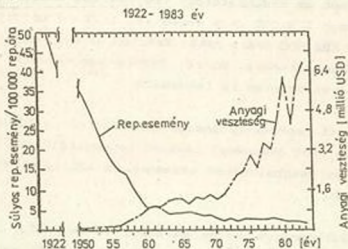


AUTOROTALNI, KATAPULTALNI VAGY LEZUHANNI?

(Katonai helikopter katasztrófák megelőzésének,  
valamint következményeik elhárításának konstrukciós  
lehetőségei)

Valamennyi légi jármű tervezése, illetve gyakorlati kivitelezése során alapvető konstruktóri feladat - a lehető legjobb hatékonysági és gazdaságossági jellemzők elérése mellett - a biztonságos repülés feltételeinek sokoldalú megteremtése. Az utóbbi célkitűzés megvalósítására számításba jöhető szerkezeti megoldások körét mindenekelőtt az adott repülőeszköz rendeltetése (polgári, katonai), kategóriája (szállító, harci stb.), repülési jellemzői (kis-, szub-, szuperszónikus sebességű, földközélszben vagy nagy magasságban tevékenykedő stb.), illetve hordfelületének típusa (merev- vagy forgószárny) határozzák meg. A harci sérüléseknek és műszaki meghibásodásoknak leginkább ellenálló, illetve a leghatékonyabb mentőrendszerekkel és felszerelésekkel ellá-



1. ábra

tott légi jármű csak úgy hozható létre, ha előzőleg gondosan tanulmányozzák a már megépült azonos, vagy hasonló kategóriájú és rendeltetésű repülőeszközök meghibásodási, valamint repülőesemény (katasztrófa) adatait. Valójában nagy részében ennek a tervezői szemléletnek is köszönhető, hogy 50 év leforgása alatt a 100.000 repült óra alatt bekövetkező súlyos repülőesemények száma nagyságrenddel csökkent (1. ábra). Külön kedvező, hogy a helikopterek mutatói még az ábrán bemutatottaknál is kedvezőbbek. Nem hagyható azonban az sem figyelmen kívül, hogy az egységnyi repült időre eső balesetek, katasztrófák számának nagymértvű csökkenése ellenére is több nagyságrenddel nőtt a következményülként létrejövő anyagi veszteség (Pl. míg az USA-ban 1947-ben a 100.000 óra alatt bekövetkezett repülőesemények együttes kárösszege 200.000 USD volt, addig ez az érték 1982-re meghaladta a 6.000.000 USD-t). A költségnövekedés alapvető oka, hogy a vizsgált időszakban a repülőeszközök technikailag mind bonyolultabbá, ezáltal egyre drágábbakká is váltak. Emellett az évről-évre jelentősen növekvő légi jármű-park és repült idő is a balesetek, katasztrófák számának gyarapodását eredményezte. Ugyanakkor ez utóbbiak bekövetkezésének növekedési üteme lényegesen elmaradt az előbbiekéitől. (Pl. az USA hadsereg-repülőknél 1959-ben 178.000 órát repültek, 1979-re ez tizenkétszeresére, 2.254.000 órára nőtt. Eközben az évi balesetek száma "csak" háromszorosára, 89-ről 275-re emelkedett). Mindezekből két következtetés is levonható:

- adott repülésbiztonsági mutatók (pl. a 100.000 repült órára jutó repülőesemény) kedvező tendenciájú csökkenése sem zárja ki az összbaesetek számának és költségeinek lényeges növekedését;

- akármennyire kevés baleset, katasztrófa következzen is be, annak számszerűségével a konstruktorok soha nem lehetnek elégedettek, helyette törekedni kell megelőzésükre. Amennyiben azok még is bekövetkeznének, úgy a gépen tartózz-

codók - lehetőleg sérülésmentes - túlélési esélyeit minden eszközzel biztosítani szükséges.

A valamilyen ok miatt részben vagy teljes egészében repülésre és/vagy kormányzásra alkalmatlanná vált, hagyományos építésű helikopterekben tartózkodók számára több-kevesebb túlélési esélyt csak:

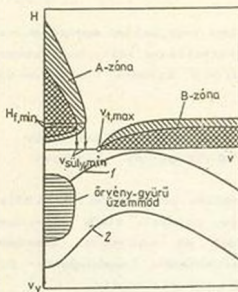
- az autorotációval történő kényszerleszállás, vagy
- az ejtőernyővel történő földetérés biztosít.

