

Werk

Label: Article

Jahr: 1933

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?31311028X_0062|log94

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Pro výseč eliptickou, omezenou poloměrem bodu $M(x, y)$, obloukem a velkou poloosou, máme vzorec

$$V_{el} = \frac{ab}{2} \cdot \alpha,$$

kde α značí v obloukové míře úhel, který vypočteme jedním ze vzorců:

$$\cos \alpha = \frac{x}{a}, \quad \sin \alpha = \frac{y}{b}.$$

Přejdeme k hyperbole, kladouce bi na místě b . Dostaneme obdobně

$$V_{hyp} = \frac{ab}{2} i\alpha,$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{a}, \quad \sin \alpha = \frac{y}{bi}.$$

Z obou posledních vzorců plyne

$$\cos \alpha + i \sin \alpha = \frac{x}{a} + \frac{y}{b}.$$

Užijeme-li Eulerova vzorce

$$\cos \alpha + i \sin \alpha = e^{i\alpha},$$

vypočítáme

$$i\alpha = \log \text{nat} \left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} \right),$$

takže

$$V_{hyp} = \frac{ab}{2} \log \text{nat} \left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} \right),$$

kterýžto vzorec se obvykle dokazuje jinak.

Motorový let.*)

Ing. C. Karel Tužil.

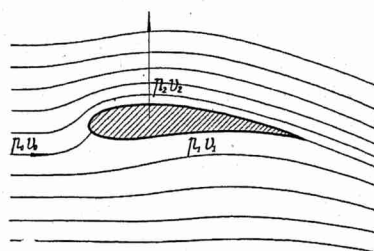
Princip letu motorových letadel jest ten, že plocha určitého příčného řezu neboli profilu jest tažena kupředu vrtulí. Tím vznikají síly, působící na plochu, a ty umožňují let. Chceme-li tedy pochopiti dobře způsob letu, musíme znáti funkci nosné plochy a funkci vrtule.

*) Viz též články v Rozhledech, roč. I. str. 42, II. str. 47, III. str. 45, IV. str. 83 a V. str. 11.

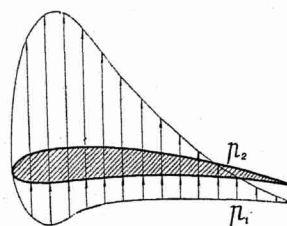
Křídlo letadla není rovinné, nýbrž má v příčném řezu určitý slzovitý tvar. Taková plocha má výhodné aerodynamické vlastnosti: dává při pohybu vznik silám, kterých právě letadlo využívá. Druh a velikost vznikajících sil jest dán rázem vzdušného proudu, který obtéká profil. Představme si tento proud jako složený z vláken (tak zv. proudnic), která přicházejí k profilu rovnoběžně určitou rychlostí v_0 .

V okolí tělesa změni se podstatně ráz tohoto proudu. Na vrchní straně se proudnice zhušťují, na spodní straně oddalují, vzduch proudí na horní straně rychlostí $v_2 > v_0$, dole rychlostí $v_1 < v_0$. Představujeme-li si vzduch jako nestlačitelnou kapalinu, platí pro tento druh obtékání rovnice Bernoulliho

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} = \text{konst},$$



Obr. 1.



Obr. 2.

kde v značí rychlost vzduchu, g zrychlení zemské, p měrný tlak (t. j. kolmý tlak na jednotku plochy) a γ měrnou váhu prostředí. Užitím této rovnice pro místa nad a pod plochou dostaneme

$$\frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{p_0}{\gamma}$$

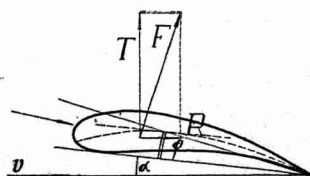
a z toho

$$p_2 = p_0 + \frac{v_0^2 - v_2^2}{2g} \cdot \gamma.$$

Pro $v_2 > v_0$ jest tlak $p_2 < p_0$, na vrchní straně plochy vzniká podtlak, křídlo je proudem vzduchu ssáno nahoru. Na spodní straně plochy jest $v_1 < v_0$, podobně jest tedy $p_1 > p_0$, vzniká tu tlak na plochu, ale celkem menší než jest podtlak na horní straně. Poměry tlakové jsou asi podle obr. 2; vidíme, že křídlo nese i svou horní stranou, a to více než stranou spodní.

