



Prof. Dr. Makkay Imre

ROBOTREPÜLŐGÉPEK KÜLÖNLEGES HAJTÓMŰVEL – „FANWING”

Az elmúl közel tíz évben, Patric Peebles meglepő kivitelű légi járművével rendszeresen megjelenik a nyilvánosság előtt. Az amerikai születésű, Rómában élő, de a legtöbbet Angliában dolgozó feltaláló a „FanWing Company” megalapítója, konstruktőr, kivitelező és menedzser is egy személyben. A „FanWing” különleges képességeit, a lehetséges alkalmazási módokat és a további fejlesztések irányait bemutatva, jelen írásmű a „szakma” és a szélesebb olvasótábor számára kíván hírré és talán további gondolatok, ötletek forrásául is szolgálni.

BEVEZETÉS

A szárny fölötti nagyobb sebességű levegő áramlás minden repülés alapja. A Bernoulli törvény „erőltetése”, még hozzá komoly turbulenciát keltő lapátokkal méltán keltett feltűnést a repülést értők és művelők között is. A „FanWing” [1] hajtómű nem szokványos kiviteléhez különleges repülési tulajdonságok – kis sebességű, rövid felszállás, nagy emelőerő – tartoznak. A megépített modellek sorra bizonyítják, hogy ez a felhajtó erő rövid nekifutás után a levegőbe emeli a járművet. A STOL – Short Take Off and Landing kategóriába sorolható repülő szerkezet a merevszárnyú repülőgépekhez képest „jóindulatúan” viseli a turbulens légáramlatokat.

A merevszárnyú repülőgépek általánosan „szűk keresztmetszete” a minimális sebesség, amit a fel- és leszállások alkalmával különösen „tisztelni kell”, hiszen nincs magasság az átesés korrigálására. A FanWing ígéretes tulajdonsága, miszerint nem hajlandó „átesni” és a gurulási út a demonstrációs felvételek alapján néhány méter már megérdemli a figyelmet és a téma részletesebb tanulmányozását.

TURBULENS ÁRAMLÁS – FELHAJTÓ ERŐ

Repülés szárnyakkal, a felhajtó erő növelése

Newton szerint a szárny mentén haladó légáramlatok gyorsítása adta reakcióerő, [2] míg Bernoulli törvénye szerint egy közeg áramlásakor (a közeg lehet például víz, de levegő is) a szárny fölötti sebesség növelése miatt következik be a nyomás csökkenése és a repülőgép levegőben maradása. [3]

A merev szárnyú repülőgépek szárnya körüli áramlások, örvények a konstruktőröket folyamatosan foglalkoztatják. [4] A legkisebb közegellenállást keresve a szárny homlokfelületét igyekeznek

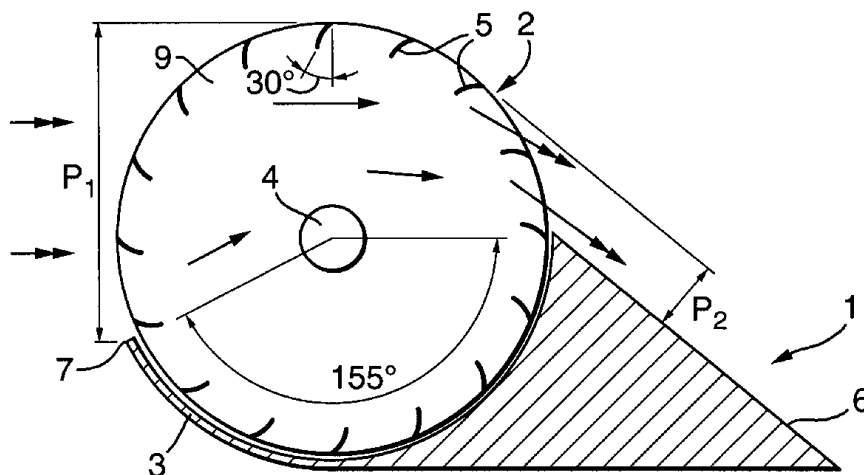
csökkenteni, amihez még kedvező alaki tényező és sebesség is társul – a közeg sűrűségéről nem is beszélve. A polárdiagram, siklószám, merülő sebesség, állásszög és Reynold szám jellemző egy adott szárnyprofil és összességében a repülőgép képességeire. A felhajtó erő növelésére az adott sebességhez illeszkedő szárnyprofil jelenthet megoldást – amennyiben más lehetőség nem adódik. A szárnyprofil – ezzel a felhajtó erő - változtatására az ívelőlap, fékszárny, orr-segéd szárny a legelterjedtebb. [5]

