

Specifika maziv pro aplikace v kosmickém prostoru

Mazání v technologiích používaných pro průzkum vesmíru, zahrnujících pohyblivé díly umělých družic Země, kosmických sond nebo průzkumných modulů určených pro přistání na kosmických tělesech ve sluneční soustavě, vykazuje celou řadu mimořádných požadavků. Pro uvedený účel existuje široké spektrum velmi rozdílných typů maziv, z nichž jsou zvláště ceněna speciální plastická maziva do extrémních podmínek.

Při výběru vhodných maziv pro aplikaci v kosmických technologiích je nutno brát v úvahu několik zvláštních požadavků.

Extrémní teploty ovlivňují především volbu chemického složení maziva. Většina aplikací ve volném kosmickém prostoru je charakterizována velmi nízkými teplotami, které se mohou blížit absolutní nule. Přistávací moduly pro průzkum planet a měsíců jsou vystaveny teplotám kolísajícím v širokém rozsahu, spjatým se střídáním planetárních dní a nocí, od teplot hluboko pod bodem mrazu až po velmi vysoké teploty: na Měsíci od -180°C až $+135^{\circ}\text{C}$, na Marsu od -90°C až $+30^{\circ}\text{C}$, na Venuši téměř konstantních $+464^{\circ}\text{C}$.

Stav beztláče klade zvláštní nároky na dodávku maziva do třetího uzlu. Musí být řešeny problémy s čerpatelností maziv, která je ovlivněna mimo jiné povrchovým napětím a viskozitou používaných syntetických kapalin. Protože nedochází vlivem absence gravitace k přirozené konvekci v tekutinách, je třeba počítat v některých případech s dodatečným řešením odvodu tepla.

Přítomnost vakua ve volném kosmu nebo na kosmických tělesech bez atmosféry resp. s velmi řídkou atmosférou podporuje extrémní odpařování maziv z povrchů. Vhodnou volbou jsou tedy maziva s velmi nízkou tenzí par, případně může být tento problém řešen dokonalým utěsněním a izolací mazací soustavy od okolního prostoru. Velmi zajímavý vliv má přítomnost vakua na chemické reakce. Na jedné straně je nutno počítat s nepřítomností oxidačních reaktantů jako je zejména atmosférický molekulární kyslík, což má za následek absenci tvorby oxidačních vrstev vedoucí k vysokým koeficientům tření, nefunkčnosti běžných aditiv a zadírání třecích povrchů. Na straně druhé je například na nízkých oběžných drahách kolem Země přítomen kyslík v atomární formě reaktivních radikálů, které jsou schopny velmi zásadně chemicky degradovat zasažené povrchy.

Studené povrchy umělých družic přicházející do následného styku s bezprostředně odpařenými mazivy mohou vést naopak ke kondenzaci jejich par a k nežádoucímu orosení citlivých částí, především optických přístrojů jako jsou nejrůznější teleskopy a spektroskopy.

Meteoroidy a prachové částice nepředstavují naproti tomu v meziplanetárním prostoru vzhledem k hlubokému vakuu zásadní potíže, v případě výzkumů planet, měsíců, planetek a kometárních jader se toto řeší dokonalým utěsněním.

Pronikavá radiace je podstatným problémem mazání v kosmu, neboť vede k výraznému urychlení rozkladu všech druhů maziv, zejména pak organického základu. To platí pro oba dva typy uvažovaného záření, ať již jde o elektromagnetické spektrum, z něhož v blízkosti Země patří cca 10% k vysoce energetickým druhům ionizujícího záření (UV-záření, X-záření) nebo rychle se pohybující částice s původem ve slunečním větru, radiačních pásech planet nebo dokonce hlubokém vesmíru.

Pro mazání ve vesmíru přicházejí v úvahu tři skupiny maziv: syntetické oleje, filmy pevných maziv a speciální plastická maziva. Příklady mazaných částí jsou rotační a lineární ložiska, piezomotory a reduktory. Typickými podmínkami jsou pomalé přesné rotační pohyby, stop-start situace, extrémně dlouhodobé mazání, vibrace, přetížení.

Základní skupinou jsou syntetické oleje, které při použití ve vyšších rychlostech vedou ke stabilním třecím podmínkám. Zřetelnou nevýhodou je vyšší těkavost maziva a relativně vyšší degradace. Z běžných olejů do této skupiny patří PAO (polyalfaolefiny tj. syntetické uhlovodíky) a syntetické estery. Speciální vlastnosti vykazují oleje na bázi polysiloxanů, případně velmi speciální další křemíkové deriváty uhlovodíků (SiHC). Patrně nejrozšířenější skupinu pro opravdu extrémní podmínky představují syntetické perfluorované polyethery (PFPE).

Mazání ve vakuu se neobejde bez použití speciálních mazacích filmů tuhých maziv. Jejich určitou nevýhodou je nestabilita třecích podmínek. V současnosti se používají i dlouho známé chemické sloučeniny sprejované na povrchy jako jsou sulfidy a selenidy kovů (WS_2 , $NbSe_2$) včetně nejznámějšího materiálu tzv. molyky (MoS_2). Velmi se osvědčila technologie nanášení tuhých látek ve vakuu technologií plazmového sprejování. K tomuto účelu se používají vrstvy měkkých (i drahých) kovů (Pb, Ag, Au, In) nebo vysoce speciálních kompozitních materiálů (BaF_2 - CaF_2 , WC- Co).