Výsledný tlak na plochu rovná se součtu všech tlaků a působí jako síla kolmá na směr původní rychlosti proudu (obr. 1).

Tento způsob obtékání, kdy proudnice postupují plynule po obou stranách plochy a střední proudnice, která se při vstupu na plochu rozdvojila, se na konci plochy opět spojí, dává příklad dokonalého spojitého obtékání. Při něm vzniká teoreticky jen vztlak; odpor, který vzniká ve skutečnosti, jest způsoben třením vzduchu o povrch křídla a tím, že křídla mají konečnou délku. (Teorie uvažuje křídla nekonečně dlouhá.) Obtéká-li vzduch rovinu, kouli, nějaký výstupek nebo těleso nepravidelné, odtrhují se proudnice od tělesa, utvoří tak zv. povrch přetržitosti a za tělesem je prostor naplněný klidným vzduchem. Vzniká tak zv. aerodynamický stín, který způsobuje veliký odpor tělesa při pohybu. Aby odpor letadla byl co nejmenší, má trup, vzpěry a všechny výstupky na letadle takový tvar, aby obtékání bylo spojité, spojené s nejmenším odporem.



Obr. 3.

Pohybuje-li se křídlo skloněné ke směru pohybu o úhel α , působí na ně výsledný tlak F , který vlivem odporu je skloněný od kolmice k rychlosti.

Složka tohoto tlaku T , kolmá ke směru pohybu v , nazývá se vztlak, složka R ve směru pohybu odpor. Velikosti těchto složek určují se teoreticky rovnicemi

$$T = 2\pi (\varphi + \alpha) \frac{\gamma}{2g} S v^2, \quad R = 2\pi (\alpha + \delta) \frac{\gamma}{2g} S v^2.$$

Úhel φ jest úhel, který určuje nejvyšší bod středního oblouku vzhledem k těživě, α jest úhel, který svírá těživa křídla se směrem pohybu, tak zv. úhel náběhu. S jest plocha křídla, v jeho rychlost. Vztlak T má kladnou hodnotu i pro záporný úhel náběhu, pokud $(\varphi - \alpha) > 0$, t. j. křídlo má nosnost, i když vzduch přichází k němu mezi rameny úhlu φ . δ ve vzorci pro odpor R jest konstanta zahrnující vliv tření vzduchu a ostatních okolností, které mají vliv na odpor.

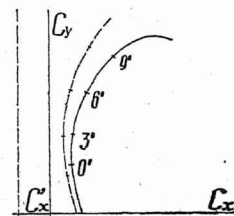
V praxi se užívá vzorců zjednodušených

$$T = C_y \frac{\gamma}{2g} S v^2 \quad R = C_x \frac{\gamma}{2g} S v^2.$$

Hodnoty C_y , C_x nazývají se koeficienty vztlaku a odporu a určují se pokusně v aerodynamickém tunelu (kanále) pro různé profily měřením. Aerodynamický kanál je široká, v jednom místě se zúžující roura, ve které se velikou vrtulí, umístěnou na jednom jejím konci, způsobí rychlý pohyb vzduchu. V zúženém místě, kde vzduch má největší rychlost, je roura přerušena a tam provádí

se vlastní měření. To děje se na modelech obyčejně dřevěných, které se upevní pomocí slabých drátů do zvláštního otáčivého rámu. Natočením může se dáti upevněnému modelu různý úhel náběhu a pomocí různých zařízení, nejčastěji váhových, měří se síly na model působící. Tím způsobem vyšetřuje se vztlak a odpor křídel a ze získaných dat počítají se pak koeficienty vztlaku a odporu. Dále vyšetřuje se v kanále práce vrtule, tvary trupu, podvozku, vzpěr a konečně se zkoušejí modely celých letadel. Pokusy tyto jsou velmi důležité; dovolují zkoušky za nejrozličnějších podmínek, dávají spolehlivá data pro výpočet a dovolují studium všech zjevů při pohybu vzduchu. Pro výrobu jsou důležité také tím, že modely, které jsou třeba dosti drahé, pro jejich naprostou přesnost, jsou vždycky nepoměrně levnější než by byly stroje a části skutečné. U nás má aerodynamickou laboratoř s takovým tunelem Vojenský letecký ústav studijní (V. L. Ú. S.) v Letňanech.

