

HARCI HELIKOPTEREK REPÜLÉSI TULAJDONSÁGAINAK ÉS AZ EZT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

Gausz Tamás¹

Rövid tartalom

A cikk a harci helikopterek fejlesztésének néhány általános kérdésével majd ezután a repülési tulajdonságok meghatározásának és javításának konkrét lehetőségeivel foglalkozik. Rámutat a rotorlapátok szerepére és ismerttet néhány érdekes kialakítást.

1.) Bevezetés

A helikopterek a forgószárnyas repülőgépek családjába tartoznak, fejlesztésük sokoldalú folyamat, amelyben az általános, a repülőgépekre általában jellemző fejlesztések mellett jelen vannak a speciális helikopter fejlesztések is. E cikkben alapvetően a speciális kérdésekről lesz szó, különös tekintettel a harci helikopterekre.

A helikopterek legjellemzőbb szerkezeti eleme a rotor - ezt nevezzük forgószárnynak - amely a felhajtóerőt és a repüléshez szükséges vonóerőt állítja elő, de emellett még feladata a csűrő-kormányzás és a magassági kormányzás is. Természetes, hogy a fejlesztési munkák nagy része a rotorra irányul. A főrotor fejlesztéséhez hasonló kérdéseket vet fel és természetesen szintén nagyon fontos a farokrotor fejlesztése is.

A repülésben általában is erőteljesen fejlesztik a műszer- illetve irányítási/vezérlési rendszereket. Jelen cikkben az ide vágó eredmények ismertetésére nem térhetünk ki, csak annyit kívánunk megjegyezni, hogy a számítógépek e rendszerek alapvető elemei. A működésükhöz azonban nagymennyiségű információ továbbítására van szükség. Az elektromos rendszerek zavarhatóak, így napjainkra kialakultak az optikai-elektronikus adattovábbító, működtető rendszerek (példaként említhetjük az ADOCS - Advanced Digital/Optical Control System elnevezésű rendszert).

1. Dr. (PhD)Gausz Tamás okleveles gépészmérnök, Budapesti Műszaki Egyetem, egyetemi docens

A fejlesztésben igen jelentős erőforrásokat fordítanak a hajtómű fejlesztésre is. Itt is elsősorban a helikopterekre jellemző kérdéseket vizsgáljuk. A helikopter-gázturbinákat a kompresszor-turbina-munkaturbina elrendezéssel építik. Napjainkban első fokozatként centrifugál kompresszorokat alkalmaznak. Ezeknél új, titánötvözetű szerkezeti anyagot használva jelentős fordulatszám növelés érhető el és a lapátok áramlástani kialakítása is sokkal kedvezőbb lehet. Ezzel jelentős üzemanyag-fogyasztás csökkentés érhető el. Megemlítendők még a különböző védő rendszerek. A hajtóművet óvni kell a belekerülő szennyeződésektől - erre szolgálnak a belépő szűrők és porleválasztók. Ugyanakkor célszerű, ha a kilépő gázsugár, illetve az ez által okozott helyi felmelegedések nem jelentenek azonosítható hőforrást - ezért törekszenek a kilépőnyílások megfelelő kialakítására is.

A számítógépekkel mód nyílik a repülés közbeni helikopter (hajtómű) állapot-figyelésre is - ez a rendszer főként a keletkező rezgéseket analizálja. Példa rá a Smith Industries HUM (Helath and Usage Monitor) elnevezésű rendszere.

Igen fontos repülés közben a szükséges információk gyűjtése, feldolgozása illetve a pilótával való közlése. E téren igen sok újdonság található. Már szinte hagyományosnak számít a műszerek helyett alkalmazott kijelző képernyő, amelyen sokféle - kívánság szerint változó összetételű - információ kap helyet. A fejlesztés odáig megy, hogy a működtető gombok is a képernyőn jelennek meg, amely érintésre reagál. Másik, intenzíven fejlesztett megoldás az, amelynél a pilóta látóterében jelennek meg az információk. E fejlesztés mai csúcsa lehet az a szintetikus kép, amelyet az elektronikus berendezések hoznak létre és amelyek a hagyományos látást is pótolják. E képek megalkotásában - többek között - felhasználják a radar, lézer és az infravörös sugarakat is. A megfelelő berendezéseket gyakran helyezik el pl. a rotrofejre szerelt burkolatba. **Kísérleteket folytatnak a helikopter vagy egyes rendszereinek beszéddel való irányítására is.**

