

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

O některých problémech kosmických letů

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 5 (1960), No. 1, 84,85--93

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137081>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1960

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

O NĚKTERÝCH PROBLEMECH KOSMICKÝCH LETŮ

V září minulého roku prožilo lidstvo několik vzrušujících chvil. Člověku se poprvé podařilo dosáhnout jiného nebeského tělesa. Druhá sovětská raketa dosáhla po letu, trvajícím asi jeden a půl dne, měsíčního povrchu. Sovětský svaz slavil nový triumf na poli vědy a techniky.

Shrňme průběh této historické události.

V sobotu dne 12. září 1959 oznámila sovětská tisková kancelář TASS, že v rámci programu výzkumu meziplanetárního prostoru a přípravy k meziplanetárním letům byla v SSSR dne 12. září 1959 vypuštěna druhá kosmická raketa směrem k Měsíci.

Raketa byla několikastupňová, poslední stupeň (řiditelný) vážil bez pohonných látek 1511 kg. Nesl kabinu s vědeckými přístroji o celkové váze (se zdroji energie) 390,2 kg. Když se raketa dostala na určenou oběžnou dráhu, oddělila se kabina s vědeckými měřicími přístroji od posledního stupně.

Pro vizuální pozorování byla raketa vybavena zařízením pro vytvoření sodíkového mraku — umělé komety, která se měla vytvořit 12. září 1959 v 21 hodin 39 minut 42 vteřin moskevského času. Předpokládaný okamžik dopadu rakety na měsíční povrch byl 14. září 1959, 00 hodin 05 minut moskevského času.

Sovětští vědci se tímto činem vynikajícím způsobem připojili k nesčetným přáním „šťastné cesty“ soudruhovi N. S. Chruščevovi v předvečer jeho odjezdu do USA.

Krátce po zprávě TASS oznámil vicepresident AN SSSR ak. A. V. Topčijev, že sovětské pozorovací stanice mají nepřetržité spojení s vysílacími stanicemi, umístěnými na palubě rakety, a že zaznamenávají bohaté vědecké údaje.

12. září 1959 ve 22 hodin moskevského času byla druhá sovětská kosmická raketa nad územím Tanganjika v Jižní Africe, vzdálena asi 152000 km od Země. Všechna vědecká zařízení v přístrojové kabině pracovala normálně. Teplota v kabině se pohybovala mezi 20—25°C.

Ve 21 hodin 39 minut 42 vteřin bylo možno pozorovat sodíkový mrak, vytvořený raketou, v souhvězdí Vodnáře. Ředitel Taškentské astronomické observatoře prof. V. Ščeglov oznámil zpravodaji TASS, že umělá sodíková kometa byla fotografována. Klimatické podmínky byly příznivé, takže lze očekávat, že snímky budou jasné.

Signály sovětské kosmické rakety byly zachycovány na celém světě. V SSSR je zachytili v Leningradě a v Taškentu, dále byly zachyceny v San Franciscu, v Tokiu a ve Francii. V ČSR zachytili signály rakety pracovníci Geofysikálního ústavu ČSAV a pracovníci ČTK. Krátce po zprávě o vypuštění druhé sovětské kosmické rakety zaslechl její signály také vysílač tiskové agentury ADN v Berlíně.

13. září 1959 oznamuje ČTK z Moskvy: TASS oznamuje, že druhá sovětská kosmická raketa se dostala do gravitačního pole Měsíce a že se kolem 17 hodin (moskevského času) přiblížila k tomuto nebeskému tělesu na vzdálenost asi 45000 km. Rychlost rakety byla v tuto dobu 2,33 km/sec. Raketa dopadne na měsíční povrch pravděpodobně v oblasti *Mare serenitatis* (Moře jasu), *Mare Tranquillitatis* (Moře klidu) a *Mare Vaporum* (Moře par). Raketa dopadne na měsíční povrch rychlostí 3,3 km/sec. Vysílače, pracující s frekvencí 183,6 MHz a 39,986 MHz, fungují normálně. Zesláblly signály vysílače na frekvence 19,993 MHz a signály dvou vysílačů, umístěných v posledním stupni rakety, vysíla-

na jiné nebeské těleso. Na počest této významné události byly na povrch Měsíce dopraveny emblemy se státními znaky SSSR a s nápisem „Svaz sovětských socialistických republik. Září 1959“. Aby bylo zajištěno, že emblemy nebudou při nárazu na měsíční povrch poškozeny, byla učiněna příslušná opatření. Program vědeckého měření byl dokončen. V okamžiku, kdy kabina s vědeckými přístroji narazila na měsíční povrch, přestaly pracovat rozhlasové vysílače v kabině umístěné. Dosažení Měsíce je významným úspěchem sovětské vědy a techniky. V průzkumu kosmického prostoru se otevírá nová epocha.

