

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

O některých problémech kosmických letů [Dokončení]

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 5 (1960), No. 2, 174--184

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137053>

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>

ních jehel nahradit zrcadlovými dalekohledy. Jiná možnost vyplývá ze skutečnosti, že emisní záření nebeských objektů není přesně monochromatické; záření oblohy by bylo možno proniknout pomocí fotodetektoru, který je naladěn o $1/2$ Å mimo střed čáry $L\alpha$.

Někteří astronomové však soudí, že budeme vždy odkázáni na měření $L\alpha$ záření, přicházející z blízkosti naší Země. Téměř veškeré záření i od nejbližších hvězd v této vlnové délce je absorbováno mezihvězdným vodíkem, který je v rovině Galaxie tak hustý, že i velmi detailní pozorování budou udávat nikoli polohu diskretních zdrojů ultrafialového záření, ale pouze místa relativní průhlednosti. Zatím se nedá odpovědně rozhodnout, zda taková skepse je na místě či nikoli. Původ objevených zdrojů ultrafialového záření a jeho mechanismus zůstává dosud plně nejasný.

Pokud jde o rentgenové záření a kratší, může z galaktického středu proniknout až k naší Zemi. Avšak pokusy o zachycení vzdálených objektů v těchto vlnových délkách zatím nebyly podniknuty.

Pro studium krátkovlnného záření budou mít ohromný význam umělé satelity Země. První objevy pomocí raket slibují, že vynaložené úsilí přinese velmi cenné výsledky. Tyto nové poznatky nám umožní posoudit celou řadu dosud sporných otázek; prohloubí naše představy o fyzice horních vrstev atmosféry a o otázkách astrofysiky i kosmogonie.

Literatura:

Friedman H., *Rocket Astronomy*, Scientific American, June 1959, 52.

Иванов — Холодный Г. С., *О ракетных исследованиях коротковолновой радиации Солнца*, Известия АН СССР, с. геоф., 1959, 1, 108.

O NĚKTERÝCH PROBLÉMECH KOSMICKÝCH LETŮ

(Dokončení)

Některé lékařské a biologické problémy kosmických letů

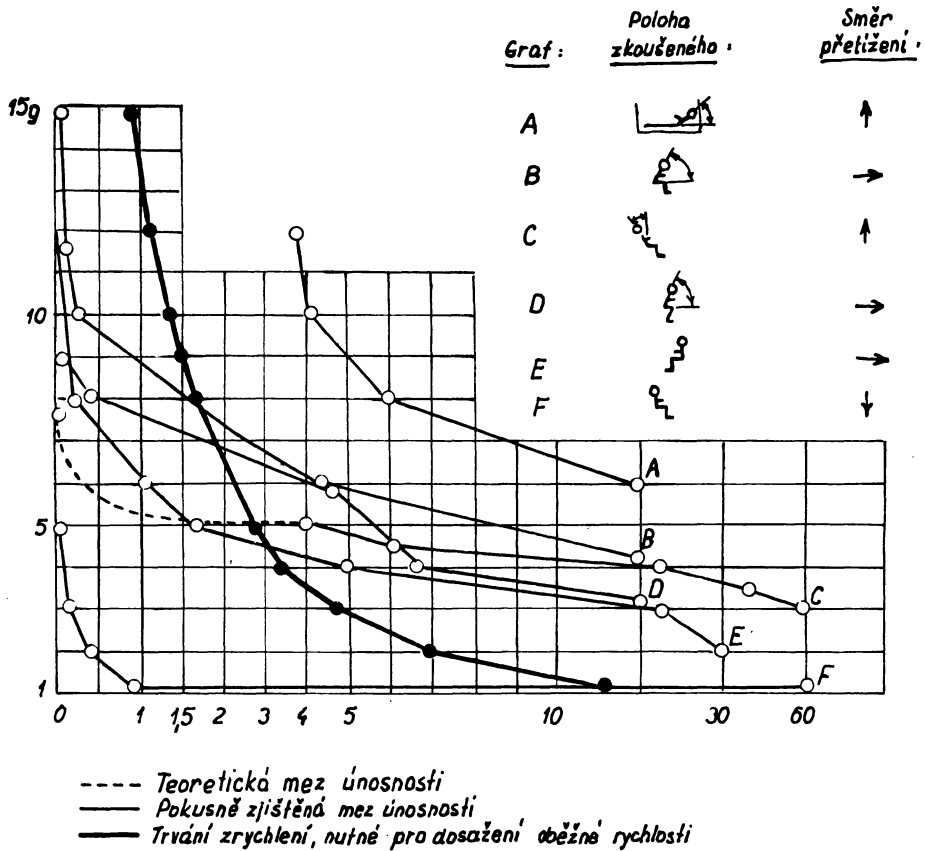
Vliv zrychlení na lidský organismus

V laboratoři leteckého lékařství vojenských leteckých sil USA a NACA se konaly na odstředivém stroji pokusy za účelem studia účinků zrychlení na lidský organismus. Zrychlení rostlo od 0,1 do 8 *g* za vteřinu a bylo na určité výši udržováno po jistou dobu, aby byla zjištěna hranice snesitelnosti pro lidský organismus. Pokusy ukázaly, že není nutné vytvořit přesně všechny okolnosti dynamiky zrychlení, jež jsou charakteristické pro raketový let (např. střídání period chodu raketového motoru ap.), neboť nemají podstatný vliv na lidský organismus. V některých pokusech se napodobovala zrychlení třístupňové rakety: 8, 10 a 12 *g*. Po dosažení každého z těchto zrychlení se toto rychle (za 20—35 vteřin) snížilo na 1,5 *g*, načež ihned následovalo nové zrychlování. V maximech bylo zrychlení takové, že zaručovalo dosažení rychlosti 8 km/s. Maxim zrychlení 12 *g*, 10 *g* a 8 *g* bylo dosahováno rychlostí 1 *g* za 4,5 s, 1 *g* za 7 s, 1 *g* za 12 s. Zkoušený byl při těchto pokusech umístěn v nádobě s vodou.