A „FanWing” koncepció a fentiekkel ellentétben mesterséges turbulens áramlással növeli meg a felhajtó erőt a szárny fölött, ezzel már kis sebességnél „kikényszeríti” az emelő erő érvényesülését.

„FANWING”

A találmány

A „Fluid Dynamic Lift Generation” azaz „áramlás-dinamikai emelő generátor” 2001 május 15-én az US 6,231,004 B1 [6] számon nyilvánosságra hozott találmány és annak lényegében kiegészítője az „Aerodynamic Lift Generating Device” azaz „aerodinamikai emelést generáló berendezés US 6,527,229 B1 [7] számon jelent meg 2003 március 4-én. Az amerikai szabadalmi hivatal az újdonságot igen, az eljárás megvalósíthatóságát nem ellenőrzi.



1. ábra. A szabadalmi leírás ábrája [8]

A leírás alapján: a szárnyak 1 belépő élében 3 forgó lapátkerek ventilátor 2 egyszerre termeli meg a felhajtó és a tolóerőt. A lapátok 5 közé beáramló levegőt azok felgyorsítva a szárny fölött hátra-lefelé irányítják. Az így keletkezett emelőerő és előre mutató tolóerő eredője – mely összefügg a lapátkerek hajtómű 4 fordulatszámaival – rövid (STOL) fel/leszállást tesz lehetővé. A belépő él takarásának módosításával 7 a levegő áramlását – ezzel a felhajtó és tolóerőt – lehet szabályozni. A kilépő él 6 irányítja az áramlást (Coandă effektus) [9] – emellett az adott szárny főtartójának szerepét is betölti.

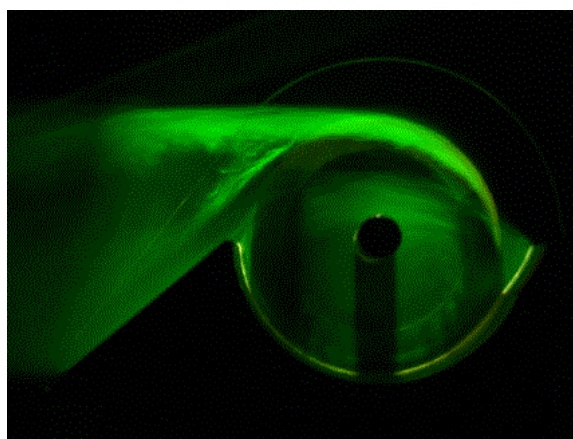
Megvalósítás, kísérletek, tapasztalatok

A „FanWing” feltalálója a bejelentés előtt meggyőződött az elmélete működőképességéről. Csak mintegy négyéves titokban folytatott kísérletezés után jelentett be találmányát és még három évet kellett várnia a „boldogító” eredményre. Számos bemutatót tartott, az időközben készített modelleket 1998-ban az University of Rome, 1999-ben és 2002-ben a londoni Imperial College szélcsatornájában is ellenőrizte.



1. kép. Szélcsatorna kísérletek Rómában és Londonban¹

Az utóbbi mérések alapján született – Mike Graham professzor és tanítványa, Klaus Kögler tollából – a „FANWING Experimental Evaluation of a Novel Lift & Propulsion device” tanulmány. [10] A mellékletekkel 81 oldalas dolgozat kellő szakmai háttérrel írja le a folyadék- és szélcsatornában vizsgált eszköz áramlástani viselkedését. A mérésekhez, a korábbi balsa konstrukció helyett duraluminumból készítettetek modellt. Ez lehetővé tette a kisebbességű folyadékáramlás vizsgálatát is, mely a rotor belső áramlási képét az eddigieknél pontosabban jelenítette meg.