A helikopterek fejlesztése igen széles terület, a fentiekben csak néhány, fontosnak számító vonatkozást említettünk, a teljesség igénye nélkül. Néhány szót kell még szólni a helikoptereket esetleg felváltó, dönthető rotoros repülőgépekről (Tilt Rotor Aircraft). E fejlesztés meglehetősen hosszú múltra tekint vissza, tipikus állomása az XV-15 repülőgép. Ez a gép a keletkező vibrációk miatt végül is nem lett sikeres. Az utódja, az XV-22 (Osprey) viszont már kiforrottabb. A mai, korszerű szerkezeti anyagoknak köszönhetően a rezgési problémákat gyakorlatilag leküzdötték. Hasonlóan, a korszerű, számítógépes vezérlési rendszer teszi lehetővé

a problémamentes repülőgép vezetést, különösen az átmeneti fázisban. Az *"Osprey"* utazó sebessége 6000 m-es magasságon kb. 600 km/h; ez és a helyből le- illetve felszállás nagyon ígéretes repülőgépet jelent, jóllehet az egyik rotor-légcsavar sérülése - miközben a másik ép marad - komoly, esetenként végzetes problémát okoz.

2.) A hazai fejlesztések néhány kérdése

A helikopterek léte szorosan kapcsolódik a katonai alkalmazásokhoz. A függőleges le- és felszállás lehetősége rendkívüli előnyt jelent ugyan, de a polgári alkalmazásokban a helikopterek általános gazdaságtalansága rendkívül komoly akadály. Ezért lényegében a helikopter fejlesztés általában a különböző harci helikopterek fejlesztését jelenti. A polgári életben általában a harci helikopterek megfelelő változatait látjuk viszont, ezeket jobbra mentő- rendőrségi- vagy különleges feladatra használják. *A helikopter fejlesztés tehát érdemben harci helikopter fejlesztésként képzelhető el.*

Ez a fejlesztés, igen költséges volta miatt, alapvetően gazdag országot vagy régiót (Eurocopter) követel, hazánk önállóan csak igen kis lépésekre képes - vagyis ezt a fajta munkát csak *másokkal együtt* - alkalmasint e kérdésekben járatos partnerekkel - szabad és célszerű végezni. A partnerek megválasztása fontos politikai és gazdasági kérdés, de a közös (esetleg harci) vállalkozások miatt, semmiképpen sem lehet független a szövetségi viszonyainktól.

Fontos leszögezni azt is, hogy a fejlesztés célszerűen állandó, *folyamatos feladat*. Egy-egy kitűzött állapot elérése - jelenlegi ismereteink szerint - a következő előrelépés kezdőpillanatát is jelenti. Vagyis általában olyan megoldást célszerű keresni, amelyben megvan a lehetőség a folyamatos fejlesztésre, sőt egyes részkérdésekben hazai fejlesztő munka is elképzelhető.

Ezzel kapcsolatos az emberi tényező: a fejlesztéssel célszerűen kiváló szakemberek lényegében állandó összetételű csoportja kell foglalkozzon. E szakemberek számára lehetővé kell tenni a tanulást, ismeretszerzést és a különböző tapasztalatcseréken való részvételt.

A felmerülő fejlesztési lehetőségeket célszerű kategorizálni - elképzelhető pl. a következő négy kategória:

- *elengedhetetlen* (ide tartoznak pl. azok a berendezések, amelyek

a repülőgépek azonosítását, együttműködését stb. teszik lehetővé);

- *ajánlatos* (ezek nem feltétlenül szükségesek, de fontosak és az elmaradásuk hátrányos);
- *elképzelhető* (ezek olyan komolyabb fejlesztések, amik jelentős eredményeket céloznak, de megvalósításuk komoly, jelentős ráfordítást igényel);
- *elképzelhetetlen* (olyan fejlesztés, ami Magyarországon megvalósíthatatlan).