Moskva 14. září 1959 (ČTK): Ústřední výbor KSSS a Rada ministrů SSSR poslaly zdravici vědcům, konstruktérům, inženýrům, technikům a dělníkům, kteří se podíleli na vypuštění druhé sovětské kosmické rakety na Měsíc. Vyslovují přesvědčení, že nové vítězství sovětské vědy a techniky poslouží upevnění míru v celém světě a rozvoji přátelských vztahů mezi všemi národy.

Z tiskové konference, uspořádané presidiem Akademie věd SSSR a Státním výborem pro kulturní styky se zahraničím:

Vicepresident AN SSSR ak. A. V. Topčijev prohlásil, že po vědecké laboratoři — po sovětské kosmické raketě — má na povrch Měsíce vstoupit člověk. Tento úkol je velmi obtížný, není však daleká doba, kdy bude splněn. Vědecká aparatura, umístěná v kabině s vědeckými přístroji, fungovala až do okamžiku dopadu na měsíční povrch normálně. Úspěchu — dosažení měsíčního povrchu — bylo mimo jiné dosaženo tím, že bylo použito řídicího zařízení, které s mimořádnou přesností zachovávalo předem vypočtené parametry dráhy rakety. Plně se sovětská vědci vyrovnali také s problémem, jak zabránit zamoření měsíčního povrchu zemskými mikroorganismy.

Akademik L. Sedov uvedl na tiskové konferenci, že kosmický let, jaký byl právě druhou sovětskou raketou realizován, vyžaduje mimořádné přesnosti řízení rakety. Počáteční rychlost rakety musí být dodržena s přesností na 1 m/sec co do směru letu nesmí chyba činit více než jeden stupeň, dobu startu rakety je třeba dodržet s přesností na vteřiny. Všechny tyto požadavky byly splněny.

Prof. S. N. Vernov promluvil na tiskové konferenci o dvou pásmech kosmického záření vysoké intensity, obepínajících Zemi¹⁾.

Prof. K. Kukarkin informoval tiskovou konferenci o pozorováních umělé komety, vytvořené druhou sovětskou kosmickou raketou za jejího letu k Měsíci.

Prof. J. Kalinin se zabýval otázkou zemského magnetismu. Za zdroj zemského magnetismu se dnes pokládá tekuté jádro Země. O Měsíci je známo, že takové jádro nemá. Druhá sovětská kosmická raketa, která měla — kromě jiného — měřit také zemské a eventuální měsíční magnetické pole, může zde přinést potvrzení nebo vyvrácení této hypotézy²⁾.

Člen koresp. AN SSSR J. K. Fjodorov promluvil na tiskové konferenci o tom, jak bylo zabráněno zamoření měsíčního povrchu zemskými mikroorganismy (dodržování sterility při stavbě rakety, desinfekční postřík kabiny s vědeckými přístroji při dopadu na povrch Měsíce), a dále o tom, co se očekává od údajů rakety pokud jde o složení prostoru mezi Zemí a Měsícem.

¹⁾ O tomto objevu viz článek prof. V. Petržílky v tomto čísle.

²⁾ V tomto směru je zajímavá zpráva (RUDÉ PŘÁVO z 29. IX. 1959), že prof. N. Kozyrev oznámil na jerevanské všesvazové konferenci vulkanologů, že „hypotézu sovětských vědců o tom, že Měsíc nemá magnetické pole, lze pokládat za prokázanou“. To souvisí s objevem dvou pásem kosmického záření vysoké intensity, obepínajících Zemi, o němž mluvil S. N. Vernov. (Viz pozn. 1.)

Tisková konference se ovšem neobešla bez otázek poněkud provokačního charakteru. Akademik A. V. Topčijev kategorickým „nikoli“ odpověděl na otázku, činí-li si SSSR přednostní nárok na vědecké výzkumy v oblasti Měsíce, kam dopadla sovětská raketa, prof. J. K. Fjodorov vyvrátil zprávy, že vypuštění rakety přecházely dva neúspěšné pokusy a na otázku, je-li to náhoda či nikoli, že druhá sovětská kosmická raketa byla vypuštěna právě v předvečer cesty N. S. Chruščova do USA, odpověděl, že start rakety byl určen podmínkami astronomickými, že však nicméně sovětské vědce těší, že první let na Měsíc mohl být realizován právě v době, kdy předseda rady ministrů SSSR odjíždí do USA.

