

DVIVIEČIO ULTRALENGVOJO ORLAIVIO PANAUDOJIMAS AKROBATIKAI

Tomas Mačiulis¹, Bronius Merkys²

VGTU AGAI Aviacijos technologijų katedra

El. p.: ¹tomas.maciulis@yahoo.com; ²bronius.merkys@vgtu.lt

Anotacija. Straipsnyje keliama mintis apie dviviečio ultralengvojo orlaivio panaudojimą akrobatikai. Trumpai pristatoma, kokie reikalavimai keliama ultralengviesiems ir akrobatiniams orlaiviams. Aptariamos galimybės ultralengvąjį orlaivį panaudoti akrobatiniams skrydžiams. Sudaromos tiek techninės, tiek biurokratinės prielaidos tokiam panaudojimui. Pristatomi techniniai paskaičiavimai, kaip orlaivio techninės charakteristikos keičiasi priklausomai nuo masės. Straipsnio pabaigoje pasiūlomas problemos sprendimas.

Reikšminiai žodžiai: dvivietis ultralengvasis orlaivis, akrobatinis orlaivis, skrydžiai, techninės charakteristikos.

1. Įvadas

Orlaivių klasifikavimas remiasi keliais aspektais. Apibendrintai galima teigti, kad norint priskirti orlaivį tam tikrai klasei, turi būti atsižvelgta į:

1. Nagrinėjamojo orlaivio tankį (vidutinį kūno tankį) – sunkesnis ar lengvesnis už orą orlaivis. Tai nustatoma pagal tai, kokį dėsni orlaivis skrenda: ar pagal Archimedo dėsni, teigiantį, jog bet kuris kūnas, visiškai arba iš dalies patalpintas į skystį (dujas), yra veikiamas jėgos aukštyn, kuri yra lygi kūno išstumto skysčio (dujų) svoriui, taigi orlaivis skrenda veikiamas Archimedo jėgos, didesnės nei sunkio jėga; ar dėl aerodinaminės keliamosios jėgos atsirandančios kūnui judant oro sraute sumažėjus slėgiui viršutinėje sparno profilio dalyje.

2. Orlaivio motorizaciją, t. y. orlaivis turi jėgainę ir skrenda dėl variklio sukurtos traukos jėgos ar jos neturi ir gali skristi tik pasinaudodamas meteorologinėmis sąlygomis (terminėmis oro srovėmis, antvėju).

3. Atskiros orlaivio savybės. Sparno tvirtinimo ypatybės, orlaivio paskirtį.

4. Orlaivio eksploatacijos pritaikymą sausumos arba vandens sąlygomis.

Pagal šį orlaivių klasifikavimą, darbui aktualus yra sunkesnis už orą orlaivis su varikliu. Pridėjus klasifikavimą pagal masę turime ULO klasę (ultralengvieji orlaiviai). Tęsiant klasifikavimą, ULO skirstomi į tolesnes klases remiantis FAI (Tarptautinė aeronautikos federacija) CIMA (FAI ULO komisija) Sportinio kodekso 10 sekcija, pagal orlaivio pobūdį (lėktuvas, skraidyklė, parasparnis), pagal važiuoklės buvimą (su važiuokle, be jos), pagal tai, ar turi variklį (motorizuotas ar ne) (Ultra... 2011). Taigi apibendrinami galime įvardinti nagrinėjamą ultralengvąjį orlaivį kaip ULO RAL2. Tai dvivietis ULO, kuriam keliama reikalavimai: smūkos greitis ne didesnis kaip 65 km/val. (35 mazgai, arba 40 mph). Masė – iki 450 kg. Gelbėjimo sistemos svoris neįtraukiamas į bendrą ULO maksimalų kilimo svorį (jei įtraukiamas masė – iki 472,5 kg). Pagal Europos aviacijos saugumo agentūros rekomendacijas (Certification... 2009), ULO turi būti apskaičiuotas perkrovų diapazonui +4g – (-2g).

2. Ultralengvojo orlaivio panaudojimo akrobatikai galimybės

Akrobatika yra manevrų visuma, įskaitant orlaivio padėtis, kurios nėra atliekamos normaliam skrydyje. Akrobatika yra naudojama lėktuvų ir sklandytuvų treniruotėms, išeinant iš pavojingų režimų, poilsiui, pramogai ir sportui. Keli sraigtasparniai, tokie kaip MBB Bo 105, taip pat gali atlikti kai kuriuos maneversus, taigi tai nėra taikoma išskirtinai lėktuvams. Dauguma akrobatinių figūrų apima orlaivio sukimą apie išilginę arba skersinę ašį. Atliekant kitas figūras, tokias kaip suktukas, orlaivis sukasi aplink vertikaliąją ašį. Figūros dažniausiai derinamos siekiant suformuoti akrobatinių figūrų seriją parodiniams skrydžiams arba varžyboms. Akrobatinis skraidymas reikalauja platesnių žinių ir geresnių įgūdžių iš piloto ir labiau apkrauna orlaivio konstrukcijas nei normaliam skrydyje. Kai kuriose šalyse netgi draudžiama atlikti akrobatinius maneversus be atsarginio parašiuoto.

