

Dvouplošník a jeho vlastnosti (úprava modelu Wayfarer)

Ing. Miroslav Dráždil, CSc.

Při čtení článku o modelu Wayfarer, uveřejněného v RC revue 12/2001, jsem si vzpomněl na dobu před mnoha léty, kdy jsem tento model stavěl a kdy jsem s ním létal. Seznámil jsem se s ním při svém pobytu v zahraničí, kde jich létalo několik, s různými motory, většinou však o zdvihovém objemu 7,5 cm³. Model se mi velmi líbil, a proto jsem ihned začal s jeho stavbou. Tu se mi však nepodařilo v zahraničí dokončit, musel jsem s ní pokračovat až po svém návratu domů. V té době se mi dostal do rukou článek [4] uveřejněný v časopisu Modell, který se zabýval problematikou dvouplošníků, zejména vlivem úhlů nastavení, nebo spíše úhlů seřízení obou křídel. Protože se doporučení uváděná v článku naprosto shodovala s radami, které mi dal před mnoha léty jeden starší modelář, který sám několik dvouplošníků postavil, rozhodl jsem se, že je uplatním i na svůj model. O podrobnostech se zmíním později.

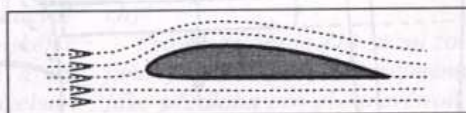
Pro modeláře, které problematika dvouplošníků zajímá, uvedu dále podstatnou část informací z citovaného článku. Věci našim modelářům známé uvádím jen pro úplnost.

Na letové vlastnosti dvouplošníků mají velký vliv úhly seřízení horního a dolního křídla, které tvoří úhly tětv profilů křídel vzhledem k tětvě profilu VOP. Při nevhodném seřízení mohou být letové vlastnosti dvouplošníku velmi špatné, model se špatně řídí, a může být dokonce v některých letových režimech nestabilní.

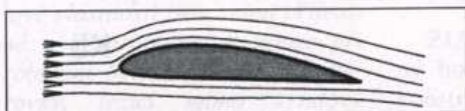
Abychom to lépe pochopili, je třeba si nejprve všimnout poměrů proudění kolem profilu křídla. Je známo že vztlak na křídle vzniká sacím účinkem na horní straně profilu a tlakem na dolní straně profilu. Sací účinek přitom tvoří asi 2/3 vztlaku a převažuje nad tlakem. Aby tento vztlak vznikl, musí být profil obtékán vzduchem a musí vykazovat vzhledem k proudění (v závislosti na tvaru profilu) určitý úhel náběhu (obr. 1).

Vlastní proudění se skládá ze dvou složek:

Obr. 2: Paralelní proudění.



Obr. 1: Proudění kolem profilu křídla.



paralelní proudění (obr. 2) a cirkulární proudění (obr. 3). Zdůvodnění tohoto jevu autor článku v časopisu Modell neuvádí, je ale o něm zmínka například v [2].

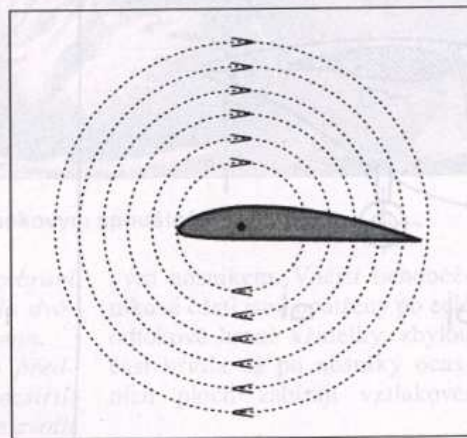
Z obrázku 3 vyplývá, že směr cirkulace odpovídá směru pohybu hodinových ručiček, tzn. od náběžné hrany profilu po jeho horní straně k odtokové hraně a dolem zase zpět. Oba druhy proudění se sčítají a jejich působením dochází ke zvětšení rychlosti na horní straně profilu (a tím ke snížení tlaku) a snížení rychlosti na dolní straně profilu (zvýšení tlaku). Podrobněji je o této problematice pojednáno například v [1], [2] a [3].

