



**Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Bolyai János Katonai Műszaki Kar
Repülő és Légvédelmi Intézet**



**Fedélzeti Rendszerek Tanszék
Repülőfedélzeti Fegyvertechnikai szakirány**

**A HAGYOMÁNYOS ÉS A KOAXIÁLIS
FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSŰ HELIKOPTEREK
FEGYVERZETÉNEK ÉS ALKALMAZÁSI
LEHETŐSÉGEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

SZAKDOLGOZAT

Készítette:

GOMBAI ORSOLYA HALLGATÓ

Konzulens:

Szilvássy László okl. mk. alez.

Kavas László okl. mk. alez.

**SZOLNOK
2008.**

J ó v á h a g y o m !

Szolnok, 2007. május 31.

.....
tanszékvezető

SZAKDOLGOZATI FELADAT

Gombai Orsolya

repülőfedélzeti fegyvertechnikai szakos
hallgató részére

1. Feladat:

A hagyományos és a koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek fegyverzetének és alkalmazási lehetőségeinek összehasonlítása

2. Elkészítendő:

- A hagyományos és a koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek kialakulása, a köztük lévő különbségek.
- A hagyományos és a koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek fegyverzetének összehasonlítása.
- A hagyományos és a koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek alkalmazási lehetőségeinek összehasonlítása.

3. A szakdolgozatot konzultálja: Szilvássy László okl. mk. alez.

Kavas László. okl. mk. alez.

4. Beadási határidő: 2008. április 30.

5. A kidolgozáshoz javasolt eszközök és irodalom:

- A repülőfedélzeti fegyverberendezések működésének és üzemeltetésének alapjai I. könyv (920/531 szabályzat)
- Zsilák András mk. alez.: Repülőgép-fedélzeti fegyverek megsemmisítő eszközei, 598/479, KGyRMF, 1984,
- Idegen hadseregek katonai repülőerőiben rendszeresített főbb fedélzeti pusztítóeszközök (Id/16 szabályzat)
- КУЗНЕЦОВ, Григорий Пилоту на заметку ВЕРТАЛЕТ Информационный Технический Журнал (ISSN 1562-2673) 2005/2 стр. 30
- М. Л. Миль и др Верталётыб Машиностроениеб Москва, 1967

- A témával foglalkozó szakdolgozatok, tanulmányok, doktori dolgozatok és Internetes oldalak.

6. A szakdolgozat elkészítésének ütemterve:

Ssz.	Feladat megnevezése	Határidő	Megjegyzés
		Aláírás	
1.	A megadott irodalom tanulmányozása, rendszerezése, egyéb források felkutatás	2007. 09. 30.	
2.	Önálló kutatás	2007. 10. 31.	
3.	A szakdolgozat vázlatának elkészítése	2007. 11. 30.	
4.	A szakdolgozat kéziratának elkészítése	2008. 02. 28.	
5.	Ábrák, fényképek fóliák, stb. elkészítése	2008. 03. 31.	
6.	A szakdolgozat bemutatása a konzulensnek	2008. 03. 31.	
7.	A szakdolgozat végleges formába öntése és beköttetése	2008. 04. 15.	
8.	A szakdolgozat leadása	2008. 04. 30.	

Szolnok, 2008. hó-n

.....
hallgató

Egyetértetek!

.....
konzulens

7. A konzulens javaslata:

A szakdolgozat a formai és tartalmi követelményeknek

megfelel

nem felel meg

ezért elbírálását

javaslom

nem javaslom

Szolnok, 2008. hó-n

.....
konzulens

A szakdolgozat értékelés

8. Összefoglaló bírálat:

Javasolt osztályzat:

2008. hó-n

.....
bíró

9. A záróvizsga bizottság döntése:

A szakdolgozatot eredményűnek minősítjük.

Szolnok, 2008. hó-n

.....
ZV bizottság elnöke

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	5
BEVEZETÉS	7
1. A HELIKOPTEREK TÖRTÉNETE, MŰKÖDÉSE	8
1.1. A fűgefától a helikopterig	8
1.2. Forgószárnyasok a II. világháborúban	12
1.3. A koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek atyja – Kamov	12
1.4. A vietnámi háború hatása a helikopterek fejlődésére	13
2. FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSEK	17
2.1. A forgószárny	17
2.2. Hagyományos forgószárny elrendezés	18
2.3. Koaxiális forgószárny elrendezés	19
2.4. Hosszanti forgószárny elrendezés	20
2.5. Keresztirányú forgószárny elrendezés	21
2.6. NOTAR elrendezés	21
3. HAGYOMÁNYOS ÉS KOAXIÁLIS FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSŰ HELIKOPTEREK	22
3.1. A Kamov „Helix” helikopter család (Ka-27/29)	22
3.1.1. Fegyverzet	24
3.2. Mi-24 „Hind”	24
3.2.1. Szerkezeti sajátosságok	28
3.2.2. Fegyverzet	28
3.2.2.1. Beépített fegyverzet:	28
3.2.2.2. Rakéták:	28

3.2.2.3. További fegyverzet:.....	29
3.3. Ka-50 „Hokum”	29
3.3.1. Fegyverzet	32
3.3.2. Ka-52 „Alligator”	33
3.3.3. Fegyverzet	34
3.3.4. Ka-50-2 „Erdogan”	34
3.4. Mi-28 „Havoc”	35
3.4.1. Mi-28N „Havoc”	38
3.4.2. Fegyverzet	39
4. A HAGYOMÁNYOS ÉS KOAXIÁLIS FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSŰ	
HELIKOPTEREK FEGYVERZETÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA.....	41
4.1. Helikopter fedélzeti lőfegyverek	41
4.1.1. Fedélzeti tűzfegyverek	41
4.1.2. Nem irányítható rakétafegyverzet.....	44
4.1.3. Irányítható rakétafegyverzet	45
4.1.3.1. Az irányítható rakéták csoportosítása	45
4.1.3.2. A helikoptereken alkalmazott irányítható rakéták.....	47
5. A HAGYOMÁNYOS ÉS KOAXIÁLIS FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSŰ	
HELIKOPTEREK ALKALMAZÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	52
5.1. Vibráció.....	52
5.2. Manőverezés	53
5.3. A hagyományos és koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek alkalmazása lövészetkor	55
BEFEJEZÉS	57
FELHASZNÁLT IRODALOM.....	58

BEVEZETÉS

Az emberiségben ősidők óta élt a gondolat és a vágy a földtől való elszakadásra, a repülésre, mely a régi idők mítoszaiban, rajzokban és festményekben, az egykori gondolkodók elképzeléseiben egyaránt kifejeződött. A legrégebben élt emberek is irigyen nézték a madarakat, hogy azok miért szelik Földünk hatalmas légterét olyan könnyedén. A repülés utáni vágy természetesen csak akkor válhatott valósággá, amikor a tudomány és a technika fejlődése olyan szintet ért el, hogy megteremtődtek a feltételek az ehhez szükséges eszközök létrehozására.

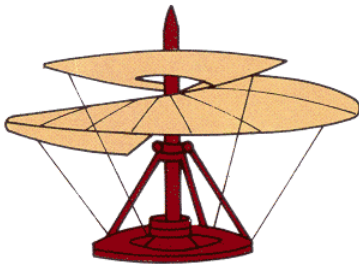
A tudomány gyors ütemű fejlődésének köszönhetően mára már számos repülőeszközzel rendelkezünk, és igen hatékonyan alkalmazzuk is őket. Szakdolgozatomban a repülőeszközök közül a helikoptereket emelem ki, melyek mára a katonai élet majdnem minden területén, a fegyveres harc és hadművelet összes fázisában előtérbe kerülnek. Jelentőségük, szerepük állandóan növekszik. A világ csaknem valamennyi államának haderejében mind nagyobb és nagyobb számmal, egyre korszerűbb formában és elvek alapján alkalmazzák őket. Ma már szinte nélkülözhetetlen eszközei a harcnak, a harctevékenységeknek.

A helikopterek egyik legfontosabb szerkezeti egysége a forgószárny, mivel ez a szerkezet felelős a földtől való elemelkedésért és nagyrészt a helikopter manővereiért is. Azonban nem minden gyártó cég vélekedik egyformán az ideális forgószárny elrendezésről, ezért azoknak több típusa létezik. Legelterjedtebben a hagyományos, illetve a koaxiális forgószárny elrendezést használják. Dolgozatomban ezzel a kérdéskörrel foglalkozom részletesebben.

1. A HELIKOPTEREK TÖRTÉNETE, MŰKÖDÉSE

1.1. A fügefától a helikopterig

A helikopterek működése nagyon összetett, mind mechanikailag, mind aerodinamikailag. Azonban a kezdetleges elképzelések már időszámításunk előtt



1. ábra A "Da Vinci" légcsavar
[29]

megjelentek. A kínaiak i.e. 400 körül terveztek egy olyan játékot, aminek fő szerkezetét egy légcsavar adta és ennek közepéből egy rúd lógott le. A rudat a kezük között pörgették és a szerkezet felemelkedett. Valószínűleg a fügefák repülő, autorotáló magjai inspirálták a kínai embereket, hogy ilyen játékokat alkossanak akkoriban. Az első elképzelés

egy emberszállító helikopterről Leonardo Da Vinciben fogalmazódott meg az 1480-as években, amikor megtervezett egy légcsavart, ami tudott repülni. Nagyon kevés hasonlóságot lehet felfedezni a mai helikopterekkel, de mégis ezt az egyszerű szerkezetet tekinthetjük a helikopter ősének. Leonardo így ír az „őshelikopterről”: „Ha ezt a szerkezetet őrült sebességgel forgatva viszed előre a levegőben, tapasztalni fogod, hogy karodat a tengelye irányában maga után emeli”. De a mai értelemben vett helikopterek gyártása csupán a 20. században, a motormeghajtású repülőgépek megjelenése után kezdődhetett meg. [1][2][9]

Az első repülőképes helikoptert 1918-ban építette az Osztrák-Magyar Monarchia egyik magyar mérnökcsoportha. 1916-ban, az I. világháború alatt Petróczy István javaslatot tett a katonai felsővezetésnek, hogy a könnyen le-



2. ábra PKZ-2 [30]

lőhető, kábelen felengedett megfigyelő ballonokat helikopterekkel váltsák fel. A tervezéssel Kármán Tódort, a kivitelezéssel Zsurowecz Vilmos gépészmérnököt bízták meg. Így kapta a típus a PKZ (Petróczy-Kármán-Zsurowecz) jelölést. A PKZ-1 1918-ra megépült, de soha nem

repült. Még ugyanebben az évben elkészült a PKZ-2 is, júliusban pedig megtörtént az első repülés személyzet nélkül. A forgószárnyak felett volt a gyelőkösár két személy és egy géppuska részére. 1918 augusztusában a gép 50 m magasba emelkedett, de nem volt még elég stabil a konstrukció, ezért belengett, leesett és összetört. A háború befejezése miatt a további kísérletek megszakadtak.

A katonai alkalmazás szempontjából kiemelkedő szerepe van Juan de la Cierva spanyol mérnöknek. Cierva munkássága az első és a második világháború közé tehető, nevéhez fűződik egy sor sikeres autogiro megépítése. Az első C-4 jelű gépe 1923. január 9-én repült eredményesen Madrid közelében. Cierva



3. ábra C-30A [31]

munkásságának jelentőségét az emeli ki, hogy gépeit alkalmazta a brit, a francia, a japán, a német, a szovjet és részben az USA haderő is. Cierva legsikeresebb alkotása a C-30 változat lett, ennek javított változatából a C-30A-ból az újdonságok iránt érdeklődő európai, indiai, kínai, ausztráliai és dél-amerikai tulajdonosok vettek, de legnagyobb részét az angolok vásárolták meg, amiket a háborúban vetettek be futárszolgálat, tüzérségi tűzhelyesbítés, légi felderítés és megfigyelés céljából.

A II. világháború kitörése előtt a francia haderő is rendelkezett autogirokkal. Feladataik hasonlóak voltak az angolokéhoz. Ezen kívül a francia haditengerészetnél láttak el felderítő feladatokat.



4. ábra KD-1 [32]

Az USA-ban 1929-ben alapították a Kellett Autogiro Corporation nevű céget, mely a Cierva gépek sikere látván megvásárolta a gép licencét. A cég első gépe a kétüléses K-2 lett 1931-ben, de ismertebb típusa a KD-1 változat is elkészült 1934-ben. A gép felkeltette a hadsereg érdeklődését is, és

beszerezték 15 darabot. A Kellett cég autogirója azonban nem az amerikai hadseregben, hanem a japán hadseregben futott be igazi karriert. A japán kormány 1939-ben vásárolt egy KD-1A gépet, amelyet átadott egy japán cégnek továbbfejlesztés céljából. A cég a gépet 240 lóerős német motorral szerelte fel, és mint Ka-1 típust kezdte építeni. Az első Ka-1 1941. május 26-án repült. A hadsereg futár- és tüzérségi tűzhelyesbítő gépként alkalmazta, a haditengerészet pedig a tengeralattjáró-elhárításban vette hasznát. A flotta parti bázisokról és repülőgép-anyahajókról alkalmazta felderítésre. Említésre méltó, hogy a Ka-1 típus tulajdonképpen már felfegyverzett változat volt, 2 db 60 kg-os bombát vagy tengeralattjárók elleni mélységi vízbombákat szállíthatott.

Az Amerikai Egyesült Államok hadserege első, még a háború alatt szolgálatba állított helikopterét, és az egyforgószárnyas helikopterek első sikeres típusát Igor Sikorsky építette. Első gépe már 1939. szeptember 14-én a levegőbe emelkedett. Ebből lett az XR-4, amely 1942. január 14-én emelkedett fel. A



5. ábra R-4 [33]

hadsereg 1942. május 30-án elfogadta az XR-4¹-et. Az R-4 a hadsereg hatásos felderítő- és mentőhelikopterévé vált. A helikopter első bevetését Burmában hajtotta végre, ahol légi felderítést és kutató-mentő feladatot látott el a kínai- burmai- és indiai határ térségében. Egy R-4-es 1944. április 25-én három sebesült brit katonát és egy szövetséges pilótát mentett ki a japánok által megszállt területről, mintegy 250 km mélységből.

Németországban Heinrich Foché professzor volt úttörője a helikopterek fejlesztésének, aki a Foché-Wulf cég műszaki igazgatójaként megvásárolta Cierva C-19-es autogiro licencét. Ezután támogatást kapott egy új vállalat létrehozására, amely csak helikopterek gyártásával foglalkozott. 1939 közepére elkészült az Fa-266 típus első példánya, melyet átkereszteltek Fa-



6. ábra F-233 [34]

¹ Az R-4 kísérleti változata

223-ra. Az első prototípus világrekordot állított fel – 1940 októberében 182 km/h sebességet ért el, 3705 kg felszálló tömeggel, majd két nappal később 7100 m magasságra emelkedett. A cég 100 gépre kapott megrendelést. Öt alapváltozatot dolgoztak ki:

- Fa-223A tengeralattjáró-vadász, 2 db 250 kg-os vízbombával;
- Fa-223B felderítő-;
- Fa-223C kutató-mentő;
- Fa-223D szállító-;
- Fa-223E kétkormányos kiképző helikopter.

Az Fa-223EV2 prototípuson megjelent a teljesen üvegezett orrész, a teherkabint alatti üvegablak és az orrba szerelt, mozgatható, 7,9 mm-es MG15-ös géppuska. Ez a gép a jobb áramvonalazás révén már elérte a 220 km/h sebességet.