Jménem ÚV KSČ, vlády Československé republiky a všeho československého lidu blahopřál ÚV KSSS, N. S. Chruščevovi, sovětské vládě, sovětským vědcům a všem pracujícím Sovětského svazu k světodějnému úspěchu sovětské vědy první tajemník ÚV KSČ a prezident republiky Antonín Novotný.

* * *

Astronautika ve své dnešní — praktické a experimentální — podobě, je velmi mladým vědním oborem — je jí něco málo přes dva roky. Přesto se vyvíjí tempem, jímž se nemůže pochlubit žádná věda. V období dvou let bylo provedeno 37 startů za hranice Země, pět sovětských a 31 amerických. Bylo z nich úspěšně provedeno vypuštění patnácti umělých družic Země, dvou umělých planet a přímý let na Měsíc.*)

Konečný cíl astronautiky pro nejbližší budoucnost je kosmický let člověka. Přes pronikavé dnešní úspěchy astronautiky bude třeba k dosažení tohoto cíle vyřešit ještě mnoho problémů, které zasahují takřka do všech vědeckých a technických oborů. Úspěchy astronautiky, zejména úspěchy sovětské, přiblížily tento vědní obor obecnému zájmu, který daleko přesahuje hranice odbornické. Méně je však laikům známo o obtížích, jež je třeba překonat, aby se do kosmického prostoru dostal člověk. O některých problémech v tomto směru v dalším pohovoříme.

K problému návratu astronautů

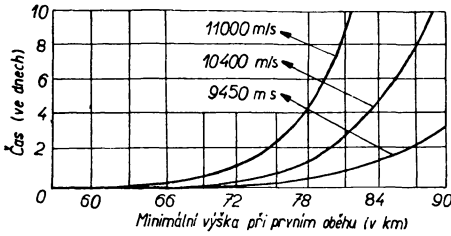
Astronauté se budou vracet z kosmických cest rychlostmi řádově nejméně v kilometrech za vteřinu. Vletět takovou rychlostí do hustších vrstev zemského ovzduší znamená vystavit kosmickou loď nebezpečí, že shoří. Je proto problém brzdění kosmické lodi při jejím vracení se na Zemi jedním ze základních problémů v dnešní vývojové etapě astronautiky.

Pro brzdění letu kosmické lodi při návratu z kosmické cesty přicházejí v úvahu teoreticky dvě možnosti: motorické brzdění nebo brzdění odporem vzduchu při vnoření kosmické lodi do zemského ovzduší. Motorickým brzděním rozumíme brzdění vypuzováním plynů z raketového motoru proti směru letu (raketové brzdy). Z hlediska řízení letu kosmické lodi je nesporně lepší, než brzdění odporem vzduchu, neboť astronaut tu má loď plně v rukou — za předpokladu, že má na palubě dostatek energie. V tomto předpokladu je však základní potíž, která tento způsob brzdění zatím takřka vylučuje; k motorickému brzdění by totiž bylo zapotřebí velkého množství pohonných látek, tak velkého, že konstruován je dnes, kdy máme k dispozici zatím jen chemické raketové motory, kosmická

*) V době, kdy šel rukopis tohoto článku do tisku. Dnes jsou tato čísla opět překonána.

loď s raketovými brzdami takřka nerealizovatelná. Řešení v tomto směru přinesou patrně až nechemické raketové motory (atomové, fotonové).

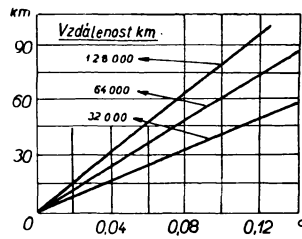
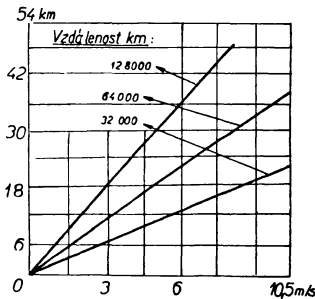
Nechemický reaktivní pohon kosmických lodí nevyšel však dosud z fáze teoretických výzkumů, zůstává proto pro nejbližší budoucnost jen možnost brzdění kosmické lodí při návratu na Zemi (popřípadě při přistávání na nebeském tělese, kde je atmosféra) odporem ovzduší — možnost, která je v dosahu dnešní techniky.