A meghibásodás jellegétől, a repülés körülményeitől (időjárás, látás, földfelszín minősége, napszak, stb.), a repülés jellemzőitől (magasság, haladási és süllyedési sebesség stb.) függően mindkét módszer alkalmazási lehetőségei - főként katonai helikopterek számára - korlátozottak.

#### AUTOROTÁCIÓVAL TÖRTÉNŐ LESZÁLLÁS

Autorotációval - azaz a forgószárny önforgási üzemmódján - végrehajtott kényszerleszállást akkor alkalmaznak, ha a helikopter hajtóműve(-i) vagy/és a közös beállítási szög vezérlő rendszere üzemképtelenné válik. E módszer lényege általános esetben az, hogy a helikoptervezető a belső kormányzervek (bot-, lábormány, EVK) célszerű működtetésével a talajfogást megelőző pillanatokban, a gép mozgásából és a forgószárny forgásából származó kinetikai energiát a függőleges süllyedés aerodinamikai fékezésére hasznosítja. Speciális repülési körülmények esetén a fenti két energia közül csak az egyikkel is megvalósítható a fékezés, természetesen kevésbé hatékonyan. (Az autorotációval végrehajtott leszállás lehetséges változatai a 3. ábrán láthatók.) Tapasztalatok szerint a sikeres földetérésnek - géptípustól függetlenül - akkor legnagyobb az esélye, ha  $\theta = 14^{\circ} - 18^{\circ}$ -os

hajlásszögű siklópályáról (I-es szakasz),  $v = (0,7-1)v_{opt}$  repülési sebességgel történik meg a gép felvétele (II) kielebegtetéshez (III). Erre rendszerint csak akkor nyílik lehetőség, ha a repülési magasság meghaladja a gép felvételéhez szükséges minimális magasságot ( $H \geq H_{f,min}$ ) és a repülési sebesség ( $v$ ) a minimális süllyedési ( $v_{sülly,min}$ ) és a maximális talajfogási ( $v_{t,max}$ ) értékek közé esik (2. ábra). Az előírásosnál alacsonyabb sebesség és magasság esetén nem hajtható végre a felvétel és a felrántás, azaz a kinetikai energiák átalakítása, fékezési energiává (A-zóna).



- 1 - egyik hajtómű áll;  
2 - mindkét hajtómű áll.

2. ábra

Amennyiben földközeli, nagysebességű repülésből kell autorotációra áttérni, úgy rendszerint az észlelésre és a megfelelő kormányozdulatok végrehajtására kevés a rendelkezésre álló idő (B-zóna). Kis repülési ( $v = 0-50$  km/ó) és nagy süllyedési ( $v_y = 3-5$  m/s) sebesség érték mellett, ha a kéthajtóműves helikopter egyik hajtóműve hirtelen leáll a süllyedési sebesség  $v_y = 10-14$  m/s értékig növekedhet, ami örvénygyűrű üzemmód kialakulásához vezethet (2. ábra, alsó része).

A felsorolt feltételeknek és korlátozásoknak megfelelő autorotációs leszállás, a 3. ábrán bemutatott lehetőségek közül főként csak a "b" és "c" módzat esetén valósítható meg. A megfelelő magassági és sebességi tartalékkal rendelkező helikopter haladó mozgását aerodinamikai úton fékezik



Az autorotációs leszállás esélyei még kedvezőlenebbek, ha azt kismagasságú függésből, függőleges emelkedésből vagy süllyedésből ("a" változat), esetleg meghibásodott közös beállítási-szög vezérlő rendszerrel ("d"-változat) kísérelik meg végrehajtani.

Az autorotációs leszállást, az is nehezíti, hogy süllyedéskor az EVK felrántásával történő fékezésnél a



4. ábra

forgószárny fordulatszáma ( $n_{FSZ}$ ) nem csökkenhet 70 % alá. Gyakorlati tapasztalatok alapján ilyenkor a forgószárny fordulatszáma másodpercenként 10 %-kal csökken. Siklópályán a függőleges süllyedéskor  $n_{FSZ} \approx 90$  % körüli értéken stabilizálódott forgószárny lefékezésére, így mindössze  $t \approx 1,5$  s áll rendelkezésre (4. ábra). Ez egyben azt is jelenti, hogy a felrántás a földfelszíntől csakszigordon meghatározott,  $H_f = t \cdot v_y = (1,5 + 2) \cdot v_y$  távolságra hajtható végre. Az ettől való

bármilyen eltérés géptöréshez vezethet.