Panagrinėkime konkretų pavyzdį YAK-52 (Chumak 1992). Tai dvivietis mokomasis akrobatinis lėktuvas, kurio maksimali kilimo masė 1305 kg, smukos greitis 85–90 km/val., turi 360 AG variklį ir perkrovoms +7g – (-5g) atsparų korpusą. Matyti, kad šio orlaivio galimybės akrobatiniams skrydžiams yra daug platesnės nei ULO RAL2, kurio perkrovų intervalas yra tik +4g – (-2g). Taip pat lyginant matyti akivaizdus skirtumas tarp masės ir smūkos greičio, dėl ko YAK-52 niekaip negali pakliūti pagal masę į ULO RAL2 klasę, o dar pridėjus smūkos greitį – apskritai į ULO klasę. Tačiau čia dar ne pati didžiausia problema, nes pagal reikalavimus (Certification... 2009) maneversai yra leidžiami. Ultralengvasis orlaivis, turintis leidimą skristi, gali atlikti tik neakrobatinius maneversus. Neakrobatiniai maneversai apima:

1) kiekvieną manevrą, būtiną normaliam skrydžio režimui;

2) smūką;

3) didelio posvyrio posūkius, kampas neviršija 60°.

Taigi minėtas dokumentas iš esmės prieštarauja akrobatinio ultralengvojo orlaivio koncepcijai, nes ULO klasės orlaiviams apskritai draudžiama atlikti akrobatinius maneversus. Čia iškyla didžioji problemos dalis. Tarkime,

nepaisydami to, pabandykite panagrinėti technines tokio orlaivio prielaidas.

Atlikę masės skaičiavimus pirmajame ir antrajame priartėjime, gauname tokias mases: sparno masė – 45 kg, fiuzeliažo – 47,5 kg, kilio – 5,76 kg, stabilizatoriaus – 10,12 kg, variklio (ROTAX 912 UL 4) – 64,92 kg, važiuoklės – 16 kg, valdymo įrangos – 8,7 kg, prietaisai – 4 kg, gelbėjimo sistemos – 10 kg, kuro masė – 50 kg, naudingo krovinio – 165 kg, bagažo – 5 kg. Bendra suma 450 kg ir tai atitinka ULO RAL2 klasę. Iš esmės, nekeičiant orlaivio konstrukcijos ir nestiprinant sparno elementų, išplėsti toleruojamą perkrovų diapazoną galima sumažinus masę. Nes kitu atveju, sustiprinus patį sparną, padidės masė ir gali būti, kad orlaivis neatitiks reikiamos ULO klasės.