7. ábra A-7 [35]

A forgószárnyal rendelkező repülőszervezetek születésénél az oroszok is jelen voltak – Sikorsky, Jurjev – elméleti munkáikkal, igaz, nem túl sikeres kísérletekkel. A fejlesztés a cári rendszer bukása és jó néhány szakember külföldre menekülése

után sem állt le. Az eredmény akkor mutatkozott meg, amikor a Vörös Hadserg légierijébe 1941 nyarán bevonult az autogiro. Ezt a gépet – az A-7-3a típust – a maga korában erős fegyverzete miatt joggal nevezhetjük az első fegyveres forgószárnyasnak. A csillagmotor hengerei között tüzelt egy szinkronizált, 7,62 mm-es PV-1 géppuska, a megfigyelő kezelte a körsínre erősített, forgatható DA típusú 7,62 mm-es dobtáras ikergéppuskát, a szárnyak alatt 4 db FAB-100 bomba függesztésére, emellett 6 db 82 mm-es RSz-82 nem irányítható rakéta felrakására volt lehetőség, melyek közül a két belsőt hátrafelé lehetett indítani. A gép hasznos terhelése 750 kg volt, 5-ször több mint külföldi kortársainak. A gép közvetlen elődje itt is a Cierva-féle autogiro, konkrétan a C-8 típus volt. Főleg futár-, tűzérségi tűzhelyesbítő, partizántámogató

és éjszakai röpcédulaszóró feladatokat végeztek, amíg el nem pusztultak a háború végére.[1][2][9][27]

1.2. Forgószárnyasok a II. világháborúban

A II. világháborúban alkalmazott forgószárnyasok tapasztalatai alapján kialakultak a helikopterek katonai alkalmazásának feladatai, mint: a légi futár-szolgálat, a személyi állomány és anyagok légi szállítása, a harcmező megfigyelése és a légi felderítés, a bajba jutott hajózállomány kutatása és mentése, a tengeralattjárók elleni harc (felderítés, csapásmérés, mélységi vízbombák alkalmazása, csapásmérő repülőgépek célra vezetése). De később ugyanezekre a tapasztalatokra támaszkodva abbamaradt az autogirok gyártása, és a figyelem – mind katonai, mind polgári tekintetben – a helikopterekre irányult.

A II. világháború befejezésétől kezdve napjainkig terjedő időszak a helikopterek, a katonai helikoptererők széles körű fejlesztésének és alkalmazásának időszaka. A fegyveres küzdelem egy minőségileg új és olyan eszközéről van szó, melynek alkalmazása nélkül elképzelhetetlen bármilyen harctevékenység. A helikopter megingatta az összefegyvernemi harccal, a csapatok mobilitásával és légi támogatásával kapcsolatos korábbi elgondolásokat is. [1][2][9][27]

1.3. A koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek atyja – Kamov

Az első koaxiális forgószárny elrendezésű helikoptert egy dán tudós, Jacob Christian Ellehammer tervezte, mellyel rövid szökelléseket tudott végrehajtani. Azonban ezen elrendezés szülőatyjának mégis Nyikolaj Iljics Kamovot tekintjük. Számára a háború utáni időszak hozta meg az igazi sikereket. Előtte autogirok gyártásával próbálkozott, de nem sok sikerrel. 1946-ban sikerült megbízást szereznie a Szovjet Haditengerészettől egy kisméretű helikopter megtervezésére. 1948-ra megépítették a Ka-8 típusjelet kapott kisméretű egyszemélyes helikoptert, amely már a Kamov-konstrukciókra jellemző koaxiális forgószárnnal volt felszerelve, még abban az évben be is mutatták. A Ka-8 sikeres szereplését követően a kormányzat a gép sorozatgyártásáról határozott, és Kamov számára létrehozták az OKB-2 tervezőirodát. Az iroda

kezdetben Moszkvában működött. 1951-ben átköltözött Tusinóba, majd 1955-ben Kamov visszatért oda, ahol a háború előtt az első autogiro-üzemét létrehozta, a Moszkva közelében található Uhtomszkba. A Ka-8-t az először 1949. augusztus 30-án repült Ka-10 követte, amelyet a haditengerészetnek építettek futár-feladatok ellátására. 1953. április 4-én repült először a már kétszemélyes Ka-15, amelyet polgári és katonai változatban is gyártottak. Egyik változata, a külön típusjelet kapott Ka-18 már négy személy szállítására volt alkalmas. Kamov 1952-től dolgozott a Ka-22 konvertiplánon, amely több éves fejlesztőmunka után csak 1959-ben repült. A 37 tonnás felszálló töme-



8. ábra Ka-26 [36]

gű Ka-22-ből a prototípuson kívül további három készült még a Taskenti Repülőgépgyárban, de a program csak kísérleti stádiumban maradt. Az 1950-es évek elején kezdte el a Kamov vezette tervezőiroda a gázturbinás Ka-25 hajófedélzeti helikopter tervezését, amely az iroda első nagy sorozatban gyártott és sikeres típusa lett. A Szovjet Haditengerészet a típust a hadihajókon elsősorban tengeralattjáró-vadász feladatokra alkalmazta, de több speciális alváltozatát is kialakították. Az 1960-as évek második felében a Kamov Tervezőiroda kifejlesztette a Ka-26 többcélú helikoptert, amely polgári és katonai változatban is készült. 1973-ban Kamov meghalt, de még a Ka-27 tervezésének első fázisában részt vett. Ezek után is folytatódott a Kamov helikopterek tervezése és gyártása, és a mai napig nagy népszerűségnek örvend a típus. [23][28]

1.4. A vietnámi háború hatása a helikopterek fejlődésére

A helikopterek katonai alkalmazása és fejlesztése szempontjából a legnagyobb „lökést” a vietnámi háború (1961-1971) adta. Ennek a háborúnak a helikopterek alkalmazása szempontjából két fontos tanulsága van:

- ➔ A katonai helikopterek harcmezőn betöltött jelentős szerepének a felismerése. Westmoreland tábornok az USA hadsereg akkori vezérkari

főnöke kijelentette, hogy helikopterek hiányában, a Vietnamban harcoló amerikai csapatok létszámát 1 millió fővel kellett volna növelni;

- ➔ A felfegyverzett (UH-1 „Iroquois”) helikopterek és a harci helikopterek (AH-1G „Cobra”) tömeges megjelenése és alkalmazása a harcmezőn, a harc meghatározó tényezőjévé válása.

A katonák és az anyagi eszközök légi szállítása nemcsak a csapatok mobilitását növelte, hanem a harcmezőt a harmadik dimenzióba is kiterjesztette. A csapatok helikopteres harcbevételére szükségessé tette az ellenség tűzzel való lefogását a földi harc folyamán és a szállító helikopterek repülési útvonalán. Ilyen támogatást a gyalogságnak csak egy új kategóriájú helikopter tudott nyújtani, ez pedig a csatahelikopter volt.

Az 1960-as években mind nyugaton, mind keleten szinte teljesen elfelejtkeztek a csapatok közvetlen légi támogatásáról. E feladatra a kiöregedett szubszonikus vadászok felhasználását tervezték. Ezen típusok alkalmazása a közel-keleti és az indokínai helyi háborúkban igen jelentős veszteségeket okozott. Az 1970-es évek közepén újból felismerték a csatarepülőök szerepét a korszerű harcban, az amerikai hadseregben szolgálatba állították az A-10, néhány év múlva pedig a Szovjetunióban a Szu-25 csatarepülőgépet.

A harcmezőn a csatahelikopterek is alkalmazásra kerültek. A csatahelikopterek mint tűztámogató helikopterek, vagy harci helikopterek vonultak be a köztudatba. Ilyen volt a Dél-Vietnámban bevetett UH-1 „Iroquois” felfegyverzett helikopter. Mintegy 20 féle fegyverrendszert próbáltak ki az eszközön, de gyenge harci életképessége miatt nem váltotta be



9. ábra AH-1G [37]

a hozzáfűzött reményeket. Az USA hadseregének változatlanul szüksége volt egy olyan helikopterre, amely hatásosan képes tevékenykedni bármilyen cél ellen, intenzív légvédelmi tűz körülményei között. Egy ilyen feladatra alkalmas a helikopter az AH-1G „Cobra” lett. 1968 tavaszától a TOW páncéltörő rakétákkal felszerelt AH-1G helikopterekkel Európában már úgy számoltak, mint alapvető

páncéelhárító eszközzel. Habár Vietnamban nem volt jellemző a harckocsik elleni harc, az amerikaiak kidolgozták a csapásmérés célszerű változatát. A kopterek harci alkalmazásának tapasztalatai Vietnámban megdöntötték azt az elképzelést, miszerint rendkívül magas lesz a helikopterek csapatlégvédelmi eszközöktől elszenvedett vesztesége. Az amerikai helikopterek harci veszteségei a háború 10 éve alatt 1900 gép, míg a nem harci veszteség 2300 gép volt. Ami azt jelentette, hogy 590 harci bevetésre jutott egy lövedéktalálat a helikopterbe, 6600 bevetésre jutott egy teljes helikopter megsemmisítése. Mindezek mellett különböző tesztek, illetve éles bevetések bizonyítják, hogy a helikopterek többszörös szárazföldi túlerővel szemben is hatásosak.

A helikopternek, mint csapásmérő repülőszerkezetnek az elismerése véglegessé és visszafordíthatatlanná vált, így több országban hozzáfogtak a saját csatahelikopter megépítéséhez.

A francia szárazföldi haderőben az 1960-as évek elején, az algériai háború ideje alatt kezdtek a katonai helikopterek komolyabb feladatokat végrehajtani. A helikoptereket először 1962-ben fogták össze az úgynevezett Galdiv (hadosztály könnyű légitámaszpont) kötelékében, amely kb. 30, első generációs helikopterből állt. Feladatuk ekkor még csupán légi felderítés és légi futárszolgálat volt, majd a háború vége felé légi szállítást és evakuációs tevékenységet végeztek. A tüzérségi tűzvezetés átkerült a helikopterek feladatkörébe. Az 1970-es évek elején, az irányítható páncéltörő rakéták megjelenésével a franciáknál is megjelentek a harci helikopterek első példányai.



10. ábra Mi-24A [38]

A Szovjetunióban 1967-ben fogtak hozzá a Mi-8 közepes szállítóhelikopter bázisán a csatahelikopter kifejlesztéséhez. 1969-ben az új Mi-24 már repült, és 1971 elején az első négy sorozatban gyártott Mi-24A a hajózó átképző és harckiképző központban alkalmazásra készen állt.

Gyártása egészen 1992-ig folytatódott. A Mi-24 szállító-harci helikopterként lett kifejlesztve és nem csatahelikopternek. Az Afganisztánban lezajlott fegyveres konfliktus azt igazolta, hogy a Mi-24 kü-

lőfőle változatai – lövészkatonákkal a fedélzeten (akik saját fegyvereiket alkalmazták a levegőből) – egy sor feladatot képesek teljesíteni. A Mi-24 alkalmazása Afganisztán mellett Iránban, Irakban, Angolában, Szíriában, Jemenben, Etiópiában azt jelezte, hogy a szárazföldi csapatok tűzzel való támogatásának megbízható eszköze.



11. ábra AH-64A [39]

A forgószárnyasok további fejlődését sok tekintetben meghatározta az 1983-ban megjelent AH-64A „Apache” amerikai harci helikopter. Első ízben hoztak létre csapásmérő helikoptert, nem mint egy szállítóhelikopter modifikációját, hanem mint egy teljes értékű harci komplexumot, a tapasztalatok és a különböző hadszíntereken való alkalmazási lehetőségek figyelembevételével.

Mára a katonai helikoptererők kinőtték kezdeti klasszikus szerepkörüket és a harc-hadművelet nélkülözhetetlen összetevő részévé, elemévé váltak. Téves az a felfogás, miszerint a katonai helikopterek kiegészítő szerepkörre hivatottak. A harc, a hadművelet, a harcoló erők sikeres tevékenysége érdekében a katonai helikopterek nem kevésbé fontos és sokrétű feladatokat hajtanak végre, mint a katonai repülőgépek, különösen válsághelyzetekben, a nemzetközi békefenntartó és béketeremtő tevékenységek keretében, és egyáltalán hagyományos fegyverek alkalmazásakor. [27][28]

2. FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSEK

2.1. A forgószárny

A helikopter egyik legfontosabb szerkezeti eleme a forgószárny. Amit azért neveznek forgószárnynak, mert rajta keletkezik a repüléshez szükséges felhajtóerő. A forgószárny terhelései meghatározóak az egész repülő szerkezetre. Feladata összetett, mert biztosítani kell a vízszintes repüléshez és emelkedéshez a felhajtóerőt. Ezen kívül a kormányzáshoz és stabilitáshoz szükséges erő részben vagy teljes egészében a forgószárnyon lép fel, tehát részlegesen vagy teljesen még kormányként is működik.

A forgószárny a repülőgép légsavarakhoz hasonlóan lapátokból és agyból áll, mégis sokban különbözik a légsavartól. Jóval nagyobb átmérőjű, mint az azonos nagyságú vonóerőt termelő légsavar. A forgószárny fordulatszáma azonban sokkal kisebb a légsavarénál. A forgószárnylapátok hossz tengelyük körül elfordulhatnak, ezen kívül lengő- és csapkodó mozgást is végeznek.

A helikopterek forgószárnyai két vagy több lapátosak, a lapátok száma rendszerint 3, 4 vagy 5. A lapátok szárnyszelvény-keresztmetszetűek. A helikopter nagyságától függően a forgószárnylapát hossza a 20 m-t is elérheti. A kisebb helikopterek lapátja lehet tömör, ezek általában műanyagból – régen fából – készülnek, és csak az agyhoz bekötő alkatrész fém. A nagyobb helikopterek forgószárny lapátjának szerkezete főtartóból, bordákból és borításból áll.

A helikopter haladó mozgásához az úgynevezett vonósugarat használják. Ennek bedöntési szöge változik, amit a forgószárny-lapátok állásszög változtatásával lehet elérni – elől kisebb, hátul nagyobb állásszöget fognak kapni. Így hátul nagyobb felhajtóerő keletkezik, ami által a vonósugár megdől és a helikopter haladó mozgást fog végezni.

A helikopter legbonyolultabb és egyben alapvető szerkezeti eleme a forgószárnyagy. A forgószárnyagy szerkezetét alkalmassá tették arra, hogy a tiszta függőleges repüléstől eltérő módokban automatikusan kiegyenlítse a

forgószárny lapátokon keletkező légerő nagyságát, függetlenül attól, hogy a lapát a repülési irányhoz képest éppen milyen irányba fordul.

Az ilyen összetett feladatot ellátó, meglehetősen bonyolult forgószárny szerkezetet hosszú ideig nem sikerült kellően üzembiztosra és gazdaságos élettartamúra készíteni. Ez volt az oka annak, hogy – bár a helikopter forgószárnyának működési elve, szerkezete már az 1920-as, 1930-as évek elején tisztázott volt – csak az 1950-es évek elejétől kezdték meg a viszonylag olcsó, üzembiztos helikopterek sorozatgyártását.

A szárnylapátokból álló forgószárny határozza meg a helikopter repülési sebességét, ez általában 200-250 km/h de egyes típusoknál elérheti akár a 400 km/h-t is. A helikoptereknek a hagyományos repülőgépekhez viszonyított korlátozottabb sebessége, az áramlási problémákra vezethető vissza. A forgószárny lapátjain, különösen a lapátvégeken a kerületi sebesség értéke meglehetősen nagy, a hangsebességet is eléri, ami a felhajtóerő nagyarányú csökkenését eredményezi. Emiatt a nagy helikopterek minél több, néha 6-7 lapátú forgószárnyal készülnek, hogy azonos felhajtóerő termelés mellett a kerületi sebességet is minimálisra csökkentsék.

A helikopterek forgószárnyát dugattyús motor vagy gázturbina hajtja. A forgószárny mechanikus meghajtásának eredményeként a törzsen a forgószárnynak átadott forgatónyomatékkal ellentétes értelmű forgatónyomaték ébred, s a törzset a forgószárny forgásának irányával ellentétesen akarja elfordítani. Ezt a reakciónyomatékat természetesen valamilyen módon semlegesíteni kell. A helikopter forgószárnyának reakciónyomatékát a helikopter-szerkezet különleges elrendezésével egyensúlyozzák ki. [1][2]

2.2. Hagyományos forgószárny elrendezés



12. ábra Hagyományos forgószárny elrendezés [40]

Az egyforgószárnyas, faroklégcsavaros helikoptereknél, vagyis a hagyományos forgószárny elrendezésű helikoptereknél a reakciónyomatékat a törzs hátsó részén elhelyezett függőleges – a helikopter hossztenge-

lyével párhuzamos – forgássíkú légcsavar egyenlíti ki. Előnye az egyszerűbb mechanikai felépítés, hátránya a különböző aerodinamikai, és más nemtos hatások. A faroklégcsavar, a forgószárny által keltett forgatónyomatékok egyenlíti ki, illetve kormányozza a helikoptert, viszont ehhez minden időpillanatban energiára van szükség, amit a helikopter hajtóművéből nyer, illetve a légellenállás miatt is teljesítményt emészt fel. Így a hajtómű energiáját 10-30%-kal csökkenti. Ez az elrendezés jól bevált, és igen széleskörűen elterjedt, szinte mindegyik harci helikopter ilyen megoldással készül. Néhány típusnál a faroklégcsavart a függőleges vezérsíkba – csőlégcsavarként² – építik be.