A közös beállítási szög (EVK) vezérlő rendszerének meghibásodása esetén a forgószárny forgásából származó kinetikai energia nem hasznosítható fékezésre. Ennek megfelelően a leszállás csak viszonylag nagy sebességgel, megnövekedett kifutási úthosszal ( $L_{kif}$ ) történhet. A hatékony fékezés érdekében a forgószárny (helikopter) állásszögét  $\alpha = 15^\circ - 18^\circ$  - os értékig kell növelni, ami fokozza a faroklégcsavar talajba verődésének veszélyét (3. ábra "d"-módózat).

Igen kedvezőtlen autorotációs jellemzőkkel rendelkeznek az egyébként korszerű, könnyű és rugalmas műanyag lapátos

forgószárnyak. Kis tömegük következtében tehetetlenségük is csekély, a hajtómű leállás után nehéz (ön-)forgó mozgásukat fenntartani. E hiányosságot csak forgószárny rendszerébe épített giroszkópius energiátárolóval lehet megszüntetni, ami viszont a szerkezeti súlyt növeli.

Mindezekből megállapítható, hogy az autorotációval történő kényszerleszállás még kedvező H és V jellemzők mellett sem kockázatmentes, függésből, valamint nagy repülési sebességen és földközeli magasságban pedig nem is hajtható végre biztonságosan.

(Külföldi adatok szerint az általános rendeltetésű helikopterek autorotációs kényszerleszállásai közül 20 % végződik a helikoptervezető /személyzet/ halálával vagy sérülésével, illetve a helikopterek nem javítható meghibásodásával).

#### EJTŐERNYŐVEL TÖRTÉNŐ FÖLDETÉRÉS

Veszélyhelyzetben a helikopter gyors elhagyásának egyik hagyományos eszköze lehet az ejtőernyő. Alkalmazásának azonban meghatározó korlátjai, hogy csak az erre kiképzett személyek használhatják, a gép utasai nem, valamint zuhanáskor



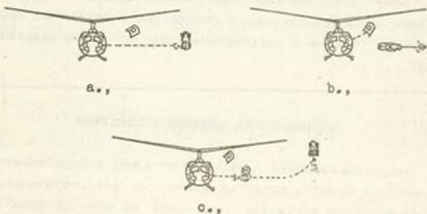
5. ábra



6. ábra

történő kiugráskor (5. ábra) fennáll a géppel történő ütkö-

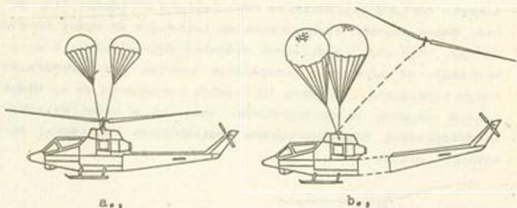
zés veszélye. Ezenkívül egyes repülési helyzetekben (pl. ha faroklégszavár ledőlés hatására bepördül a helikopter) a hajózó személyzet nem is képes a fülke elhagyására. E hiányosságok elvben kiküszöbölhetők lefelé történő katapultálással (6. ábra), ekkor azonban az ernyő kinyílásához, a függésből történő kiugráskor is minimálisan szükséges 50-60 m-es magasság több mint kétszerese szükséges. Számottevően csökkentené a vészelhagyás minimális repülési magasságát, ha az ülésről történő katapultálás vagy vontatórakétával történő kilövés a forgószárny forgássíkjával párhuzamosan (7. a., b. ábra), esetleg azt megkerülő "L"-alakú pályán (7. c. ábra) történne. E módzatokkal sem kiküszöbölhető azonban ki az alábbi hiányosságok legalább egyike:



7. ábra

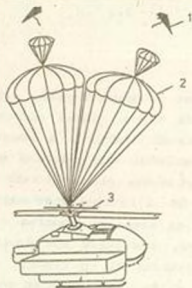
- földközelségben, bedöntött helyzetű helikopterből történő katapultáláskor fennáll a talajhoz csapódás veszélye;
- szerkezetiileg nehéz az oldalirányba repülő ülés előre és oldalra történő pörgésének kiküszöbölése;
- nem kellően tisztázottak az oldalirányú túlterhelés ( $n_z$ ) emberi szervezetre gyakorolt kedvezőtlen hatásai.