Peržvelgus dar kartą mases matyti, kad koreguoti galima tik kuro masę, naudingo krovinio masę, gelbėjimosi sistemos ir bagažo masę. Jei 50 kg kuro suteikia galimybę skristi ne mažiau kaip 2 val. visiškai pakrautu orlaiviu, tarkime, kad akrobatiniams skrydžiams bus skirta 30 min, taigi kuro galima pilti tik $50/4 = 12,5$ kg. Su tiek kuro ULO RAL2 modifikacija akrobatiniams skrydžiams galės skristi 30 min. Akrobatinės programos treniruotei to visiškai pakanka. Naudingo krovinio masė yra 165 kg, tai yra pilotas ir keleivis; modifikuodami orlaivį akrobatikai, imame tik piloto masę ir orlaivis tampa vienviečiu akrobatiniu, taigi $165/2 = 82,5$ kg. Kai kuriose valstybėse yra reikalaujama, kad akrobatinius manevrus atliekantis orlaivis turėtų gelbėjimosi parašiutinę sistemą, tačiau šiuo atveju siekdami maksimalių rezultatų išimkime gelbėjimosi sistemą, taigi orlaivio masė sumažėja dar 10 kg, taip pat atlikdami akrobatinius skrydžius neimame bagažo – sutaupome dar 5 kg. Atlikę visus veiksmus reikiamus orlaivio modifikacijai akrobatiniams skrydžiams gauname naują masę – $450 - 5 - 10 - 82,5 - 37,5 = 315$ kg. Taigi jei orlaivis turėdamas masę 450 kg gali toleruoti perkrovas nuo +4 g iki -2 g, tai nekeičiant konstrukcinių elementų ir esant masei 315 kg, jo tolerancija perkrovoms išauga tiek, kiek sumažėjo masė, tai yra $((450 - 315)/450) \times 100\% = 30\%$. Tokiu būdu naujas toleruotinių perkrovų diapazonas yra $+4 \times 130\% = +5,2$ g ir $-2 \times 130\% = -2,6$ g. Šie skaičiai, aišku, neprilygsta profesionalių akrobatinių orlaivių duomenims, tačiau iš dalies priartėja prie akrobatinio orlaivio, toleruojančio perkrovas, koncepcijos. Taip pat reiktų turėti omenyje, kad ULO reikalavimas diapazonui $+4(-2)$ g yra minimalus; yra visiškai realu suprojektuoti aukštesnių charakteristikų orlaivį, tačiau nėra realaus poreikio, nes akrobatiniai skrydžiai su ULO klase vistiek yra draudžiami (European... 2010). Taigi masių perskaičiavimas rodo, kad galime turėti dvi vieno orlaivio modifikacijas, kurių viena turės 30% platesnį toleruojamų perkrovų diapazoną, ir jei iš anksto numatysime galimybę atlikti akrobatinius skrydžius, realu suprojektuoti ULO, tarkime, ne su rekomenduojamu toleruojamų perkrovų diapazonu $+4(-2)$ g, bet su diapazonu $+6(-3)$ g ir panaudoję modifikaciją, turėtume $+8(-4)$ g diapazoną, kuris visiškai atitiktų mėgėjiško akrobatinio orlaivio koncepciją.

Tačiau, nors ir yra techninė galimybė suprojektuoti ULO RAL2 klasės orlaivį su potencialia akrobatine modifikacija, akrobatiniams skrydžiams kelią pastoja anksčiau minėtas dokumentas, draudžiantis akrobatinius manevrus

ULO orlaiviui. Taigi orlaivis, registruotas kaip ULO, negali būti naudojamas akrobatiniams skrydžiams. Todėl norint nepažeisti įstatymų ir taisyklių atliekant akrobatinius manevrus ULO orlaiviu, reikia orlaivį registruoti dviem dokumentų komplektais. Vieną kaip ULO klasės orlaivį, kitą – kaip akrobatinį. Žinoma, skrendant su ULO dokumentų komplektu pakaks ULO licenzijos, o modifikavus į akrobatinį ir naudojant akrobatinio orlaivio dokumentų komplektą, jau reikės akrobatinės licenzijos.

3. Išvada

Visai įmanoma turint vieną orlaivį, realiai turėti ir antrą. Vienas bus naudojamas kaip dvivietis ULO apžvalginiams rekreaciniams skrydžiams, kitas – kaip vienvietis mėgėjiškas akrobatinis orlaivis. Žinoma, didelių sportinių rezultatų galbūt ir nepavyks pasiekti, tačiau pramoginę akrobatiką bus galima atlikti nepažeidžiant orlaivio registracijos taisyklių, techninių fiuzeliažo limitų bei neįdedant daug pastangų į modifikaciją.

Literatūra

CAP 482. *British Civil Airworthiness Requirements, Section S - Small Light Aeroplanes* [online] 2009. Available from Internet: <http://caa.co.uk/dosc/33CAP482.PDF>.

Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic1 and Commuter Category Aeroplanes CS-2. 2010. European Aviation Safety Agency Amendment 2 (Corrigendum). 28 September 2010 Annex to ED Decision 2010/008/R.

Chumak, P. I. 1991. *Raschiot, proektirovanie i postroika sverhliogkich samoliotov*. Moskva: Patriot. (in Russian).

Ultr lengvas orlaivis [interaktyvus] 2011. Prieiga per internetą: http://lt.wikipedia.org/wiki/Ultra_lengvas_orlaivis.

TWO-MAN ULTRALIGHT AIRCRAFT USE FOR AERIAL ACROBATICS

T. Mačiulis, B. Merkys

Summary

The paper explores the use of two-man aircraft for aerial acrobatics. The requirements for acrobatic and ultralight aircraft are briefly discussed. The possibilities of use of an ultralight aircraft for acrobatics are explored. Both technical and bureaucratic premises for such usage are discussed. Technical computations on how aircraft technical characteristics are dependent on mass are presented. A solution is proposed at the end of the paper.

Keywords: two-man ultralight aircraft, acrobatic aircraft, flights, technical characteristics.