



Vesmír č. 12
vychází 6.12.2007

přírodovědecký časopis vesmír

první číslo
vyšlo roku 1871 Copyright

Může být něco **většího**

Plášťový velehřib ve střední křídě
/epizoda, při níž se v krátkém časovém úseku 5 milionů let zdvojnásobila celosvětová produkce oceánské kůry/

Martin Novák
Publikováno: Vesmír 74, 373, 1995/7

Na katedře geochemie Karlovy univerzity visí od r. 1977 mapa dna světového oceánu. Kdybychom si ji za studií nejen prohlíželi, ale navíc o ní přemýšleli, mohlo nás napadnout něco, co hlásá palcovým titulkem letošní únorové číslo časopisu *Scientific American*. Právě tak – totiž přemýšlením nad mapou – začala 18 let dlouhá cesta autora článku “*Mid-cretaceous superplume episode*” R. Larsona. Stačilo jen přidat 13 oceánografických expedic do oblasti západního Tichého oceánu a doplnit je kompilací všech dostupných dat o objemu přirůstající oceánské zemské kůry. Hypotéza plášťového velehřibu ve střední křídě byla na světě.



Za normálních okolností vzniká největší objem oceánské kůry rozpínáním mořského dna v oblastech středoocéánských hřbetů. Tímto relativně pomalým procesem přirůstá bazaltoidní zemská kůra symetricky na obě strany od osy hřbetu. Ve středoocéánských hřbetech vystupuje na mořské dno žhavé magma ze zemského pláště. Horniny nově vzniklé tuhnutím ochlazeného magmatu jsou dopravovány jakoby na dvou běžících páslech v opačných směrech. Čím dále od osy středoocéánského hřbetu, tím starší hornina. Středoocéánské hřbety jsou rozryty příčnými zlomy, které je dělí na úseky podobné velikosti, často nepatrně odsazené z osy hřbetu do stran. Tyto vyvýšeniny vévodí rozsáhlým úsekům oceánského dna. Západní část dna Tichého oceánu vypadá zcela odlišně. Připomíná spíše blátivou silnici rozježděnou ve všech směrech koly aut. Stáří těchto nahodile orientovaných řetězců podmořských hor, téměř vždy vyšších než středoocéánské hřbety, a plošin mezi nimi nevykazuje žádný systematický gradient. Stáří celé rozsáhlé oblasti dna západního Tichého oceánu je téměř totožné: vyvřeliny bazaltového složení vznikly téměř bez výjimky ve střední křídě před 120 až 125 miliony let.

Obr. 1 (viz **obrázek**) ukazuje, že celkový objem vznikající oceánské kůry se ve střední křídě zvýšil na dvojnásobek v krátkém časovém úseku 5 milionů let. Množství vznikající oceánské kůry dosáhlo maxima záhy po počátku mohutné epizody, která je projevem jakési ordovní činnosti Země. Tato ordovní činnost se

ČASOPIS

- ARCHIV ČLÁNKŮ
- RUBRIKY
- ČLÁNKY TEMATICKY
- NEJČTENĚJŠÍ
- Z HISTORIE ČASOPISU
- CHCI SI PŘEDPLATIT

REDAKCE

- AKCE VESMÍRU
- INZERCE
- O REDAKCI
- INFO PRO AUTORY
- PRODUKTY (KNIHY ap.)
- ZEPTEJTE SE
- V SÍTI
- PŘEDNÁŠKY, SEMINÁŘE
- DISKUSE
- INFORMACE O MAILEM

INFORMACE E-MAILEM

✉ napište nám

Přihlásit
Registrovat

Přírodovědecký časopis
© Vesmír
Vesmír, spol. s r. o.
ISSN 1214-4029

po počátku mohutné epizody, která je projevem jakési eratické srdeční činnosti Země. Tato srdeční činnost se vyznačuje schopností uvolnit náhle velké množství tepla z nitra planety. Po dosažení maxima klesala produkce oceánské kůry pozvolna dalších 70 až 80 milionů let. Přibližně před 30 až 40 miliony let se vrátila k nízkým hodnotám shodným s obdobím před započítáním pulzu.

Rozsáhlé výlevy podmořských bazaltů byly s největší pravděpodobností důsledkem výstupu mohutného proudu hmoty ze zemského pláště. Tyto proudy jsou v angličtině označovány názvem "mantle plumes", který lze na základě morfologie překládat do češtiny jako "plášťové hříby" (viz Vesmír 72, 245, 1993/5). Od běžnějších plášťových hříbů, jaké daly vznik např. Dekánské bazaltové plošiny v západní Indii, sibiřským trapům na severu Ruska nebo bazaltovým výlevům v oblasti Paraná v Brazílii, se střednokřídový plášťový hříb lišil mnohem větší velikostí. Označme jej proto za velehříb (obrázek). Výlevy trapových bazaltů na kontinentech se vyznačují horizontálními rozměry několika set km a mocností 1–2 km. Nejrozsáhlejší bazaltová plošina mořského dna v oblasti západního Tichého oceánu, tzv. Ontong-jávské plató, je 25krát větší než Dekánská plošina, největší z projevů plášťových hříbů na kontinentech.