Minden helikopter típusnál a vízszintes síkban végzendő fordulókhöz – az oldalkormányzáshoz – szükséges nyomatékokat a forgószárny nyomatékkiegyenlítő berendezése szolgáltatja. Ez minden különböző forgószárny elrendezéssel rendelkező helikopternél más és más.

A hagyományos forgószárny elrendezésű helikoptereknél a forgatónyomaték, a faroklégcsavar lapátszögének változtatásával, a forgószárny nyomatékkiegyenlítés egyensúlyának megbontásával állítható elő. A helikopter kormányzásakor a lábpedállal a faroklégcsavar-lapátok állásszögét lehet változtatni. Bármelyik lábpedál előrenyomása az egyensúlyi helyzet megbomlását eredményezi, ugyanis a faroklégcsavar-lapát állásszög növelése vagy –csökkentése a keletkező forgószárny nyomaték-kiegyenlítő erő változását, növekedését vagy csökkenését okozza, így a helikopter a függőleges tengelye körül elfordul.

2.3. Koaxiális forgószárny elrendezés

A koaxiális forgószárny elrendezésű helikoptereknél a két nagy forgószárnysík



13. ábra Koaxiális forgószárny elrendezés [41]

egymás fölött helyezkedik el, ellentétesen forognak, és ezzel kiegyenlítik egymás forgatónyomatékát. A két forgószárny egy tengelyen van elhelyezve, egymástól meghatározott távolságra, az alsó és felső forgószárnyak összezapásának elkerülése érdekében. Ha az egyik

forgószárnykörnek nagyobb állásszöget adunk, mint a másiknak, akkor a helikop-

² Más néven fenestron. Kevésbé sérülékeny és balesetveszélyes, mint a faroklégcsavar, emellett jó hatásokkal és alacsony zajkibocsátási szinttel rendelkezik.

ter elkezd forogni az egyik irányba, mert felborul a nyomatékegyensúly. Így valósítják meg az oldalkormányozást ezeken a helikoptereken. Nagyon előnyös ez az elrendezés, mert a két forgószárny kör – mint már korábban említettem – egyenlíti egymás forgatónyomatékát, így a hajtómű teljes energiája az emelőerőre fordítható, nem kell kompenzálnia semmit. Ennek az elrendezésnek is vannak hátrányai, mint például, hogy a két forgószárny körnek sokkal nagyobb a légellenállása, mint a hagyományos forgószárny elrendezésű helikoptereknek, így az elérhető legnagyobb sebesség alacsonyabb. E technológia fejlődésével lehetővé vált, hogy merev forgószárny fejet alkalmazzanak, illetve a forgószárny lapátok anyagát erősebbre készítsék, így a forgószárny körök közelebb kerülhetnek egymáshoz, ami csökkenti a légellenállást. Ezt az elrendezést napjainkban csak az orosz Kamov gyár használja.

2.4. Hosszanti forgószárny elrendezés



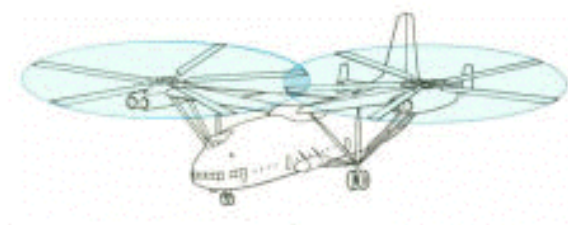
14. ábra Tandem elrendezésű forgószárny [42]

A két forgószárnyas hosszanti felépítésű – vagy más néven tandem elrendezésű forgószárny – helikoptereknek forgószárnyai ellentétesen forognak, és így kiegyenlítik egymás forgatónyomatékát, nincs szükség további légcsavarokra.

Ezeket a helikoptereket főleg teheremelésre, illetve teherszállításra használják, ami adja magát a gép geometriai felépítéséből. A nagyobb légellenállás a forgószárnyakon ennél a rendszernél is jelentkezik, sőt, a hatalmas géptest is károsan befolyásolja. A forgószárny körök – általában 3 ágúak – átlapolják egymást forgás közben. Azért nem tudnak a lapátok összeakadni, mert az első és a hátsó forgószárnyak meghajtása közös, fixen össze van kötve. A helikopter vezérlése itt is sokkal bonyolultabb, hiszen a kezelőszervekkel a két távol lévő forgószárny fejet kell egyszerre szinkronban vezérelni. Az oldalkormányozást az ellentétes irányú csúrésszel valósítják meg, de lehet differenciálni ezt a mozgást is, így a pilóta a feladattól függően például függőleges tengely körüli elfordulást többféleképpen végezheti el, az első forgószárnykör áll egy helyben és a farokrész írja le a kört, vagy a farokrész áll egy helyben és az eleje írja le a kört,

vagy a helikopter geometriai, vagy tömegközéppontja körül fordul. Ezeknek a helikoptereknek napjainkban csak két ismert típusa van, az egyik a CH-47 „Chinook”, a másik, a KV-107 „Vertol”.

2.5. Keresztirányú forgószárny elrendezés

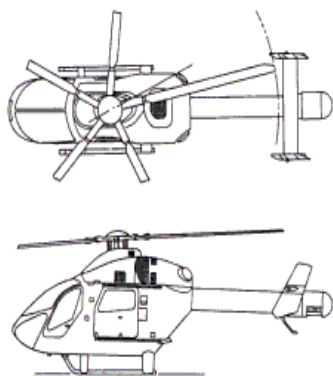


15. ábra Keresztirányú forgószárny [43]

A két forgószárnyas keresztirányú megoldásnál a forgószárnyak a szárnyvégeken találhatók és ellentétes irányban forognak. A forgószárnyak reakciónyomatéka egyenlő nagyságú, de ellentétes

irányú, így kiegyenlítik egymást. Ennek a konstrukciónak a fő problémája, a bonyolult vezérlés, és meghajtáslánc kialakítása. Ez az egymás melletti forgószárny elrendezés, sohasem volt kedvelt, de például a Mi-12-es, és a Ka-22-es helikoptereken ezt alkalmazták.

2.6. NOTAR elrendezés



16. ábra NOTAR elrendezés (MD-900) [44]

A NOTAR mozaikszó, ami No Tail Rotor angol szavakból ered. A helikopter törzsében egy ventilátor van elhelyezve, ami a megvastagított farokcsőbe fújja a levegőt, ami ezután a megfelelő nyílásokon távozik. Ezt használják egyrészt a forgószárny forgatónyomatékának kompenzálására, illetve a helikopter függőleges tengely körüli elforgatására, kormányzására. Ezzel a megoldással a zajcsökkenés mellett, az üzemelés is sokkal biztonságosabbá vált. Katonai alkalmazása nem elterjedt, mivel egy

esetleges találat a farokrészen könnyen harcképtelenné teheti a helikoptert. Jelen képviselői az MD-520/530, MD-600/630 és az MD-900 típusok.

A továbbiakban a típusok bemutatásánál – mivel nem típusleírásról van szó – a teljesség igénye nélkül, csak a fontosabb összehasonlítási alapként szolgáló paramétereket, rendszereket, valamint az alkalmazhatóságot fogom ismertetni. [2][15]

3. HAGYOMÁNYOS ÉS KOAXIÁLIS FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSŰ HELIKOPTEREK

3.1. A Kamov „Helix” helikopter család (Ka-27/29)



17. ábra Ka-29 "Helix-B" [45]

A Ka-27 egy tengerészeti helikopter, amelyet a Ka-25 „Hormone” utódjául szántak. Az első prototípus 1974 decemberében szállt fel. A helikoptert sokáig a Ka-25 „Hormone” változatának vélték, de nem olyan régen derült csak ki, hogy ez a Kamov cég egy „új” típusa, amely a „Helix” NATO kódnevet kapta. A „Helix”

az Udaloj nevű, tengeralattjáró elleni rakétarombolóról készített felvételeken tűnt fel először, az 1981. évi balti-tengeri flottagyakorlatokon, amikor az Udaloj fedélzetén két Ka-27 állomásozott.

A „Helix”-nek koaxiális, ellentétes forgásirányú, háromlapátos forgószárnyai vannak – ez a szovjet hajófedélzeti helikopterek jellemző elrendezése. A forgószárny-lapátok kompozit anyagból készültek, a forgószárny agyak anyaga titán és acél. A hat forgószárny-lapát kézi erővel beforgathatóak a törzs mellé.

A koaxiális, ellentétes forgásirányú forgószárnyak jellemzője a nagyobb vibráció, amely növeli a karbantartási igényt, és jelentősen csökkenti a helikopter élettartamát. A Szovjeunióban kiadott tájékoztató szerint a „Helix” forgószárny rendszerénél sikerült csökkenteni a vibrációt. Egyrészt a törzs és a forgószárny tengely között rugalmas kapcsolatot alakítottak ki különleges felfüggesztéssel, másrészt szabályozható tömegkiegyenlítéssel az alsó forgószárny-lapátok tövénél.

Mivel a Ka-25 felváltására szánták, hozzávetőlegesen hasonló kialakítású és méretű, mint elődje, így használhatja ugyanazokat a fedélzeti hangárokat és felvonókat. Attól eltekintve, hogy a farok részt módosították és csak két függőleges vezérsíkot alkalmaztak. A Ka-27 két fontos részletében különbözik elődjétől; jelentősen megnövelt tömege mellett a teljesítményét több mint kétszeresére növelték, és ez lehetővé tette, hogy átteverezzék a törzset, egy

sokkal tágasabb kabint kialakítva. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a tengeren is feltölthető, vagy akár 16 teljesen felszerelt katonát is szállíthat. Körültekintően oldották meg a szerkezeti egységek korrózióvédelmét, ami a sós-párás tengeri környezetben fontos élettartam-növelő tényező.

A Ka-27 „Helix” sokkal nagyobb teljesítményű helikopter, mint elődje, a Ka-25 „Hormone”. A „Helix” 1660 kW-os Izotov TV3-117 gázturbinás hajtóművet kapott, hasonló a Mi-24 hajtóműveihez. Ezek a hajtóművek viszonylag nagy sebességet és hasznos terhelést biztosítanak a helikopternek. Az egyik hajtómű meghibásodása esetén a „Helix” képes egy hajtóművel is repülni.

A „Helix” rakodóterében 4000 kg, külső függesztő konzolján 5000 kg teher szállítására képes. Képes nehéz rakományt alig megközelíthető területekre szállítani. A törzs két oldalán elhelyezett külső üzemanyagtartályokkal és egy 300 kg teherbírású csörlővel szerelték fel. A nagy méretű tolóajtó a rakodóter bal oldalán, a kisebb vészkijárat pedig jobb oldalán található. Személyzete 2 fő. A pilóta és a másodpilóta egymás mellett ül. A pilótafülkét a rakodótértől kétszárnyas tolóajtó választja el.

Megkülönböztetett figyelemmel alakították ki a helikopter vezérlésének automatikáját. Tengeralattjárók elleni feladatoknál az új robotpilóta automatikus megközelítést és lebegést (függeszkedést) biztosít; automatika szabályozza a forgószárny-teljesítmény megtartását forduló közben is, ami különösen akkor nagy segítség a pilótának, ha erősen hullámszó tengeren kell hajófedélzetre leszállnia.

A „Helix” 4 alapváltozatban épült:

- **Ka-27PL** „Helix-A”: hajótelepítésű, a szovjet flotta 1982 óta ASW³-feladatokra használja;
- **Ka-29** „Helix-B”: harci feladatokat lát el, emellett a tengerészgyalogság szállítására is alkalmazzák;
- **Ka-32** „Helix-C”: polgári változat;
- **Ka-27** „Helix-D”: kutató-mentő változat, és anyahajó-biztosítást is végez.

³ ASW Anti Ship Warfare – hajó elleni hadviselés

A Ka-27 „Helix” exportváltozata a Ka-28 jelzést kapta. Az 1990-es évek elején bizonyosságot nyert, hogy létezik a „Helix” elektronikai harcra alkalmas változata is, melynek jelölése Ka-31. Napjainkban Jugoszlávia üzemelteti, az indiai haditengerészet pedig 8 darabot rendelt belőle.

3.1.1. Fegyverzet

A Ka-27/29 „Helix” fegyverzetére vonatkozóan nagyon kevés adat áll rendelkezésre. Az bizonyos, hogy vihet magával önirányítású torpedókat, levegő-felszín osztályú irányítható rakétákat, mélytengeri bombákat és tengeri aknákat is.

A fő fegyverzetet a következők alkotják:

- E45-7A torpedó vagy B-1 DC (Ka-27 „Helix-A”)
- UB-32 57 mm-es, illetve B8V-20 80 mm-es nem irányítható rakéta konténer (Ka-29 „Helix-B”)
- AT-6 „Spiral” (Ka-29 „Helix-B”)
- GSG-7,62 7,62 mm-es géppuska (Ka-29 „Helix-B”)
- ZAB 500 romboló bomba (Ka-29 „Helix-B”) [11][12][13][14]

3.2. Mi-24 „Hind”



18. ábra Mi-24 [46]

A helikopterek alkalmazása – a megszokott szállító-, mentő- és futárszolgálatok mellett – az 1960-as évektől ugrásszerűen megnőtt a harc-téren. Az Egyesült Államok fegyveres ereje is sikeresen alkalmazta a vietnámi háborúban a speciális katonai helikoptereket, melyek ké-

sőbb más országok fegyveres erejében is megjelentek. Ezeknek a tényezőknek együttes hatására a szovjet fegyveres erők a harci helikopterek területén fejlesztéseket kezdett. 1967-ben így kezdődött el a Mi-24 típus sikeres pályafutása, egyelőre csak a Mihail Leontyevics Mil vezette tervezőiroda asztalán. Egy rendkívül hatásos és a maga kategóriájában a leggyorsabb ilyen járművel állt elő a Mil tervezőiroda.

A feladat sürgető volt, ezért a felfegyverzett harci helikopter létrehozásának könnyebbik módszerét választották. A Mi-24-est egy jól bevált, a csapatoknál alkalmazott szállítóhelikopter, a Mi-8 alapján alakították ki. Ez a megoldás egyfelől meggyorsította a fejlesztési, gyártási munkálatokat, másfelől egyszerűsítette a gép rendszerbe állítását, hiszen a hajózó személyzetet és a földi kiszolgáló állományt meglehetősen rövid idő alatt át lehetett képezni az új típusra, miközben a korábbi típust kiszolgáló földi berendezések nagyobb része az új típusoknál is használatban maradt.

Ellentétben az akkori amerikai harci helikopterekkel (pl. AH-1G, Lockheed AH-56) a Mi-24 nem csak a szárazföldi alakulatok tűztámogatására és az ellenséges harckocsik elleni harcra született, hanem szállító harci helikopterként, harcászati deszant átdobására, szállítási feladatokra, illetve sebesült szállításra is alkalmassá tették. Éppen a feladatokból adódóan a helikopter személyzete 2, illetve 3 főből áll. Speciális szállítási feladatok esetén az operátorból és helikoptervezetőből álló kétfős személyzet kiegészül egy fedélzeti technikussal. A tervek szerint a helikopter magas fokú repülési paraméterekkel, erős rakéta fegyverzettel, modernizált célzó- és navigációs berendezéssel kellett, hogy rendelkezzen. A helikopter túlélőképességét a kabin és a létfontosságú berendezések páncélozásával, a főbb rendszerek megkettőzésével, valamint harci körülmények között a tűz és robbanás bekövetkezésének valószínűségét csökkentő berendezésekkel kívánták elérni.

A gyors fejlesztési ütemnek köszönhetően a már meglévő rendszereket használták például a hajtómű kialakításánál is. A Mi-8-nál már jól bevált TV3-117 hajtóművel szerelték fel a Mi-24 harci helikoptert is. Kezdetől fogva egy új, hangsebesség fölötti irányítható páncéltörő rakétát, - a „Sturm”-ot - és egy nagy tűzerejű géppuskát szántak a helikopter fő fegyverzetének, miközben a helikopter 6 teljesen felfegyverzett katona szállítására is alkalmas.