Obr. 3. Závislost trvání letu kosmické lodí po brzděných oběžných drahách na minimální výšce při prvním oběhu.

a opět z něho vyletí do kosmického prostoru. Tím se poněkud zvolní její let, loď obletí zeměkouli po eliptické dráze — po tzv. brzděné elipse — při tom se ochladí, a vnoří se do zemského ovzduší po druhé; zase z něho vyletí, oběhne Zemi, tentokrát po kratší eliptické dráze, neboť druhým průchodem zemskou atmosférou se opět přibrzdila, opět se vnoří do zemského ovzduší atd., až konečně se její rychlost sníží natolik, že může nasadit k přistání na zemském povrchu (pravděpodobně klouzavým letem). Toto brzdění po „brzděných“ elipsách³ vyžaduje mimořádně přesného řízení rychlosti a směru letu, má však naproti tomu tu nesmírnou výhodu, že spotřeba pohonných látek, tedy také startovací váha kosmické lodí, je mnohokrát menší, než při brzdění motorem.

Brzdění odporem vzduchu při vnoření kosmické lodí do zemského ovzduší musí být postupné, tj. kosmická loď se musí do atmosféry vnořit několikrát a opět z ní vylétávat. Jednorázové zabrzdění odporem vzduchu by mohlo znamenat — jak jsme již řekli — pro ni katastrofu. Postupným brzděním odporem vzduchu rozumíme toto: kosmická loď proletí při návratu k Zemi ovzduším ve velké výšce, kde je atmosféra velmi řídká,

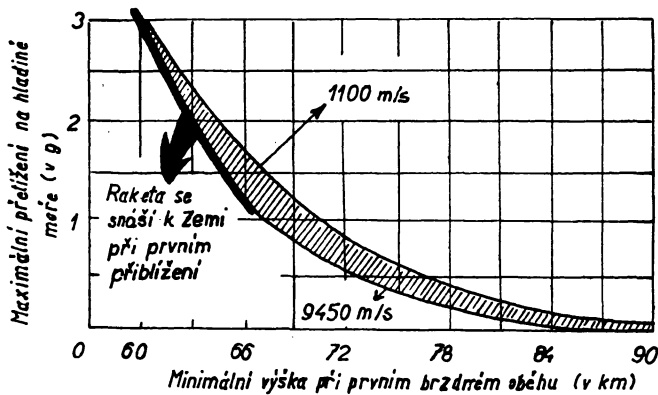


Obr. 4. Vliv chyb při měření velikosti (a) a směru (b) rychlosti na výšce perigea první brzděné dráhy.

Výpočty ukazují, že dosáhne-li se při oddělení posledního stupně kosmické rakety s užitečným zatížením cca 7000 kg potřebné rychlosti s přesností $0,001^\circ$ co do směru letu a $0,3$ m/s co do rychlosti letu, je třeba pro korigování nepředvídaných odchylek v letové dráze a rychlosti na přesnost, jíž je třeba k přistání při návratu k Zemi po brzděných elipsách, zvláštní zásoba asi 140 kg pohonných látek. K zabrzdění kosmické lodí při návratu na Zemi z rychlosti 11 km/s^3 na $7,6 \text{ km/s}$ raketovou brzdou by bylo třeba asi 27 000 kg pohonných látek, což znamená mnohonásobné zvětšení celkové váhy rakety.

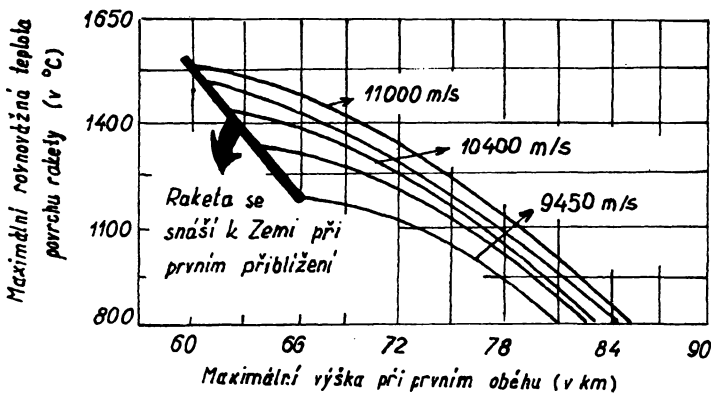
³) $11,2 \text{ km/s}$ je rychlost, již musí raketa dosáhnout, aby se vymanila z gravitačního pole Země (tzv. 2. kosmická rychlost).

Doba, po kterou bude vracející se kosmická loď obíhat Zemi po brzdících elipsách, závisí na rychlosti lodi a na výšce perigea prvního brzdícího oběhu. Obrázek 3 ukazuje graf závislosti délky doby brzdění na perigeu prvního brzdícího oběhu, obrázek 4 vliv chyb při změření velikosti (a) a směru (b) rychlosti v perigeu prvního brzdícího oběhu.