A konkrét, megvalósíthatóknak ítélt fejlesztési kérdéssel kapcsolatban célszerűnek látszik olyan tanulmányok készítése, amelyek technikai és gazdasági szempontból részletesen is megvizsgálják a legjobbnak látszó elképzeléseket.

Végző soron a fejlesztés gazdasági kérdés is: lehetőség szerint teljes költség analízis alapján célszerű megállapítani, hogy mely fejlesztések azok, amelyeket célszerű megvalósítani és ezek milyen finanszírozási rendszert követelnek. Ebből a szempontból nem hanyagolható el az a kérdés, hogy a fejlesztésért fizethet-e Magyarország repülőipari munkával vagy termékkel.

3.) A helikopterek repülési tulajdonságai

Ebben a cikkben a harci helikopterek repülési tulajdonságainak néhány vonatkozását vizsgáljuk részletesebben. Ebből is a manőverező képességet, illetve ennek lehetséges javítását vizsgáljuk. *A manőverező képesség két fő tényezője:*

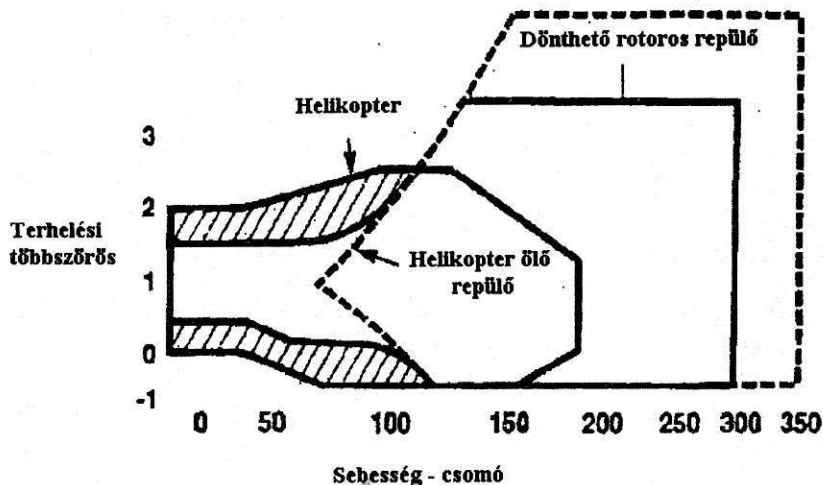
- a mozgékonyság,
- a kormányozhatóság.

A mozgékonyság azt jelenti, hogy a helikopter milyen x, y és z irányú gyorsulásokra képes. Ez nagyon fontos tulajdonság és a helikopterek fejlődése során állandóan törekedtek a szélső értékek kibővítésére - napjaink-

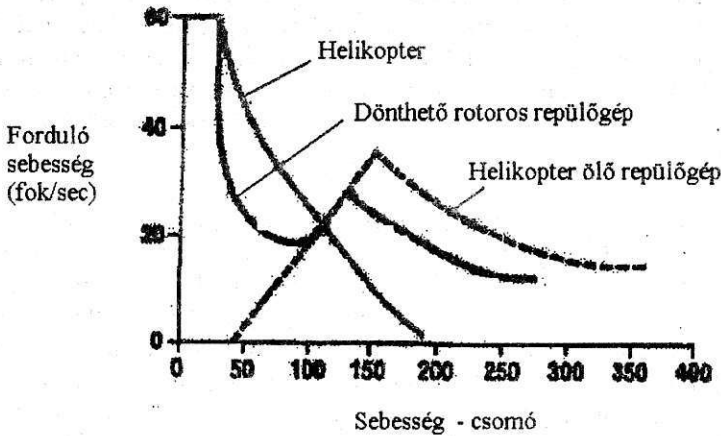
ban a pozitív terhelési többesek a kezdeti értékek kb. kétszeresét érik el, negatív irányban pedig a -0.5-es érték környékén tartanak. Lényegében a helikopterek jóságát légiharcban vagy a talajkontúr követő repülésekben ez a tulajdonság határozza meg. A mozgékonytságot alapvetően befolyásolja a helikopter tömege, a könnyű helikopterek természetesen mozgékonyabbak. Jelen esetben egy nehezebb helikopterről van szó, itt a mozgékonyosság növelésére - mivel a tömeg adott - a rotor hatásosságának növelése szolgálhat.