Ugyancsak az alkalmazhatóság magassági és sebességi korlátai miatt nem várható - az egyébként nagy anyagi érté-



8. ábra

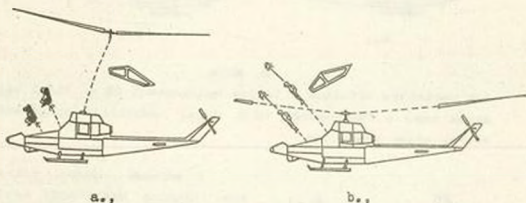
kek mentésére alkalmas - teljes helikoptert (8.a. ábra) vagy annak csak a fülkerészét (8.b. ábra) leszállító ernyőrendszerek elterjedése sem.



9. ábra

E módszer további hátránya, hogy a beépítendő leválasztó- és ernyőegység a helikopter tömegét 5-10 %-kal növelheti, valamint az ernyők nyitása csak a forgószárny eltávolítása után lenne lehetséges. Az utóbbi hiányosság kiküszöbölésére készült az a kanadai terv (9. ábra), amely szerint az ernyőket (2) összehajtott helyzetben az üreges forgószárny tengely belsőjéből kivezetett állótengely konzoljaira (3) rögzítik, leválasztható áramvonalazó burkolat (1) alá.

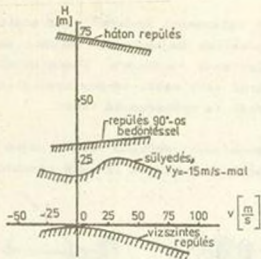
A fentiek alapján belátható, hogy a korszerű követelményeknek megfelelő, nulla repülési magasság és sebesség mellett történő katapultálás csak felfelé történhet (10. ábra). Ennek azonban elengedhetetlen feltétele az egész forgószárny, vagy csak lapátjainak előzetes eltávolítása, (lerobbantása). Az elvégzett vizsgálatok szerint a forgószárnyat (vagy lapátokat), valamint fülketetőt lerobbantó és az űlést kilövő rendszer szinkronizálása, valamint a véletlen működésbelépésének megakadályozása meglehetősen költséges, bonyolult feladat.



10. ábra

A hajózó katapultálása történhet katapultüléssel, vagy vontató rakétával. Az első megoldás (10.a. ábra) előnye, hogy külön fejlesztést nem feltétlenül igényel, a merevszárnyú gépeknél bevált ülések közvetlenül vagy csekély módosítással alkalmazhatók. (A Szovjetunióba pl. a MIG-29-en és SzU-27-en már bevált korszerű K-36-os katapultülés helikopteres változatán dolgoznak, míg az amerikai Douglas cég "Minipac" néven kísérleti jelleggel, speciális helikopter katapultülést készített. Utóbbi mindössze 31 kg tömegű, és 710 mm-es vezetősínjén gyorsulva  $n_y = 18$ -as túlterhelés mellett, 12,8 m/s-os sebességgel hagyja el a fülkét. Működhető bepördült helikopterből is, több ülés elhelyezése ese-

tére rendelkezik, kilövési sorrendet programozó és a repülési pályákat elkülönítő vezérlő rendszerekkel). Az elvégzett



11. ábra

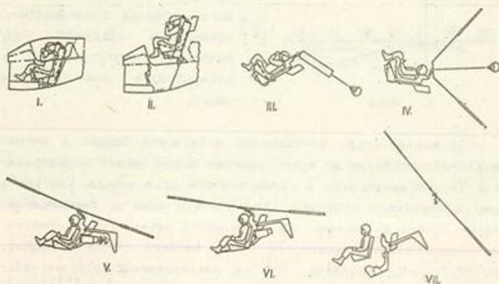
kísérletek alapján megállapítható, hogy valamennyi technikai nehézség megoldása után is, egy ejtőernyő gyorsnyitó mechanizmussal ellátott katapultulás használhatósága extrém repülési helyzetekben a repülési magasság (HD) és sebesség (v) szerint korlátozott (11. ábra). Vagyis földközelen, intenzíven süllyedő vagy bedöntött helikopterből a katapultálás nem hajtható végre.

A katapultálás korlátozott alkalmazhatóságát a merevszárnyú repülőgépeken nyert sokéves üzemeltetési tapasztalatok is alátámasztják. A rendelkezésre álló adatok szerint a gép elhagyására irányuló elhatározást csak a repülőgépvezetők 50 %-a hozza meg időben, a többi katasztrófát szenved. A katapultálást végrehajtottak közül további 15-20 % meghal, 30-40 % pedig megsérül. (Pl. a helikopterek Falkland szigeteknél történt harci alkalmazási tapasztalatai is azt mutatják, hogy Gazelle és Scout helikopterek sérülése, négyből három esetben földközeli magasságon és nagy sebességgel való repülés során következett be. A személyzetek nyolc tagja meghalt, közülük csak egynél voltak meg a feltételek a helikopter elhagyásához. Vagyis, ha valamennyi helikoptervezető elhagyta volna a gépét, heten közülük akkor is feltétlenül meghaltak volna, egy főnél pedig a sikeres megmenekülés valószínűsége olyan lett volna, mint a repülőgépből való katapultáláskor).

