

Realizace kosmických letů

Jan Loskot

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

loskot.jan@post.cz

Abstrakt

Cílem příspěvku je seznámit posluchače s historií a technickým řešením kosmických letů. Důraz je kladen také na vliv přetížení, kosmického záření a dalších faktorů na člověka.

1 Historický úvod

Člověk má už odedávna potřebu poznávat nepoznané, klást si otázky a hledat na ně odpovědi. Po prozkoumání svého nejbližšího okolí chceme vědět, co je dál a ještě dál. Již v minulosti byli lidé fascinováni pohledem na noční hvězdnou oblohu a přemýšleli o tom, co tam vidí. Tak nejprve vznikaly staré báje a mýty o původu světa, bozích atd.

Trvalo dost dlouho, než byla objevena podstata „hvězdného nebe“ a než se potvrdilo, že Země je kulové kosmické těleso. Jak víme, měl tento objev dopady filozofické a církevní, ale také praktické. Začalo být jasné, že zemský povrch bude moci být relativně brzy prozkoumán, a lidská pozornost se obrátila „nahoru“ – do kosmu.

Ve 20. století dospěla věda a technika tak daleko, že umožnila rozvoj letů do vesmíru – tedy kosmonautiky. Pro tak náročnou záležitost, jakou jsou lety do kosmu, jsou potřeba nejvyspělejší technologie. Proto není divu, že kořeny moderní kosmonautiky jsou spjaty s vývojem vojenské techniky, která je vždy také napřed. Zásadní v tomto směru byly německé rakety V2, vyvíjené za 2. světové války pro bombardování nepřítele. Úspěšný vývoj rakety představoval obrovský skok na poli raketových technologií.

2 Technické řešení

Podmínkou kosmického letu je vymyslet technické řešení a realizovat je. Tedy mít dostatek vůle, schopných lidí, peněz a také vyspělou technologii. Pokud toto vše máme, můžeme se pustit do výroby. Pro úspěšný kosmický let je třeba připravit tři základní části - nosný prostředek (raketu), startovací a řídicí komplex (kosmodrom) a vlastní kosmický objekt (družici).

Důvodem, proč letět do kosmu, není pouze zvědavost či politická rivalita. Vesmírné prostředí nabízí možnosti, které na Zemi nenalezneme: vysoké vakuum, stav beztlíže, globální pohled na Zemi, možnost přiblížit se k tělesům Sluneční soustavy, nebo dokonce přistát na jejich povrchu... Je také odstraněn rušivý vliv atmosféry, čehož se využívá při astronomických pozorováních.

Jediným nosným prostředkem, který je schopen vynést užitečné zatížení na oběžnou dráhu, je v současné době raketa s chemickými raketovými motory. Dnešní rakety se obvykle skládají z několika stupňů, přičemž v každém z nich jsou raketové motory, nádrže na palivo a vnější plášť s nosnou konstrukcí. Důležitou roli hraje také řídicí systém, radiotechnika pro výměnu informací s řídicím střediskem, systém oddělování jednotlivých stupňů (s výbušnými šrouby a malými raketovými motorky) nebo třeba destrukční pyrotechnika pro případ

neúspěšného startu. Užitečným zatížením bývají obvykle vědecké přístroje a jiná technická zařízení.

Kosmodrom musí být umístěn tak, aby startující rakety prolétaly nad řídké obydleným územím, musí zajistit dokonalou přípravu pro hladký průběh startu. Kosmodromů proto na Zemi není mnoho, nejznámější z nich jsou Cape Canaveral na Floridě, Bajkonur v Kazachstánu a Kourou ve Francouzské Guayaně.