A helikoptereknek a mozgékonyásra szükségük van a talajkontúr követő, a természetes rejtést adó tereptárgyak közti repülésekkor, másrészt fontos a mozgékonyság, ha a helikopter légiharcba kerül, amikor is meg kell tudnia védeni magát. Az 1. ábrán egy helikopter, egy dönthető rotoros repülőgép és egy "helikopter ölő repülőgép" terhelési többszöröse láthatók. A helikoptereknek ez esetben a kis repülési sebességeken van előnyük - ilyenkor a lassuló képesség igen fontos, hogy azután a kb. 100 csomó alatti sebességnél sikerrel vehessék fel a harcot az ellenfelekkel. A mozgékonyság ebből a szempontból rendkívül fontos, a harci érték növelése érdekében a fokozása nagyon fontos feladat.

1. ábra



Helikopter, dönthető rotoros repülőgép és helikopter ölő repülőgép terhelési többszöröse

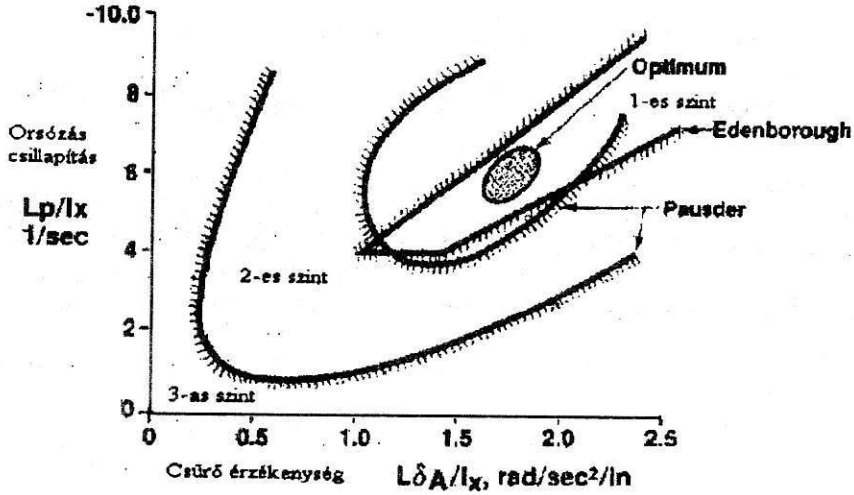


Helikopter, dönthető rotoros repülőgép és helikopter ölfő repülőgép forduló viszonyai

A 2. ábrán ugyanennek a három géptípusnak a forduló sebességét mutatjuk be, ez szintén azt mutatja, hogy e tekintetben a helikopterek a viszonylag kis repülési sebességeken vannak előnyös helyzetben.

A **kormányozhatóság** szintén összetett fogalom. Ennek a kérdésnek vannak emberi, repülőgépvezetői vonatkozásai: a helikopternek olyannak kell lennie, hogy megfeleljen a repülőgépvezetők elvárásainak! Ezt nagyszámú, pilótavélemény alapján kialakított (főként szimulátoros kísérletekre alapozott) diagramokkal szokás jellemezni (3. ábra).

Az ábra függőleges tengelyén az orsózás-csillapítás látható, a vízszintes tengelyen pedig a csűrőkormány érzékenység van feltüntetve. A szám és "szint" a jósaági fokot jelöli, a legjobb az "optimum"-ként jelzett terület. Egyébként e diagram segítségével egy adott helikopter típus ilyen értelmű repülési tulajdonságai konkrétan meghatározhatók.



