

MODELI DINAMIČNEGA VZGONA LETALSKIH KRIL DRUGI DEL

SAŠO KNEZ in RUDOLF PODGORNIK

Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

V drugem delu tega članka se bova posvetila bolj poglobljenemu opisu gibanja tekočine in naravi dinamičnega vzgona krila. Izpeljala bova teorem Kutta-Žukovski in pokazala, kako hipoteza Žukovskega določa vrednost dinamičnega vzgona. Skušala bova podati tudi preprosto razlago dinamičnega vzgona, ki naj bi koristila laikom.

MODELS OF AERODYNAMIC LIFT FORCE SECOND PART

In the second part of this contribution we will deal with the in depth description of the fluid motion and the nature of the lift force in airfoils. We will derive the Kutta-Joukowski theorem and show how the dynamic lift follows from the Joukowski hypothesis. We will also try to present a simple handwaving argument for the lift generation, that should be of some use to non-specialists.

1. Uvod

Doslej se še nismo zares potrudili, da bi zgradili hidrodinamsko teorijo dinamičnega vzgona, kot se spodobi, torej iz rešitve osnovnih enačb hidrodinamike idealnih tekočin. To bomo storili sedaj. Začeli bomo s teoremom Kutta¹-Žukovski in mimogrede izpeljali še hitrostno polje okrog krila Žukovskega. Upoštevanje hipoteze Žukovskega² na zadnji strani krila nam bo dalo končen in eksakten izraz za njegov dinamični vzgon. Ta rezultat bova skušala razložiti tudi na preprost način, ki naj bi bil razumljiv vsakemu zainteresiranemu laiku.

Dobljeni izraz za dinamični vzgon bo popisoval razmere ob krilu, ko je t. i. mejni sloj zraka [3] še prilepljen na krilo. Če se mejni sloj odlepi od krila, pa tudi hidrodinamska teorija dinamičnega vzgona, ki sloni na Eulerjevih enačbah hidrodinamike, razpade. To je zelo nazorno pokazal Prandtl. Takrat je treba začeti razmišljati o turbulenci in vrtinčenju zraka ob krilu in za njim.

¹Martin Wilhelm Kutta (1867–1944), nemški matematik, znan predvsem po Runge-Kutta metodi reševanja diferencialnih enačb, ki jo je vpeljal leta 1901. Leta 1902 je v svojem doktoratu neodvisno izpeljal tudi teorem Kutta-Žukovski, vendar se kasneje ni ukvarjal z letalstvom.

²Nikolaj Jegorovič Žukovski (1847–1921), ruski fizik in „oče ruskega letalstva“. Po letu 1880 se je začel zanimati za možnosti letenja in je leta 1895 obiskal letalskega pionirja Otta Lilienthala v Berlinu. Leta 1918 je ustanovil Institut za aerodinamiko, ki je po njegovi smrti leta 1922 postal Akademija vojaške aeronavtike N. J. Žukovskega.