Důležité součásti kosmického zařízení jsou orientační a manévrovací motorky, zajišťující potřebné změny dráhy a orientaci v prostoru. Nezbytný je i systém dodávky elektrické energie složený většinou z akumulátorů a slunečních článků. Důležitá je i dobrá termoregulace, zajišťující stálou teplotu pro přístroje a v případě návratových těles se nesmí opomenout ani tepelná ochrana pro průlet atmosférou. Pilotované lety vyžadují rovněž systém zabezpečení životních podmínek (Life Support System - LSS). V případě těchto zařízení se většinou jedná o kusovou výrobu, jejich cena je proto velmi vysoká.

3 Navigační systémy

Navigační systémy slouží ke stanovení okamžité polohy a rychlosti kosmického tělesa. Inerciální navigační prostředky využívají vlastnosti setrvačníku (gyroskopu) zachovávat polohu rotační osy nehybně orientovanou v prostoru. Optické navigační prostředky využívají k navigaci zaměřování zvolených hvězd, nebo fotografické a laserové sledování ze Země. Radiotechnické navigační prostředky využívají principu radiolokace.

K měření rychlosti kosmických těles se využívá tzv. *Dopplerova jevu* (změna frekvence signálu v závislosti na rychlosti přibližování nebo vzdalování). Na tělese je umístěn nepřetržitě pracující vysílač, jehož vysílací frekvence je konstantní a známe ji co nejpřesněji. Na Zemi se potom měří frekvence přijímaného signálu a rozdíl frekvencí je úměrný radiální rychlosti tělesa. Touto metodou se podařilo sledovat rychlost vzdálených kosmických sond Pioneer a Voyager s přesností lepší než 10 mm za sekundu.

4 Telemetrické systémy

Telemetrické systémy slouží k přenosu naměřených údajů z kosmických těles na Zemi. Telemetrický systém dostává z každého čidla informace ve formě elektrického signálu. Po počítačovém zpracování jsou naměřená data vysílána radiovým vysílačem přes anténu k Zemi.

5 Stabilizační systémy

Stabilizace rotací využívá vlastnosti rotujících těles zachovávat beze změny osu rotace v prostoru (bezpilotní družice a sondy). Gravitační stabilizace využívá toho, že tělesa protáhlého tvaru se v gravitačním poli orientují podélnou osou k těžišti soustavy. Magnetická stabilizace je založena na tom, že permanentní magnety sledují orientaci magnetického pole (např. u Země). Aerodynamická stabilizace se využívá zejména při sestupu atmosférou - lze využít vznikající aerodynamické síly.

6 Regulace teploty

Pasivní systémy využívají kombinace konstrukčních materiálů (povrch těles je pokryt pokovenou fólií a vnitřní zdroje tepla jsou tepelnými mosty spojeny s povrchem, aby se teplo mohlo vyzařít). Pneumatické systémy chladí proudem vzduchu. Hydraulické systémy chladí proudem kapaliny (jsou účinnější než vzduchové).

7 Kosmické záření

Hlavními složkami kosmického záření jsou jádra vodíku a helia. Jejich vysoká rychlost umožňuje ionizovat atomy, což v biologické tkáni může narušit biochemické pochody. To může vést až k nemoci z ozáření. Čím více se částice zpomalí, tím větší ionizaci vyvolává. Dochází k poškození enzymů, bíkovin... Účinek záření se může projevit tvorbou zhoubných nádorů a poruchami tvorby krve; vliv má i na potomstvo.

Nevhodný ochranný filtr může způsobit vznik množství částic sekundárního záření v materiálu ochranného filtru nebo částice jen zpomalí, takže biologické působení ještě zesílí.

(Pozn.: Tok rychlých neutronů má v látce velkou pronikavost protože nenabitě neutrony nejsou ovlivňovány elektrickým nábojem atomových jader. Při srážkách neutronů s jádry sice může dojít k pohlcení neutronu, ale převážná většina srážek je pružných. Pro odstínění je obecně vhodné použít materiál, jehož atomová jádra mají hmotnost blízkou hmotnosti neutronu (voda, parafin, beton). Tím se neutrony zbrzdí.)