Byly zjišťovány meze únosnosti přetížení; zkoušení zaznamenávali špatné pocity: poruchy vidění (prudké zúžení zorného pole), ztížení nebo znemožnění dýchání, bolesti překážející v myšlení a v práci. V mezích únosnosti zkoušený viděl, myslal a byl schopen obstat při prstové zkoušce. Význam měl předběžný training na odstředivém stroji. Koordinační pohyby a psychologické projevy nebyly podrobně zkoumány.

V obraze 8 jsou grafy, ukazující meze únosnosti různých přetížení pro 50% zkoušených za různých poloh těla. Zkoušení byli mladí mužové.

Příčné zrychlení. Grafy A, B, D v obraze 8 (na vodorovné ose grafu je vynášen čas v minutách) ukazují meze únosnosti přetížení ve směru záda—hrud. Důležité je při tom, je-li trup nakloněn a jak je nakloněn. Pro polohu B₂ (obr.9) je mez

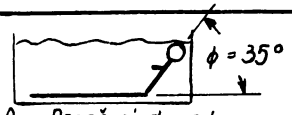
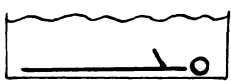
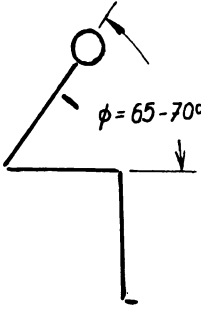
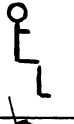

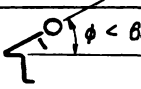
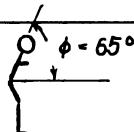


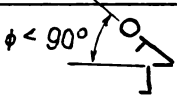



Obr. 8. Trvání únosných přetížení.

8 g (obtíže v dýchání, bolesti v hrudi). Pro polohu B₁, v níž je úhel trupu a směru zrychlení větší než 70°, je mez 7 g (prudká bolest v přední části hrudníku). Je-li úhel sklonu trupu menší než 70°, vzniká složka zrychlení ve směru nohy — hlavy, dochází k zatmívání v očích a únosnost přetížení se zmenšuje. Nejlepší únosnosti se dosáhne při sklonu vpřed na úhel 65–70° ve směru zrychlení. Při ohnutých nohách (B) je mez únosnosti 8–12 g (zatmívání v očích), při lehce napřimých nohách 8–10 g. V poloze B se

nejlépe rozděluje krev mezi nohy a trup, proto je únosnost přetížení v této poloze těla největší.

V polohách *B* a *D* vznikají první obtíže v dýchání při přetížení 4 g, nemožnost dýchání (hlavní faktor, určující mez únosnosti organismu na přetížení) se začíná projevovat při 6–8 g, a to nemožnost dýchat hrudníkem. Meze únosnosti se určují schopností zkoušené-

Nejlepší poloha	Směr přetížení	Méně výhodná poloha
 <p>A Panoření do vody</p>	↑	 <p>A</p>
 <p>B</p>	→	 <p>B₁</p>  <p>B₂</p>  <p>B₃</p>
 <p>D</p>	→	 <p>D</p>
 <p>E</p>	→	 <p>E₁</p>
		 <p>E₂</p>

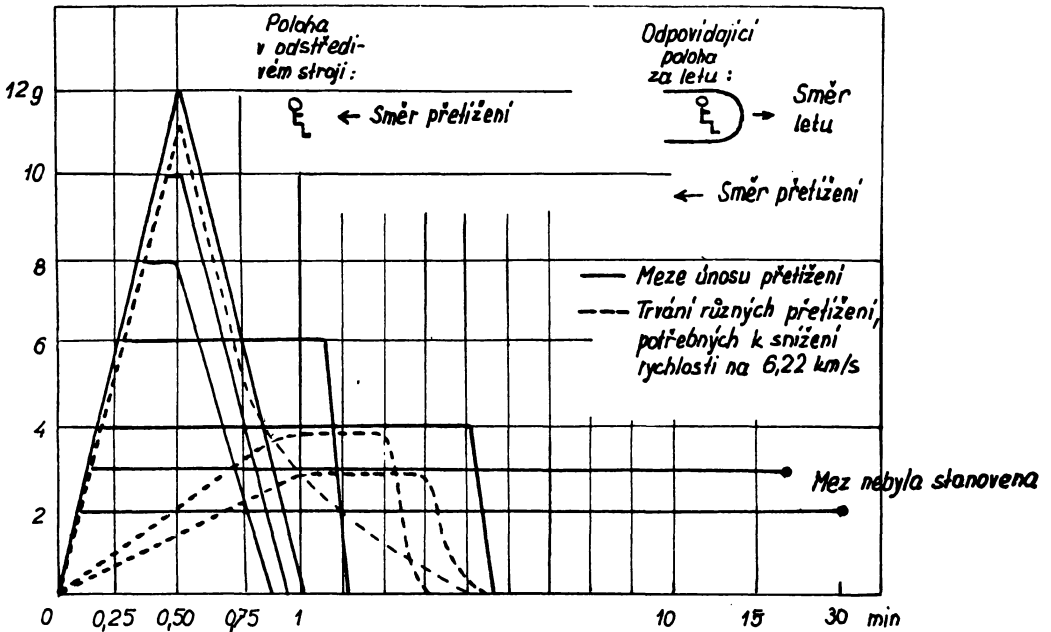
Obr. 9. Různé polohy těla při zkouškách únosnosti přetížení.