A berepülési program alapján szerzett tapasztalatokat figyelembe véve néhány változtatást hajtottak végre a helikopter szerkezetén. A „Sturm” rakéták fejlesztése késett, így kénytelenek voltak a korábbi „Falanga” rendszert alkalmazni. Az első prototípus 1969. szeptember 15-én emelkedett a levegőbe, szériagyártása pedig 1970-ben kezdődött meg. A csapatok 1971-ben kapták meg az első darabokat.

Az első típus, ami megépült, a Mi-24A volt, ami szállító és harci helikopter is volt egyben. Ez a változat gyengéi ellenére (kellő páncélvédetség hiánya, kezelőszervek célszerűtlen elhelyezése a kabinban) életképes volt erős fegyverzete miatt. A típust az évek során, a tapasztalatokból okulva tovább korszerűsítették. Sorra kerültek ki a továbbfejlesztett változatok, amelyek korszerűbb fedélzeti műszerekkel, hajtóművekkel és fegyverrendszerrel lettek felszerelve. Gyártása egészen 1992-ig folytatódott. Ez alatt az idő alatt 5200 db készült belőle, melynek több mint a felét a volt Szovjetunióban és tagállamaiban állítottak hadrendbe. A többit a következő országokba exportálták: Afganisztán, Algéria, Angola, Kuba, Csehszlovákia, Kelet-Németország, India, Irak, Líbia, Mozambik, Észak-Korea, Kína, Nicaragua, Peru, Lengyelország, Vietnám, Jemen és hazánk.

A Mi-24 típuscsalád a következőkből áll:

- **Mi-24, Mi-24A, Mi-24B** gyártása 1975-ben fejeződött be. Az operátor és a helikoptervezető egymás mellett foglal helyet. A kockaorr nem biztosított megfelelő kilátást, elsősorban a pilóta részére, de harci körülmények között veszélyesnek tartották az egy légterű kabint is. A helikoptert teljesen át kellett tervezni. Az utolsó változatán már a „Falanga” rakéta és a JakB-12,7 négy csövű géppuska is megtalálható.
- **Mi-24D** gyártása 1975-ben kezdődött el. A gép orr részét teljesen átépítették, a pilóta és az operátor egymás mögött két külön fülkében foglalt helyet, tandem elrendezésben. A fegyverzetet is modernizálták: alapfegyverzete a „Falanga” irányítható, páncéltörő rakéta és az USzPU-24 forgótoronyban elhelyezett JakB-12,7 négycsövű géppuska.
- **Mi-24DU** a Mi-24D lőtorony nélküli, kétkormányos oktató változata.
- **Mi-24V** a Mi-24D korszerűsített változata, amelyen a „Falanga” páncéltörő irányítható rakéta helyett a hangsebesség feletti „Sturm” található. Új hajtóművet kapott: a TV3-117V-t. Korszerű automatikus célzókészülékkel, az ASzP-17V-vel szerelték fel. A Mi-24D-vel együtt 1976-tól 1986-ig gyártották.
- **Mi-24P** tervezése 1974-ben kezdődött, a szériagyártása pedig 1981-ben. A Mi-24V helikopter gépágyús változata, amely a JakB-12,7 géppuska helyett egy jobb oldalra, mereven beépített GS-2-30K típusú

ikercsövű 30 mm-es gépágyút kapott. A fixen beépített gépágyú azonban azzal a hátránnyal járt, hogy a helikopter hossz tengelyével kellett célozni. A kísérleti repülések során a gépágyúból történő tüzeléskor akkora volt a rázkódás, hogy a fedélzeti műszerek nagy számban tönkrementek. A gondokat tetéztve, 1500-2000 lövés után a törzsbekötési pontok meglazultak és a helikopter külső borítása is megrepedezett. A Mi-24P túlzott tűzereje vezetett végül a Mi-24VP kialakításához.

- **Mi-24VP** a Mi-24V helikopter gépágyús változata, amely a mozgatható lőtoronyba egy GS-23L típusú 23 mm-es ikercsövű gépágyút kapott. Szériagyártása 1989-ben kezdődött.
- **Mi-24R** a Mi-24D kémiai és rádióaktivitást felderítő változata. A szárnyak végén az irányítható páncéltörő rakéták helyett speciális radioaktív, kémia és bakterológia felderítő konténerek kerültek felfüggesztésre. Felszerelésre került egy távirányítású markoló, amely talajminta vételére alkalmas a szennyezett területről. A személyzet kiegészítésre került egy a felderítő eszközöket kezelő operátorral és műszaki vegyi védelmessel. Alkalmazásra került a csernobili katasztrófa során a katasztrófa mértékének meghatározásra.
- **Mi-24K** tűzérési felderítő és tűzkorrekciós helikopter. Felszerelésre került a tehertérbe egy hosszúfókuszú automatikus kamera a tűzérési tűz megfigyelésére és egy irányítható kamera a forgótoronyba a géppuska helyett.
- **Mi-24M** tengeralattjáró elhárító helikopter. 1974-ben készült el és a haditengerészet kiválasztásán alulmaradt a Ka-24-el szemben.
- **Mi-24BMT** a Mi-24A helikopter aknatelepítő változata. Nem rendszerítették.
- **Mi-24VM** a Mi-24 legkorszerűbb változata; amit lehetett a Mi-28-ba tervezett elemekből építettek át;
- **Mi-24PC** kutató-mentő változat;
- **Mi-25** a Mi-24D export változata;
- **Mi-35** a Mi-24V export változata;

- **Mi-35P** a Mi-24P export változata;
- **Mi-35M** a Mi-24VM export változata.

3.2.1. Szerkezeti sajátosságok

Öt fő- és három faroklapáttal, behúzható hárompontos futóművel rendelkezik. Két gázturbinás hajtóművét a forgószárny tengely elé építették be.

A hajtóművek és a főreduktor alatt található a nyitható ajtókkal kialakított, hat felfegyverzett katona szállítására alkalmas deszant tér. A deszant térben az ablakoknál gépkarabélyok rögzítésére alkalmas támaszok találhatók, amelyek segítségével a fedélzeten szállított lövészek célzott lövéseket adhatnak le. A törzs két oldalán kialakított szárnyakon találhatók a helikopteren alkalmazható fedélzeti fegyverek tartói. A személyzetet, a deszantkatonákat és a helikopter legfontosabb berendezéseit páncél védi, amely akár a 7,62 mm-es űrméretű fegyverek tüzésnek is ellenáll. A helikoptertervezetőt a fülke mellső páncélüvegén kívül, oldalsó acéllapok, az ülés páncélozott háttámlája és a páncélozott fejtámasz is védi. Az operátort a páncélüvegen kívül, az oldalsó és a vastag haspáncél védi a találatoktól. Ezen kívül a deszant katonákat az oldalfalon és a tehertérajtón elhelyezett, könnyen leszerelhető páncéllapok védik. A túlélőképesség növelése érdekében páncélzat védi a tartályokat, hajtóműveket, a vezérlés segédberendezéseit és a hidraulikus akkumulátorokat is.

3.2.2. Fegyverzet

3.2.2.1. Beépített fegyverzet

- JakB-12,7 12,7 mm-es négycsövű, Gatling-rendszerű géppuska (Mi-24D, Mi-24V);
- GS-2-30K 30 mm-es ikercsövű gépágyú (Mi-24P, Mi-24PN, Mi-35);
- GS-23L ikercsövű 23 mm-es ikercsövű gépágyú (Mi-24VP, Mi-35M).

3.2.2.2. Rakéták

- 4 db 9M17MP „Falanga” irányítható páncéltörő rakéta (Mi-24D);
- 4 db, vagy 8 db 9M114 „Sturm” páncéltörő rakéta (Mi-24V, Mi-24P, Mi-24VP);

- 16 db 9M120 „Ataka-V” páncéltörő rakéta (Mi-24PN, Mi-35, Mi-35M).

3.2.2.3. További fegyverzet

- 4 db UB-32-57-es konténer Sz-5 nem irányítható rakétákkal, illetve 4 db B8V-20 Sz-8 nem irányítható rakétákat tartalmazó konténer;
- 2 db Sz-24-es nem irányítható rakéta;
- 2 db FAB-100 100 kilogrammos, FAB-250 250 kilogrammos vagy 2 db FAB-500M62 500 kilogrammos nem irányítható bombafegyverzet;
- 2 db UPK-23-250 23 mm-es ikercsövű géppuskát tartalmazó konténer, vagy 1 db 40 mm-es automata gránátvető;
- 2 db GUV-A vagy GUV-B; A: 1db JakB-12,7 és 2 db GSG-7,62 négycsövű Gatling rendszerű géppuskát vagy B: 1 db AG-17 30 mm-es gránátvetőt magában foglaló konténer;
- Esetenként felszerelhető 2 db KMGU aknatelepítő konténer;
- Különböző tömegű légibombák.

Az összehasonlító elemzésben a Mi-24D és Mi-24V típus fegyverzetét fogom felhasználni, mivel ezek a típusok a Ka-29 „Helix-B” helikopter egyforgósárnyas „megfelelői”. [3][16][17][18][19][20]

3.3. Ka-50 „Hokum”



19. ábra Ka-50 [47]

A harci helikopterek népes családjának egyik legeredetibb tervezésű darabja a Ka-50. A Ka-50 NATO elnevezése „Hokum”, a Kamov pedig először „Werewolf”, majd „Black Shark” névre keresztelte. A Ka-50-et még 1977 végén kezdték el tervezni, mivel a szovjet vezetés egy tendert írt ki a Mi-24-esek leváltására. Prototípusának jelölése V-

80S1 volt, amely 1982-ben végrehajtotta első próbarepülését. A Mil gyár a Mi-28-at kezdte fejleszteni. A Kamov tervezőiroda új volt az ilyen típusú helikopterek gyártásában, mivel eddig főleg civil (Ka-26) illetve tengerészeti helikoptereket (Ka-25, majd Ka-27/29/32) gyártott, földi támadógépet nem.

A tendert a Mi-28 ellenében a Ka-50 nyerte meg (noha háromszor ismételték meg, mivel a Mil tervezőiroda követelte a tesztek újbóli végrehajtását). talos rendszerbe állítása 1992-ben történt, amiből 28 db-ot rendelt az orosz haderő, de anyagi gondok miatt a leszállításuk késlekedik.

Az alaptípuson belül további három altípus ismert:

- Ka-50 „Black Shark”
- Ka-52 „Alligator”,
- Ka-50-2 (vagy Ka-54) „Erdogan”

Azon kívül, hogy a helikopter koaxiális forgószárny elrendezésű, – amely nagyon jó manőverező képességet biztosít, illetve csökkenti az akusztikus felderíthetőséget a faroklégcsavar hiánya miatt – a Ka-50 talán legradikálisabb eleme mindössze egy fős legénysége, ami a célzó-navigációs berendezés nagyfokú automatizáltságával is magyarázható. Fejlett fedélzeti számítógépet építettek a gépbe, mely képes beavatkozni a repülésbe, és ha például a cél kilépne a gépágyú vagy a rakéták tűzmezejéből, a gépet „ráfordítva” követi azt. A helikopter rendelkezik egy kétirányú adatátviteli rendszerrel is, vagyis képes az általa befogott célok adatait más gépeknek átküldeni, illetve külső (másik helikopter, földi vagy légi felderítő egységek) forrásból származó céladatokat felhasználni. A kapott információ megjelenik a pilóta taktikai helyzet- és a homloküveg kijelzőjén, melyen a navigációs és a helikopter repülésével kapcsolatos információk is láthatóak egy időben, ami így nagymértékben megkönnyíti a fedélzeti fegyverek alkalmazását. A helikoptervezető rendelkezik sisakcélzóval is, amely a fedélzeti számítógépen keresztül olyan együttműködést biztosít a függesztett irányítható rakétákkal, hogy a pilóta fejének elforgatásával szinkronban a bekapcsolt állapotban levő rakéta célkoordinátorok is mozognak, így a cél befogása nagyon rövid időt vesz igénybe. Az együlékes elrendezés alaposan megzavarta a nyugati elemzőket, akik egészen az 1990-es évekig úgy gondolták, hogy a Ka-50 egy helikoptervadász, és feladata az ellenséges helikopterek leküzdése, illetve a Mi-24 és Mi-28 helikopterek védelme.

Még egy dologban különleges a helikopter: ez az egyetlen harci helikopter, amelyet katapultüléssel láttak el. A kompozit anyagból készült forgószárny lapátok lerobbantása után a pilótát a K-37 katapultülés juttatja ki biztonsággal. Ez úgynevezett dupla nullás, amely azt jelenti, hogy akár a földről, állóhelyből is végre lehet hajtani a katapultálást. A helikopter tervezésénél a túlélőképességet alapvető fontosságúnak tartották, a gép pilótakabinját, hajtóműveit és erőátviteli egységeit többrétegű páncélzat védi, amely képes megvédeni azokat a 23 mm-es gépágyú lövedékektől is. A pilótafülkét duplafalú acéllemez védi, a tesztek szerint ellenáll még a 100 méterről kilőtt 23mm-es gépágyú lőszernek is. Az infravörös önirányítású légvédelmi rakéták elleni védelmére a szárnyak végére zavarótöltet kivetők kerültek.

A helikopter sárkányszerkezete nagy méretű függőleges vezérsíkot kapott. Az orr részben, a pilótafülke előtt, kapott helyet a célkereső, felderítő és célzó komplexum. A kabin mögötti berendezéstérben található az üzemanyag-, a hidraulika rendszer és a főreduktor, a sárkányszerkezet hátsó részén pedig a függőleges és vízszintes vezérsík. A harci helikopterekre jellemzően a helikopter két szárnyal rendelkezik, 7,3 m fesztávolsággal, melyeken 2-2 db szárnyalatti tartó található, amik egyenként 500 kg-ig terhelhetők. A helikopter futóműve hárompontos és behúzható. Hajtóműve kezdetben két Izotov TV3-117VMA gázturbina volt, melyek egyenként 1660 kW teljesítményűek, később az 1838 kW-os TV3-117VMA-SB3 került beszerelésre. A két fő üzemanyagtank a törzs középrészén kapott helyet, összesen mintegy 1800 liter kerozint képes befogadni, a tank belseje szivacszerű anyaggal van feltöltve (a folyadék mozgását lassítandó), külsejét pedig többrétegű természetes gumi védi. Szükség esetén a szárnyak alá 500 literes póttartályok szerelhetők (max. 4 db.). Az erőátviteli berendezés úgy lett megtervezve, hogy egy esetleges találat esetén még legalább 30 percig üzemképes maradjon. A hajtóművek a sárkányszerkezet két oldalán lettek elhelyezve. A hajtóművek az infravörös kisugárzás csökkentése érdekében árnyékolt kiömlővel rendelkeznek, illetve porkiválasztó berendezéssel is ellátták azokat. Ha az egyik hajtóművet találat éri, vagy működésképtelenné válik, akkor a vezérlés a másik teljesítményét automatikusan úgy szabályozza, hogy folytatható legyen a helikopter repülése.

3.3.1. Fegyverzet

A helikoptert ugyanazzal a 30 mm-es, 2A42 jelzésű gépágyúval szerelték fel, mint a BMP-2 harcjárműveket. A fedélzeten 460 db lőszer van, melyből 230 db páncéltörő, 230 db pedig repeszromboló. A gépágyú függőlegesen $+15^\circ$ és -40° -kal, vízszintesen pedig 15° -kal téríthető ki. A pilóta szabhatja meg a tűzgyorsaságot, amely 200, 300 vagy 500 lövés/perc lehet. A gépágyú beépítése nem a harci helikoptereken megszokott lőtornyos elrendezésű, hanem a pilótafülke mellett, jobb oldalon található. Ennek a típusnak rendkívül nagy a találati valószínűsége, mivel a gépágyút egy speciális követő rendszer mozgatja. Ez lehetővé teszi, hogy a helikopter esetleges elmozdulása esetén is megőrizze a lőirányt.

A Ka-50 fő fegyvere mégis a 9A4172 „Vikhr”, melyből általában a külső tartókon 6-6 darabot hordoz. A „Vikhr” egy viszonylag kis méretű és tömegű páncéltörő rakéta, mely 8-10 km-es hatótávolsággal rendelkezik, az indítás után rádióvezérléssel irányítják, a cél közelébe pedig áttérnek a lézeres célmegjelölésre (ez lehet a helikopter saját lézercélzója, de lehet külső, például gyalogos egység általi is), páncélatütő-képessége mintegy 900mm. A rakéta kis távolságon belül használható légi célok ellen is, amennyiben azok maximális sebessége nem haladja meg a 800 km/h-át.