KATONAI HELIKOPTEREK ALKALMAZÁSI ES VÉSZEZHAGYÁSI  
SAJÁTOSÁGAI

Az előzőekben bemutatott valamennyi módszer - az adott korlátozásokkal - egyaránt alkalmas bajba jutott polgári és katonai helikopterek személyzetének mentésére. Utóbbiaknál azonban a katonai, illetve harci alkalmazás néhány speciális szerkezeti megoldás kimunkálását is szükségessé teszi.

A technikailag jól, a személyzet sérülése nélkül végrehajtott kényszerleszállás, vagy katapultálás is csak részben



12. ábra

sikeres, ha az az ellenséges vonalak mögött történik. E probléma kiküszöbölésére javasolják a 12. ábrán látható katapultálási rendszert, amely szerint sérült gépét elhagyó hajózó (I., II., III.) nem ejtőernyőt, hanem egy autogíró forgószárnyát nyitná (IV). Az előrehaladást egy kis tömegű ( $m \approx 8-13 \text{ kg}$ ), egyszer használatos sugár- (rakéta-) hajtómű biztosítaná (V.). Az üzemanyag kifogyásakor, vagy a kívánt cél elérésekor kellő magasságra emelkedve (szülyedve) (VI.),

a hajózó ülését elhagyva (VII.), ejtőernyővel, hazai területen érhetne földet. Számítások szerint ezzel a berendezéssel  $v \approx 185$  km/ó-ás sebességgel maximálisan 100 km-es távolság tehető meg.

A gépszemélyzet nagy távolságú mentését hivatott megoldani - a 12. ábra I-III. pozícióin bemutatottakhoz hasonlóan

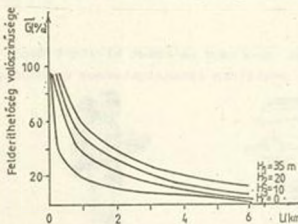


13. ábra

működésbe lépő, de a forgószárny helyett Rogalló-szárnyat nyitó katapultülés (rakéta-hajtóműves sárkányrepülőgép) (13. ábra). A nagyobb távolságok megtételének másik lehetséges eszközeként hátra szerelhető, kormányozható rakéta-hajtómű (13.b. ábra) kifejlesztésén is dolgoznak.

A katonai helikopterek ellenség által történő felderítésének (14. ábra), valamint különböző fegyverzettel való megsemmisítésének (15. ábra) akkor legkisebb a valószínűsége, ha harcfeladataikat földközélen, lehetőleg legnagyobb sebességgel repülve hajtják végre. Ebből adódóan a tipikus katonai, repülési feladatok (légi harc, mentés, felderítés stb.) intenzíven manőverező szakaszai abba a repülési magasság (H) és sebesség (v) tartományba koncentrálódnak (16. ábra), ahonnan akár az autorotációval történő kényszerleszállás, akár a gép bármilyen módszerrel történő veszelhagyása nehezen vagy egyáltalán nem hajtható végre (V.8. 2. és 11. ábra).

A felderíthetőség csökkentésére - mivel ez egyben a szolgálati repülési magasság számottevő növelését is lehető-



vé teszi - intenzíven kutatják a STEALTH technológia helikopteren történő alkalmazásának lehetőségeit. A jelenlegi szinten e módszerrel a részleges védelem is csak mintegy 5 %-os tömegnövekedés és jelentős többletkiadás árán biztosítható.