Obr. 5. Závislost přetížení při vnoření se kosmické lodi do ovzduší na výšce perigea první brzdící dráhy.

Výpočty dále ukazují, že jestliže kosmická loď s malým poměrem váhy k odporu ($\approx 500 \text{ kg/cm}^2$) vletí poprvé do zemského ovzduší rychlostí 11 km/s ve výšce 82 km, bude obíhat Zemi přibližně 9 dní, než se dostane na kruhovou oběžnou dráhu, která bude celá uvnitř zemské atmosféry. Při prvním vletu do zemského ovzduší ve výšce 67 km se tato



Obr. 6. Maximální rovnovážná teplota povrchu kosmické lodi.

doba sníží na 10 hodin. Z hlediska rychlého brzdění bude tedy výhodné, aby k vnoření do zemského ovzduší došlo co možná nejbližší zemského povrchu. Tato výhoda se však zase platí zvětšením přetížení, kterému bude kosmická loď při vletu do atmosféry podrobena, a zvětšením aerodynamického zahřívání jejího těla. Tak např. při vnoření do atmosféry s rychlostí 11 km/s ve výšce 82 km nad zemským povrchem (při prvním brzdícím oběhu)

bude přetížení $0,24^4)$ g a maximální rovnovážná teplota⁵⁾ povrchu kosmické lodi přibližně 1000°C ; při výšce 67 km bude přetížení činit $1,6\text{ g}$ a rovnovážná teplota povrchu bude asi 1500°C . Bude proto nutné najít v tomto směru optimum. V obraze 5 je graf závislosti maximálního přetížení při prvním brzděném vnoření do zemského ovzduší na výšce perigea prvního brzděného oběhu, na obraze 6 graf závislosti maximální rovnovážné teploty povrchu kosmické lodi na této výšce.

Při propočítávání teplot se předpokládalo⁶⁾ že vztlak kosmické lodi je roven nule, že mezní vrstva atmosféry je laminární a že koeficient tepelného vyzařování lodi je $0,5$. Kosmická loď má být řízena astroinerciální soustavou, poloha a směr letu vzhledem k Zemi mají být zjišťovány opticky. Údaje přístrojů mají být zpracovávány matematickým strojem. Algoritmy, na jejichž podkladě tento stroj pracuje, bude třeba ještě korigovat vzhledem k těmto okolnostem:

1. Nepřihlíží se k zploštění zeměkoule na pólech, což vede k odchylce skutečné dráhy kosmické lodi od dráhy vypočtené;
2. nepřihlíží se k možným odchýlkám pohybu kosmické lodi od roviny její dráhy;
3. vliv jiných nebeských těles se zanedbává.

Řízení kosmické lodi při jejím návratu k Zemi musí být — jak již bylo řečeno — velmi přesné. Chyba velikosti $0,01^\circ$ při zaměření směru ve vzdálenosti 128000 km od Země vede k chybě ve výšce perigea prvního brzděného oběhu až 12 km , při zaměření ve vzdálenosti 32000 km od Země k chybě až 6 km . Chyba velikosti $1,5\text{ m/s}$ při stanovení rychlosti vede při vzdálenosti 128000 km resp. 30000 km od Země k chybám 9 km resp. 3 km ve výšce perigea. Chyba $0,01^\circ$ při určování směru letu kosmické lodi ve vzdálenosti 32000 km od Země znamená tak pětinašobné zvětšení doby, po kterou kosmická loď musí obíhat po brzděných drahách.

Možnost dosáhnout uvedených přesností, potřebných při řízení návratu kosmické lodi k Zemi, je nutno ještě prověřit. Kdyby dnešní přístroje takovou přesnost řízení nezaručovaly, bude třeba oba způsoby brzdění — odporem vzduchu a raketovými brzdami — kombinovat.

Pilotní kabina kosmické lodi

NACA⁷⁾ uveřejnil projekt pilotní kabiny pro kosmické lodi s technickými požadavky pro vytvoření životních podmínek za kosmického letu a pro umožnění návratu na Zemi.

Kabina je umístěna celá v hlavě rakety (kosmické lodi). Můžeme mluvit o třech jejích částech: o dolní části, v níž je termoabsorbátor, brzděná raketa a tlumič nárazů; o střední části, v níž je vlastní kabina, a o horní části, v níž jsou padáky a zařízení (rakety) pro oddělení kabiny od mateřské lodi.

