



Dňa 4. apríla 1968 štartuje druhý Saturn V

APOLLO 6

KRÔČIK OD KATASTROFY

Po prvom čítankovo úspešnom štarte Saturnu V bola v apríli 1968 pripravená na let druhá raketa toho istého typu. Všetci čakali hladké zopakovanie premiérovej misie, lenže nakoniec iba zázrakom nedošlo ku katastrofe.

Jedným z najväčších problémov, ktoré konštruktéri Saturnu V už pri vývoji riešili, bol tzv. pogo-efekt (pomenovanie získal podľa skákacej tyče, pogo). Ide o to, že horenie v spaľovacej komore raketového motora nie je stabilné. Vo všeobecnosti pogo-efekt vzniká vtedy, keď je tlak v spaľovacej komore prenesený do prívodu paliva – tým do motora prúdi menej paliva a tlak v spaľovacej komore poklesne. Nižší tlak v komore a stlačené palivo v potrubí znamená, že dochádza k vstreknutiu väčšieho množstva paliva do komory. Jeho spálením bleskovo narastie tlak, ktorý zasa zatlačí na palivo v potrubí – a tak stále dookola. Na prvý pohľad nejde o pozorovateľné cykly, hoci v praxi ich prebiehajú stovky alebo tisícky za sekundu. Ak tento cyklus dosiahne rezonančnú frekvenciu, môže vzniknúť spätná väzba schopná raketu roztrhať na kusy. Pre predstavu o závažnosti tohto problému: pretože v dobe

vývoja Saturnu V nebol dostatočne zvládnutý a pretože neexistovali superpočítače schopné ho simulovať, mali na jeho študovanie a riešenie NASA aj kontraktori vyčlenených viac ako tisíc inžinierov a technikov!

Pri prvom stupni Saturnu V bol potom pogo-efekt zosilnený tým, že motory F-1 boli uložené v konštrukcii tvaru X. Zatiaľ čo štvorica na krajoch sa opierala o konštrukciu prvého stupňa a prenášala naň svoj ťah, prostredný motor nebol „opretý“ o nič. Keď pracoval, prehol stred konštrukcie X smerom nahor. A ako sa menil v závislosti od pogo-efektu jeho ťah, zužoval a rozširoval prívody paliva, čím mohlo za určitých okolností dôjsť k znásobeniu efektu.

A presne to sa stalo pri druhom lete Saturnu V v apríli 1968. Dve minúty po štarte raketu postihli silné vibrácie, ktoré trvali po zvyšných tridsať sekúnd činnosti prvého stupňa. Sledovacie kamery dokonca zaznamenali, ako z rakety odpadli niektoré prvky (neskôr sa zistilo, že išlo „len“ o izoláciu z krytu priestoru pre lunárny modul). Keby bola na palube posádka, bolo by nutné aktivovať záchranný systém. Vibrácie totiž dosiahli až život ohrozujúcu frekvenciu.