8 Tíže a přetížení

V kosmické lodi bychom mohli vytvořit umělou tíži rotací kosmické lodi okolo vhodné osy. Tím by v lodi vznikla setrvačná odstředivá síla, která by mohla hrát roli tíhové síly na Zemi. Taková síla by směřovala od osy rotace ven z kosmické lodi.

Vliv *přílišného* přetížení vyvolává pocity zvětšení tělesné hmotnosti, svalové stahy, přesun orgánů, poruchy krevního oběhu, poruchy vidění (závisí i na rychlosti zrychlování):

- zúžení zorného pole (pouze obraz na centrální části sítnice)

- „šedé vidění“

- „černé vidění“ – ztráta zraku, ale plné vědomí

Při urychlení 5-6 g spotřeba kyslíku stoupne na dvojnásobek, zejména kvůli zatížení svalů udržujících polohu. Poloha astronauta proto musí vyžadovat minimální zatížení svalů kvůli menší spotřebě kyslíku (a menší únavě). Pozitivním faktem je, že lidský mozek je uložen v kapalině (mozkomíšním moku), což zvyšuje jeho odolnost vůči vnějším vlivům (názrům).

Některá kosmická tělesa (umělé družice) se uvádějí do rotačního pohybu, aby byla stabilnější. Pro rakety s lidskou posádkou se to ale nehodí – objevují se škubavé pohyby očí, nevolnost (kvůli podráždění kanálků ve vnitřním uchu), praskání kapilár, poruchy CNS...

Nejsilnějším zdrojem hluku a vibrací je proud plynů vytékající nadzvukovou rychlostí ze spalovací komory. Mimo atmosféru se zvětšují vibrace a hluk, které se přenášejí konstrukcí rakety, protože kmity stěn nejsou tlumeny odporem vzduchu.

9 Urychlení kosmické sondy

Kosmická sonda vysílaná do vzdálenějšího vesmíru bývá uvedena na takovou dráhu, aby byla urychlena průletem okolo nějaké planety. Vzhledem k nerotující sluneční soustavě se planeta pohybuje rychlostí, kterou musíme přičíst k rychlosti kosmické sondy. Při správné konstelaci směrů těchto rychlostí se sonda vzdaluje od planety rychleji, než přiletěla. Teprve potom má rychlost dostatečnou pro další let. K urychlení dojde na úkor kinetické energie planety, vliv sondy na pohyb planety je však díky malé hmotnosti sondy zanedbatelný.

10 Závěr

Rozvoj kosmonautiky odráží vývoj naší technicky vyspělé civilizace. Spojuje se v něm mnoho odvětví vědy a techniky, v dnešní době stále nabírá na významu i nutnost mezinárodní mírové spolupráce. Bohužel dnešní svět potřebuje řešit palčivější problémy, než jsou kosmické lety, proto se zájem o tuto problematiku v posledních letech zmenšil. Doufejme, že v budoucnu bude vesmírný výzkum opět více podporován.

Reference

- [1] A. Holub, *Minikurz kosmonautiky*, <http://mek.kosmo.cz/zaklady/kurs.htm>
- [2] A. Holub, *Navigace*, <http://mek.kosmo.cz/zaklady/technika/navigace.htm>
- [3] A. Holub, *Telemetrie*, <http://mek.kosmo.cz/zaklady/technika/telemetr.htm>
- [4] A. Holub, *Orientace a stabilizace*, <http://mek.kosmo.cz/zaklady/technika/ori-stab.htm>
- [5] A. Holub, *Regulace teploty*, <http://mek.kosmo.cz/zaklady/technika/teplota.htm>
- [6] J. Dvořák, P.K. Isakov, J. Hospodář, *Člověk v meziplanetárním prostoru*, Orbis, Praha, 1960, str. 24-26, 30-31, 59-60
- [7] I. Štoll, *Svět očima fyziky*, Prometheus, Praha, 1996, str. 48
- [8] J. Nahodil, *Fyzika v běžném životě*, Prometheus, Praha, 2004, str. 87-88