A „Vikhr” mellett még a következő fegyvereket hordozhatja:

- UB-32 nem irányítható rakétaindító-blokk (Sz-5 rakétákkal);
- B8V-20 nem irányítható rakétaindító-blokk (Sz-8 rakétákkal);
- R-60 (AA-8 „Aphid”);
- R-73 irányítható légi harc rakéta;
- H-25ML (AS-10 „Karen”) levegő-felszín rakéta;
- UPK-23-250 23mm-es gépágyú konténer;
- Max. 4 db 500 kg-os bomba;
- 500 literes pótlüzemanyag tartály.

A Ka-50 alapvetően nappali bevetésre készült, bár műszerezettsége lehetővé teszi, hogy minden időjárási körülmény között jól lehessen alkalmazni. Éjszakai bevetésekhez egy speciális konténerre van szüksége, melyben egy előre

néző infravörös érzékelő (FLIR), egy milliméter hullámhosszú radar és egy elektron-optikai célzóberendezés található.



20. ábra Ka-50N [48]

A Ka-50N jelentősen különbözik az alapváltozattól, beépítették az éjszakai bevetésekhez szükséges berendezéseket, így már nincs szüksége a speciális konténerre rossz látási viszonyok között, illetve este. Pilótafülkéjét is átalakították, a pilóta sisakjára egy kijelzőt szereltek, amely a HUD adatait közli, valamint egy LCD és egy CRT képernyő vette át a legtöbb analóg műszer feladatát.

Fegyverzetét is kibővítették, a „Vikhr” rakétát újabb testvére, az „Ataka-V 9M120” (NATO: AT-9 „Spiral-2”)

váltja, képességei alapján véve hasonlóak, mint elődjének, de találati pontossága jelentősen javult (az orosz adatok szerint 95%-os találati pontossággal rendelkezik), valamint robbanófejét lecserélhetőre készítették, és van hozzá repesz-romboló, illetve légi célok elleni robbanófej is.

3.3.2. Ka-52 „Alligator”

A fegyverpiacon a Ka-50 nem volt sikeres, mivel a legtöbb légierő idegenkedik az egy fős személyzettől. Ezért az eredetileg kiképzőváltozatnak indult Ka-52-ből kialakítottak egy teljes értékű harci változatot, melyet „Alligator”-ra kereszteltek.



21. ábra K--52 [49]

A Ka-52 rendelkezik a Ka-50N éjszakai bevetésekhez szükséges berendezéseivel, viszont a harci helikoptereknél megszokott „tandem” elrendezés helyett, inkább egymás melletti elrendezést választották, ezzel lehetővé téve a pilóták jobb együttműködését, illetve azt, hogy egyes műszereket közösen használhas-

sanak a pilótafülkében. A megnövekedett tömeget a páncélzat vastagságának, illetve a gépágyú lőszer javadalmazásának csökkentésével érték el, ennek

ellenére a helikopter felszálló tömege 600 kg-mal növekedett, így viszont a teljesítménye valamivel rosszabb is lett. A Ka-52 statikus csúcsmagassága 3600 m-re csökkent, emelkedési sebessége pedig 2 m/s-mal lett kisebb. Más paraméterek, mint a maximális sebesség és a hatótávolság változatlanok radtak. A Ka-50-hez hasonlóan ez a típus is rendelkezik katapultüléssel.

3.3.3. Fegyverzet

A helikopter fegyverzete nagyon hasonló elődjéhez. Alapjában véve annyi a különbség, hogy a Ka-52 rendelkezik egy milliméteres hullámhossz tartományban működő rádiólokátorral, amely információt biztosít a pillanatnyi harcászati helyzetről.

Az „Alligator” egy „Samsheet” típusú fegyverzetirányító rendszerrel van ellátva, amely tartalmazza a FLIR-t, a lézer távolságmérőt és a célmegjelölőt is.

A Ka-52 „Alligator” fegyverzete a következőkből állhat:

- 2A42 30 mm-es gépágyú;
- AT-16/9M120M „Vikhr” típusú tankelhárító rakéta;
- „Igla-V” légi harc rakéta;
- UPK-23-250 gépágyú konténer;
- B8V-20 rakétablokk Sz-8 típusú rakétákkal;
- UPP-800 kazettás bomba;
- Külső üzemanyagtartály.

3.3.4. Ka-50-2 „Erdogan”



22. ábra Ka-50-2 [50]

elektronikus berendezéseket, beleértve a navigációs és fegyverzetirányító

1997 decemberében a Kamov cég, az izraeli repülőgépgyártó Israel Aircraft Industries-zel közösen jelentkezett a Török Légierő által kiírt harci helikopter tenderre. Az orosz-izraeli koncepcióban az orosz fél gyártja a külső felépítményt és a hajtóműveket, míg az izraeli az

rendszereket, lézeres és televíziós célzó berendezéseket, a sisakcélzót, a kommunikációs és rádió elektronikai harc berendezéseket.

1998 októberében a Ka-50-2 sikeresen szerepelt a törökországi teszteken, több török pilóta is berepülte a helikoptert, és valamennyien kedvezően nyilatkoztak annak manőverező képességéről és csúcsmagasságáról. Török kérésnek megfelelően „tandem” ülésekkel szerelték fel és a NATO szabványnak megfelelő fegyverzettel látták el, beleértve a francia gyártmányú 20 mm-es Giat-621 gépágyú torony 700 db lőszer javadalmazással. Az orosz 80 mm-es nem irányítható rakéta fegyverzetet 70 mm-es NATO szabvány rakéta blokkal egészítették ki. A helikopter tankelhárító fegyverzete a „Vikhr” mellett, a francia gyártmányú „Rafael NT-D” vagy az amerikai „Hellfire” irányítható rakétákból áll. Egy korszerű sisakcélzót építettek a helikopterbe, ami nem csak a célzási, hanem a navigációs információkat is megjeleníti. Ez a berendezés a kor követelményeinek megfelelően egyben éjjellátó készülék is.

A kimondottan a török helikopter beszerzési tenderre készített helikopternek az „Erdogan” nevet adták, ami törökül annyit tesz: „harcra születve”.
[3][5][6][7][8]

3.4. Mi-28 „Havoc”

Az afganisztáni háborúba (1979-1989) a Szovjetunió a kor követelményeinek megfelelő helikopterrel „érkezett” – a Mi-24-essel. A háború éveiben viszont felszínre kerültek a helikopter hiányosságai, mint például a gyenge tűzerő, illetve légiharcban az önvédelmi képesség hiánya. Ekkor döntés született arról, hogy a Mi-24-esek modernizációja mellett egy új helikoptert kell tervezni. Ekkor kezdték el tervezni a Mi helikopter család talán legharciasabb változatát, a Mi-28-at.

A Mi-28 „Havoc” fejlesztése még az 1980-as években kezdődött és 1982 végére már a levegőbe is emelkedett. Szériagyártása azonban csak 1993-ban kezdődött meg. Nagy vetélytársa a Ka-50 volt. Az összehasonlító elemzések során a Kamov bizonyult jobbnak, de ez nem jelentette a Mi-28 bukását.



23. ábra Mi-28 [51]

A forgószárny öt lapátból áll. Ezeket üvegszál erősítésű műanyag lapátokkal látták el és titánborítást kaptak, az elődök fém felépítésű forgószárny lapátjaihoz képest. A lapátok főtartóinak métere és ke-

resztmetszete olyan módon lett kiválasztva, hogy az sokkal jobban ellenáll még a nagy űrméretű gépágyú lövedéknek, illetve jobb aerodinamikai paraméterekkel rendelkezik. A lapátok nagy teherbírású, háromszög keresztmetszetű profillal és nyilazott végződésrel rendelkeznek. A központi agyat rugalmasra cserélték, amelynek nagy előnye, hogy nem igényel kenést. A faroklégcsavar X elrendezésű, két darab kétlapátos légcsavarból áll, amely csendesebb, mint a háromlapátos változatok, így csökken a helikopter akusztikai felderíthetősége.

A tapasztalatok alapján harci körülmények között a helikoptervezetőnek nincs ideje a biztonságos leszállásra, mivel a harc alacsony magasságon és sebességen folyik. A helikopter sérülése esetén kényszerleszállásnál, esetleg zuhanásnál nincs elég idő a futómű kibocsátására. Éppen ezért ilyen körülmények között a Mi-24 család típusainál a behúzható futóművet kiengedve hagyják, ami lecsökkenti a repülési sebességet. De ez harci körülmények között nagyon sok problémával jár. Éppen ezért a Mi-28 tervezésénél egy olyan megoldást dolgoztak ki, ahol az orrfutót egy kisméretű farok futóval pótolták, és jelentősen megerősítették a főfutókat, amelyek már nem húzhatók be.

A sárkányszerkezet első részében található a tandem elrendezésű kabin. Elöl az operátor, mögötte pedig a pilóta foglal helyet. Vészhelyzetben mindkét ülés a bekötő hevederek segítségével egy olyan pozícióban rögzíti a személyzetet, amely a legbiztonságosabb egy keményebb földet érés esetén. A futómű és az ülések még egy 12 m/s sebességű, függőleges becsapódásnak is ellenállnak annyira, hogy a személyzet biztonságosan szálljon ki a gépből. A katalapultülés hiányzik a gépből, de a Ka-50-hez hasonlóan a forgószárny leválasztható és nagy méretű ajtóin a személyzet biztonságosan távozhat. A kabin

teljes egészében nagy szilárdságú páncélborítást kapott, ami vonatkozik a sík-párhuzamos kialakítású páncél üvegre is, amely ellenáll a 12,7 mm-es géppágyú lövedék közvetlen, valamint egy 23 mm-es lövedék repeszeinek is. A páncélzat elviseli akár a 23 mm-es géppágyú lövedék becsapódását is.

A törzs két oldalán helyezték el a TV3-117VMA gázturbinás hajtóműveket. Ez olyan szempontból előnyös, mert így egyetlen lövedék gyakorlatilag nem tudja harcképtelenné tenni a helikoptert. Bármelyik hajtómű leállása esetén a hajtóművek vezérlő elektronikája biztosítja, hogy a helikopter egy hajtóművel is folytathassa a repülést. A két hajtómű között helyezkedik el a fő reduktor és az AP-9V típusú segédhajtómű. A hajtómű kiömlőnyílásait olyan speciális terelőkkal látták el, amelyek segítségével a hajtóműből kiáramló forró gázok a környező hideg levegővel keverednek. Ezáltal a helikopter infravörös kisugárzása jóval kisebb lesz, így az infravörös célkoordinátorral szerelt légvédelmi vagy légi harc rakéták ellen sokkal nagyobb a Mi-28 túlélési esélye.

A helikopter 1900 liter üzemanyag befogadására képes, amely további négy külső póttartállyal bővíthető. A tartály puhafalú, semleges gázzal megfűvott.

A helikopter célzó-navigációs berendezése a PrPNK-28 célzó-navigációs, valamint a kombinált felderítő-célzó berendezésekből áll. A berendezés lehetővé teszi a lövészet végrehajtását mind a mozgatható géppágyúval, mind az irányítható páncéltörő rakétával. A fedélzeti számítógép feldolgozza a beérkezett információkat és megjeleníti azt a helikopter-vezető homloküveg indikátorán. Az elődökhöz képest csökkent a megjelenítendő információk mennyisége. Ezt úgy érték el, hogy minimalizálták a számszerű, a rendszer működésével összefüggő, de a feladat végrehajtását nem befolyásoló adatok mennyiségét. A helikopter-vezető át tudja venni a géppágyú vezérlését, és a sisakcélzó segítségével céláthelyezést tud végrehajtani. Az optikai-célzó berendezés által biztosított információk az operátor indikátorán jelennek meg. Alkalmazása során az operátor választhat a keskeny és széles látószögű optikai, illetve a keskeny látószögű televíziós csatornák között. Géppágyú és nem irányítható rakéta lövészet során, automatikus üzemmódban, a rendszerbe tartozó lézer távolságmérő-célmegjelölő berendezés segítségével korrigálhatók a lövészet

folyamán fellépő pontatlanságok, illetve kiválasztható a páncéltörő irányítható rakéta optimális röppályája a lövés pillanatában. A szárnyak végén automatikus infracsapda-kivető berendezések találhatók. A helikopter rádióelektronikai harc képességét a „Vitebszk” rádiózavaró berendezés biztosítja.

A helikopter legfőbb erénye magas szintű harci alkalmazhatósága, ami köszönhető egyszerű és praktikus üzemeltethetőségének. Ezt a helikopter berendezéseinek és szerelőnyílásainak ideális elhelyezésével és kialakításával érték el, valamint a gyorsáram és önellenőrző berendezések is gyorsítják egy esetleges harci szituációban a helikopter üzemeltethetőségét.

3.4.1. Mi-28N „Havoc”

A Mi-28N – éjszakai – harci helikopter első példányai már 2006-ban szolgálatba álltak az Orosz Légierőben. Fejlesztése 1993-ban kezdődött a Mi-28 alapjaira építve, de pénzügyi gondok miatt csak 1996-ban szállt fel először.

Ezt az éjszaka, valamint minden időjárási viszonyok között bevethető helikoptert a szakértők a maga nemében egyedülállónak nevezik, a helikopterek új nemzedékéhez tartozik, amely több technikai adat tekintetében felülmúlja külföldi vetélytársát az „Apache”-ot. A Mi-28N egyedülálló túlélő-



24. ábra Mi-28N [52]

képességgel rendelkezik: a személyzet egy páncélozott kapszulában foglal helyet, amely akár a 30 mm-es lövedékek ellen is biztos védelmet nyújt, valamint páncél védelemmel van ellátva a legtöbb nagyteljesítményű berendezés is. A világon jelenleg nincs még egy hasonló védelemmel ellátott helikopter. Nem véletlen, hogy Kína, India és Törökország kormányai készek saját légierijüket felfegyverezni a típussal.

A Mi-28A-hoz képest a sárkányszerkezet és a hajtómű nem változott. A fedélzeti technika viszont nagyon sokat fejlődött elődjéhez képest. Ezek az új fedélzeti berendezések a következők:

- Az operátor vizuális, televíziós és infravörös felderítő-célzó berendezése;

- A helikoptervezető hőképképző berendezése és a lézer távolságmérője;
- A helikoptervezető sisak célzó berendezése és éjjellátó készüléke;
- A harc helyzet elektronikus megjelenítése folyadék kristályos kijelzőkön;
- Inerciális és műholdas navigációs berendezés;
- A forgószárny fölött elhelyezkedő, 360°-os, látómezejű rádiólokátor.

Ezek a berendezések lehetővé teszik a terepkövető repülést mind kézi, mind automatikus üzemmódban, amelyhez a fedélzeti számítógép egy háromdimenziós képet alkot a terület földrajzi adataira alapozva. Ezen kívül fontos feladatuk még a célok felderítése, befogása és azonosítása; az automatikus célelosztás kötelékek bevetése esetén; valamint a kétoldalú adatcsere az együttműködő helikopterek között a légi és földi vezetési pontok között.

Az optikai célzó-felderítő berendezés alkalmazása során a keskeny látószögű televíziós csatorna használható. Ezen kívül a személyzet természetesen éjjellátó készülékkel is el van látva. A helikopteren található rádiólokátor nem csak célfelderítési feladatok ellátására alkalmas, hanem navigációs feladatok végrehajtására is. A berendezés segítségével a helikopter rejtve, a tereptárgyak takarásában végzi a felderítést és csak a tűzmegnyitás szakaszában válik láthatóvá.

3.4.2. Fegyverzet

A helikopter állandó fegyverzetét egy 30 mm-es, 2A42 típusú, egy csövű, forgatható lőtoronyba beépített gépágyú képezi. A gépágyú tűzgyorsasága 300-900 lövés/perc. Nagy tömegű és kezdősebességű lövedékekkel rendelkezik. Lőszerjavadalmazása 250 db, melyet közvetlenül a lőtoronyban, két lőszerládában helyeztek el. A harc feladat függvényében a lövedék lehet páncéltörő vagy repesz-romboló. A lőtorony elforgathatósága nagy mozgásszabadságot ad. Ezt a helikopter vezetője a „hagyományos” módon is kihasználhatja úgy, hogy a helikopter hossz tengelyével céloz, de a sisakcélzó segítségével is végre tudja hajtani a feladatot.