ho dýchat břichem. Při zrychleních nad 6 g se ukazují drobné krevní výrony na zádech a v ohbí lokte. Když přetížení zmizelo, mohli všichni zkoušení chodit s měkkým nášlapem, pociťovali však jednu až pět minut točení hlavy a nevolnost. Ještě před zastavením odstředivého stroje byli zkoušení schopni koordinovaných pohybů.

Graf *E* v obraze 8 a grafy v obraze 10 ukazují meze únosnosti přetížení ve směru hrud—záda, což odpovídá situaci při brzdění kosmické lodi. V této situaci musí být zkoušený ve zvláštní poloze, aby se síla na něho působící rozložila co nejrovnoměrněji na celý

povrch těla a aby nedošlo k poruchám v krevním oběhu. Zkoušení byli při pokusech oblečení do speciálních oděvů, které se však neukázaly jako „kompensační“⁸⁾. Zdokonalená soustava připoutávání pilota k sedadlu umožnila dosáhnout meze únosnosti přetížení až 5 g.

Předklon-li se hlava (vzniká složka přetížení ve směru hlava—nohy), únosnost se sníží (obr. 9, E_1). Napřímí-li se nohy (E_2), vznikají bolesti ve stehnech a v lýtkách, což je podmíněno lokálním rozepnutím cév. Únosnost přetížení se tím omezuje na 5 g. Částečně tu pomáhají pružné ovinovačky. Optimální poloha (obr. 8, E) umožňuje snést přetížení



Obr. 10. Únosnost přetížení při brzdění kosmické lodi.

4–8 g (bolesti, ztížené dýchání). Jinak dochází k týmž jevům v organismu, jako u poloh B a D. Bolesti mohou trvat i několik dnů po pokuse.

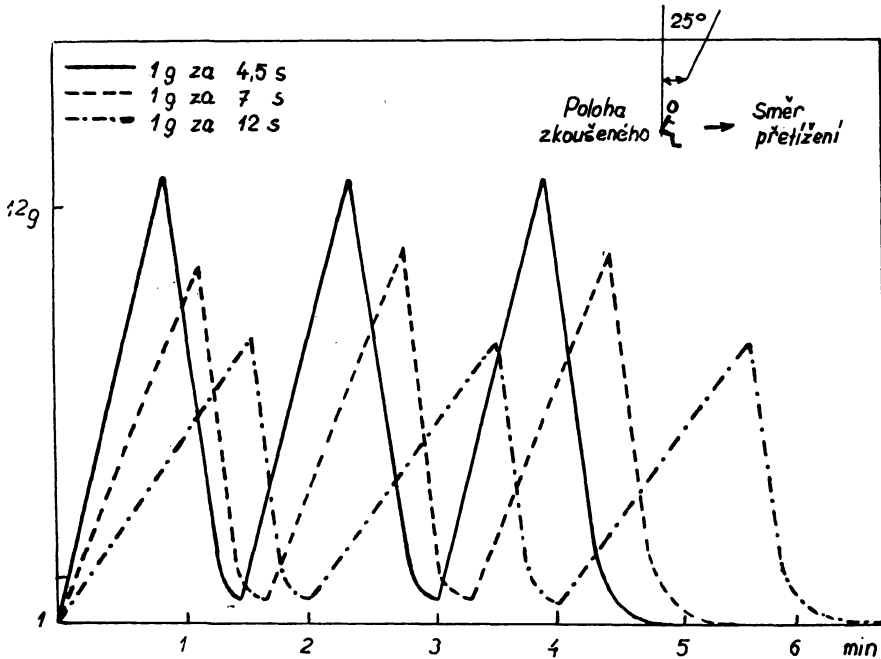
Přetížení ve směru nohy—hlava. Zkoušený sedí, opěradlo křesla je zakloněno o 13°, nohy jsou částečně napříměny. Doby, po které zkoušení snášeli různá přetížení bez kompenzačních oděvů, jsou uvedeny v obraze 8, graf C. Přetížení rostlo rychlostí 0,1 g/s. Při větší rychlosti tohoto růstu je třeba kompenzačního oděvu. Mez únosnosti je obvykle 4–5 g (únava, bolesti hlavy a v zádech, někdy zatmívání v očích). Po deseti minutách se objevují bodové krevní výrony. Někdy se — lhotejně, jak dlouho působí přetížení — projevuje profusní pocení⁹⁾, slabost, bledost, nevolnost, zrychlený tep, pocit blížící se katastrofy. Jevy mohou trvat řádově minuty až hodiny.

⁸⁾ Zvláště konstruované oděvy (skafandry), které mají usnadňovat tělu snášet velká přetížení za letu, popřípadě tato přetížení částečně vzhledem k organismu pilota neutralizovat. Nazývají se také „antigravitační“ oděvy.

⁹⁾ Silné pocení, kterým organismus reaguje na intenzivní tvoření tepla, na příklad při velké svalové námaze.