14. ábra

A helikopterek személyzetének megfelelő védelme a teljes repülési magasság-sebesség tartományban konstrukciósan

A helikopter túlélésének valószínűsége

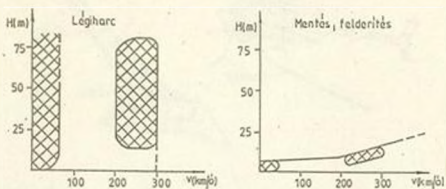
Repülési magasság	5 m	50 m	100 m	500 m	1000 m
	Megsemmítő eszköz	Túlélési valószínűség (%)			
Föld-levegő "légvédelmi" rakéta	≈100	90	80	40	10
Kézi légvédelmi rakéta	≈100	95	90	85	90
Többcsőű, légvédelmi géppágyú	≈100	90	85	75	60
Légvédelmi géppuska	≈100	90	75	85	95
Gyalogsági fegyverek összítúze	80	70	60	80	≈100

15. ábra

csak úgy biztosítható, ha a balesetek, katasztrófák kiváltó okaira megkülönböztett figyelmet fordítanak. Ezek közül is egyik meghatározó, hogy a helikopterekkel bekövetkezett re-

pülőesemények előidézője 75-80 %-ban, a hajózó állomány által elkövetett valamilyen hiba (angol és USA hadsereg-repülőik adatai, utóbbiak kárértéke kb. 88 millió dollár !). E

INTENZIV MANÓVEREZÉS



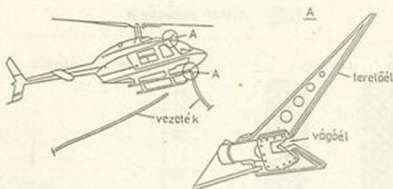
16. ábra

repülőesemények mintegy 70 %-a földi akadállyal, vagy közvetlenül a földfelszínnel történő ütközés miatt következik be. A leggyakrabban ütköző szerkezeti elem a forgószárny (72 %).

A földi akadályok közül egyik legkomolyabb veszélyt az elektromos távvezetékek jelentik (Az USA-ban pl. 10 éves időszak alatt 208 esetben regisztrálták polgári helikopter elektromos vezetéknek ütközését. Ezek során 37 fő meghalt, 137 súlyosan megsérült, 88 helikopter teljesen összetört, 120 pedig megrongálódott. Mindezekon kívül még feltételezik, hogy 1 regisztrált ütközésre 10 regisztrálatlan jut !).

Az elektromos vezeték felderítésére és előjelzésére évek óta változó sikerrel folyik különböző kutatólaborok és lézerek fejlesztése. Jelenleg legbeváltabbnak az angol WSPS (Wire Stricke Protection System) rendszer tekinthető. Ezt a fülke mellő részén, alul és felül felszerelt, terelekből és ék alakú acélkésekből kialakított két vágószerke-

zet alkotja (17. ábra). Segítségével  $v = 110$  km/h repülési sebességig, 22 mm-es átmérőjű vezeték is átvágható úgy, hogy közben a pillanatnyi hosszanti túlterhelés ( $n_x$ ) elviselhető



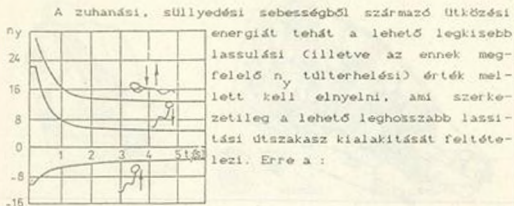
17. ábra

értéken marad, az oldalirányú ( $n_z$ ) pedig nem haladja meg az 1-et. (Úgy vélik, hogy csak az USA-ban egyedül a WSPS alkalmazása következtében a katasztrófák száma 24-28 %-kal csökkent és mintegy 25,2 millió dollárt sikerült megtakarítani).

A földközeli repülésből történő lezuhanások és sikertelen autorotációs leszállások adatai alapján megállapítható, hogy döntő többségüknél a földetérés sebessége nem haladta meg a  $v_y = 6-15$  m/s értéket. Ez egyértelművé teszi a konstruktőrök számára, hogy a korszerűen megépített katonai (de vélhetően polgári-) helikopter sarkányának is biztosítania kell  $v_y = 15$  m/s-os süllyedő sebességet, ütközéskor is a benntartózkodók sérülésmentes túlélését. Könnyen belátható, hogy az adott feladat nem oldható meg a törzs nagymérvű merevség növelésével, mivel ez:

- jelentős szerkezeti tömegnövekedést eredményezne;
- a bennülők számára a  $v_y$  zuhanósebesség zérus értékre csökkenése rövid úton, intenzív lassulás (nagy  $n_y$

túlterhelés) mellett következne be, és ez meghaladná az ember fiziológiai adottságai alapján meghatározott  $n_{y,max}$  értékeket (18. ábra). CP1. a hajózó állomány gerinc sérülésének valószínűsége is szorosan összefügg a kényszerleszállás függőleges sebességével. Amennyiben  $v_y = 6$  m/s, úgy 50 %-os, ha  $v_y = 15$  m/s-ig nő, úgy 100 %-os, csillapítás nélkül a gerinc sérülés bekövetkezésének valószínűsége).



