

Čo je to aerodynamický tresk?

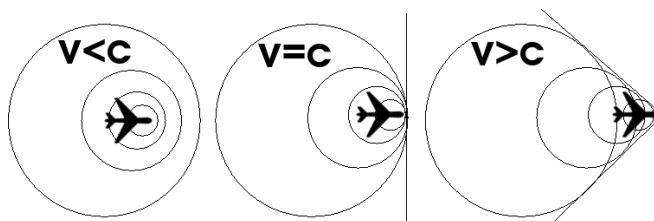
Naše uši sú citlivým nástrojom, pomocou ktorého dokážeme vnímať aj pomerne veľmi jemné zmeny tlaku vzduchu. Periodické zmeny tlaku, resp. hustoty vzduchu, nazývame zvuk. Ak v istej časti vyvoláme zmenu tlaku (hustoty), tak táto zmena sa šíri vzduchom všetkými smermi rovnakou rýchlosťou a hovoríme o šírení sa zvuku a jeho rýchlosti. Telesá pri pohybe vzduchom vytvárajú tzv. tlakové vlny. Tieto tlakové vlny nejako významne nepocítujeme. Avšak v prípade ak rýchlosť telesa (lietadlo, raketa, atď.) dosiahne rýchlosť zvuku, tak teleso postupuje spoločne s tlakovou vlnou, ktorú vytvára. V dôsledku toho sa intenzita vzniknutej tlakovej vlny niekoľkonásobne zvýši a prichádza k tzv. aerodynamickému tresku. Vzniká zvukový vnem podobný explózií.



Vznikajúce tlakové vlny nemajú nič spoločné s hlukom motora lietadla. Aj prelet kačky je sprevádzaný týmito vlnami. Pri podzvukových rýchlostiach sa tlakové vlny šíria postupne jedna za druhou (ich frekvencia súvisí z rýchlosťou), ale pri dosiahnutí kritickej rýchlosti zvuku sa všetky združia do jedinej vlny a šíria sa spoločne. Pri aerodynamickom tresku sa tak vznikajúce tlakové vlny navzájom zosilnia a vznikne jedna nárazová tlaková vlna šíriaca sa rýchlosťou zvuku spoločne s telesom (pozri obrázok). Kritickú rýchlosť nazývame Mach 1 o zodpovedá rýchlosti zhruba $c=1225$ km/h. Pri prelete lietadla aerodynamický tresk niekedy vnímame ako dva tresky. Prvý súvisí s nárastom tlaku (začiatok nárazovej vlny zodpovedajúci nosu lietadla) a druhý zodpovedá poklesu tlaku (spojeného s chvostom lietadla, kedy tlak klesne späť na normálnu hodnotu). Okrem preletu lietadiel a rakiet, sa s aerodynamickým treskom môžeme stretnúť aj pri prechode rýchlovlakov (Japonsko, Francúzsko) cez tunel (najmä pri východe z tunela).

Sila aerodynamického tresku závisí od veľkosti a hmotnosti lietadla. So zvyšovaním rýchlosti sa však intenzita (hlučnosť) tresku už nemení. Čím vyššia rýchlosť, tým neskôr po prelete lietadla príde k aerodynamickému tresku. Pri rýchlosti

jedného Machu je prelet sprevádzaný aerodynamickým treskom, naopak pri veľmi veľkých rýchlostiach k aerodynamickému tresku už neprichádza, pretože kužel aerodynamického tresku sa nepreťne so zemským povrchom. Aerodynamický tresk typicky prenáša "zvukovú energiu" niekoľkých stoviek megawattov na meter štvorcový a intenzita zvuku môže presiahnuť 200 decibelov. Výsledná tlaková vlna môže byť natoľko silná, že dokáže popraskať (dokonca aj rozbiť) okná. Aj preto sa tento pojem vyskytuje aj v poisťných zmluvách. Nad obývanými oblasťami by mali nadzvukové lietadlá prelietavať vo veľmi vysokých výškach, aby sa zamedzilo poškodeniam majetku v dôsledku aerodynamického tresku. Avšak pozorovalo sa, že aj prelety vo výške 21 km sú pre isté lietadlá problematické. Pripomeňme, že dopravné lietadlá lietajú vo výške zhruba 10 km. Rýchlosť zvuku bola poprvýkrát prekonaná 14. októbra 1947 americkým pilotom Chuckom Yeagerom.



V spojitosti s aerodynamickým treskom môžeme často vidieť aj obrázky, prípadne videá, zo štartu stíhačiek okolo ktorých sa vytvorí kuželovitý oblak, ktorý môžeme vidieť na Obrázku 2. Tento jav je síce úzko spojený s vysokou rýchlosťou lietadla, ale nijako nesúvisí s aerodynamickým treskom. Kuželovitý oblak, ktorý akoby graficky zobrazoval aerodynamický tresk, však vzniká už pri rýchlostiach o niečo málo nižších ako je rýchlosť zvuku. Navyše tesne po prekonaní rýchlosti zvuku tento oblak zaniká, kdežto aerodynamický tresk je prítomný pri akejkoľvek nadzvukovej rýchlosti. Tento bezosporu veľmi efektívny jav (nazývaný aj Prandtl-Glauertov kondenzačný oblak) súvisí so znížením tlaku a teploty na hodnoty, pri ktorých vodné pary obsiahnuté vo vzduchu skondenzujú a vytvoria oblak. Kondenzačný oblak vzniká pri tzv. Prandtl-Glauertovej singularite, t.j. pri rýchlostiach blízkej rýchlosti zvuku.

Napriek tomu, že podľa teórie relativity sa žiadne hmotné teleso nemôže pohybovať rýchlejšie ako svetlo vo vákuu, tak existujú situácie, v ktorých sa častice v materiály pohybujú rýchlejšie ako svetlo v tomto materiály. Pri dosiahnutí kritickej rýchlosti (t.j. rýchlosti svetla v danom materiály) sa začne vyžarovať energia vo forme elektromagnetického vlnenia, ktoré je svetelným analógom aerodynamického tresku a nazýva sa Čerenkovovým žiarením, ktoré objavil ruský fyzik Pavel Alexejevič Čerenkov a za tento objav dostal v roku 1958 Nobelovu cenu za fyziku.

MARIO ZIMAN