Až dosud jsme se zabývali cirkulací na jednom křídle. Při dvou křídlech je případ poněkud složitější.

Předpokládáme, že máme dvě nosné plochy o stejném rozpětí a velikosti, jejichž aerodynamické středy leží svíse nad sebou (obr. 4). Jestliže nyní sledujeme účinky cirkulací, zjistíme, že se obě plochy vzájemně ovlivňují, takže na horní ploše horního křídla vzniká zvýšení rychlosti a na horní ploše dolního křídla snížení rychlosti. To má za následek, že horní plocha vyvozuje vyšší vztlak než dolní.

aby byl vztlak rozdělen rovnoměrně na obě plochy. K tomu přistupuje ještě skutečnost, že indukovaný odpor dosahuje při stejném vztlaku nejmenší hodnoty. Abychom dosáhli toho, že obě plochy budou vyvozovat stejný vztlak, musí se úhel seřízení dolní plochy zvýšit. To ale platí pouze tehdy, jestliže aerodynamické středy obou křídel stojí svíse nad sebou nebo je-li odstupnění obou ploch pozitivní. Jsou-li obě plochy vzhledem k sobě v půdorysu posunuté

Obr. 3: Cirkulární proudění.



(odstupněné), závisejí úhly jejich nastavení na velikosti tohoto posunutí.

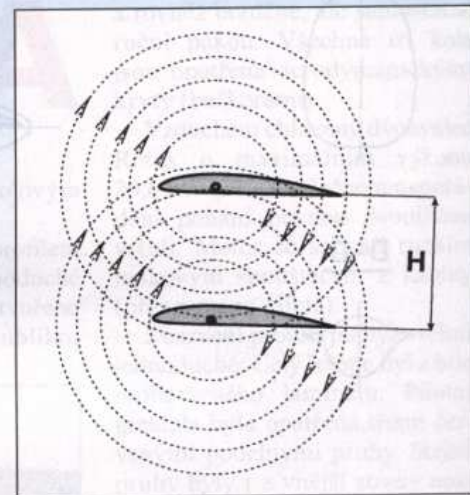
Pod odstupněním rozumíme úhel B , který spolu svírají spojovací přímka aerodynamických středů křídel a kolmice na osu úhlu 2α , nazývaného úhel křížení křídel.

Jestliže leží horní křídlo před dolním křídlem, nazýváme to pozitivním odstupněním. Leží-li naopak dolní křídlo před horním křídlem, jde o negativní odstupnění.

Při pozitivním odstupnění působí na horní křídlo ještě zvýšení vztlaku vyvolané složkou cirkulace dolního křídla směřující nahoru, přičemž na dolní plochu působí složka cirkulace horního křídla působící směrem dolů a vztlak dolního křídla se snižuje. Abychom tedy nyní dosáhli stejného vztlaku na obou křídlech, musíme úhel nastavení dolního křídla zvětšit. Tím dosáhneme negativního úhlu křížení křídel (obr. 5).

Při negativním odstupnění křídel, kdy dolní křídlo leží před horním, působí na horní křídlo cirkulační složka dolního křídla směřující dolů, která vztlak snižuje. V tomto případě musí být úhel nastavení horního kříd-

Obr. 4: Ovlivňování cirkulací kolem dvou křídel.

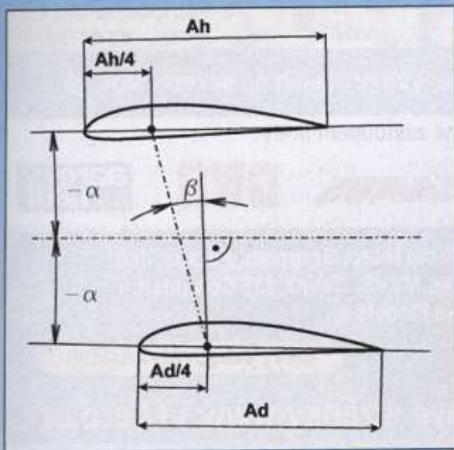


la větší než úhel nastavení dolního křídla (obr. 6). Zde mluvíme o pozitivním úhlu křížení křídel.