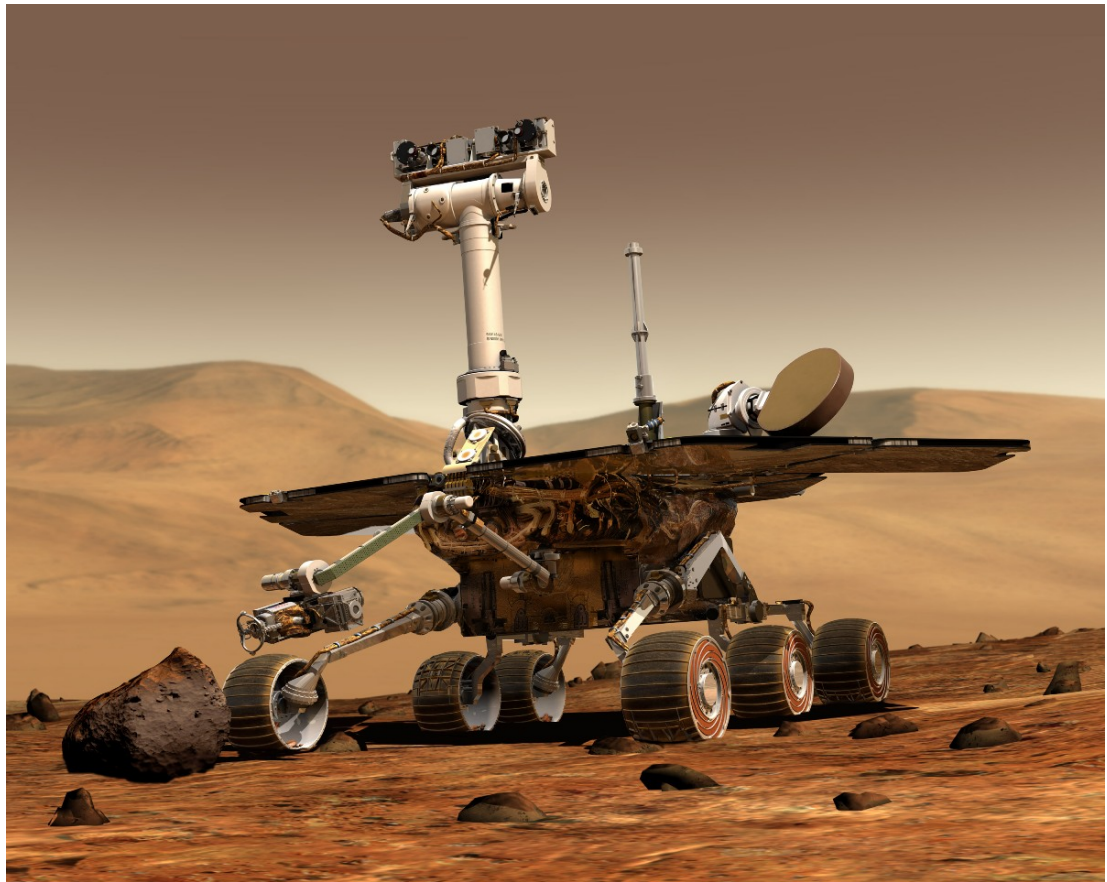
Osvědčené je použití speciálních plastických maziv, kde je dnes již osvědčeným příkladem aplikace plastického maziva kombinujícího základový olej na bázi perfluorovaných polyetherů (PFPE) s extrémní termickou a radiační stabilitou a zpevňovadlo na bázi Teflonu (PTFE - polytetrafluorethylen). Tato maziva v sobě do značné míry spojují výhody syntetických olejů i pevných mazacích filmů. Kromě požadavků pro použití v kosmickém prostoru vykazují i extrémní únosnost mazacího filmu a jsou naprosto inertní a kompatibilní s používanými raketovými palivy. Vývoj tohoto druhu maziv svým významem daleko přesahuje specializované aplikace ve vakuu. Tyto produkty nalézají stále častěji uplatnění v extrémních podmínkách průmyslu a energetiky, ať již jde o extrémní teploty nebo odolnost vůči agresivním chemikáliím a ionizujícímu záření, aplikace v elektronice a vakuové technice.

Trendy pro mazání v kosmu zahrnují kromě výše uvedeného i mnoho převratných a zcela nových technologií. Rozvíjí se výzkumné a vývojové projekty zaměřené na konstrukci magnetických ložisek, mazání pod inertní atmosférou, plynem pod vysokým tlakem, mazání mlhou, jemnými částicemi např. ve formě grafitového prachu získávaného katalytickou tvorbou z plynné fáze. Lze očekávat, že uvedené technologie mohou mít v budoucnu velký význam i pro speciální použití v průmyslu.

Ing. Olga Křížová,
Ing. Petr Kříž



Maziva pro kosmické aplikace jsou využívána i v elektronice a vakuu



Úspěch Curiosity (NASA, Mars 2013) vděčí PFPE/PTFE plastickým mazivům