

Magnusov efekt

D.Babjak

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
babjak_daniel@hotmail.com

Abstrakt

V mojom príspevku budem skúmať vplyv Magnusovho efektu v jednotlivých športoch, pokúsím sa vytvoriť jednoduchý pokus na overenie daného efektu a na zaver sa pokúsím zostrojiť lietadlo či loď poháňajúc v istom smere pravé Magnusovym efektom. Youtube je plný videí čo dokazujú, že sa to dá a však nie sú overene a vedecky podložene. To bude mojim cieľom, ktorý dúfam naplním.

1 Úvod

Nepremýšľali ste nad tým či by mohla loď plávať aj bez plachiet a motora či keby lietadlo nemalo krídla ? Prečo vlastne lopta dokáže zakriviť svoju drahú pri priamych kopoch ? A keď je niečo za tým viac nedokážeme to využiť ? Tieto otázky si budem klásť pri riešení Magnusovho efektu. Ten je známy ľudstvu už od sedemnásteho storočia a však dobre popísaný bol až v roku 1852 G.Magnusom. Zvláštnosť efektu je v tom, že pohyb rotujúceho telesa po danej priamke v dajakom hustom prostredí stačí na vytváranie sily. Smer tejto sily je závislý na rotácii telesa. Tento druh aerodynamiky som prvý krát pozoroval pri stolnom tenise, kde mi nikto z trénerov nevedel popísať, prečo to tak je. Využitie tohto efektu som neskor pozoroval aj pri iných športoch, kde som zistil, že tvorí podstatnú časť pri úderoch do lopty a s tým spojenými taktikami v zápase. Pri hlbšom nahliadnutí do témy som zistil že myšlienka "bezkrídleho lietania" nadchla aj iných ľudí.

2 Teoretická časť

Cely efekt sa zakladá na dvoch zakladaných pilieroch:

- teleso s dĺžkou l rotuje okolo svojej osi
- prostredie (voda, vzduch... nie vákuum) sa okolo daného objektu pohybujú istou rýchlostnou v

Ak sú splnené obe predpoklady dochádza k Magnusovmu efektu. Pozorovaním bolo zistené že sila, ktorá na teleso pôsobí je priamo úmerná hustote prostredia, dĺžke telesa v smere osi rotácie, rýchlosti rotácie telesa a rýchlosti prostredia (resp. telesa v prostredí). Pre zistenie obecnej rovnice som za teleso vybral valec. Keďže vzduch alebo vodu považujem za tekutiny na vyjadrenie energetických bilancii nad a pod valcom môžem použiť Bernolihov rovnicu.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (1)$$

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 = konst. \quad (2)$$

Ak zvýšim rýchlosť tekutiny, nad telesom vznikne podtlak a podobne pod telesom. Z toho môžem usúdiť, že smer sily pôsobiacej na teleso bude v smere väčšieho podtlaku (aerodynamicky paradox). Mieru veľkosti sily spôsobenú Magnusovým efektom určím pomocou Kutta-Žukovského rovnicou. Sila pôsobiaca na jednotku dĺžky sa rovná hustote prostredia, ktorým teleso prechádza, rýchlosti telesa v prostredí (resp. prostredia okolo objektu) a sily víru spôsobene rotáciou telesa (G)[1].

$$\frac{F}{l} = \rho v G \quad (3)$$

Keďže sa v tomto prípade jedna o valec

$$G = (2\pi r)^2 f \quad (4)$$

Frekvenciu (f) pomocou uhlovej rýchlosti (ω) viem odvodiť preto

$$G = 2\pi r^2 \omega \quad (5)$$

Ak poznám parametre, ktoré nám charakterizujú silu magnusovho efektu pre valec, tak výslednú silu vypočítam ako

$$F = 2\pi l \rho v r^2 \omega \quad (6)$$

kde l dĺžka valca, ρ je hustota prostredia a v rýchlosť prostredia (resp. telesa v ňom), r je polomer a ω uhlová rýchlosť valca.

3 Praktické prevedenie

Za prvý cieľ som si zvolil zostrojiť niečo, čo by dobre dokázalo poukázať na Magnusov efekt. Mojm najväčší problém bolo isto vykompenzovať váhu objektu, ktoré som chcel dostať do pohybu silou potrebnou na zrýchlenie v danom smere. Prvý problém, čo som mal bolo zostrojiť dosť ľahký, hladký a aerodynamický objekt. Prvé experimenty boli s papierom ale ten je dosť ohybný a ľahko zničiteľný. Nakoniec som sa rozhodol pre dva plastové pollitrové kelímky.



Obr. 1: Experimentálne pomôcky

Na získanie rotácie daného objektu som použil gumičkovú reťaz, ktorú som navinul a natiahol okolo stredu.

4 Záver

Môj experiment s kelimkami dopadol pozitívne a však ako negatívum pokladám, že som neurobil viac meraní a neurčil silu, ktorá na kelimok pôsobila v kolmom smere. Pri zostrojení komplexných strojov, ktoré by fungovali na Magnusovom efekte je potrebné mať viac prostriedkov a podrobných výpočtov. Podobným smerom sa už uberá viacero svetových inštitúcií, ktoré už dokázali zostrojiť mnoho lietadiel bez klasických krídiel. Podľa mňa som dokázal, že je možné zostrojiť niečo jednoduché ako fyzikálnu pomôcku.

5 Referencie

- [1] <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/cyl.html>
- [2] <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15173v.pleinepage.r=Annalen+der+Physic.f13.langFR>