Zkušenosti ukázaly, že při středním rozdílu úhlů seřízení 1° (měřeno mezi tětvou VOP a osou úhlu křížení křídel) by měl být úhel seřízení horního křídla asi -0,5° a úhel seřízení dolního křídla asi +1,5°. To platí pro pozitivní odstupnění křídel. Při negativním odstupnění se velikosti úhlů nastavení zamění.

Udané hodnoty jsou jen směrem a mohou se u jednotlivých modelů lišit. Závisí to na profilech křídel a zejména na vzdálenosti H křídel. Čím větší je vzdálenost, tím větší je vztlak a plochy se méně vzájemně ovlivňují. Jako příznivá se ukázala vzdálenost rovná průměrné hodnotě z hodnot středních hloubek obou křídel.

Jestliže porovnáme vztlak působící na dvouplošník se vztlakem jednoplošníku za předpokladu stejných ploch, stíhlostí křídel a úhlů seřízení, zjistíme, že dvouplošník nikdy nedosáhne vztlaku jednoplošníku. Číselně vyjádřeno to znamená, že dvouplošník dosahuje asi 87% vztlaku jednoplošníku. Někteří autoři udávají hodnoty ještě menší, například jen 75%.



Obr. 5: Pozitivní odstupnění křidel dvouplošniku.

Na základě všech výše uvedených informací jsem se rozhodl, že se pokusím doporučená seřízení křidel odzkoušet u svého tehdy ještě ne zcela dokončeného Wayfarera. Bohužel se mi však nepodařilo bez velkých změn nastavit dolní křídlo na úhel $1,5^\circ$, ale jen na 1° . Nastavil jsem tedy horní křídlo na úhel 0° , a nikoliv na doporučených $-0,5^\circ$. Úhel nastavení VOP je u Wayfarera 0° , tzn. že úhly seřízení obou křidel se rovnají úhlům nastavení (měřeným vzhledem k ose trupu).

Samozřejmě jsem byl zvědav, jestli se letové vlastnosti mého Wayfarera nějak změní proti modelům s originálním nastavením, jejichž letové vlastnosti jsme měli ještě v živé paměti. Výsledkem jsem byl velmi příjemně překvapen. Model létal svižněji, lépe stoupal a zlepšila se i klouzavost při zastaveném motoru. Na zlepšení letových vlastností měly ovšem vliv i další úpravy modelu. Upevnění křídla jsem nahradil připevněním šrouby. U dolního křídla jsem použil způsob běžně používaný u motorových modelů, pro upevnění horního křídla jsem upravil horní část kozlíku a přilepil jsem na ni tvarované laminátové sedlo s příslušnými překližkovými náklížky pro závit. Úpravy doznal i „americký“ tvar předku trupu. Motor jsem upevnil na lože, otočil jsem jej o 90° a zakryl laminátovým krytem.

S takto upraveným modelem jsem nalétal desítky hodin a uskutečnil téměř 400 startů. Během provozu jsem vystřídal tři motory, dva o zdvihovém objemu $6,5 \text{ cm}^3$, jeden $7,5 \text{ cm}^3$.

S posledním motorem byly výsledky nejlepší. Potom jsem model přenechal jednomu mladšímu kolegovi, jenž provedl jeho generálku, nahradil jedno servo pro náhon křidélek dvěma servy uloženými v křídlech a podstatně vylepšil celkovou povrchovou úpravu. K pohonu použil motor MVVS $6,5 \text{ cm}^3$, jenž výkony modelu ještě zlepšil.

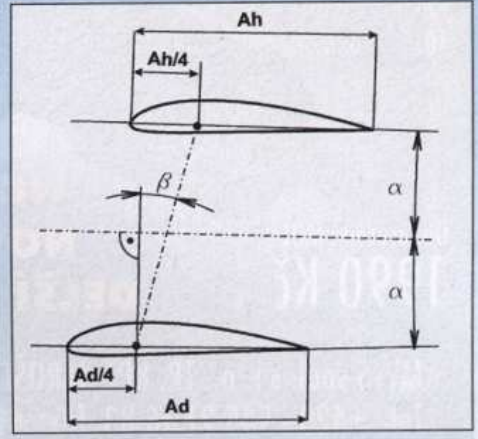
Zvětšení úhlu seřízení dolního křídla je podle mého názoru a zkušeností vhodné u modelů s polosymetrickými profily nebo s profily s rovnou spodní stranou, které nejsou stavěny vyloučeně pro akrobacii. U akrobatických modelů se symetrickými profily považují za vhodnější použít u obou křidel úhly seřízení rovny 0° .