A függeszthető fegyverzetet a szárnyakon elhelyezett két-két függesztési pontra lehet felhelyezni. Maximum 16 db hangsebesség fölötti, irányítható páncéltörő rakéta, az „Ataka-V” függeszthető a helikopterre. Az „Ataka-V”

még képes a dinamikus páncélzattal felszerelt harcjárművek és a kis sebességgel repülő légi célok megsemmisítésére is.

A helikopter rendelkezik még a félaktív lézer távirányítású, páncéltörő „Vikhr” típusú irányítható rakétával is. Ezt rádió zavarás esetén tudják hatékonyan alkalmazni. A rakéta helikopter fedélzetén található parancsközlő berendezése két csatornával rendelkezik, ami lehetővé teszi két rakéta egymás utáni közvetlen indítását különböző célok ellen.

A fentiekén kívül még a következő eszközöket képes alkalmazni a Mi-28:

- UPK-23-250 gépágyú konténer, 1 db GS-23L típusú gépágyúval;
- „Igla-V” légi harc rakéta
- GUV-A és GUV-B géppuska illetve gránátvető konténer;
- KMGU kisméretű terhelések konténere;
- Sz-24 nem irányítható rakéta;
- UB-16, UB-32 rakétablokkok az Sz-5 nem irányítható rakéták indítására;
- B8V-20 rakétablokk, az Sz-8 nem irányítható rakéták indítására;
- B-13 rakétablokk, az Sz-13 nem irányítható rakéták indítására;
- Különböző típusú és kaliberű légibombák maximálisan 500 kg-os kaliberig, illetve gyújtóbombák, gyújtótartályok;
- Egyéb felderítő és zavaró konténerek. [3][10][21][23]

4. A HAGYOMÁNYOS ÉS KOAXIÁLIS FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSŰ HELIKOPTEREK FEGYVERZETÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

4.1. Helikopter fedélzeti lőfegyverek

Ahhoz, hogy a hagyományos és koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek fegyverzetét összehasonlíthassuk, szükség van azok jellemzőinek, csoportosításának ismeretére.

A helikopter fedélzeti lőfegyverek 3 nagy csoportját különböztetjük meg:

- Fedélzeti lőfegyverek;
- Nem irányítható rakéták;
- Irányítható rakéták.

4.1.1. Fedélzeti tűzfegyverek

A fedélzeti tűzfegyverek fogalma alatt a gépágyúkat és géppuskákat értjük. Géppuskáról 20 mm-es űrméretig, gépágyúról 20 mm-es űrméret fölött beszélhetünk.

A repülőfedélzeti lőfegyverek az ellenséges földi, illetve légi célok megsemmisítésére, harcképtelenné tételére szolgálnak, amit a lövedék páncéltörő, repesz, romboló, gyújtó hatásával érnek el.

A harci helikopterek legtöbbje rendelkezik gépágyúval, vagy géppuskával. Az összehasonlításban szereplő Ka-29 és Mi-24D géppuskával van felszerelve, a Ka-50 és a Mi-28 pedig gépágyúval. A toronyba beépített lőfegyverek között jelentős különbség nincsen. Elsősorban a lőtorny irányításában találhatók különbségek. A régebbi típusokon a lőtornyot az operátor vagy fegyverkezelő irányította, valamilyen követő hajtás segítségével. A mai korszerű harci helikoptereknél ezt már nem csak az operátor teheti meg, hanem a helikoptervezető is, mégpedig mindketten sisakcélzó segítségével.

A korszerű tűzfegyvereknek speciális követelményeknek kell megfelelnie, melyek a következők:

- Nagy tűzgyorsaság – mivel a légi harc megvívása során a repülőgépet vezető csak kevés alkalommal és rövid ideig kerül abba a helyzetbe, hogy célzást, illetve célzott lövést hajtson végre az ellenséges repülőgép nagy sebessége és manőverei miatt.
- Nagy lövedék-kezdősebesség – egyrészt a lövedék kezdősebessége nagymértékben befolyásolja a páncéltörő képességet, másrészt a lövedék repülési idejétől függ a találati valószínűség, így a hatásosság is.
- Üzembiztos működés a repülőgép manőverezése közben is – mivel ezek távműködtetésű fegyverek, így nincs lehetőség légi üzemeltetés során a felmerülő hibák, akadályok elhárítására, illetve manőverezés során nagy túlterhelés éri a fegyver alkatrészeit, így erősen befolyásolják annak működését.
- Kis tömeg és méretek – ezzel növekedhet a repülőgép hasznos terhelése, növelhető az üzemanyag, illetve megsemmisítő eszközök mennyisége.
- Ismételt harci feladatra történő gyors előkészítés – a harckészültségi feladatok végrehajtásának fontos tényezője; a napjainkban elterjedt műszaki megoldások (pl. konténerek, gondolák) hatékonyabbá teszik a tűzfegyverekkel történő munkálatokat.

Még nem született olyan repülő-fedélzeti tűzfegyver, amely minden fent említett követelménynek tökéletesen megfelel. Általában a repülőeszköz rendeltetése szerint választják meg a felsorolásban szereplő kiemelkedő szereppel bíró paramétereket.

Dolgozatomban a választott harci helikopterek a következő tűzfegyverekkel rendelkeznek:

- **GSG-7,62** – a Ka-29 7,62 mm-es tűzfegyvere. Négycsövű, Gatling rendszerű géppuska. Gyártása az 1960-as évek végén kezdődött meg.
- **JakB-12,7** – a Mi-24D és Mi-24V 12,7 mm-es tűzfegyvere. Négycsövű, Gatling rendszerű géppuska. Sorozatgyártása 1976-ban kezdődött.

- **2A42** – a Mi-28 és a Ka-50 (Ka-52, Ka-50-2) 30 mm-es tűzfegyvere.

Egy csövű, beépített gépágyú.

A következő táblázatban a dolgozatban szereplő helikoptertípusok fedélzeti lőfegyvereit és azok paraméterei láthatjuk:

Jellemzők/típus	Ka-29	Mi-24D/V	Ka-50	Mi-28
Huzagolt fegyver	Igen	Igen	Igen	Igen
Űrméret (mm)	7,62	12,7	30	30
Csövek száma (db)	4	4	1	1
Típusa	GSG-7,62	JakB-12,7	2A42	2A42
Működési elv	Gatling	Gatling	rövid csőhátrasiklásos	rövid csőhátrasiklásos
Elméleti tűzgyorsaság (lövés/perc)	6000	4000	200-300-500	300-900
Beépítés módja	lőtorony	lőtorony	jobb oldalon, korlátozottan mozgatható	lőtorony
Mozgathatóság vízszintesen (°)		±60	±7,5	±110
Mozgathatóság függőlegesen (°)		+20 -60	±15	+13 -40
Lövedék kezdősebessége (m/s)	850		900	900
Maximális lőtávolság (m)				
Hatásos lőtávolság (m)			3000	3000
Lőszerjavadalmazás (db)		1400	500	250

1. táblázat Helikopter-fedélzeti tűzfegyverek paraméterei

A táblázatból láthatjuk, hogy a két modern helikopter ugyanazzal a fedélzeti huzagolt lőfegyverrel van ellátva. A Mi-28 2A42 típusú gépágyúja azonban a lőtornyos elrendezésnek köszönhetően nagyobb mozgásszabadságot kapott vízszintesen és függőlegesen is, így lényegében ugyanaz a fegyvertípus nagyobb hatékonysággal érvényesül a Mi-28-on, mint a Ka-50-en.

A régebbi géptípusok – a Ka-29 és a Mi-24 – különböző típusú fedélzeti lőfegyverrel vannak ellátva. Sajnos ezekről elég kevés információ került napvilágra. A GSG a lőfegyverekkel szemben támasztott speciális követelmények „kis tömeg és méretek” pontjának megfelel, hiszen tömege mindössze 19 kg. [3][11][12][26]

4.1.2. Nem irányítható rakétafegyverzet

A nem irányítható rakétafegyverzet rendeltetése az ellenség nem páncélozott vagy gyengén páncélozott csoportos és területi földi vagy vízfelszíni célok megsemmisítése, illetve az élőerő pusztítása. A harci helikoptereken előszeretettel használnak nem irányítható rakétákat a szárazföldi csapatok légi támogatására. Használatuk során rendszerint néhány darabból álló sorozatokat lőnek ki, mert a rakéta viszonylag nagy szórásképpel rendelkezik és így biztosított a cél harcképtelenné tétele, illetve megsemmisítése. Harci részeik változatai, illetve jelölései annyira változatosak, hogy dolgozatom terjedelme kevés lenne valamennyi felsorolásához.

A nem irányítható rakéták fő részei közé tartozik a hajtómű, a harci rész a gyújtóval és a stabilizáló berendezés, de nem rendelkezik fedélzeti irányító berendezéssel. A célzás az indító berendezés megfelelő térbeli helyzetbe állításával hajtható végre.

A nem irányítható rakéták indító berendezései műszakilag nem térnek el jelentősen egymástól. A legnagyobb különbség az indítócsövek számában mutatkozik meg.

Az összehasonlításban szereplő négy orosz helikopter ugyanazokkal a nem irányítható rakétákkal, illetve blokkokkal vannak felszerelve. Ezek a következők:

- **UB-32A-24**, illetve **UB-16-57** konténer Sz-5 nem irányítható rakétákkal, ahol értelemszerűen 32 és 16 indítócsővel rendelkezik.
- **B8V-20** konténer Sz-8 nem irányítható rakétákat tartalmazó konténer, amely 20 indítócsővel rendelkezik. [3][25][26]

Jellemzők/típus	Ka-29	Mi-24D/V	Ka-50	Mi-28
Max. NIR indító blokkok száma	4	4	4	2
NIR cső/blokk	16/32	16/32	20	20
Blokk típusa	UB-16-57, UB-32A-24	UB-16-57, UB-32A-24	B8V-20	B8V-20
NIR űrmétere (mm)	57	57	80	80
NIR max. darabszáma	64/128	64/128	80	40
Típusa	Sz-5	Sz-5	Sz-8	Sz-8
Indítási távolság (m)	2000	2000	1300- 4000	1300- 4000

2. táblázat Helikopter-fedélzeti nem irányítható rakéták paraméterei

4.1.3. Irányítható rakétafeegyverzet

Az irányítható rakéták képezik a légierő fő fegyverzetét. Alkalmazhatók légi, illetve álló vagy mozgó páncélozott földi célok, harctéri létesítmények, fedezékek és más objektumok megsemmisítésére.

Az irányítható rakéták speciális berendezésekkel rendelkeznek (irányító rendszer, kormányok, szárnyak), amelyek lehetővé teszik a rakéták irányítható mozgását a cél megközelítése során. A rakéták irányítása lényegesen megnövelte a lövészet pontosságát a nem irányítható megsemmisítő eszközökhöz viszonyítva.

Az irányítható rakéták megjelenésével azonban a nem irányítható rakéták sem veszítették el harcászati jelentőségüket, ugyanis a kisméretű földi célok, tankok, páncélozott szállító járművek megsemmisítésére sokkal hatékonyabb és gazdaságosabb eszköz, mint az irányítható rakéta.

4.1.3.1. Az irányítható rakéták csoportosítása

Az irányítható rakétákat több féle szempontból tudjuk csoportosítani. A hordozó eszköz és a cél elhelyezkedése szerint a következő csoportokba lehet sorolni:

- Levegő-levegő vagy légiharc (AA – Air to Air)
- Levegő-felszín (AS – Air to Surface)

Megkülönböztethetjük az irányító rendszer típusa szerint:

- **Távirányítású** – az irányító jel a rakétán kívül jön létre, ezt parancsjel formájában kapja meg és dolgozza fel a rakéta irányító rendszere, ezután működésbe jönnek a kormányok, amivel megtörténik a röppálya módosítása. A parancsok továbbítása történhet közvetlen vezetékekkel, rádióparancs közlő csatornán keresztül.
- **Önirányítású** - a rakéta-cél kölcsönös helyzetét az irányító rendszer részét képező célkoordinátor végzi. A céljel erősítése után a kormánysszerkeket működteti és így változik a röppálya a szükséges mértékben.
- **Programirányítású** – a rakéta repülése előre meghatározott program szerint történik. A rakéta fedélzetén elhelyezett berendezés nincs kapcsolatban sem a rakéta indítási pontjával, sem a céllal. A rakéta repülési paramétereit az indítás előtt kapja meg a hordozó repülőgép fedélzeti számítógépétől. A rakéta repülése során a fedélzeti irányító berendezés összehasonlítja a beprogramozott értékeket és a valós repülési paramétereket, majd az összehasonlítás eredményeként kidolgozza az irányító jelet és kiadja az irányító parancsokat a vezérlő szerek felé. A programvezérlés előnye a magas zavarvédetség, hátránya viszont az, hogy a program módosítása a rakéta repülése közben nem lehetséges és az előzőekhez képest kisebb a találati pontosság.
- **Kombinált irányítású** – alkalmazása egyre gyakoribb az irányítható légiharc rakétákban. A rakéták célkörzetbe jutatása programirányítással történik, majd a rakéta célkoordinátorának befogása után áttér önirányításra. Így biztosítva van a rakéta nagy indítási távolsága mellett a magas rávezetési pontosság.

A cél kiválasztásának módszere szerint 3 önirányítási módszert különböztünk meg, melyek a következők:

- aktív
- félaktív
- passzív

Az aktív és félaktív önirányítási rendszer lényege, hogy a célt elektromágneses hullámok segítségével mesterségesen kiemeljük a környezet háttéréből, vagyis „megvilágítjuk”. A környezetének háttéréből megfelelően kiváló célról visszavert jelet a rakéta célkoordinátora veszi és ez a jel szolgál a cél helyzetére és mozgására vonatkozó információ forrásként.

Azokat a rendszereket, ahol a sugárzó és a vevő berendezés is a rakéta fedélzetén található aktív önirányítási rendszereknek nevezzük. Ha csak a vevő berendezés található a rakétán, akkor félaktív önirányítási rendszerről beszélünk. Utóbbi esetben a sugárzó berendezés a rakétát indító repülőgépen, illetve egy „megvilágító” másik repülőgépen vagy földön van elhelyezve.

Passzív önirányítási rendszerek esetében felhasználható a célok természetes kisugárzása (rádió, hang, fény, hő). A rakétán csak vevő berendezés található. Leginkább elterjedtek a passzív infravörös koordinátorok, amelyek a hajtómű, a kiáramló gázok, a repülőgép felmelegedett borításának hősugárzását érzékelik.

4.1.3.2. A helikoptereken alkalmazott irányítható rakéták

A dolgozatban szereplő harci helikopterek a következő irányítható rakétákkal vannak felszerelve:

- **AT-2 „Swatter-C”/9M17MP „Falanga”** – a Mi-24D hangsebesség alatti páncéltörő irányítható rakétája. 1967-ben jelent meg és nagy előrelépést jelentett. Az 1960-as évek elején kezdték el fejleszteni az AT-1 jármű fedélzeti irányítható rakétával egy időben. Alkalmazták harcjárművekről és helikopter fedélzetéről indítva. A rakéta a helikopter szárnya alatt egy indítósínen van elhelyezve, s a hajtómű fúvókáinak begyújtása után a rakéta az indítósínről felgyorsul. Megjelent változatai: AT-2A, AT-2B, AT-2C. Ma már nem gyártják.
- **AT-6 „Spiral”/9M114 „Sturm”** – a Ka-29 és a Mi-24V hangsebesség feletti irányítható páncéltörő rakétája, a „Falanga” leváltására készült. Az alapváltozaton kívül még három modifikációja létezik, a 9M114 (AT-6A), 9M114M (AT-6B) és a 9M114M1 (AT-6C). Mindhárom növelt indítási (6000 m és 7000 m) távolsággal rendelkezik, páncélatütő képessége megnövekedett, egyes források szerint eléri az 1000 mm-t is.