Az orsózás-csillapítás a csűrőkormány érzékenységének függvényében

4.) A manőverező képesség javítása

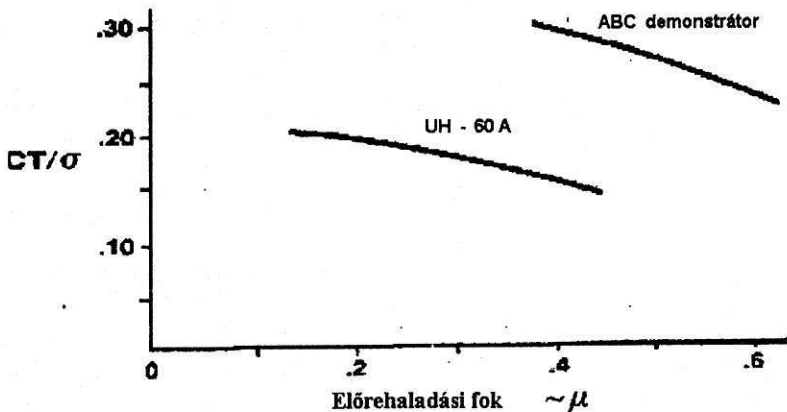
A manőverező képesség javítása egy, konkrét helikopter típusnál többféleképpen is elképzelhető, jelen cikkben a rotorlapát és a farokrotor változtatásának lehetőségét vizsgáljuk részletesebben. A rotorlapát modernizálásának több, komoly előnye van. Ezek - nagy vonalakban - a következők:

- a profil jobb aerodinamikai minősége (azaz az összes vonatkozó tulajdonság javítása);
- jobb autorotációs tulajdonságok elérése;
- gazdaságosabb működés - kisebb üzemanyag felhasználás;
- alacsonyabb zajszint;
- előnyösebb szerkezeti kialakítás lehetősége;
- jobb sérülésállóság;

- rezgéscsökkentés;
- könnyebb javíthatóság, cserélhetőség;
- lehetőség nyílt rotorra szerelt felderítő rendszer alkalmazására.

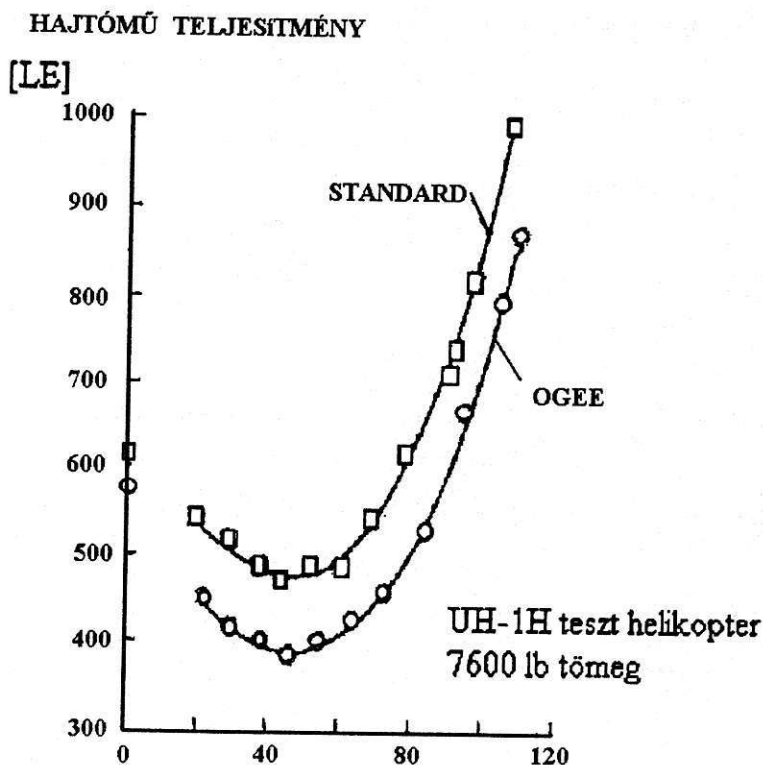
Vagyis az egyik, jelentős javulást eredményező, ugyanakkor az üzemeltetés során költségcsökkentő átalakítás az új rotor és farokrotor alkalmazása. Az új, modernizált rotor alkalmazásának gondolata nem eredeti, azt már viszonylag régen alkalmazzák különböző helikopter típusoknál. Ezen a módon pl. megnövelhető a rotor terhelési együtthatója (4. ábra):