Doporučení uvedená v článku asi nejsou pro řadu našich konstruktérů ničím novým, protože podobná nastavení křidel u svých modelů již používali. Pokud některý z milovníků dvouplošníků seřizování křidel podle tohoto článku odzkouší, domnívám se, že by měl o svých

zkušenostech informovat ostatní modeláře v RC revue.

Použitá literatura:
 1. Hoření B., Lněnička J.: *Letecké modelářství a aerodynamika, Naše vojsko, Praha 1977*
 2. Lněnička J.: *O profilech, Aeromodel, Hradec Králové 1998*
 3. Musil M.: *Aerodynamika moderních leteckých modelů, Naše vojsko, Praha 1978*
 4. Marzell A.: *Der Doppeldecker und seine Eigenschaften, Modell 2/1981*

Obr. 6: Negativní odstupnění křidel dvouplošniku.



PRO ŠIKOVNÉ RUCE

Kde skladovat přířezy a kam obratem ruky dát odpad?

Estetika, neestetika – účel světi prostředky! Papírová trubka z balení Alobalu (1 kus), trubka z vypotřebovaného toaletního papíru (6 kusů), trochu Herkulesu a kus tužší lepenky, to vše až na lepidlo lze kdekoli získat zdarma.

Na „alobalovou“ trubku přitiskneme „klozetáčkové“ trubky, stáhneme kusem páskové gumy nahoře a dole a přilepíme Herkulesem. Až vše zaschne, položíme svazek trubek na lepenku, obtáhneme obvod tužkou a nůžkami

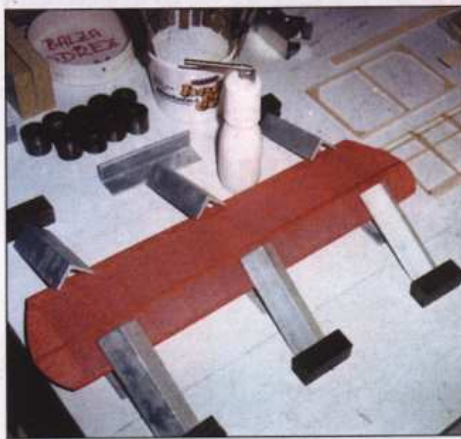
vystříháme potřebný tvar. Takto zhotovené dno přilepíme k trubkám Kanagomem.

Do této „věže“ odkládáme vše z přířezů, ať jsou to potřebné díly pro novou stavbu, nebo zbytky pro příští použití. Tímto způsobem eliminujeme případný nepořádek na pracovním stole během stavby.

Fixírování vodou, zatížení úhelníky

Běžná fixírka z modelářského krámu, plastová nádoba od Actimelu víčko s otvorem pro odvodu vzdušnění z laku na vlasy. Ve víčku zhotovíme otvor pro sací trubičku fixírky, tu jím protáhneme a fixírka je hotová v luxusním provedení – stačí naplnit nádobku vodou.

Po nastříkání křídla (VOP) malých školních modelů vodou je podložíme třemi úhelníky, šesti úhelníky zatížíme, aby se nekroutilo, a necháme důkladně vyschnout. Pak lakujeme vypínacím lakem podle typu modelu a svých zvyklostí. Po každém nátěru opět dáme vyschnout nad a pod úhelníky.



Brousítko různých zrnitostí

Kdysi v leteckém modeláři někdo moudrý použil držáku na umyté

talíře, zvaného odkapávač, pro skladování VOP svých větroňů kategorie F1A. Dokonce měl tyto odkapávače přišroubované ve svislé poloze na stěnu, a měl tak dokonalý přehled „kterou VOP“.

Použil jsem tento odkapávač jako registr brousítek, která dělám z odřezků sololitu (zbaví se jich rád každý truhlář). Brousné papíry či plátna nalepím Herkulesem na obě strany, a když je opotřebuji, používám je ještě na jemné práce s balzou. Prach odklepávám přes hranu krabice na smetí a občas brousítko vyčistím kartáčem.

Alois Drahoukoupil