2. kép. Hosszú expozíciós idővel készült felvétel²

A mérések eredményeit statikus, dinamikus és autorotációs viszonyokra értékelték. Különböző csatornaáramlási sebesség, TSR (Tip Speed Ratio – légszárny vég kerületi sebesség hányados)[11] és

¹ <http://www.fanwing.com/news.htm>

² FanWing Experimental Evaluation of Novel Lift and Propulsion Device K.U. Kögler MEng. Thesis Aeronautical Engineering Department, Imperial College, London 2002

állásszög beállítás mellett gyűjtötték az adatokat. A három évvel korábbi modellhez képest 33.6%-al nagyobb emelő- és 20.2%-al nagyobb tolóerőt mértek.

A másik érdekes következtetés – a mért adatok alapján – a FanWing hatótávolság, repülési idő és üzemanyag felhasználás összehasonlítása egy átlagos helikopter – Eurocopter AS332 Puma – ugyanezen mutatóival. Az r/c modell tömeg-arányos nagyítása után, 12m/s sebességnél az eredmény 35%-al hosszabb repülési időt, 32%-al nagyobb hatótávolságot és 38%-al kevesebb óránkénti üzemanyagfelhasználást mutatott, ugyanolyan hasznos terhelés mellett – a FanWing javára. Patric Peebles egy későbbi nyilatkozatában jelezte, az eredmények jelentősen jobbak, ha a nehezebb (14 kg-os) modell valós sebességén (17m/sec) történik az összehasonlítás.

Oliver Ahad és J.M.R. Graham 2006-ban készített tanulmányában[12] az Imperial Collage egy ultrakönnyű repülőgép szimulátor programjába [13] illetve vizsgálta a FanWing képességeit. Az aerodinamikai adatok bevitele után a modell programhoz illesztése, majd a repülési helyzetek szimulációja következett. A FanWing nem szokványos aerodinamikai viselkedése próbára tette a “normális” repülőgépekre írt (X-Plan, 2006b) programot. Ennek is betudható, hogy a merev szárnyú és a tolóerő-vektor hajtómű kombinációjából nem sikerült a teljes értékű helyettesítés. A program mindemellett hasznos ismerkedés a majdani ultrakönnyű FanWing pilótáknak a “helikopter-szerű”, de merevszárnyú tulajdonságokkal is bíró repülőgép vezetéséhez.

A londoni Kingston University kutatói által 2007-ben végzett számítógépes áramlástani dinamika “Computational Fluid Dynamics – CFD” vizsgálatok eredményei [14] egyrészt feltárták a korábbi mérések hibáit és azok okait, másrészt – a FanWing korábbi geometriai kialakítását javítva a felhajtó erő 23.24%-os növekedését, a légellenállás 8.75%-os csökkenését érték el.

A FanWing-ről számos (28) népszerű és szakmai folyóirat, napilap közölt cikkeket.[15] Az összkép alapján a technikai megoldás eredetisége, meghökkentő kivitelezése és a már igazolt, valamint várható képességek kedvező fogadtatása volt a jellemző vélemény. Idézetek a különösen elismerő sorokból: “egy a néhány valóban új repülőgép közül – a Wright fivérek óta” (Clive Thompson, New York Times); “úgy néz ki mint egy fűnyíró, a konyhában tervezve, de forradalmasíthatja a repülést” (Charls Arthur, Independent); “lehet, hogy a FanWing olyan általános lesz mint a helikopter” (Tim Robinson, News Editor, The Royal Aeronautical Society, Aerospace International); “sok ember megpróbálta és kudarcot vallott – a tények azt mutatják, hogy működik” (Professor JMR Graham, Aeronautics Department, Imperial College, London); “Patric Peebles találmánya lehet, olyan meglepő, mint Frank Whittle jet hajtóműve volt hatvan évvel ezelőtt” (Thomas Withington, RAF Defence Journal). [16]