Výsledky měření nosné plochy určitého profilu, koeficienty C_x a C_y pro různé úhly náběhu znázorní se pak v diagramu, který se jmenuje polára toho profilu. Na vodorovnou osu nanáší se C_x , na svislou C_y a k jednotlivým bodům křivky připsí se příslušné úhly náběhu.



Obr. 4.

Tento diagram je velmi důležitý, neboť udává jasný přehled o vlastnostech profilu. Křídlo o větší nosnosti má poláru označenou čárkovaně (malý odpor, velký vztlak). Odpor celého letadla je větší o odpor trupu, podvozku, vzpěr, výztužných drátů, chladiče motoru atd. Tyto části zvětšují jen odpor, vztlak zůstává stejný. Posunutím osy C_y doleva o hodnotu C'_x odpovídající tomuto odporu dostali bychom tedy poláru celého letounu. Protože ale jednotlivé části letadla působí současně a vzájemné jejich působení mění ráz vzdušného proudu, zkoušejí se raději modely celých letounů a početně opraví se výsledek měření jen s ohledem na ty části, které na modelu při zkoušce chyběly. Tím dostane se přesný diagram, který dává bezpečný přehled o vlastnostech celého letadla a který slouží jako základ k dalším výpočtům.

Druhou základní složkou při letu jest vrtule. Nejjednodušší názor o práci vrtule si učiníme, představíme-li si ji jako šroub, jehož matku tvoří vzduch. Vznik tahu vrtule vysvětlíme si na obyčejném šroubu, jehož matku zadržíme, aby se nemohla otáčet. Je-li šroub nepohyblivý, postoupí matka při každé otáčce šroubu o výšku závitu h proti původní poloze. Představme si, že šroub postoupí během otáčky o délku $p < h$. Matka posune se tedy opačným směrem o délku $(h - p)$. Čili dovolíme-li matce posuv

$(h - p)$, dostane šroub posuv p opačným směrem a vzniká v něm tah.

Představme si nyní místo šroubu vrtuli a místo matice vzduch. Vrtuli jako úzkou část šroubové plochy, která vznikne rovnoměrným otáčením přímky kolmé k ose a současným postupným pohybem ve směru této osy. Šroubovice pro různé poloměry r mají konstantní stoupání h . Otáčí-li se tato vrtule na místě, způsobuje pohyb vzduchu podobně jako dřív nepohyblivý šroub způsoboval pohyb matky. Rychlost tohoto pohybu jest

$$v' = \frac{hN}{60} = hn, \quad (1)$$

značí-li N počet otáček vrtule za minutu, n počet otáček za vteřinu. Pohybuje-li se opačně vrtule touto rychlostí, čili postoupí-li během jedné otočky o stoupání h , nezpůsobuje pohyb vzduchu a nevznikne žádný tah. Vrtule se do vzduchu jaksi „šroubuje“. Představme si ale, že vrtule postoupí během jedné otočky o $p < h$, čili pohybuje se rychlostí

$$v = \frac{pN}{60} = pn. \quad (2)$$

Vzduch za vrtulí musí podobně jako dřív matka postoupiti o $h - p$, vrtule žene vzduch opačným směrem než sama postupuje a vzniká podobně jako u šroubu tah. Obvykle se pohybuje vrtule klidným vzduchem, ale pro snazší pochopení představme si, že se vrtule otáčí na místě a vzduch přichází rychlostí v , odchází od vrtule rychlostí $v' > v$. Jeho rychlost se zvětší tedy o $(v' - v)$.

Poměr

$$\frac{v' - v}{v'} = \frac{\frac{hN}{60} - \frac{pN}{60}}{\frac{hN}{60}} = \frac{h - p}{h} = \sigma$$

nazývá se skluz nebo slip.

Velikost tahu dostaneme z výrazu pro změnu hybnosti vzduchu, který prochází otáčející se vrtulí. (Podle zákona o změně hybnosti: Přírůstek hybnosti za určitou dobu jest dán impulsem síly v téže době. Viz též Fysika I. díl.) Má-li tato průměr D , jest hmota proteklá za t sek

$$m = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot v' \cdot t$$

a rychlost této hmoty se zvětší o $(v' - v)$. Hybnost se tedy zvětší o

$$m(v' - v) = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\pi D^2}{4} v' \cdot t \cdot (v' - v).$$