítő és követő rendszer, amely lehetővé teszi a célfelderítést abban az esetben, ha azt másik célmegjelölő állomás világítja meg;
- FLIR-rendszer, amely sötétben és rossz látási viszonyok között is hatékony.

A TADS-rendszer információt szolgáltató adói közös célzónovallal rendelkeznek, az optikai rendszer elemei stabilizált alaplapon vannak elhelyezve, így működésük független a helikopter manővereitől.

A személyzet kapcsolók segítségével kiválaszthatja a szerinte legcélravezetőbb és leghatékonyabb célfelderítési üzemmódot.

A PNVS (Pilot Night Vision System) lehetővé teszi az éjszakai kismagasságú repülést, ezáltal igen nehéz a helikopter felderítése. A PNVS "lelke" egy FLIR-rendszer, melynek optikai része forgathatóan van beépítve a helikopter orr-részébe, és a pilóta fejmozgását követi.

A TADS/PNVS komplexum együttes tömege 274 kg.

- "OASYS"

Az USA szárazföldi erőinél kidolgozás alatt állnak olyan rendszerek, amelyek figyelmeztetik a helikopterek pilótáit, ha akadály kerül eléjük (pl. fák, légvezetékek, an-

tennák stb.). Ily módon lehetővé válhat a feladat kis magasságon és nagy sebességgel történő biztonságos végrehajtása. A fák koronájánál alacsonyabb magasságú repülés megnehezíti a helikopter felfedezését és növeli a túlélőképességet. Am a felbukkanó akadályok kikerülése ilyen magasságon nagy sebességnél olyan bonyolult, hogy a pilóta egyedül nem boldogul. Feladata még inkább nehezebbé válik, ha a repülés rossz látási viszonyok között, vagy éjszaka történik.

E probléma megoldására az USA szárazföldi erőinek laboratóriuma kutatásokat végez. A program célja: olyan berendezés létrehozása, amely figyelmezteti a helikopter személyzetét az elébe kerülő akadályra, egyúttal lehetővé teszi a FLIR-rendszer és éjjellátó szemüveg alkalmazását. A távolabbi tervekben szerepel olyan rendszer létrehozása, amely nem utasítást ad a pilótának a megfelelő manőverre, hanem automatikusan manőverbe viszi a helikoptert.

Az OASYS-program (OASYS - Obstacle Avoidance System - akadálykikerülő rendszer) első lépéseként kísérleteket folytattak az Apache helikopter szimulátorában, a FLIR és PNVS rendszerek, valamint imitátorok felhasználásával. A kísérletek folyamán a szakemberek olyan szempontokat vizsgáltak, mint például a hatótávolság (és ennek megfelelő idő, ami a pilóta rendelkezésére áll), látószög, felbontóképesség, rejtett működés és egyéb paraméterek, amelyeknek egyenes vonzata a befoglaló méretek, tömeg, egyszerű konstrukció, jó szerelhetőség, költségek alakulásának vizsgálata. A kísérletek eredményeképpen a szakemberek két variánst tartanak alkalmasnak az OASYS-rendszerben történő alkalmazásra: a milliméteres hullámhosszú radart és a lézerekotort.

A francia Thomson-CSF gyártotta "Romeo-2" rádiólokátor frekvenciamodulációs üzemmódon dolgozik ( $f=94$  GHz). A 25 cm átmérőjű antenna által kisugárzott nyaláb erősen fókuszált, az indikátoron megjelenő kép méretei  $90 \times 30^\circ$ .

A mm-es hullámokat az atmoszféra kevésbé nyeli el, emiatt - különösen poros, füstös levegőben - az infravörös rendszerek hatékonysága elmarad a rádiólokátorétól. De a légvezetékek felderítése a radarral is csak akkor volt hatásos, ha a besugárzás a vezetékre közel merőlegesen történt. A 3,2 mm hullámhosszú radar képernyőjén már a 38 mm átmérőjű kábel képe is "szétfolyt".