Az Angliában és Wales-ben bejegyzett FanWing Company (3823471) a kis (3 fő) létszáma ellenére szép sikereket ért el. Patric Peebles 2001-ben elnyerte az “InterEx International Experimental Aircraft Award For Best New Propulsion System”; 2003-ban a ” De Bono ‘Thinking’ Prize in the Saatchi & Saatchi International Awards for ‘World Changing Ideas’” címet. 2001-ben a “Royal Aeronautical Society”; 2004-ben a „World Technology Network for Ideas Most Likely to Influence the Future” díját nyerte el. A FanWing-nek 2004-ben a New York Times „Ideas of Year” kitüntető címet adta. A

FanWing Company 2002 és 2003-ban az Egyesült Királyság „SMART” támogatásában, 2005-ben a „London Development Agency JumpStart Connect” támogatásban részesült. A sikertörténethez kapcsolható Oliver Ahad által elnyert “Association of Aerospace Universities National John Barnes Award”, amelyet az ultrakönnyű repülőgép változat szimulációs modelljéért kapott 2006-ban.

A FanWing első sikeres modellje (1998. szeptember 1.) óta számos bemutatón szerepelt. A “cross flow fan” koncepció megtartásával elektromos és belsőégésű motoros meghajtással különböző változatok készültek el. A rendkívül rövid – néhány méteres – felszállási út és a hasonlóan rövid leszálló pálya igény az átesésmentes viselkedéssel együtt a bemutatók látványossága. Az eddigi repülések mind RC távirányítással történtek. A pilóták nagy modellező és versenyzői tapasztalattal rendelkező személyek voltak, akik kedvezően nyilatkoztak a „FanWing” viselkedéséről.



3. kép. „FanWing” elektromos hajtással³

A legutóbbi – 2008 június ParcAberport és augusztus Farnborough – bemutatókon szereplő 5.5 kg üres-, 12 kg maximális felszállási tömegű (2 kg hasznos tömeg), 1.6 m rotor és 2.4 m teljes fesztávú, 1.2 kW elektromos hajtású, 8.1 m/s (29.16 km/h) sebességgel repülő gép 80 perces bevetésre képes. A nyilvánosságra hozott felvételek [17] alapján, egy letisztult formájú és a hasonló kategóriájú repülőgépek között – sárkány és hajtómű vonatkozásában – versenyképes légi jármű jelent meg.

A feltaláló – miközben a jelenlegi modell rotorjának finomításán dolgozik – folytatja a rövid fel és leszállás (Short Take Off and Landing – STOL) képesség továbbfejlesztését a függőleges fel és leszállás (Vertical Take Off and Landing – VTOL) irányába.

Tervek, célkitűzések

A sárkány és hajtómű továbbfejlesztése, hatékonyságának növelése a feltaláló szándéka, legközelebbi terve. A hasznosításhoz, a találmány értékesítéséhez egy (néhány) konkrét alkalmazásra kell felkészíteni

³ <http://www.fanwing.com/index.htm>

az eszközt. A bemutatókon már kedvező fogadtatást nyert gép kereskedelmi változatának előkészítése kezdődik. Ez már önmagában is igényli az „ipari gondolkodást” és a feladatok szélesebb megosztását.

Az „eladhatóság” legfontosabb feltétele a fedélzeti navigációs és repülésstabilizáló elektronikai rendszer kiépítése, amely nélkül – bármennyire attraktív a hajtóműve – az „R/C TOY” kategóriában marad. A másik megoldandó feladat az alkalmazáshoz illeszkedő képességű hasznos teher kifejlesztése és beépítése. A jelenlegi elektromos meghajtású változat 2 kg hasznos tömeg szállítására van tervezve, egy korábban készül belsőégésű motorral meghajtott „FanWing” 8 kg hasznos terhet tud magával vinni – ami széleskörű alkalmazás lehetőségét sugallja.