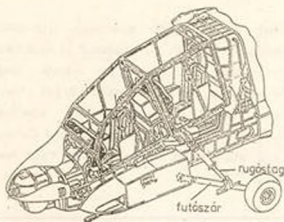
18. ábra

- speciális, hosszúlöketo futómű-rugóstagok;
- a külön energia-elnyelővel felszerelt ülések;
- az ilyen követelményeknek megfelelően kialakított sárkány (törzs) elemek;

jöhetnek számításba.

A legújabb harci helikopterek futóműveinek kialakítását egyértelműen a lezuhanási biztonságra való törekvés határozza meg. Az első generációs AH-1, MI-24 stb. helikopterek leszálló berendezései a könnyűépítés elveinek és az aerodinamikai követelményeknek legjobban megfelelő egyszerű csúszótálpak, vagy behúzható teleszkópikus (= a futószár és a rugóstag egy szerkezeti egység), kerek futóművek voltak. A második generációs (AH-64, MI-28, A-129 Mangusta stb.)

helikopterek már kivétel nélkül, megerősített, hosszúlökett, karos rendszerű (= a futószár és rugóstag külön szerkezeti egység), nem behúzható kerekes főfutóművel épültek (19. ábra). E nagyobb szerkezeti tömegű és légellenállású konstrukciók meghatározó előnye azonban, hogy adott terhelés hatására 20-50 %-kal kevesebb túlterhelést adnak át a törzsre, mint a teleszkópius vagy csúszótalpas kivitelűek.



19. ábra

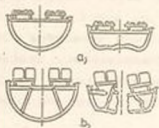


20. ábra

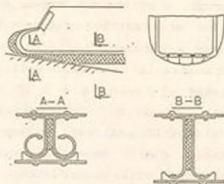
A nagy süllyedési sebességgel földet érő helikopter utközési energiáját tovább csökkentheti a speciális becsapódás-csillapítóval felszerelt ülés. A rugalmas ülőpárna és háttámla benyomódásán kívül az ülés felfüggesztő rendszere is további 200-500 mm-es függőleges, lassuló mozgást tesz lehetővé, a becsapódási sebességtől függően. A 20. ábrán a Martin-Baker cég által e követelmények szerint, katonai helikopterekhez (pl. AH-64, UH-60 stb.) kifejlesztett HACS (Helicopter Armoured Crashworthy Seat) páncélozott ülése látható.

Abban az esetben, ha a futómű berugózása és az ülés elmozdulása együttesen sem elégséges az utközési energia felémésztésére, úgy e célra számításba jöhet a törzs irányi-

tott, rugalmatlan deformációja is. (21. a. ábra) (Pl. a futószarak kitörését követően!). Fontos azonban már a tervezés stádiumában figyelembe venni, hogy az egyébként jól méretezett teherviselő elemek se okozhassanak személyi sérülést



21. ábra



22. ábra

rögzítésük megszűnésekor, törésük vagy deformálódásuk esetén (21. b. ábra). A korszerű légijárművek törzs-kialakításánál speciális, nagy deformációs munkafelvételre alkalmas szerkezeti elemek beépítésével csökkenthető a gépben tartózkodó személyekre ható túlterhelés. Például a 22. ábrán bemutatott hossztartó gerincét úgy rögzítik az örvrészekhez, hogy a lökészerű terhelés hatására annak csak egyik, a külső oldali összeerősítése nyíródjon el és itt a kettős gerinc az előbeépítésének hatására meghatározott irányba deformálódjon.

A földközeli magasságból lezuhant, illetve kényszerleszállást végrehajtott helikopterek baleseti statisztikáinak elemzéséből az is kiderül, hogy a gépben tartózkodók védelmére nem elég csak az ötlet erős túlterhelést csökkenteni. A földetérés körülményeitől és a helikopter konstrukciójától függően a vizsgált esetek 10-25 %-ában tűz is keletkezett, amelyek során hétszer több személy veszítette életét, mint tüzmentes repüléseményeknél. A tapasztalatok azt mutatják, hogy kényszerleszálláskor a tűz előidézője rendszerint az üzemanyag- és hidraulika-tartályok, illetve csövek, valamint