Vlastní kabina má několikavrstvový vnitřní plášť z titanu. Připouští se svařovaná pološkořepina z titanu nebo nerezavějící oceli. Dále má kabina vnější plášť tvaru komolého kužele. Je zhotoven z žebrového plechu z niklové slitiny o tloušťce $0,25\text{ mm}$. Mezi vnějším a vnitřním pláštěm je tepelná a zvuková izolační látka. Širší konec kuželového tělesa kabiny je opatřen berylliovou deskou, která slouží za pohlcovač tepla při vnoření kabiny do hustých vrstev ovzduší. Na této desce jsou upevněny brzdící rakety. Na dolním konci kabiny mohou být také vrstvy tepelné izolační látky, jež se proudem vzduchu smyjí. Mezi termo-

⁴⁾ g je tíhové zrychlení na povrchu Země.

⁵⁾ Teplota, při níž povrch tělesa stejné množství tepla vyzařuje, kolik ho pohlcuje.

⁶⁾ Všechny údaje pocházejí z laboratoří *National Advisory Committee for Aeronautics* (Národní poradní výbor pro aeronautiku, zkratka NACA).

⁷⁾ Viz pozn. 6).

isolační deskou a vlastní kabinou (kulovou) je nafukovací pneumatický tlumič nárazů. Celková váha kabiny byla odhadnuta na 1100 kg.

Dolní („přední“) část kabiny, kterou tato vniká do atmosféry, musí být tupá, nikoli aerodynamického tvaru, aby se dosáhlo maximálního čelního odporu vzduchu a co nejrovnoměrnějšího rozdělení tepla po povrchu. Kabina se nesmí kymáčet. Značné jsou požadavky na pevnost. Kabina musí snést přetížení 25 g ve směru osy, 4 g z boku, 25 g při vypuštění z mateřské kosmické lodi, 15 g při nárazu na vodní hladinu. Kromě toho musí vydržet nárazy malých meteorů.

Tlak vzduchu v kabině musí být 1 atm. Připouští se maximální pokles tlaku 1% za 28 hodin. Tepelné spády mezi jednotlivými částmi kabiny nesmí být větší než 167°C. Maximální přípustná teplota jednotlivých částí kabiny je 315°C.

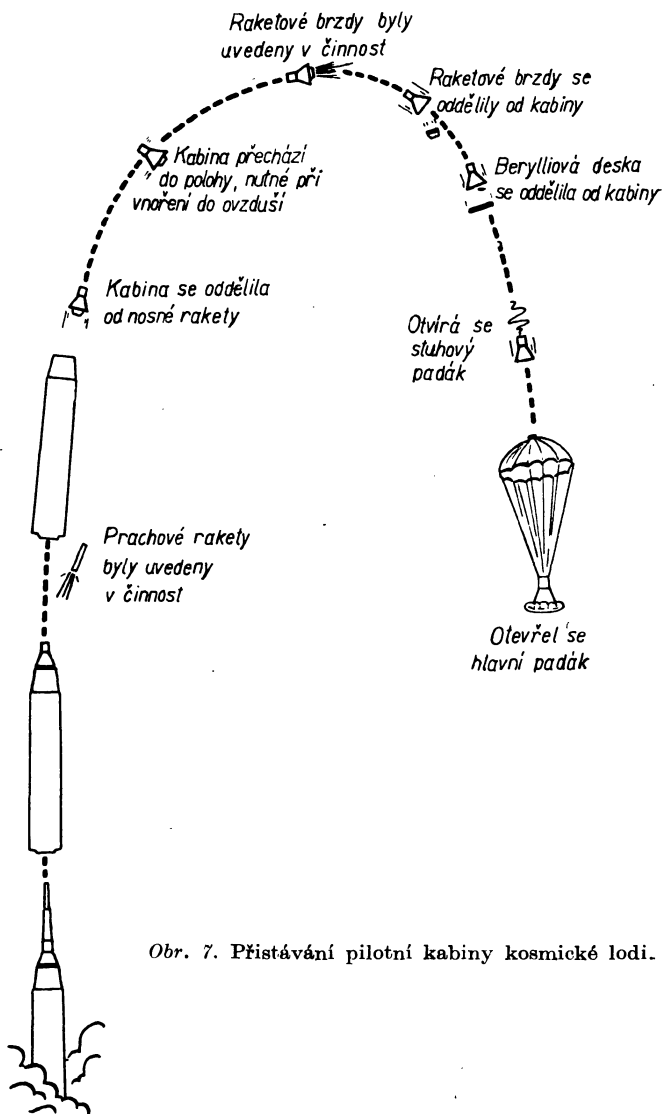
Počítá se, že odporem vzduchu vznikne v čelní části kabiny za 500 s od okamžiku vnoření do hustých vrstev atmosféry pod úhlem 0,5 až 3° přítok tepla 140–280 kcal/m². Úhrnný přítok tepla bude asi 22000 kcal/m² při úhlu vnoření do ovzduší rovinném 0,5°.