4. ábra



A terhelési együttható az előrehaladási fok függvényében

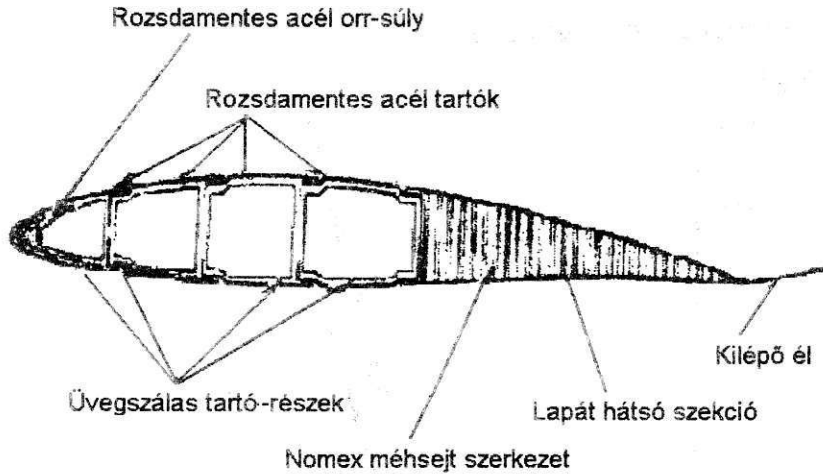
Ez a növekedés pedig a rotoron - azonos bevezetett teljesítmény mellett - létrehozható nagyobb vonóerőt jelent, ami egyrészt a manőverező képességet javítja, másrészt a normál repülési módokban gazdaságosabb működést tesz lehetővé (5. ábra):



Az 5. ábrán feltüntetett helikopter egyébként azonos paraméterek mellett normál (az ábrán "standard") és "OGEE" rotorlapátvég kialakítású rotorral repült. A mérési eredmények tanúsága szerint a repüléshez szükséges hajtómű teljesítmény - a legkedvezőbb esetben - 480 LE-ről kb. 380 LE-re csökkent.

Az általunk vizsgált fejlesztési esetben rendelkezésre áll a jelenlegi helikopter típust követő típus rotorja és farokrotorja, ezeket felszerelték a szóban forgó helikopterre és ott jelentős eredményeket értek el vele - ez a megoldás mindenképpen érdemes a megfontolásra.

Az előnyösebb szerkezeti kialakítást illetően az AH64-es helikopter rotorlapátjának szerkezetére utalunk, amely szép példája a modern aerodinamika és a sérülés-állóság ötvözésének:



Az AH64 APACHE helikopter rotorlapát metszete

A rotorlapát korszerű profillal rendelkezik, melynek felhajtóerő tényező maximuma magas, ellenállása általában kicsi, kritikus Mach száma magas, a nyomatéki tényezője alacsony és az instacionárius jellemzői is kiválóak. Emellett láthatóan igen nagy sérülés kell ahhoz, hogy a rotorlapát szilárdsága számottevően csökkenjen vagy éppen tönkremenjen.

Végeredményben a hazai fejlesztés - kis anyagi ráfordítás esetén - a műszereken, berendezéseken és a fegyverzetben túl célszerűen a főrotor és esetleg a farokrotor cseréje lehet. Ez a fejlesztés egyébként a kiadások mellett megtakarítást is jelent: csökkennék a közvetlen üzemeltetési költségek - vagy azonos költségkeretbe több repült óra fér.

Felhasznált irodalom:

1.) Amer, K.B. - Prouty, R. W.: Technology Advances in the AH64 APACHE Advanced Attack Helicopter. Vertica, Vol. 8. No. 2. 1984. pp. 133-163

2.) Beziac, G. - Polychroniadis, M.: Evolution de l'helicoptere a l'horizon 2000-06-06. L'Aeronautique et L'Astronautique, No 102 - 1983.5 - 3.

3.) *Jenkins, J.L.*: Advanced Rotorcraft Technologies and Trends. AIA'96 Proceedings of the Ankara International Aerospace Conference and Symposia pp. 48-55.

4.) *Boldin, A.P.-Karpachev, Y.A.*: Modernizing the Helicopter Ka-228 for Meeting the Requirements of Economics and Safety of Developing Countries. AIA'96 Proceedings of the Ankara International Aerospace Conference and Symposia pp. 63-67

5.) *Key, D.L.*: A New Handling Qualities Specification for U.S. Military Rotorcraft Aeroflightdynamics Directorate, Ames Research Center.