Přetížení ve směru hlava — nohy. Únosnost těchto přetížení je velmi nízká (obr. 8, F). Zkoušený při pokusu sedí. Dochází rychle k bolestem hlavy, ke krvácení pod spojivkami, k dočasnému zastavování srdeční činnosti. I za zvláštních opatření (např. s použitím speciálně konstruované „kompensační“ přilby) je člověk v této poloze nejméně odolný proti přetížení.

Ponoření do vody je neúčinnější opatření proti přetížení. Poloha zkoušeného nemusí být při tom pevná, kromě hlavy. Zkoušený může v těchto podmínkách konat za jakýchkoli přetížení pohyby. Do 12 g není krevních výronů. Zůstává silné podráždění labyrintu (hlavní stížnost zkoušených). Točení hlavy trvá pět minut po skončení pokusu. Optimální sklon trupu je 35° (viz obr. 8 a 3, A).



Obr. 11. Několik variant únosných přetížení pro třístupňovou raketu, nutných pro překročení oběžné rychlosti.

Přetížení blízká předpokládaným přetížením v třístupňové raketě byla zkoušena v poloze B. Velkých odchylek ve srovnání s ostatními pokusy nebylo. Zkoušení mohli po celou dobu otáčení v odstředivém stroji mluvit, pohybovat prsty při jakýchkoli přetíženích a v libovolné poloze těla. Pohyby rukou a nohou byly při více než 6 g méně koordinované, než při ponoření do vody. Zkoušení prošli dobře hrubými zkouškami na koordinaci pohybů během jedné minuty po pokusu. Někteří (hlavně málo zkoušení) pocítovali po pokusu po dobu pěti minut až jedné hodiny nevolnost a točení hlavy.

Přetížení, spojené s unikem ze zemského gravitačního pole, lze snést alespoň ve dvou polohách: v poloze B a v poloze D. V poloze B je únosnost o 2 g lepší. Opěradlo křesla nutno na konci aktivního úseku letové dráhy¹⁰⁾, tj. jakmile přestane působit přetížení,

¹⁰⁾ Úsek, v němž je v chodu raketový motor.

uvést do polohy kolmé k poloze stehem („vzpřímit“, poloha B_1 v obraze 9). Stejnou polohu musí mít astronaut při brzdění (při návratu na Zemi), aby nevznikla složka přetížení ve směru hlava—nohy.

Zatmívání v očích v poloze B je spojeno s předkláněním (únosnost 8 g). Lze je částečně odstranit cvikem. Obtíže v dýchání lze zmírnit výcvikem v břišním dýchání. Při přetížení nad 10 g se to však daří jen po několik vteřin.

V pokusech za napodobených podmínek letu v třístupňové raketě jsou zkoušení podrobováni většímu přetížení, než jakému budou pravděpodobně vystaveni ve skutečnosti. Růst přetížení za letu v raketě je totiž zpočátku volnějš, později rychlejší, než v pokusech. Velká přetížení trvají proto ve skutečnosti kratší dobu. Přetížení 4 g snese lidský organismus 15 minut. Při analýze únosnosti přetížení stačí tedy uvažovat jen přetížení nad 4 g (obr. 11). Poněvadž všechna přetížení do 12 g , k nimž nutno přihlížet při letu třístupňovou raketou, jsou pro lidský organismus snesitelná, lze říci, že i raketa s lidskou posádkou může dosáhnout rychlosti 8 km/s (první kosmická rychlost).

Velikost a trvání přetížení při návratu na Zemi závisí na úhlu, v němž se kosmická loď vnoří do zemského ovzduší, a na jejich aerodynamických vlastnostech. Je-li úhel vnoření velký, vznikají krátkodobá, avšak velká přetížení, při malých úhlech je tomu obráceně.

Malá dlouhodobá přetížení — pod 4 g — lze snést v jakékoli poloze vyjma polohy F . Velká krátkodobá přetížení lze snést v polohách A , B a D . Dříve se pokládala poloha D za nejlepší, doporučovalo se proto obrátit kosmonauta (popřípadě přistávací kluzák) při vnoření do atmosféry „hlavou dolů“¹¹⁾. Nové údaje ukazují, že poloha E je v tomto smyslu téměř ekvivalentní. Mimořádně důležité je upevnění astronauta v pilotním křesle. Zde je nutná naprostá spolehlivost zařízení a co nejlepší přizpůsobení tvarům lidského těla.

Trvalé působení přetížení ve směru nohy—hlava se zkoumalo málo. Údaje v obraze 8 (graf C) byly získány při pomalém narůstání přetížení. Tento režim dával dost času k tomu, aby byla uvedena v činnost kompenzační zařízení (audio-arteriová), jimiž se předcházelo zatmívání v očích. V režimech rychlejšího narůstání přetížení je třeba kompenzačních oděvů. Graf C v obraze 8 ukazuje, že potřebné oběžné rychlosti lze dosáhnout se zrychlením do 5 g . Při 3 g např. lze dosáhnout za hodinu rychlosti 100 km/s, a tento režim není pro lidský organismus neúnosný.

Pohroužení do vody zvyšuje únosnost lidského organismu na přetížení více než dvakrát ve srovnání s únosností bez něho až do 12 g . Údaje v obraze 11 však ukazují, že tato přetížení lze snést i bez ponoření do vody. Únosnost přetížení větších než 12 g nebyla zkoumána.

Velký význam má rychlost, s níž přetížení roste. Při pomalém růstu je únosnost větší, tj. přetížení může trvat déle; při rychlém růstu přetížení únosnost organismu klesá.