Vedením tepla z dolní části kabiny do bočních stěn se tyto zahřejí na 760–780°C. Úhrnný přítok tepla se tu odhaduje na 2800 kcal/m².

Termoisolační vrstva váží 0,6 kg/m² povrchu stěn. Plášť pohltí tepelný tok až 70 kcal/m².

Zvuková izolace (dvě vrstvy tepelné a zvukové izolace spolu s dvojitým kovovým pláštěm kabiny) snížil intenzitu vnějších zvuků frekvence 600 Hz na 30 dB.

Přistávání kabiny je schematicky znázorněno v obraze 7. V první fázi se uvede v chod



Obr. 7. Přistávání pilotní kabiny kosmické lodi.

prachová raketa v hlavě mateřské lodi, která odkatapultuje kabínu a odchýlí ji od původního směru letu. Tato raketa sama se pak oddělí. Kabína se pak pootočí širším koncem „před“, načež se uvedou v chod brzdné rakety. Tyto udělí kabině brzdnou rychlost až 150 m/s, a odchýlí ji o 0,5 až 3°, což je nejvýhodnější pro vnoření do hustých vrstev atmosféry. Brzdné rakety a berylliová deska se pak oddělí od kabíny. V jejím dně zůstane tlumič nárazů, který se před přistáním kabíny nahustí vzduchem. Slouží k změkčení dopadu na pevnou zem a k usnadnění plavání kabíny v případě, že by padla do vody.

Kabína je opatřena stuhovým a hlavním (obyčejným) padákem a servomechanismy pro stabilisování polohy v jednotlivých fázích přistávání.

Pro usnadnění lokalisace kabíny z pozemních stanic je stuhový padák opatřen kovovým nátěrem, dobře odražejícím radiolokační impulsy, a hlavní padák nátěrem sytým oranžovým.

Pro případ dopadu do vody musí být kabína schopna alespoň 12-hodinové plavby.

Kabína musí být opatřena mimo jiné těmito zařízeními: radiotelefonními vysílacími a přijímacími přístroji, přijímačem příkazů z pozemních stanic, telemechanickým zařízením pro vysílání dat k Zemi, vysílačem, umožňujícím lokalizaci kabíny po přistání, světelným signalizačním zařízením, fotokomorami pro fotografování uvnitř i vně kabíny, přístroji pro kontrolu parametrů, souvisících s fyziologií astronautů (elektrokardiograf, měření tělesné teploty, registrace tepu ap.).

Projekt měl být vyzkoušen po všech stránkách na základně Cape Canaveral (Florida) na oběžné dráze kolem Země s apogeem 193 km a perigeem 177 km. Tato dráha umožňuje nejlepší kontrolu přistávání. Mateřskou raketou měla být raketa „Atlas D“.

Velmi podrobně se otázkou návratu posádky z kosmické cesty zabývalo druhé mezinárodní symposium o fyzikálních a lékařských problémech atmosféry a meziplanetárního prostoru, které se konalo v San Antoniu (Kalifornie). Došlo se k závěru, že nejbezpečnější je odkatapultování celého posledního stupně kosmické lodi. Symposium navrhlo vypracovat v tomto směru potřebná opatření, mimo jiné také automatické katapultování v případě havárie, které je mnohem spolehlivější, rychlejší a přesnější, než jakákoli reakce člověka.

Matematický stroj v kosmické lodi

Hlavním požadavkem, který se klade na matematický stroj pro kosmické lodi, je spolehlivost. Pravděpodobnost, že dnešní matematické stroje budou pracovat bez poruch po dobu 10,6 dní — což odpovídá letu na Měsíc — je 0,000045. To je velmi málo z uvedeného hlediska. Trvání letu na Mars a zpět při iontovém pohonu kosmické lodi se odhaduje na jeden a půl roku. Matematický stroj takové lodi musí proto být schopen oprav za letu a vyžaduje obsluhující personál.