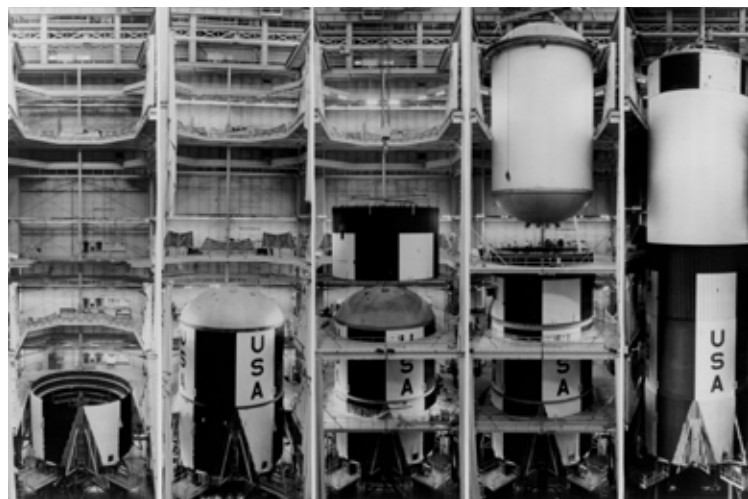
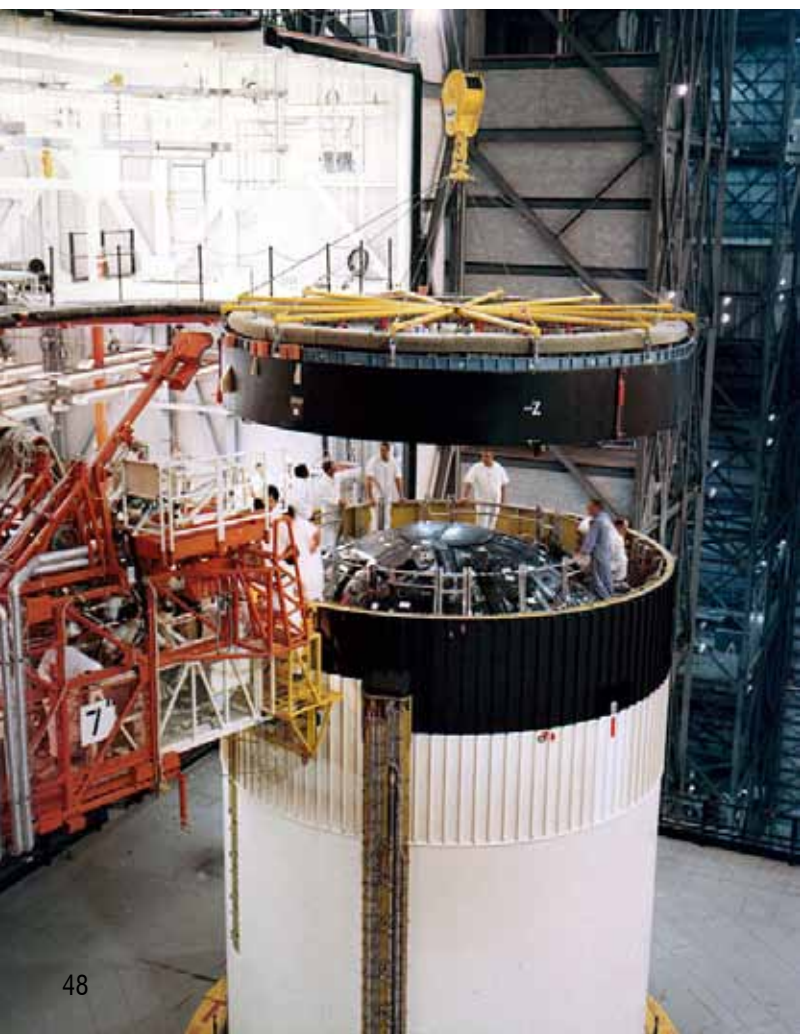


Druhá raketa Saturn V mala v apríli 1968 len potvrdiť úspech tej prvej



Dno prvého stupňa Saturnu V S-IC bez inštalovaných motorov odhaľuje ich uloženie: kvarteto na okrajoch je opreté pevne, stredový je umiestnený veľmi voľne na konštrukcii tvaru X

Montáž druhého stupňa S-II; nikto ešte netuší, že jeho motory sú zle prepojené



Päťica fotografií zachytáva zostavovanie prvého stupňa Saturnu V z jednotlivých konštrukčných prvkov

Saturn V bol natoľko rozmerný, že medzi nádržami boli umiestnené pracovné lávky pre technikov, ktoré boli pred štartom z dôvodu úspory hmotnosti demontované

Posádka na palube nebola, ale pogo-efekt si vyžiadala svoju daň na druhom a treťom stupni. Došlo totiž k poškodeniu prívodu paliva do zariadenia ASI (Augmented Spark Igniter). Kým niektoré raketové motory stačí len raz zapáliť a následne horia samé, kyslíkovo-vodíkové potrebujú trvalý zapalovač, inak môžu zhasnúť. Každý motor J-2 tak mal svoj malý „večný plamienok“ v podobe zariadenia ASI: s trochou zveličenia by sa dalo povedať, že ide o raketový motor vnútri motora. Využíva totiž rovnaké pohonné látky, iba zapalované iskrením.

