

Současný stav názorů na genezi forem měsíčního povrchu

LUBOMÍR KOPECKÝ — Ústřední ústav geologický, Praha

Tvary povrchu Měsíce, stejně jako morfologie zemského povrchu, jsou utvářeny vlivem proti sobě působících endogenních a exogenních sil. Zatímco projevy vnitřních sil jsou u obou planet obdobné, liší se projevy vnějších činitelů velmi podstatně. Příčiny jsou hlavně v chybění hydrosféry a atmosféry na Měsíci.

K projevům vnitřních sil Měsíce náleží tektonika, vulkanismus a patrně i seismika, která je, jak ukázal pokus Apolla 12, také doprovodným projevem dopadů větších těles. Základem tektoniky měsíční kůry je síť tahové planetární tektoniky SZ a SV směru; méně výrazné jsou směry V-Z a S-J. Té je podřízena nejen morfologie povrchu zemí, a většina vertikálních poruch (morfologicky výrazné stěny, přímočaré nebo klikaté rýhy), ale její směry se projevují i v omezení polygonálních depresí (kalderovitě útvary a měsíční moře) a v jejich tektonickém omezení a seřazení.

Jako projev měsíčního vulkanismu jsou uvažovány: plynné emise, fumarolová deposice, efusivní činnost a explosivní činnost. Vulkanismus vytváří — podle Mc. Calla (1965) — formy lineární a kruhové. Ty jsou v podstatě monogenní (patrně maary) a polygenní (subsidenční kaldery a moře).

Kombinací tektoniky a následního vulkanismu se na Měsíci, obdobně jako na Zemi, vytvářejí velké tektonovulkanické formy. Obecným principem jejich vzniku je kráterování tektonických příkopů, jak je pro Měsíc aplikoval Spurr (1944 — 1949). Velké polygonální až kruhové kaldery (do stovek km) jsou vykládány t. zv. kotlovou subsidencí podle periklinálních tektonických polygonů nebo kruhů. Následný vulkanismus střídající se s novým tektonickým narušením modeluje stěny, dna a centrální vrcholy subsidenčních kalder. Pozemské analogony, a to nejen geologické, ale patrně i petrografické, se nacházejí v eukritových až křemeno-gabbrových a křemeno-monzonitových kruhových komplexech Skotska. Měsíční moře je možno podle dnešních názorů na vznik některých forem jejich povrchu interpretovat jako polygonální, kruhové a lineární tektonovulkanické deprese maximálních rozměrů (až do 1200 km v průměru). K vulkanickým formám povrchu měsíčních moří patří t. zv. vráskové hřbety (patrně lineární vulkanické formy mnoho set km dlouhé) a dómy (často v řadách a s vrcholovými krátery). Výplně moří a velkých kruhových a také polygonálních subsidenčních kráterů tvoří patrně areální a puklinové erupce melabazaltů až pyroxenitů, dómy mohou podle vysoké odrazivosti světla patřit spíše k horninám anoritového složení. Mezi stavbou a složením měsíčních moří (kupř. M. Imbrium) a pozemskými oceány (kupř. Tichý oceán) existuje řada významných analogií ve struktuře, tektonickém omezení, distribuci vulkanismu a hmoty. Gravimetrické anomálie mohou být projevem koncentrace těžkých magmat v měsíčních mořích. Ježto moře jsou koncentrována na přivrácené polovině Měsíce, mohou být příčinou souhlasného rytmu rotace měsíční koule a jejího oběhu kolem Země pod vlivem zemské gravitace.

Horniny dovezené z Moře klidu Apollem 11, pocházející z úlomkovitého povrchového pokryvu (regolitu) patří ilmenitovému melabazaltu příp. melagabru (bohatému Ti a Fe) s interzetální a ofitickou strukturou shodnou se strukturami pozemských čedičů, diabásů a melafyrů; anortosity mají též metasomatické struktury. Nerostným složením i strukturou jsou blízké křemenným gabbřům až eukri-

tům skotských ostrovů. Vzorky t. zv. komplexních brekcií z regolitu Moře klidu jsou patrně úlomky a prachová součást regolitu slinované při velkých impaktech. Skleněné kuličky velikosti do 0,4 mm jsou heterogenní a zřejmě tedy impaktního původu. Analogie s laboratorní krystalizací suchých silikátových tavenin, jakými bezvodá měsíční magmata byla, ukazuje, že bazaltické horniny z regolitu Moře klidu krystalizovaly za teplot cca 1350–900 °C.

K vnějším silám, modelujícím povrch Měsíce, patří především makroimpakt, působící drčení a povrchové sesklňování původních hornin měsíční kůry, kruhovitě kráterování (o rozměrech od cm patrně do desítek km) a slinování brekcií; mikroimpakt působí mikrokráterování povrchu hornin a jejich úlomků, jejich sesklňování a zoblování (t. zv. impaktní metamorfismus). Jako kosmické větrání označuje kupř. Ronca (1966) vliv kosmického záření a t. zv. slunečního větru na povrch hornin, který tmavne (přeměnami získává nižší odrazivost světla). Velké rozdíly teplot (nad + 100 a do – 153 °C) mohou působit mikrotrhliny a zesvětlení povrchu úlomků a dále svahový pohyb a třídění úlomkovitého materiálu a bloků i jejich sedimentaci (možno označit jako termickou erozi). Seismické pohyby — vyvolané impakty — mohou působit svahový pohyb a třídění materiálu. Vnější síly metamorfuji a přemísťují úlomky hornin a zarovnávají tak měsíční povrch.

Zákonité prostorové vztahy většiny morfologických typů povrchu Měsíce svědčí o jejich endogenním (tektonovulkanickém) původu a vylučují tak výklad jejich vzniku impaktem, který v těchto případech nutně počítá s náhodou a je proto nereálný.

Měsíc a geologické metody jeho výzkumu

MOJMÍR ELIÁŠ

Ani podrobný průzkum Měsíce sondami a první výsledky přímého studia nejistoty v původu měsíčních útvarů. Obě hlavní skupiny hypotéz — endogenní (vulkanická, vulkanickotektonická, magmatická) a exogenní (impaktní) nacházejí některé doklady pro svou existenci. Proto je v současnosti nutno studovat dílčí problémy, určité útvary atd., aby byl shromážděn materiál pro řešení genese konkrétních útvarů.

Výzkum povrchových tvarů Měsíce probíhá těmito směry: a. metodou srovnávací morfologické analýsy měsíčních a pozemských útvarů. Rozdíly v morfologii a uspořádání nejtypičtějších měsíčních forem — krátery, valové roviny, kruhová pohoří, prstěncovitě polygonální struktury atd. — ukazují, že tyto formy jsou polygenetické (impaktní, vulkanické, vulkanicko tektonické atd.). b. metodou „regionálně geologického výzkumu“, kdy při geologickém mapování Měsíce jsou vymezovány povrchové litostratigrafické jednotky různých fyzikálních vlastností (albedo, polarizace, barevný index, drsnost, elektrická vodivost atd.), morfologické útvary a jejich části, lineární prvky (zlomy, riftové zony, žíly v mořích atd.). Podle principu superpozice a intersekcce byly definovány různé stratigrafické škály (např. pro mapu 1:1 000 000 preimbrien — pevniny starší než moře, imbrien — mořská výplň a někdy bezprostřední okolí moří a eratosthenien a kopernicien — mladší útvary, krátery, na povrchu moří a pevnin). Zlomové systémy se řadí do třech skupin: planetární systémy, prstěncové polygonální systémy a radiální systémy kruhových moří.