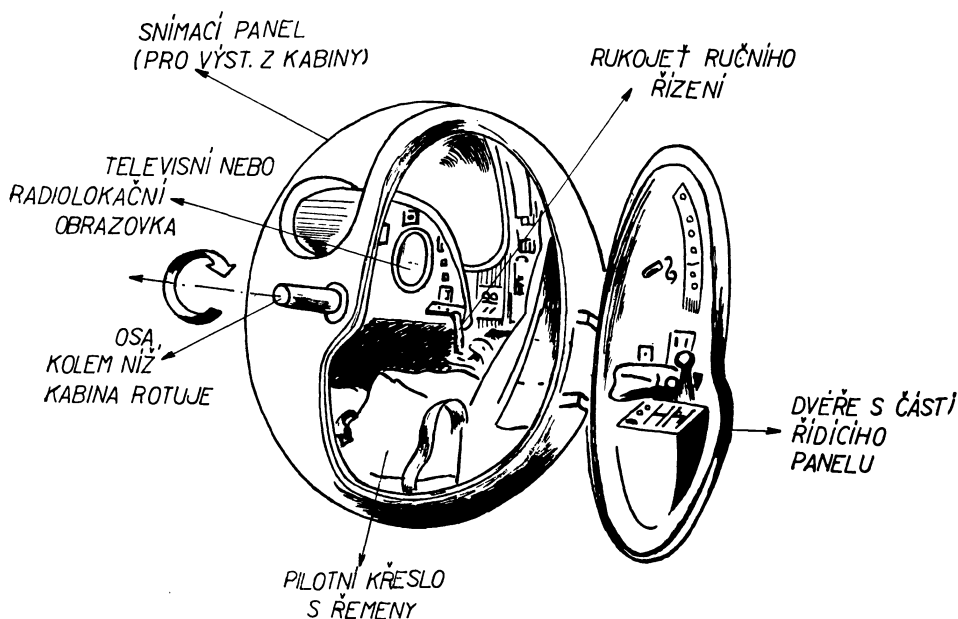
Existují údaje, že přetížení 15 g lze snést pět vteřin v poloze D při rychlosti růstu přetížení 6 g/s . Taková situace může zřejmě nastat jen při katapultování. Je znám případ, kdy dva zkoušení snesli přetížení 17 g při narůstání rychlostí 1 g za 6 s. Zkoušení byli pak po nějakou dobu nemocní, avšak jen dočasně. Meze, uvedené zde, jsou proto záměrně nižší, než přetížení, jež by mohla vést k vážným poškozením lidského organismu.

Účelné pohyby rukama a nohama jsou možné jen do přetížení 6 g . Zápěstím a prsty může člověk pohybovat nejméně do přetížení 12 g . V napodobeném letu třístupňovou raketou (8 g ; 5,8 g ; 5,8 g) byly provedeny úspěšné zkoušky, ukazující, že lze předpokládat, že astronaut bude se moci do jisté míry účastnit řízení kosmické lodi i v období kritických zrychlení.

¹¹⁾ Při konečném přistávání kosmického kluzáku je v první fázi — před závěrečným klouzavým letem, jímž kluzák přistane — třeba, aby kluzák byl odporem vzduchu tlačen směrem k zemi, což fyziologicky působí, jakoby pilot byl v poloze „hlavou dolů“. Viz např. A. Šternfeld, *Umělé družice*, Malá moderní encyklopedie, Orbis Praha, 1958, kap. IX.

Zkoušení reagovali po skončení pokusů velmi rozmanitě, jak pokud jde o symptomy a jejich trvání u různých zkoušených, tak pokud jde o různé symptomy v různé dni u týchž zkoušených. Nebylo však ani jednoho, který by po skončení pokusu — dokonce těsně po něm — zůstal zcela bezmocný.

Pokusy na odstředivém stroji vyvolávají úhlové zrychlení. To poněkud komplikuje zpracovávání výsledků vzhledem k tomu, že ve skutečnosti půjde o zrychlení lineární. Úhlová přetížení mají větší účinky než přetížení lineární, zejména vydraždují intenzivněji ústrojí labyrintu. Mnoho ze symptomů (točení hlavy, nevolnost aj.) jsou důsledkem úhlového přetížení. Z toho je možno učinit závěr, že následky lineárních přetížení nebudou horší, než jsou následky pokusů v odstředivých strojích.