Lézerlokátor alkalmazásával ( $\lambda = 0,8 \dots 1,06 \mu\text{m}$ ) ugyanez a kábel élesen fog látszani. A lézersugár nagyfokú koherenciája miatt a felbontóképesség kedvezőbb. A másik előny, hogy a lézersugárzást jóval nehezebb felfedni, mint a rádiólokátor működését.

A lézerlokátor hátránya a rádiólokátorral szemben a kisebb hatótávolság.

(Az Apache Longbow AH-64D helikopteren a mm-es radar mellett döntöttek).

#### EJJEJELLÁTÓ SZEMŰVEGEK

Az éjjellátó optikai eszközök előnyei: kis tömeg, egyszerű kezelhetőség, olcsóság, valamint a természetes látáshoz hasonló indikáció. Hátrányuk, hogy használatukat korlátozza a megvilágítás erőssége, valamint a fényes objektumok szétfolyhatnak a képen (glória-jelenség).

- Eagle Eye ("saszem")

Ez a berendezés könnyű (500 g) és 35 mm-re helyezkedik el a pilóta szeme előtt, így a fej súlyponteltolódása minimális, ami fontos körülmény katapultálásakor, illetve nagy túlterheléssel végrehajtott manőverek esetén.

A fényerősítők oldalt, a sisakellenző alatt helyezkednek el. A felerősített képet üvegszálakon keresztül vetítik a szem előtti indikátorra, amelyen megjeleníthetők mindazok a jelzések, amelyek a célzókészülék egységes kijelzőjén. Az indikátor látószöge  $120 \times 110^\circ$ .

#### - PVS-5, AVS-6

A második és harmadik generációs szemüvegek javított jellemzőkkel rendelkeznek. A PVS-5 erősítői a 380-850 mm-es tartományban dolgoznak, amely magába foglalja a teljes látható spektrumot, valamint az infravörös és ultraibolya tartományok egy-egy részét. Az AVS-6 az 550-950 mm-es spektrumban működik, amely nem tartalmazza a kék szín környékét, viszont jelentősen benyúlik az infravörös tartományba.

A PVS-5 szemüvegek üzemi ideje 2000-4000 óra, az AVS-6 típusé 7500 óra feletti. További előnye az utóbbi típusnak, hogy jobb a jel-zaj viszonya, amely döntően befolyásolja az erősítő (s így az egész berendezés) többi paraméterét.

Az USA szárazföldi erői már megrendeltek a meglévő 4000 komplett kiegészítéseként további 21.000 db AVS-6 típusú éjjellátó berendezést, a szállítás 1997-ben fog befejeződni. A lecserélt PVS-5 szemüvegeket a pilóták kiképzése során fogják használni.

Az összeállítás az alábbi szakirodalom felhasználásával készült:

- "Aviat. Week and Space Technol.", 1990, 132, N 4, 77-79
- "Int. Def. Rev.", 1989, 22, N 11, 1582
- "Int. Def. Rev.", 1989, 22, N 9, 1268
- "Jane's avionics", 1987-1988, 84-120
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1989, 130, N 15, 86, 87
- "Military Technol.", 1990, 14, N 9, 97, 98; 100-102, 104, 105
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1989, 130, N 13, 51, 57, 62, 67, 70
- "Flight Int.", 1992, 141, N 4308, 4
- "Jane's Def. Weekly", 1990, 14, N 20, 892-894
- "Interavia AeroSp. Rev.", 1989, 44, N 9, 804, 805, 807, 808
- "Interavia AeroSp. Rev.", 1989, 44, N 11, 1123-1128
- "Flight Int.", 1990, 137, N 4205, 16
- "Flight Int.", 1992, 141, N 4312, 29, 30, 32
- "Armed Forces J.", 1992, N 2, 49-50
- "Flight Int.", 1991, 139, N 4266, 48-51
- "Armada Int.", 1991, 15, N 3, 42-44, 46, 48
- "Def. Electron.", 1991, 23, N 4, 48-52
- "Def. Electron.", 1989, 21, N 5, 47, 49-52, 54
- "Mil. Technol.", 1989, N 5, 40-41, 43-46, 48