Na motore J-2 číslo 2 na druhom stupni bolo poškodené potrubie privádzajúce kvapalnú vodu do ASI. Lenže cez ASI do motora ďalej prúdila kyslík – nespáľovaný. Tým sa zmenilo horenie so zvyškom paliva na horenie so zvyškom oksylichovadla. V dôsledku toho narástla teplota plameňa, ktorá je inak starostlivo kontrolovaná. Pretože motor pracuje na hranici možností materiálu, tak pri horení so zvyškom oksylichovadla začne horieť najprv stena dýzy a potom aj jeho ďalšie súčasti.

Problém sa objavil 225 sekúnd po štarte. Riadiaci počítač ho zaznamenal, ale až v 412. sekunde vybočil z povolených limitov (veľmi pravdepodobne došlo práve k vzplanutiu steny dýzy), takže vydal povel k jeho predčasnemu vypnutiu. Lenže... Vinou zle prepojenej kabeláže vedúcej do prístrojovej jednotky IU bol vypnutý iný motor J-2! Našťastie mal druhý stupeň vlastný detekčný systém, ktorý problém tiež zaregistroval a problematický motor vypol. Namiesto piatich tak Saturn V pokračoval len s tromi funkčnými motormi druhého stupňa.

Počas chodu tretieho stupňa sa potom objavili podobné odchýlky ako pri inkriminovanom motore druhého stupňa pred núdzovým vypnutím. Našťastie sa podarilo vynášať náklad dopraviť na obežnú dráhu, no nepodarilo sa tretí stupeň reštartovať. Plán letu skúšobnej loď Apollo 6 tak bolo nutné zmeniť: kvôli nepodarenému druhému zážihu stupňa S-IVB sa nepodarilo loď nasmerovať do atmosféry plánovanou rýchlosťou 11 km/s, ale o zhruba kilometer za sekundu menej. Aj tak ale bola misia hodnotená ako úspešná – nabudúce už mala loď aj raketa niesť astronautov.



Odhodenie pomocnej konštrukcie medzi prvým a druhým stupňom. Často sú tieto zábery označované ako „Apollo 11“, ale vznikli práve pri štarte druhého Saturnu V s loďou Apollo 6 (natáčané boli na filmový pás a následne pristávali do oceána v malých moduloch)

ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

Ak by zlyhala nosná raketa, tak Saturn V mal potenciál explodovať silou, ktorá bola ekvivalentom MNoho sto ton TNT. Aby sa zvýšila šanca posádky na prežitie (každý záchranný systém predstavuje len výmenu istej smrti za neisté prežitie), bola loď Apollo vybavená systémom LES (Launch Escape System). Išlo o „záchrannú vežičku“, ktorá by v prípade potreby dopravila do bezpečia – katapultovala – veliteľský modul s astronautmi. Celý systém bol vysoký 10 metrov, mal hmotnosť 3,6 tony a jeho maximálny priemer bol 1,2 metra. Na prvý pohľad primitívne zariadenie („stačí len zapáliť raketový motor“) bolo veľmi sofistikované, skladalo sa z hlavného únikového motora, motora odhadzovacieho a malého odkláňajúceho motora (ten mal zaistiť odklon letu kabíny nad oceán pri aktivácii systému na rampe alebo v úvodných fázach letu). Hlavný únikový motor bol schopný vyvinúť ťah 652 kN počas 3,2 sekundy. Aby nebola kabína s astronautmi poškodená pri aktivácii systému (obzvlášť potom šachty s padákmi umiestnené v hornej časti), chránil ju špeciálny kryt. Ten sa aj s celým systémom LES oddeľoval po zážihu druhého stupňa, keď sa Saturn V nachádzal v dostatočne veľkej výške. Tu je redšia atmosféra a prípadné následky výbuchu by boli neporovnateľne miernejšie ako v hustých vrstvách atmosféry (tlaková vlna tu nevzniká). Záchranný systém nebol nikdy v praxi použitý, no aj tak sa dočkal celého radu testovacích a kvalifikačných skúšok.