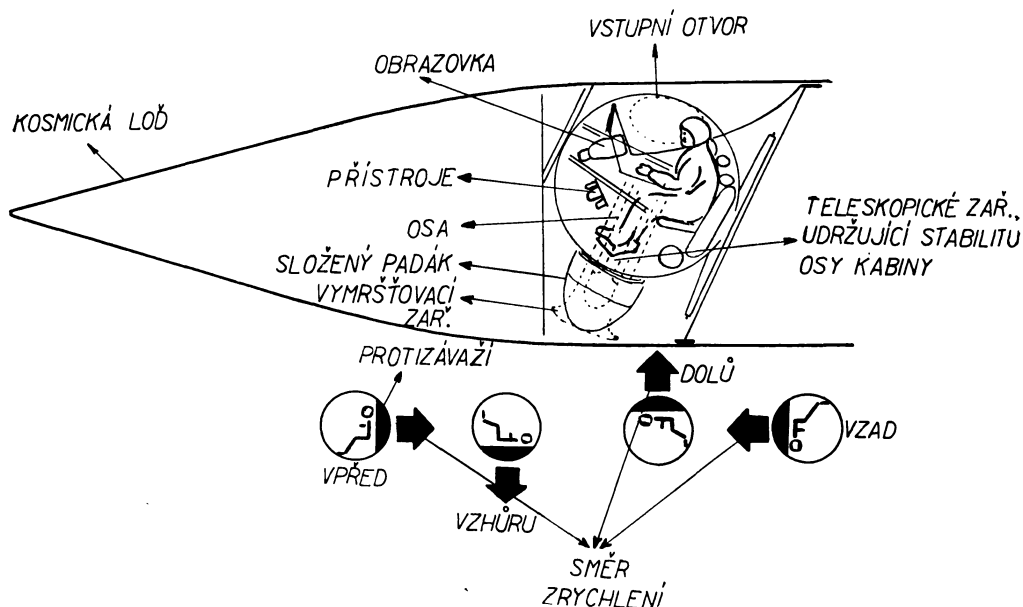


Obr. 12. „Kompensační“ kabina pro zrychlení měnící náhle směr.

Ochrana při přetíženích s proměnným směrem. Astronaut může být z různých příčin (chyba v řízení kosmické lodi, nesprávná funkce přístrojů ap.) podroben náhlým přetížením, která mění směr. Při obrovských rychlostech kosmických lodí může i let po trajektorii s poměrně malou křivostí (např. při poloměru křivosti 100 km a rychlosti 3 km/s) vést k neúnosným úhlovým přetížením.

Pro neutralisaci změny směru náhlých přetížení byl vypracován projekt speciální „kompensační“ pilotní kabiny (obr. 12). Je kulového tvaru a dá se hermeticky uzavřít. Je upevněna v příčné poloze v kosmické lodi a může se otočit o 360° v rovině, procházející její podélnou osou (obr. 13). Těžiště kabiny s celým zařízením leží excentricky, avšak v rovině otáčení kabiny. Dojde-li ke změně směru zrychlení, zaujme kabina novou polohu, tak, aby kolmice, vedená z těžiště k ose rotace, měla směr zrychlení. Pilotovo křeslo je umístěno tak, že zrychlení působí vždy příčně, tj. kolmo na směr srdce — hlava. Opěradlo musí být měkké a přizpůsobené tvarům těla. Při katapultování a při výsadce je takové příčné působení zajištěno tím, že síla, která vymršťuje kabinu i tah, způsobený rozevřením padáku,

působí ve směru os kabiny, v nichž je upevněna k trupu kosmické lodi. Přístroje a řídicí panel jsou vhodně umístěny. Okolní prostor je možno pozorovat přímo okénkem a nepřímo přístroji. Kabinu lze adjustovat (při vstupu do ní a po dobu vzletu kosmické lodi). Kosmonaut je ke křeslu připoután pro případ beztlížného stavu.



Obr. 13. Poloha „kompensační“ kabiny v kosmické lodi.

Katapultování se může dít kterýmukoli směrem, při malých výškách se však musí provádět vždy „vzhůru“. Před katapultováním lze nevelkým zařízením uvést kabinu do takové polohy, aby katapultování nevyvovalo nežádoucí rotaci kabiny. Kabina je schopna plavby na vodě a je opatřena řadou záchranných zařízení: teleskopickou antenou, vodotěsným průduchem pro přívod vzduchu, automatickým signálním barvičem vody aj.

Projekt zdaleka ještě není definitivní. Zůstává ještě mnoho obtíží technického a konstrukčního charakteru.

Fysiologické otázky při konstrukci kosmických lodí

Vytvoření optimálních životních podmínek na palubě patří mezi základní otázky stavby kosmických lodí pro kosmické lety s lidskou posádkou.

Řada přístrojů musí registrovat stav v kabině posádky a podávat údaje o podmínkách a parametrech letu. Registrované údaje bude zpracovávat matematický stroj, který podle výsledků bude automaticky dávat signály (příkazy) řídicímu ústrojí lodi. Výsledek zpracování údajů musí matematický stroj ovšem sdělit také kosmonautovi, který eventuálně zasáhne do řízení volbou režimu a programu. Programy samy — i pro případ havarie — budou vypracovány předem.

Průchodem atmosférou, zejména při návratu na Zemi, se bude kosmická loď silně zahřívat. Pro ochlazování kabiny se navrhuje systém cyklického odpařování vody s jejího povrchu. Zkoumají se různé materiály, které pohleují teplo z vody, jež jimi proudí.

Pokud bude kosmonaut ve skafandru, je hlavní úkol vytvořit pro něho přijatelné podmínky uvnitř skafandru. V prostoru kabiny nemusí být přítom podmínky optimální. Je nutno pečlivě prostudovat únosnost vysokých teplot vzduchu v kabině a jejích stěn (95°C, 120°C) pro člověka, a to jak v případě, že kosmonaut je v ochranném oděvu, tak v případě, že chráněn není.

V teplotních mezích 65–120°C je fyziologická a psychologická reakce člověka velmi hrubá (nepřesná), neadekvátní fyziologickým účinkům těchto teplot. To bude vyžadovat, aby se kosmonaut podrobil předběžnému výcviku. Registrace a regulace těchto teplot se musí dít přístroji, nikoli podle pocitů kosmonauta.

Hluk motorů v chodu a vibrace nebudou valně působit na posádku. Je však třeba najít vhodnou ochranu před šumem přístrojů v kabině, který delším trváním může mít na posádku nepříznivý vliv.