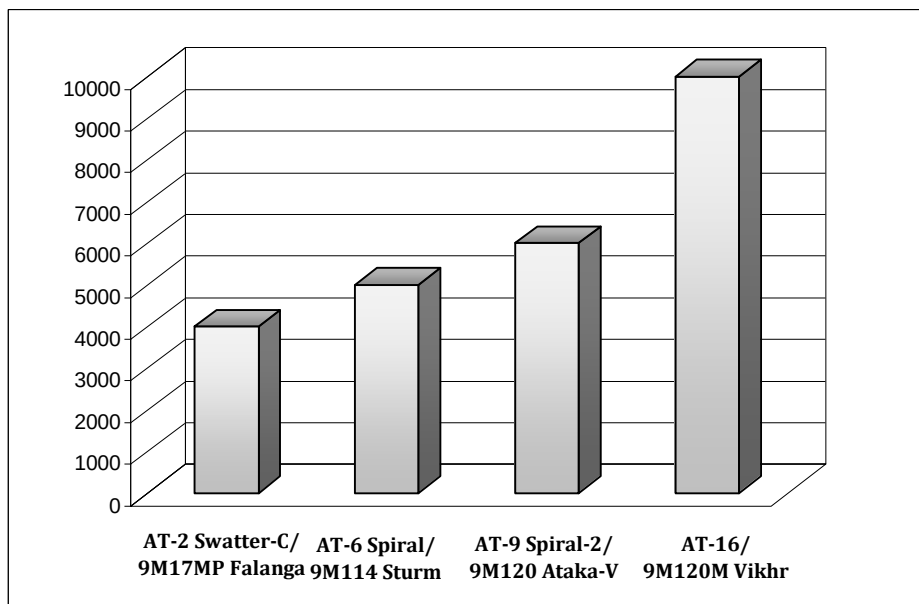
- **AT-9 „Spiral-2”/9M120 „Ataka-V”** – mind a Ka-50, mind a Mi-28 helikoptereken megtalálható irányítható páncéltörő rakéta. Tulajdonképpen az AT-6 rakéta továbbfejlesztett változata, amely annak leváltására készült. Nagy hatóerejű tandem kumulatív harcírésszel rendelkezik és nagy hatóerejű hajtóművet szereltek fel rá. Ugyanúgy, mint elődje, ez a rakéta is félaktív rádió-parancsírányítású, csőből indítható harcjármű elleni rakéta. A rakéta 550m/s-os sebességgel képes a cél felé repülni. Indítórendszere is teljesen kompatibilis az 9M114 „Sturm” rakétáéval.
- **AT-16/9M120M „Vikhr”** – a Ka-50 és Mi-28 helikopterek irányítható rakétája. Az „Ataka”/„Sturm” rakéta továbbfejlesztett változata, amely kontakt és közelségi gyújtóval szerelt nagy hatóerejű lézerirányítású páncéltörő rakéta. Létfontosságú földi célok, reaktív páncélzattal meg erősített épületek rombolására is képes. Helikopterről nappal 8 km-ről, merevszárnyú repülőgépről nappal 10, éjszaka 5 km-ről indítható.

A következő táblázatban, a dolgozatban szereplő helikoptereken alkalmazott irányítható rakéták és paramétereik láthatóak:

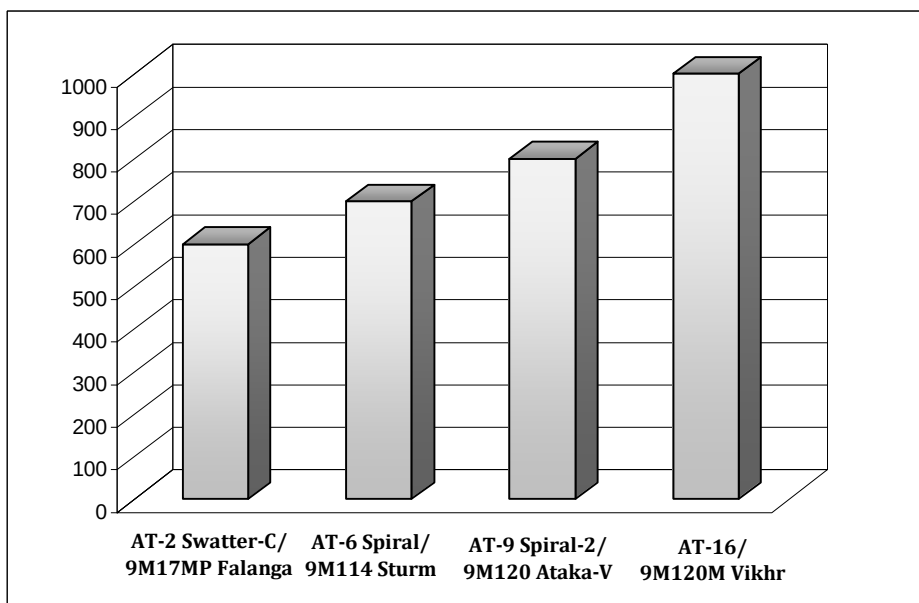
Jellemzők/ Típus	AT-2 Swatter-C/ 9M17MP Falanga	AT-6 Spiral/ 9M114 Sturm	AT-9 Spiral-2/ 9M120 Ataka-V	AT-16/ 9M120M Vikhr
Űrméret (mm)	148	130	130	130
Tömeg (kg)	29	31,4	48,5	45
Hossz (mm)	1160	1625	1830	2800
Min. indítási távolság (m)	500	400	400	400
Max. indítási távolság (m)	4000	5000	6000	10000
Repülési sebesség (km/h)	540	1600	2000	2200
Páncélatütő- képesség (mm)	600	700	800	1000
Harcirész típusa	nagy hatóerejű kumulatív	nagy hatóere- jű kumulatív	tandem kumulatív	tandem kumulatív
Harcirész tömege (kg)	5,4	5,3	5-8	6-8
Irányítás	félaktív rádió- parancsírányítású	félaktív rádió- parancsír- nyítású	félaktív rádió- parancsírányí- tású	félaktív lézer önirányítású
Megsemmisítési valószínűség	0,67-0,9	0,7-0,9	0,7-0,9	0,8-0,9

3. táblázat Helikopter-fedélzeti irányítható rakéták paramétereik

A következő diagrammok a könnyebb áttekintést segítik elő. Ezek világosan megmutatják, hogy a helikopterek fedélzetén alkalmazott irányítható rakéták közül melyik a leghatékonyabb. A 25. ábrán az irányítható rakéták maximális indítási távolsága, a 26. ábrán pedig páncéltűtő képességük látható.



25. ábra Az irányítható páncéltörő rakéták indítási távolsága (m) [53]



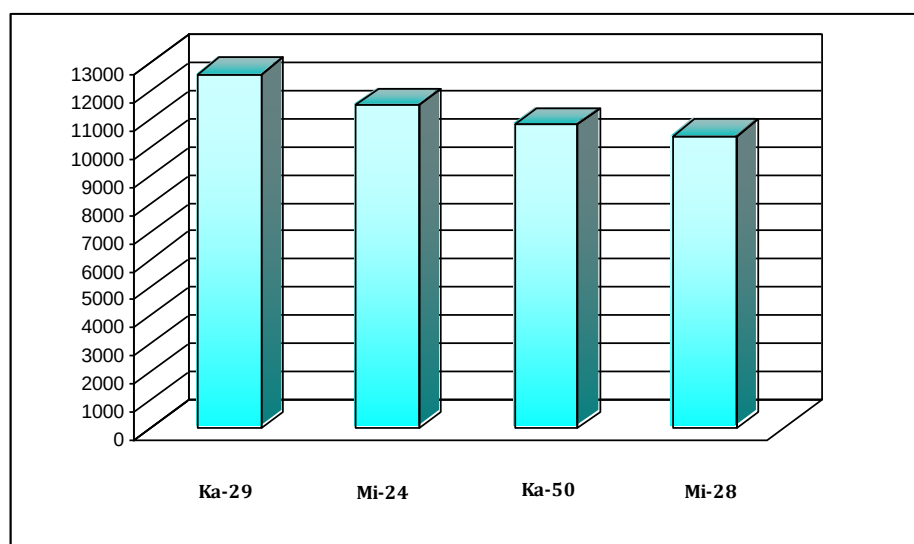
26. ábra Az irányítható páncéltörő rakéták páncéltűtő képessége [54]

A harci hatékonyság egyik fontos jellemzője a maximális fegyverterhelés. Ez azonban csak akkor igazán értékes tulajdonság, ha minél szélesebb körben variálható fegyverzettel párosul és olyan, a lehető legkisebb felszálló tömegű repülőgépen van elhelyezve, amely a legnagyobb hatótávolságon képes vele tevékenykedni.

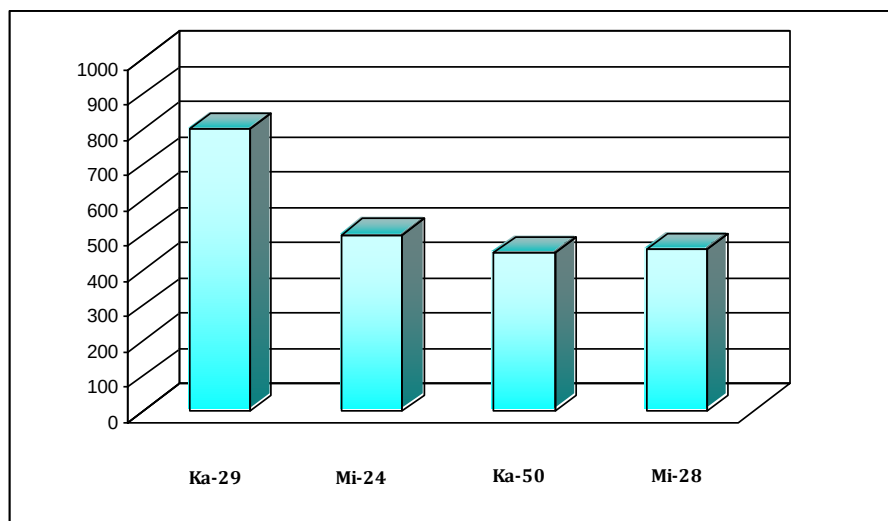
Jellemzők/Típus	Ka-29	Mi-24		Ka-50		Mi-28	
Üres tömeg (kg)	9600	8200		7700		8095	
Max. felszálló tömeg m_{fe} (kg)	12600	11500		10800		10400	
Max. fegyverterhelhetőség (kg)	~2500	3150		2950		2155	
Páncéltörő irányítható rakéta típusa	AT-6	AT-2	AT-6	AT-9	AT-16	AT-6	AT-9
Páncéltörő irányítható rakéta tömege (kg)	31,4	29	31,4	48,5	45	31,4	48,5
Max. függeszthető (db)	4	4	8	12	12	16	16
Max. repülési távolság (km)	800	500	500	450	450	460	460

4. táblázat Harci helikopterek paraméterei

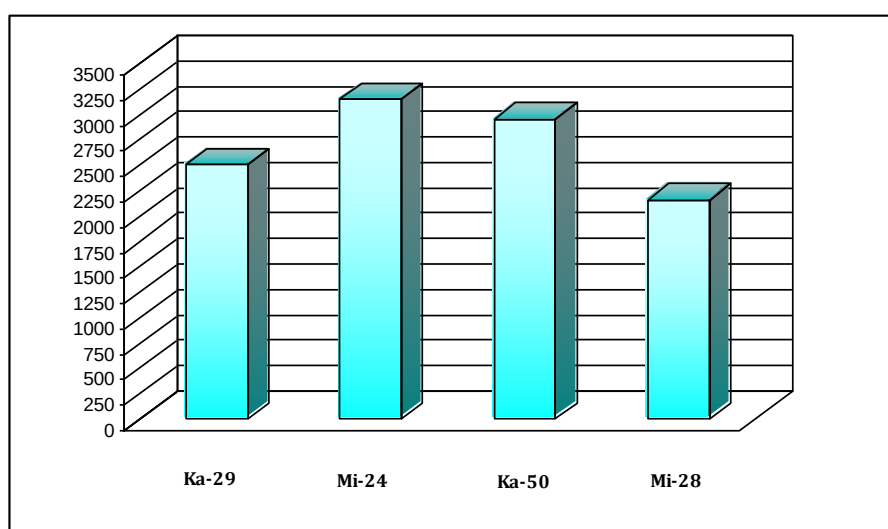
A következő diagrammok a harci helikopterek harci hatékonyságának mutatóit szemléltetik:



27. ábra Harci helikopterek max. felszállótömege (kg) [55]



28. ábra Harci helikopterek hatótávolsága (km) [56]



29. ábra Harci helikopterek max. fegyverterhelhetősége (kg) [57]

A három diagrammot összegezve a régebbi típusok – a Ka-29, illetve a Mi-24 típusú helikopterek – jobb eredményt produkáltak, mint a két modern típus. Ez azonban nem azt jelenti, hogy harci hatékonyságuk jobb lenne, hiszen a Ka-50 és a Mi-28 sokkal korszerűbb fedélzeti berendezésekkel, lőfegyverekkel, célzó és navigációs rendszerekkel vannak ellátva. Így megállapíthatjuk, hogy a harci hatékonyság meghatározása nagyon összetett feladat és nagyon sok összetevőből áll. [3][24][25][26]

5. A HAGYOMÁNYOS ÉS KOAXIÁLIS FORGÓSZÁRNY ELRENDEZÉSŰ HELIKOPTEREK ALKALMAZÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

5.1. Vibráció

Helikopterek harcban történő alkalmazásakor nagy szerepet játszik a helikopterek rezgése. A helikopterek vibrációjának legfontosabb forrása a forgószárny és a faroklégcsvár. Ezt a vibrációt az aerodinamikai, a tehetetlenségi és a belső – rugalmas visszatérítő – erők gerjesztik. Ha a gerjesztő erők frekvenciája egybeesik a helikopter valamelyik (saját) frekvenciájával, akkor rezonancia alakul ki.

A rezonancia során a változó terhelések hatására a szerkezetben törés jöhet létre. A sárkányszerkezetre gyakorolt káros hatásokon túl a vibráció nagy pszichikai terhelést is jelent az utasok és főleg a hajózó személyzet számára.

A helikopterek gerjesztett lengései elsősorban a forgószárnytól származnak. A forgószárny-lapátokról az agyra a vonóerők és a forgássíkban ható, periodikusan változó erők adódnak át. Előrehaladó repülés esetén, a körülfordulás során a lapátok változó megfűvást kapnak (az előrehaladó lapátok nagyobb, a hátrahaladók kisebb sebességgel mozognak a levegőhöz képest), melynek következtében a rajtuk keletkező vonóerők is periodikusan változnak. A változó vonóerő hatására a lapát csapkodó mozgást végez a vízszintes csukló körül. A lapát csapkodó mozgása és rugalmas deformációja következtében változik a szelvények állásszöge is, ami szintén az aerodinamikai erők periodikus változásához vezet. A lapátelelemek rugalmas elcsavarodásának mértéke a tőprofilhoz képest elérheti akár a 8-9°-ot is.

A lapátok, a csapkodó mozgásuk következtében fellépő Coriolis-erő hatására, lengő mozgást is végeznek a forgássíkban a függőleges csuklói körül. Az előrehaladó lapátok a forgószárny tengelyhez képest előresietnek, a hátrahaladók lemaradnak.

A forgószárny tömegközéppontja lengést végez, mert a lapátok előrehaladó repülés során csapkodó és lengő mozgást végeznek. A forgószárny tömegkö-

zéppontjának lengése során keletkező periodikus tehetetlenségi erők szintén jelentősen befolyásolják a helikopter rezgéseinek alakulását.

A helikopterek egy másik jelentős vibrációforrása a faroklégcsavar. A faroklégcsavar nagyobb fordulatszáma miatt a gerjesztőerők frekvenciája is nagyobb. A gerjesztőerők amplitúdója a faroklégcsavarnál viszont sokkal kisebb a forgószárnyénál (körülbelül a tizede).

A vibráció hatásának csökkenése érdekében a helikopter tervezése során meghatározzák az egyes elemek saját frekvenciáját, majd ezeket összevetik a gerjesztőerők frekvenciájával, és - ha kell - azokat elhangolják. Ezen kívül még fontos a helikopter törzsszerkezetének dinamikus, váltakozó igénybevételre való méretezése is.

A kis frekvenciájú vibráció-amplitúdók nagyon fontosak a törzsszerkezet kifáradási szilárdsága és a személyzet terhelése szempontjából. A kis frekvenciájú vibráció függőleges irányú (a forgószárny tengelye menti) komponensei értékének határolása lényeges a hajózó személyzet munkakörülményeinek javítása szempontjából.