A fedélzeti rendszerek célirányos kifejlesztésére a feltaláló – nyilatkozata alapján – várja a közreműködők segítségét. A speciális – a hagyományos merev és forgószárnyú repülőgépek „kormánygépe” ötvözeteként megjelenő – vezérlési mód ehhez illesztett repülésszabályzó rendszert igényel. Ugyanígy megoldásra vár a hajtómű leállás esetén működő vészleszállító rendszer – amely a jelenlegi autó-rotációs képességek mellett még nem működik.

A méretekhez és az energiafelhasználáshoz viszonyított tekintélyes hasznos teher szabadjára engedheti a tervezők fantáziáját. Mindemellett az elektrooptikai eszközök – különösen a hosszú gyújtótávolságú objektívek – alkalmazása esetén a hajtómű okozta vibráció kivédésére külön gondot kell fordítani.

ÖSSZEGZÉS

A „FanWing” egy gondolkodó ember találmánya, aki jó adag gépész készséggel megáldva „alkalmazta az elméletet”. Sokéves kísérlet és erre hivatott intézetekkel végzett kutatás eredményeként egy működőképességét bizonyító, valóban új hajtóművet fejlesztett ki.

A kétségtelenül egyedi képességű légi jármű részköltő légi hordozóként jelenhet meg a merev és forgószárnyú repülőgépek között. Különösen hasznos képessége a rövid fel/leszállás, az átesés nélküli repülés, a jó hatásfokú emelő képesség a turbulenciára való érzéketlenség és a viszonylag egyszerű felépítés.

A fejlesztés eddig nem hangsúlyozott láncszemeit – a fedélzeti repülésvezérlő, navigációs és hasznos teher rendszerek – a „késztermék” kibocsátása előtt célszerű integrálni. A „FanWing” koncepció hasznosítására több alkalmazás is számot tarthat, úgymint a tűzoltás, katasztrófavédelem, a villamos hálózat, csővezetékek ellenőrzése, mező-, erdő-, vadgazdálkodás, közlekedés, vízügy és a fegyveres testületek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <http://www.fanwing.com/index.htm>
- [2] <http://www.kfki.hu/chemonet/hun/teazo/hogyan/repulo.html>
- [3] http://hu.wikipedia.org/wiki/Bernoulli_t%C3%B6rv%C3%A9ny
- [4] <http://www.tankonyvtar.hu/main.php?objectID=5330073>
- [5] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Sz%C3%A1rny>
- [6] <http://www.google.com/patents?id=VukHAAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4&dq=fluid+dynamic+lift+generation>
- [7] <http://www.google.com/patents?id=0xENAAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4&dq=aerodynamic+lift+generating+device>

- [8] Patric Peebles, Fluid Dynamic Lift Generation Unated States Patent 6,231,004 B1 May 15, 2001
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Coand%C4%83_effect
- [10] FanWing Experimental Evaluation of Novel Lift and Propulsion Device K.U. Kögler MEng. Thesis Aeronautical Engeneering Department , Imperial College, London 2002
- [11] <http://www.vmt.bme.hu/edu/download/szeleromuvek.pdf>
- [12] Flight simulation and testing of the FanWing experimental aircraft O. Ahad Department of Aeronautics, Imperial College, London, UK; JM:R: Graham Department of Aeronautics, Imperial College, London, UK Aircraft Engeneering and Aerospace Technology an International Journal, Vol.79 No. 2, 2007.
- [13] <http://www.x-plane.com/>
- [14] Computational study of flow over generic fan-wing airfoil Deepthi Duddempudi and Yufeng Yao Faculty of Engineering, Kingston University, London, UK David Edmondson The Enterprise Exchange, Kingston University, Kingston, UK, and Jun Yao and Andy Curley Faculty of Engineering, Kingston University, London, UK Journal: Aircraft Engineering and Aerospace Technology Year: 2007 Volume: 79 Issue:3 Page: 238 – 244
- [15] <http://www.fanwing.com/docs.htm>
- [16] <http://www.fanwing.com/fanwingltd.htm>
- [17] http://www.youtube.com/watch?v=asJqvrikQSA&eurl=http%3A%2F%2Fwww%2Efanwing%2Ecom%2Fnews%2Ehtm&feature=player_embedded