Velkým nebezpečím pro kabinu jsou meteory a meteorický prach. Jako ochrana proti proražení kabiny meteorem se navrhuje několikanásobný plášť kabiny. Při plánování kosmických letů bude nutno přihlížet k oblastem s meteorickými „dešti“ a k trvání těchto dešťů.

Beztížnost a kosmické záření

Fyziologické účinky stavu bez tíže jsou velmi málo prozkoumány. Jde přitom o důležitou otázku. Z fyziologického hlediska je velmi důležité vědět, jak bude působit velké přetížení, ke kterému dojde náhle po déletrvajícím stavu bez tíže, např. vnořením se kosmické lodi do ovzduší při návratu na Zemi, a to zejména se zřetelem k tomu, že srdce a cévní soustava si zvykly na stav bez tíže. Za stavu bez tíže se dostane do nenormální situace ústrojí stability v uchu, což může mít nepříznivý vliv i na jiné funkce lidského organismu. Bude účelné zkontrolovat vhodné oděvy, které by obtíže v tomto směru mírnily; důležité bude také vhodné umístění kosmonauta v pilotním křesle. Velmi účelné by bylo vytvořit umělou tíži (např. rotací kabiny), třeba jen malou, aby posádka nezůstávala delší dobu ve stavu úplné beztížnosti.

Proti intenzivnímu ultrafialovému a rentgenovému záření v kosmickém prostoru budou pravděpodobně dostatečnou ochranou stěny kabiny. Mnohem složitější je problém ochrany před těžkou složkou kosmického záření. Zde nutno přihlížet k tomu, že intenzita a hustota ionisace těžké složky kosmického záření může v důsledku sekundárních dějů při zvolňování letu těžkých částic růst, což zesiluje jejich biologické účinky.

Zatím se pokládá za nejlepší ochranu proti tomuto záření vodík. Je však technicky velmi obtížné zhotovit vodíkový plášť kabiny. Statistické výzkumy kosmického záření, zejména jeho primární složky, ukazují, že je pro člověka snesitelné, nebudou-li účinky zesilovány užitím neracionálně těžkých materiálů pro stěny kabiny. V rovníkovém pásmu Země se registruje značně méně těžkých částic kosmického záření, jež mají velký biologický účinek.

Dnes prakticky ještě nemáme prostředků proti biologickým účinkům kosmického záření. Tyto účinky nejsou ještě ani dostatečně prozkoumány. Je proto zatím obtížné činit v tomto směru pevnější závěry. Nedávné výzkumy, provedené pomocí umělých družic Země, umožnily objevit v rovníkovém pásu Země a ve středních geomagnetických šířkách (od 30° s. š. do 30° j. š.) vrstvu ionisujícího záření, jehož hladina více než tisícinásobně převyšuje hladinu ionisace těžké komponenty kosmického záření, jak je známe na zemském povrchu.¹²⁾ Jde o tzv. Allenovu vrstvu. Průchod touto vrstvou je — jak se zdá — zatím největší překážkou v rozvoji kosmického létání s lidskou posádkou.

¹²⁾ Viz o tom článek V. Petržílka, *Objev dvou pásem kosmického záření kolem Země s mimořádně vysokou intenzitou*, v tomto časopise, V (1960), č. 1.

Pokusy se zvířaty v raketách, vypouštěných do velkých výšek, neukázaly dosud v podstatě pozorovatelný vliv kosmického záření na organismus (s výjimkou lokálních sešedivění srsti u myší).

Nevylučuje se ani, že se astronauti setkají na kosmické cestě s krátkými radioastronomickými elektromagnetickými vlnami, které mohou způsobit zahřívání elektricky vodivých materiálů v kosmické lodi.

Kosmická biologie tu má ještě mnoho problémů. Kromě jiného bude muset pečlivě prozkoumat působení celého spektra elektromagnetických vln, s nimiž se může kosmonaut v prostoru setkat.

Člověk v kosmické lodi

Kabina kosmické lodi se nemusí příliš lišit od velké pilotní kabiny dnešních výškových letadel. S rostoucím trváním pobytu v kosmické lodi však rychle rostou požadavky na konstrukci a vybavení kabiny. Jejich splnění zasahuje takřka do všech přírodovědeckých a technických oborů.

Na palubě kosmické lodi musí být především dostačná zásoba kyslíku, vody a potravin. Lze tu vyjít z údaje, že člověk spotřebuje těchto látek dvě tuny za rok. Kabina musí mít svou vlastní atmosféru (mikroatmosféru). Je proto třeba zařízení pro kontrolu tlaku, parciálních tlaků¹³⁾ kyslíku, kysličníku uhlíčitého, inertních plynů, popřípadě osvěžujících složek mikroatmosféry. Samozřejmě bude muset být kabina vybavena zařízením pro regeneraci mikroatmosféry a pro regulaci teploty.

Nutno také pamatovat na možnost havarie (např. probití stěny kabiny meteorem). Doporučuje se v tomto směru rozdělit kabinu na menší části tak, aby každou z nich bylo možno nezávisle oddělit hermeticky od ostatního prostoru kabiny. Tak by bylo možno eventuální havarii lokalizovat a učinit potřebná záchranná opatření (obléknout skafandry, „zalepit“ díru po meteoru, obnovit uniklou mikroatmosféru ap.). Zásoba kyslíku musí být tak velká, aby k těmto opatřením byl čas, nebo aby kosmonaut mohl včas obléci skafandr s vlastní mikroatmosférou. Uvažuje se také o možnosti, že by kosmonaut byl po celou dobu letu ve skafandru. Toto řešení je však velmi složité zejména z hygienických hledisek.