5.2. Manőverezés

A Mi-24 és Mi-28 helikopterek energikus fordulói során a pilótának megelőző manővereket kell végrehajtani a kormánysszervek segítségével. Ezek a műveletek nagyon sokváltozósak és nem kellőképpen ismertek, ebből következően nagyon sok hibára adhatnak okot. Ha a megelőző manőverek nem megfelelőek, akkor a helikopter pillanatnyi tengely szerint kezd el forogni, amely nem esik egybe az x, y, z tengellyel. Tapasztalatlan pilóta esetében vagy stresszes szituációban a helikopter kellő térbeli helyzetét ilyen esetben nehéz helyreállítani.

Az egyforgószárnyas helikopter legebezhetőbb pontja 100km/h repülési sebesség fölött a faroklégcsavar. A gyors és erőteljes pedálbelépések során a lapátok rezgése elérheti a maximumot – ezáltal a forgószárny lapátok összeérhetnek a faroknyúlvánnyal.

A kormánylapátok hiánya a koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek-nél megszabadít ettől a veszélytől. A koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek képesek gyakorlatilag minden sebességtartományban síkbeli pedálfordulókat végrehajtani. Ez a manővertípus lehetővé teszi a helikopternek, hogy a lehető legrövidebb idő alatt elfoglalja a legjobb támadási pozíciót vagy fedezékbe vonuljon. A hagyományos elrendezésű helikoptereknél a faroklégcsavar körülbelül 16-22% energiát emészt fel a helikopter hajtóműteljesítményéből. Ennek hiányában a koaxiális helikoptereknél a fennmaradó energiát emelésre használják.

Ezen kívül a koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek 1,5–2-szer kisebb tehetetlenségi nyomatékokkal bírnak a sárkányszerkezet függőleges és keresztirányú tengelyéhez viszonyítva. Ezért ezek a helikopterek jelentősen megelőzik az egyforgószárnyas helikoptereket a fordulók végrehajtásának sebességében az említett tengelyek mentén, ami a Ka-50 helikopter kísérleti repülései során is beigazolódott. A felső és alsó forgószárnyakon minden aerodinamikai és dinamikai folyamat gyakorlatilag ugyanolyan, mint az egyforgószárnyal rendelkező helikopterek forgószárnyán.

Ugyanakkor annak következtében, hogy ezek a lapátok egy tengelyen helyezkednek el, és ellentétes irányban forognak, az összes folyamat, amely lezajlik ellentétes fázisban valósul meg. Az oldalirányú aerodinamikai erők az alsó és felső forgószárnyakon kölcsönösen kiegyenlítik egymást. A koaxiális forgószárny elrendezésből következően a manőverek során a forgatónyomaték nullával egyenlő. Az alsó és felső forgószárnyak reaktív nyomatéka automatikusan kiegyenlítődik – a repülés minden üzemmódjában és nem adódik át a sárkányszerkezetnek – a főreduktorban. A hajtóműlapátok forgatónyomatéka a manőverek során nem túl nagy és nem befolyásolja a koaxiális elrendezésű helikopterek repülését. A térbeli manőverek jobb és bal fordulóinak végrehajtásában nincs különbség.

Azonos forgószárny átmérőt és beállítási szöget feltételezve a koaxiális megoldás vonóereje körülbelül 67 százalékkal nagyobb, mint az egyforgószárnyas helikoptereké. Azonos vonóerő létrehozásához koaxiális elrendezés esetén sokkal kisebb indukált sebesség és ennek megfelelő indukált teljesítmény szükséges, mint az azonos átmérőjű, egyedülálló forgószárny esetén.

Mivel a két forgószárny miatt a profilellenállás megnő, az azonos vonóerő létrehozásához szükséges teljesítmény kedvezőtlen értékű, de még mindig kisebb, mint az azonos átmérőjű egyforgószárnyas helikoptereknél.

Azonos teljesítményt és átmérőt feltételezve a koaxiális megoldás körülbelül 15-15 százalékkal nagyobb vonóerőt szolgáltat, mint az egyforgószárnyas. Ha a faroklégcsavar teljesítményét is figyelembe vesszük, az arány még jobb.

5.3. A hagyományos és koaxiális forgószárny elrendezésű helikopterek alkalmazása lövészetkor

Ismert, hogy a repülő eszköz harci manőverezése során 2 fő feladatot kell megoldania:

- A repülőgép vagy helikopter a lehető legrövidebb idő alatt és a lehető legkevesebb légtérhasználattal elfoglalja a legmegfelelőbb támadási pozíciót
- A repülőgép biztosítsa a célzás és a megsemmisítő eszközök hatékony alkalmazását

Fix beépítésű löfegyver, vagy nem irányítható rakéta alkalmazása esetén a helikoptervezető a helikopter hossz tengelyével hajtja végre a célzást. Az egyforgószárnyas helikoptereken ez a folyamat nehezebb térbeli mozgásának átmeneti folyamatai következtében, amely az x, y, z tengely szerint történik. Ezen kívül a célzási folyamatot befolyásolja a függőleges és keresztirányú vibráció, amely a pilótákra hat. Ezek közül a legjelentősebb a keresztirányú vibráció, melyet a kormánylégcsavar kelt és 1 Hz körüli frekvenciával megy végbe. Az operátor és a pilóta feje az alkalmazott sisakcélzóval együtt ide-oda mozog, melyet a kísérleti repülések során a videó felvételek rögzítettek. A felsoroltak összessége magával vonja a megnövekedett hibát a célzási feladat végrehajtása során. Ennek a hibának a következtében a kísérletek során 50 méteren, vízszintes repülésből, 1000 méteres távolságban elhelyezett lőlapra végrehajtott lövészet esetében, ugyan a célzókészülék indikátorán megjelenő célon mindössze 0,5° hiba, a lőlapon azimutban +/-9m-es hibát eredményezett, illetve 150 m-es elé- vagy mögé lövést.

A faroklégcsavar hiányának köszönhetően a koaxiális forgószárny elrendezésű helikoptereknél nincs állandóan ható, változó oldalirányú erő, valamint a füg-

gőleges irányú vibráció amplitúdója is kisebb, mint az egyforgószárnyas helikoptereken. Ez azért lehetséges, mert az alsó és felső forgószárny lapátok fázisban mozognak egymáshoz képest. Ez ahhoz vezet, hogy a forgószárny lapátok frekvenciájával pulzáló függőleges erők általában kioltják egymást. Az alacsony vibrációnak és az egyszerű vezethetőségnek köszönhetően a koaxiális forgószárny elrendezésű helikoptereknél a gépágyú vagy nem irányítható rakéta lövészetnél csökken a célzási hiba. A fegyverek pontossági tulajdonsága a fentieknek köszönhetően növekedett. Ezt bizonyítják a kísérletek is, melyeket azonos célzókészülékkel, fixen beépített gépágyúval és nem irányítható rakétákkal felszerelt Mi-24-essel és Ka-29-essel végeztek. A Ka-29-esre felszerelt fegyverek megközelítőleg kétszer olyan pontosak voltak, mint a Mi-24-esen alkalmazottak. Egy másik példán keresztül tovább lehet vizsgálni az okokat.

Az egyforgószárnyas helikopterek (Mi-24P, Mi-24PN, Mi-24VP, Mi-24VM és Mi-28) estében akár a mozgatható, akár a fix beépítésű 23 mm-es vagy 30 mm-es löfegyverekkel sikerült elérni a 3-5 milliradiános célzási pontosságot. A koaxiális elrendezésű Ka-50 és Ka-52-es helikopterekkel, a 30 mm-es mozgatható gépágyúval, automatikus üzemmódban végrehajtott lövészet során ugyanez az érték nem haladja meg a 2 milliradiánt. A felsorolt Mi típusú helikopterek esetén a gépágyú hatásos lőtávolsága huzagolt löfegyverekkel körülbelül 1 km. Ez azt jelenti, hogy a lövedékek a képsíkon (az irányzóna merőleges síkon) gyakorlatilag 3-5 méteres körön belül vannak. Ugyanez a Ka-50 és Ka-52 helikopterek esetében ugyanezen a távolságon egy 1,5 méteres körön belül van. A fedélzeti fegyverek alkalmazásának tényleges pontossága - mindegy melyik helikopterről beszélünk - a gépágyú technikai pontosságából, a célzókészülék pontosságából és a célzási pontosságból fog összeadódni. A fentiekből következik, hogy a koaxiális elrendezésű harci helikopterek effektív lőtávolsága nagyobb és megközelíti a 2 km-t.

Azok a helikoptervezetők, akik rendelkeznek repülési tapasztalattal a hagyományos elrendezésű helikopterekről, úgy nyilatkoznak a Ka-50, vagy Ka-52 helikopterekről, hogy magas fokú manőverező képesség és egyszerű vezethetőség jellemzi azokat. Az ő szavaikat idézve: „a helikopter finoman ül a levegőben, és egyszerű vezethetőség jellemzi azokat”. [3][4][22]

BEFEJEZÉS

Az összehasonlító tesztek alapján a koaxiális forgószárny elrendezésű helikoptereknek sokkal nagyobb népszerűségnek kellene örvendenie. Nem tudni pontosan miért nem terjedtek el ezek a forgószárny elrendezésű helikopterek.

A repülés hajnalán többen is próbálkoztak koaxiális helikopterek gyártásával, de ez az elképzelés csak a Kamov cégnek vált be. Lehetséges a vezérlés bonyolultsága, illetve az, hogy régebben a megfelelő anyagminőség hiánya nem tette lehetővé a széles körű elterjedést.

A mai Kamov helikopterek ára vetekszik a legmodernebb amerikai helikopterekével, amelyek többek között fegyverzeti szempontból is felülmúlják ezeket a repülőeszközöket. A Törökországban kiírt beszerzési tenderből is elsősorban ára miatt zárták ki a Ka-50-2-t, annak ellenére, hogy több török pilóta is berepülte a helikoptert, és valamennyien kedvezően nyilatkoztak annak manőverező képességéről, és csúcsmagasságairól.

A Kamov cég hátránya még a mai napig fennáll a konkurens Mil céghez képest, hiszen a szovjet és az orosz légierő már évtizedek óta működtet Mil típusú helikoptereket. Habár mindkét tervező csapat azonos technológiát használ, helikoptereik hasonló képességekkel rendelkeznek, a hadsereg csupán megszokásból, de a hagyományos forgószárny elrendezésű Mil helikoptereket részesíti előnyben.

Így az egyetlen koaxiális forgószárnyú helikoptereket gyártó cég hátrányban marad az egyforgószárnyasokkal szemben, és ez valószínűleg így is marad, hacsak a Kamov gyár nem áll elő egy olyan helikopterrel, amely szakít a hagyományokkal, és újraértelmezi a modern harci helikopterrel szemben támasztott követelményeket.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SZENTESI György Katonai repülőgépek és helikopterek, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1987
- [2] BIMBÓ József Helikopterek a korszerű harcban, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1981
- [3] SZILVÁSSY László A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben, doktori értekezés, Szolnok, 2008
- [4] DR. POKORÁDI László A helikopterek vizsgálatának minimalizálása (e-dok) url: <http://www.haditechnika.hu/Archivum/199503/950303.htm>
- [5] Air Force Technology (Ka-50, e-dok.) url: <http://www.airforce-technology.com/projects/ka50/>
- [6] Ka-50 MILITARY.CZ (e-dok.) url: http://www.military.cz/russia/air/helicopters/Ka_50/ka50_en.htm
- [7] Birds of Prey (Ka-50, e-dok.) url: http://bop.agria.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid
- [8] JETFLY magazin (Ka-50, e-dok) url: <http://www.jetfly.hu/rovatok/repules/katonai/tipusok/hokum/>
- [9] The History of Helicopters and autorgyos url: http://www.aviastar.org/helicopters_eng/full_list.html
- [10] SZILVÁSSY László Mi-28 Havoc harci helikopter „Új évszázad új technológia – Gripenek a Magyar Légierőben” tudományos konferencián elhangzott előadás, elektronikus formátumban CD-n, 2003. április 4.
- [11] LIGHTBODY A. – POYER J. -The illustrated History of Helicopters, Publications International, 1990
- [12] FAS (Federation of American Scientist) web oldala (Ka-29, e-dok.) url: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/row/ka-29.htm>

- [13] GUNSTON Bill A korszerű harci repülőgépek enciklopédiája, Zrínyi Katonai Kiadó, 1995
- [14] The History of Helicopters and Autorgyos (Ka-29, e-dok.) url: http://www.aviastar.org/helicopters_eng/ka-29.php
- [15] Helikoptermodell Portál (e-dok.) url: http://www.helikoptermodell.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=77
- [16] SZILVÁSSY László Mi-24VM, 100 éves a géprepülés „A katonai rendszerek repülőgépei, a katonai repülőgépek rendszerei” konferencián elhangzott előadás, elektronikus formátumban CD-n, 2003. április 4.
- [17] Mi-24 Harci helikopter Magyarország (e-dok.) url: http://mi-24.hu/index.php?categoryid=1&p2_articleid=7&s=d90b3972f80cb4e1905b0455960a13b0
- [18] Wikipedia The Free Encyclopedia (Mi-24, e-dok.) url: http://en.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-24
- [19] Wikipedia The Free Encyclopedia (Mi-24, e-dok.) url: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Mi-24>
- [20] Wikipedia The Free Encyclopedia (Mi-24, e-dok.) url: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Mi%E2%80%9324>
- [21] JETFLY magazin (Mi-28, e-dok.) url: http://www.jetfly.hu/rovatok/repules/katonai/hirek/mi-28n_050408/
- [22] КУЗНЕЦОВ, Григорий Пилоту на заметку ВЕРТАЛЕТ Информационный Технический Журнал (ISSN 1562-2673) 2005/2 стр. 30
- [23] KAMOV helikopterek (e-dok.) url: <http://www.freeweb.hu/heli/kamov/kamov.html>
- [24] KAKULA János Rakéták szerkezetana, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1989
- [25] GUNSTON Bill Korszerű harci repülőgépek fegyverzete, Zrínyi Katonai Kiadó, 1995

- [26] ZSILÁK András Repülőgép fedélzeti lőfegyverek, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1984
- [27] KORMOS László A helikopterek katonai alkalmazásának tapasztalatai (e-dok.) url: <http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/1998/ht-1998-3-7.html>
- [28] Wikipedia The Free Encyclopedia (e-dok.) url: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Helikopter>
- [29] http://www.aviastar.org/helicopters_eng/vinci.php
- [30] <http://www.feltalaloink.hu/tudosok/asbothoszkaz/html/asbosztal2.htm>
- [31] <http://www.jamd.com/search?assettype=g&assetid=3313980&text=C-30+autogiro>
- [32] http://www.prachapter34.com/makes_models.htm
- [33] <http://updatecenter.britannica.com/art?assemblyId=50979&type=A>
- [34] <http://www.fiddlersgreen.net/AC/aircraft/FockeAchgelis-Fa61/info/info.php>
- [35] http://www.aviastar.org/helicopters_eng/kamov.html
- [36] http://hampage.hu/repules/e_szolnok.html
- [37] <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/ah-1-pics.htm>
- [38] <http://www.vrtulnik.cz/cizina/museum.htm>
- [39] <http://www.greekmilitary.net/airforce.htm>
- [40] http://www.helikoptermodell.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=77
- [41] http://www.helikoptermodell.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=77
- [42] http://www.helikoptermodell.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=77
- [43] http://www.helikoptermodell.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=77

- [44] http://www.arknext.com/charter/data/he_md900.html
- [45] <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/ka-27-pics.htm>
- [46] http://wallpapers.dpics.org/24_Mi-24_Hind_Military_Aviation_Helicopter.htm
- [47] <http://www.richard-seaman.com/Aircraft/AirShows/Maks2005/Highlights/>
- [48] <http://www.aeronautics.ru/kamov/gallery-index.htm>
- [49] <http://www.aeronautics.ru/kamov/gallery-index.htm>
- [50] <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/ka-50-2.htm>
- [51] http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:AF_Mil_Mi-28_Paris_Juni1997.jpg
- [52] http://www.greendevils.pl/technika_wojskowa/lotnictwo/mi-28/mi_28_havoc.html
- [53] Az irányítható páncéltörő rakéták indítási távolsága (Gombai Orsolya)
- [54] Az irányítható páncéltörő rakéták páncélatütő képessége (Gombai Orsolya)
- [55] Helikopterek maximális felszállótömege (Gombai Orsolya)
- [56] Harci helikopterek hatótávolsága (Gombai Orsolya)
- [57] Harci helikopterek maximális fegyverterhelhetősége (Gombai Orsolya)