Hlavní výpočty, které bude nutno provádět v kosmické lodi pomocí matematického stroje, jsou dány charakterem letu. Probereme je z hlediska letu na Mars (s iontovým raketovým pohonem), který bude sestávat z těchto etap:

- a) Vzlet se Země na oběžnou dráhu kolem ní;
- b) odlet z této dráhy k Marsu (únik ze zemského gravitačního pole);
- c) navedení kosmické lodi na oběžnou dráhu kolem Marsu;
- d) let kolem Marsu (bez přistání);
- e) návrat k Zemi (opakování uvedených etap, kromě vzletu s povrchu Marsu);
- f) přistání na Zemi.

Jde o kosmický let typu „družice Země — družice Marsu“.

V první etapě bude matematický stroj počítat velikost a směr rychlosti letu, a zpracovávat údaje, týkající se orientace kosmické lodi v prostoru. Matematický stroj určí také

okamžik oddělení vzletového motoru od lodi (tj. okamžik, kdy bude dosaženo požadované rychlosti). Přesnost kontroly rychlosti musí být 0,0002, tj. 1,5 m/s při rychlosti 7500 m/s. Zrychlení bude v tomto okamžiku asi 10 g, což klade na matematický stroj požadavek, aby pracoval s rychlostí ne menší než jedna operace za 1/60 s.

Těmto požadavkům vyhoví pravděpodobně číslicový matematický stroj s diferenciálním analyzátozem.

Po dobu vlastního letu z oběžné dráhy kolem Země na oběžnou dráhu kolem Marsu se použije iontového raketového motoru. Zrychlení, vyvíjená tímto motorem, jsou řádově deset tisíc krát menší, než při vzletu, což si vyžádá značnou změnu režimu práce matematického stroje a zvýšení citlivosti přístrojů, registrujících zrychlení.

Pro orientaci kosmické lodi v prostoru lze použít také pozemní radiolokační stanice (nebo soustavy takových stanic), která vysílá ke kosmické lodi údaje o její poloze, jež se pak na palubě zpracují. Za tím účelem je však třeba matematický stroj v kosmické lodi doplnit se dvěma paměťmi, neboť číslicový diferenciální analyzátor zpracovává jen údaje s malými přírůstky, a nikoli informace, jež docházejí s velkými skoky. Paměťová sekce informace pozemní radiolokační stanice přijme, zpracuje, a předá k dalšímu zpracování číslicovému diferenciálnímu analyzátoru.

Složitější je navedení kosmické lodi na oběžnou dráhu kolem Marsu. Zde musí matematický stroj určit bod, v němž je nutno změnit směr tahu raketového motoru. Úloha je dále o to složitější, že oběžná dráha Marsu kolem Slunce není přesně kruhová a že neleží v téže rovině, jako oběžná dráha Země kolem Slunce. Aby výpočtářská práce byla spolehlivá na 99%, bylo by třeba matematického stroje, stavěného na průměrné trvání práce 70 let.

Pro toto složitě navedení kosmické lodi na oběžnou dráhu kolem planety se navrhuje použít astroinerciálního zařízení, jímž lze provést zaměření směru na Slunce a na dvě vztažné hvězdy. Zařízení je gyroskopicky stabilisováno. Pro měření vzdálenosti od Slunce lze použít metod (radiotechnických nebo jiných), založených na viditelné ploše slunečního kotouče. Data, zjištěná touto soustavou, se pak transformují v číselný kod, který se vloží do matematického stroje k dalšímu zpracování.

Přesnost optických měření nesmí být menší než jedna úhlová minuta. Menší přesnost vede v okamžiku změny směru tahu raketového motoru k chybě několika tisíc kilometrů v poloze kosmické lodi. Požadavek takové přesnosti vyžaduje pak zase přesnost výpočtů stroje na 0,00001, což odpovídá v dvojkové soustavě 17 místům. Žádoucí je stroj, provádějící výpočty na 20 míst.

Návrat na Zemi vyžaduje nových výpočtů. V této fázi však bude pravděpodobně možné navádět kosmickou loď na brzděné oběžné dráhy se zemského povrchu.

Výhodou kosmického vakua pro práci matematického stroje bude jednak suchost prostředí, jednak okolnost, že vakuum elektronek se nebude snižovat. Nevýhodou bude, že kondensátory s kapalinovým plněním přestanou v kosmickém vakuu fungovat dříve, než ve vzdušném prostředí.

Velkou obtíží může být rychlé vypařování mazacích látek ve vakuu. Není proto vyloučeno, že matematický stroj bude muset být umístěn celý v kabině s atmosférou.

Kosmické záření a radioaktivní produkty nukleární pohonné soustavy si možná vynutí použít elektronek a magnetických přístrojů, místo polovodičových prvků.

(Dokončení)