Udržování mikroatmosféry a výživy posádky za kosmického letu lze řešit různě. Volba způsobu bude patrně závislá na tom, o jaký kosmický let půjde. V tom směru je možno kosmické lety rozdělit do tří hlavních kategorií co do trvání:

1. Lety trvající 2–3 dny (let na Měsíc);
2. lety trvající až několik měsíců (lety na bližší planety);
3. lety trvající roky, popřípadě celé generace (lety za hranice sluneční soustavy).

Z tohoto hlediska lze kombinovat v podstatě tyto metody pro udržení životních podmínek v kosmické lodi:

Pokud jde o dýchání:

a) Mikroatmosféru zabezpečit přímou zásobou potřebného kyslíku v nádržích s automatickým přívodem do kabiny nebo do skafandru. Vydýchaný kysličník uhlíčitý přitom absorbovat chemickými látkami;

b) mikroatmosféru regenerovat pomocí chemických látek absorpcí kysličníku uhlíčitého a vydělováním kyslíku;

c) mikroatmosféru regenerovat biologicky, zejména pomocí vodních řas.

Pokud jde o výživu:

¹³⁾ Parciální tlak plynu ve směsi je tlak, který by tento plyn měl, kdyby zaujímal celý objem směsi sám.

- d) Kosmickou loď opatřit předem potřebnou zásobou potravin;
- e) vytvořit v kosmické lodi podmínky pro oběh výživných látek a vody, analogicky jak je tomu na zemském povrchu.

Problémem je zpracování nebo „odvoz“ látek, jež organismus svou činností sám produkuje, kyslíčnicku uhličitého, vody, fekálií. Zejména poslední otázka je velmi palčivá.¹⁴⁾ Jejich vyhazování z lodi vyžaduje zvláštního motorového zařízení, které by jim dávalo jinou rychlost, než má kosmická loď, jinak by ji za letu stále provázely. Studuje se také možnost jejich využití chemickou cestou, nebo jako půdy pro rychle rostoucí rostlinstvo, obsahující výživné látky. Sluneční energie tu bude dostatek, není však známo, jako účinky bude mít na rostlinstvo kosmické záření (mutace). Chemické zpracovávání fekálií naráží u mnoha vědců na silné estetické zábrany.

Výživa pomocí koncentrátů (tabletky) může narazit na obtíže pokud jde o funkci střev a pokud jde o návyk lidského zažívacího ústrojí na určité objemy potravin.

Nevyjasněná je také zatím otázka, budou-li kosmonauti po celou dobu letu ve skafandrech nebo nikoli. Na tom způsob vyživování rovněž podstatně závisí.

Problémů je v tomto směru velmi mnoho a nelze říci, že by byly snadnější, než technické a technologické problémy kosmických letů.

Zmiňme sa ještě o dvou důležitých otázkách.

V kosmickém prostoru není polostínů. Sluneční světlo není nijak tlumeno a přechází prude v nejtemnější stín. V kosmickém prostoru není orientačních bodů pro odhad hloubky, rozměrů a relativního pohybu. Zorné pole je jak známo kuželového tvaru. Při obrovských rychlostech kosmických lodí je možné, že objekt nacházející se vně kosmické lodi, proletí (relativně) zorným polem astronauta dřív, než tento na něj zrakem zareaguje — astronaut jej neuvidí. To vše vyžaduje pečlivých zkoumání, nemá-li dojít k vážným poruchám vidění a ve zrakových orgánech astronautů.

Velkým problémem je konečně také otázka psychologie v podmínkách, které budou v kosmické lodi naprosto odlišné od podmínek na Zemi: omezený, hermetický utěsněný prostor kabiny, nepřítomnost jakýchkoli vnějších vzruchů, beztlížnost, nepřítomnost navykého sociálního prostředí, zcela jiný rytmus denního života (např. „den“ a „noc“ v kosmické lodi) aj. Ani tento problém — psychologie kosmických letů — není z nejmenších, jaké bude muset astronautika rozřešit.

Podle Экспресс информация, Ракетная техника, č. 1 (1—4), ADS-1-2-3; 3 (5—7), RT-67; 9 (25—27), RT-26-27; 19 (53—55), RT-54; 23 (67—69), RT-67; 1959.

Literatura:

- Aviation Week, 1958, sv. 69, č. 4, 14, 17, 21, 22.
- Moeckel W. E., *Propulsion Methods in Astronautics*, Preprint, I. mezinárodní aeronautický kongres, Madrid 1958.
- Space/Aeronautics, 1958, sv. 30, č. 6.
- United States Armed Forces Medical Journal, 1958, sv. 9, č. 8.
- Journal of the British Interplanetary Society, 1958, sv. 16, č. 9.
- Journal of the Astronautical Sciences, 1958, sv. 5, č. 1.
- Flight, 1958, sv. 74, č. 2596.
- Aeroplane, 1958, sv. 95, č. 2461.
- Spaceflight, 1958, sv. 1, č. 6.
- Journal of the Aviation Medicine, 1958, sv. 29, č. 7.
- Air Force, 1958, sv. 41, č. 9.
- SAE Journal, 1958, sv. 66, č. 8.

¹⁴⁾ V USA se toho času studuje v ústavu leteckého lékařství v Randolphu (Texas), v laboratoři leteckého lékařství v Johnswillu (Pennsylvania) a v laboratoři leteckého lékařství vojenských leteckých sil USA.