

Úloha I.P ... modýlek letadla na ISS 10 bodů; průměr 7,90; řešilo 41 studentů

Jak by se chovalo letadlo v mikrogravitaci (prostě uvažujte, že na něj gravitační síla nepůsobí)? Popište, jaký efekt by měla směrovka, výškovka, křídélka, případně vektorování tahu motorů. Jaké akrobatické manévry by byly možné? (Například plochá vývrtka asi ne.)

Erik si četl diskuze na internetu.

Nejprve by bylo vhodné podívat se na to, jak letadlo vlastně létá a co od něj tedy můžeme očekávat v mikrogravitaci.

Letadlo se pohybuje vpřed díky tahové síle proudového motoru. Ten není nijak závislý na přítomnosti gravitační síly, tahová síla bude tedy i v mikrogravitaci nezměněná.

Další důležitou součástí letadla jsou křídla. Ta jsou tvarována tak, aby vzduch obtékal nad křídlem rychleji než pod ním. Nad křídlem tak vzniká podtlak a vztlaková síla tlačí letadlo vzhůru. Tato vztlaková síla se má za normálních okolností vyrovnat s gravitační silou. V mikrogravitaci však tuto gravitační sílu nemáme, takže křídla budou způsobovat stoupání letadla. Pro častější lety v mikrogravitaci by potom samozřejmě bylo vhodnější přejít k symetrickému tvaru křídel, na nichž by žádná vztlaková síla nevznikala.

Křídélka i směrové a výškové kormidlo ovládají letadlo tím, že mění aerodynamické síly působící na křídla letounu. Jejich vliv je proto závislý jen na obtékání letounu vzduchem a v mikrogravitaci by jejich funkce byla shodná s fungováním na Zemi.

Vektorování motoru znamená natáčení trysek v různých směrech, což mění směr tahové síly, která na stroj působí. Efekt vektorování zůstane v mikrogravitaci nezměněný.

Sečteno podtrženo, největší rozdíl při letu v mikrogravitaci by byla ničím nevyrušená vztlaková síla na křídlech. Letadlo je však stále ovladatelné ve všech třech osách pomocí výškového a směrového kormidla a pomocí křídélek.

Nyní se podívejme na některé (nejen) akrobatické manévry:

• Rovný let

Triviální let rovnoběžný s osou letadla by byl v mikrogravitaci velmi tuhým oříškem. Vztlaková síla vyvolaná speciálním tvarem křídla totiž není ničím vyrušená, a letadlo tedy při běžném letu stále lehce stoupá. V tomto případě nám ani výškovka letadla nepomůže, protože nahnutím celého letadla rovnoběžného letu s osou trupu nedosáhneme¹. Jedinou možnou pomocí je pouze vektorování motoru proti vztlaku.

• Výkrut

Do výkrutu se pilot na Zemi dostane lehkou výchylkou výškovky, která je následována výchylkou křídélek. Oba ovládací prvky fungují v mikrogravitaci shodně, proto je výkrut proveditelný i v mikrogravitaci.

• Přemet

Pro správné provedení přemetu nám stačí pouze dobře fungující výškovka. Přemet je tedy dalším možným akrobatickým manévrem.

• Vývrtka

¹Samozřejmě, že např. let rovnoběžně se zemí by byl normálně možný. Důležitá je fráze „rovnoběžný s osou letadla“.

Aby pilot navedl letadlo do vývrtky, potřebuje snížit rychlost letounu na pádovou. Letadlo se poté točí kontrolovaně do spirály při prakticky volném pádu. Pádu se nám ovšem v mikrogravitaci dosáhnout nepodaří, tento manévr je tedy na ISS neproveditelný.

- **Další**

Převážná většina leteckých akrobatických kousků je potom kombinací výše zmíněných, například kubánská osmička je složena z několika přemetů a vývrtek (tedy půjde), či Immelmann - půlobrátko s půlpřemetem (půjde). Obecně by šlo říct, že všechny akrobatické kousky, které používají pouze křídýlka, směrovku a výškovku vykonat půjdou, zatímco jakéhokoliv manévru využívajícího volný pád nebude možné dosáhnout (za zmínku zde stojí například hammerhead a, jak už sám název napoví, pád po ocase).

Jaromír Mielec
jaromir@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.