az elektromos vezeték szétszakadása, roncsolódása. E sérüléseket többnyire a közlőmű-berendezések (reduktorok, tengelyek stb.), hajtóművek rögzítési csomópontjaiból történő kimozdulása, a forgószárnylapátok törzshöz történő ütközései okozzák. A különböző, földetérésekkor bekövetkező repülőesemények statisztikai feldolgozásából levont következtetések nyomán a korszerű helikoptereket már olyan tüzelőanyag- és hidraulika-tartályokkal építik, amelyek szétszakadás nélkül képesek elviselni a  $v = 15$  m/s süllyedő sebességű földetérést. Ezenkívül, önhermetizáló csővezetéseket, zselatinos kiömlésgátló adalékot, valamint olyan komplexumot is alkalmaznak, amely megakadályozza a tüzelőanyag belobbanását elektromos szikraképződéskor.

A cikk címében szereplő "AUTOROTALNI, KATAPULTALNI VAGY LEZUHANNI?" kérdésre adható legmegfelelőbb válasz: az is. Azaz, katasztrófaelhárítás szempontjából legbiztonságosabbak azok a helikopterek, amelyek konstrukciós kialakítása az előzőekben ismertetett, mindhárom földetérési módozatot biztosítja a gépen tartózkodók számára, illetve alkalmasak a földdel, tereptárggyal történő ütközés járulékos következményeinek (tűz, robbanás szerkezeti elemek leszakadása stb.) megelőzésére, kiküszöbölésére.

#### FELHASZNALT IRODALOM

1. Akimov A. I. - Bresztev L. M. - Miheev R. A.:  
Letnie iszpitanie vertoletov  
MASINOSZTROENIE, Moszkva 1980.
2. Alekszejev és mások:  
Szredsztva szpaszenija ekipazsa szamoleta  
MASINOSZTROENIE, Moszkva 1975.

3. Bezborodov V. :  
MI-28: vertolet-szoldat  
AVIACIA I KOSZMONAVTIKA 1990/2. p.26-29.
4. Gainesm Mike:  
Eject, eject, eject  
FLIGHT INTERNATIONALE 1981. N<sup>o</sup> 3757 p.1304-1310.
5. Gubarev, B. :  
Katapultnoe kreszlo dija vertoleta  
AVIACIA I KOSZMONAVTIKA 1990/11. p. 38-39.
6. Gunston, Bill - Spick, Mike:  
Modern fighting helicopters  
SALAMANDET BOOKS, London 1986.
7. Kazajkin V.Sz. - Kosztrulo J.P. :  
Analiz letnih proizsestvij vertoletov armijszkoj aviacii  
i opredelenie perszpektivnih napravlenij razvitija  
szredstv avariynogo szpaszenia  
PROBLEMI BESZOPOSZNSZTI POLETOV 1986/3. p.11-22.
8. Koechner, Walter:  
Wire obstacle avoidance system for helicopters  
FIBERTEK, INC., N<sup>o</sup> 154026, 1988.02.09.
9. Mc Kown James M. :  
Active cable-cutting assembly for aircraft  
CUSTOM AIR, INC N<sup>o</sup> 43683 1989.05.02.
10. Óvári Gyula:  
Helikopter szerkezetan II. (főiskolai jegyzet)  
KGYRMF, Szolnok, 1987.

11. Óvári Gyula:  
 Manővezető helikopterek időleges kormányozhatóság  
 veszítése  
 TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK 1990/4. p. 50-59.
12. Óvári Gyula:  
 Merev- és forgószárnyas repülőgépek szerkezetana III.  
 (főiskolai jegyzet)  
 KGYRMF, Szolnok 1989.
13. Podmizek, Vlastimil - Suchanek, Tamás:  
 Zachranne sistemy osádak vrtulniku  
 LETECTVI + KOSMONAVTIKA 1981/23. p. 909-910.
14. Repülés közben fellépő gyorsulások és a repülőgépvé-  
 zető védőeszközei (Re/557.)  
 HM 1965.
15. Romaszevics V.F. - Szamoljov G.A.:  
 Prakticseszkaja aerodinamika vertoletov  
 VOENNOE IZDATELSZTVO, Moszkva 1980.
16. Sadamasa, Iola:  
 Helikopterek Utközése elektromos távvezetékekkel  
 (Japán cikk orosz nyelvű fordítása)  
 KOKU GIDZUCU = AIRCRAFT ENGINEERING 1984. N<sup>o</sup>410. p. 40-43.
17. Stilles, Frank B.:  
 Emergency soft landing system for helicopters propeller  
 KANADA "MKI" Bulletin N<sup>o</sup> 387347 1988.12.06.