Řetězce podmořských hor prostorově navazují na oceánské plošiny vzniklé v místě, kde hlava plášťového hříbu dosáhla zemské kůry. I tyto řetězce jsou projevem plášťového hříbu. Obsahují materiál z nohy plášťového hříbu, která dosahovala povrchu později než plošně rozsáhlejší hlava hříbu. Protože poloha plášťového hříbu v nitru Země je pevně daná a protože litosférické desky se horizontálně pohybují různými směry na plastickém povrchu astenosféry, zachycují po sobě následující erupce v řetězci podmořských sopek pohyb litosférických desek. Řetězce podmořských sopek by tudíž měly být nejstarší v blízkosti své mateřské bazaltové plošiny a nejmladší na opačné straně, kde končí sopkou dosud činnou v případě, že noha plášťového hříbu ještě dodává materiál z hloubek. Nejznámější řetězec podmořských hor sopečného původu se nachází v oblasti Havajského souostroví a pokračuje na mořském dně daleko na severozápad od vlastních ostrovů. Noha plášťového hříbu je pod největším ostrovem Havajského souostroví, kde sopečná činnost probíhá dodnes. Stáří ostrovů a vyhaslých podmořských sopek roste směrem k severozápadu. Jsou odnášeny tichomořskou korovou deskou, jež se pohybuje na severozápad nad fixní polohou nohy havajského plášťového hříbu.

Plášťové hříby vznikají v nitru Země přehřátím silikátového materiálu, který začne stoupat díky vzltlaku. Vzltlak je síla daná rozdílem hustot přehřátého materiálu hříbu a jeho okolí. Výlev podmořských bazaltů na ploše o průměru několika tisíc kilometrů ve střední křídě byl pravděpodobně způsoben výstupem jednoho nebo několika velehříbů, které pronikly vzhůru plastickým pláštěm a jejichž klobouk zploštěl a zvětšil se, jakmile narazil na tuhou litosférickou desku při povrchu Země. Velehříb vznikl s největší pravděpodobností na samém rozhraní zemského pláště a jádra v hloubce 2 900 km pod povrchem Země. Při svém vzniku ovlivnil procesy, které způsobují zvraty zemského magnetického pole v tekutém vnějším jádře. Existuje nepřímá měra mezi objemem zemské kůry vzniklé za časovou jednotku z plášťových hříbů a frekvencí zvratů v polaritě zemského magnetického pole. V dobách vzestupu velkého počtu plášťových hříbů, jakou byla např. střední křída, nedochází k téměř žádným zvratům v zemském magnetickém poli. Naopak v dobách, jako je ta dnešní, kdy je aktivita plášťových hříbů nízká, dochází k rekordnímu počtu zvratů polarity magnetického pole. Dosud není zcela jasné, jak změna orientace zemského magnetického pole probíhá. Zdrojem magnetického pole Země je téměř jistě vroucí železo ve svrchním zemském jádru. Roztavené železo je velmi dobrým vodičem elektrického proudu a konvektivní proudění v něm dává vznik silnému magnetickému poli. zesílení varu železa je patrně nějakým způsobem spojeno se snížením počtu zvratů polarity magnetického pole. Teplo uvolňované tekutým železem proniká kondukcí rozhraním plášť – jádro, které samo tvoří jakousi pokličku tohoto vařícího kotle. Teplo je uvězněno v nejnižších 100 až 200 km zemského pláště těsně nad tímto rozhraním v tuhých silikátových horninách. Proces pokračuje až do chvíle, kdy se nahromadí jisté kritické množství "nadbytečného" tepla. Vzltlak řidšího nejspodnějšího pláště překoná viskozitu nadložních, chladnějších a tudíž

hustších hornin. Mohutné sloupy plášťového materiálu překonávají vertikální vzdálenost téměř 2 900 km a vyvolávají vulkanické erupce na zemském povrchu. Vystupující materiál odvádí teplo ze spodního pláště a umožňuje, aby vnější zemské jádro vřelo intenzivněji než dříve.



Loni v září se sešli přední geochemikové z mnoha zemí na 4. Mezinárodní Goldschmidtově konferenci v Edinburghu. Z řady přednášek o plášťových hříbech bylo zřejmé, že dosud nepanuje shoda v tom, zda je konvekce v zemském plášti jednotná, nebo je tvořena dvěma oddělenými systémy nad a pod hranicí svrchní – spodní pláště v hloubce 660 km pod povrchem. V tomto ohledu byl zajímavý příspěvek S. Harta z Woods Hole Marine Laboratory (USA), který se pokusil ukázat, že obě varianty jsou

docela dobře možné. V r. 1994 byla publikována tomografická syntéza harvardské skupiny, která ukazuje sloupovité megastruktury radiálního směru, protínající jak svrchní, tak spodní pláště, jedna v oblasti Tichého oceánu a jedna pod africkým kontinentem. Tyto megastruktury by ukazovaly na jednotnou celoplášťovou konvekci. Podle Harta se při vzestupu plášťových hřibů zmenšuje jejich průměr. V okamžiku dosažení zemské kůry je zpravidla 50–100 % materiálu hříbu nepůvodního, asimilovaného na cestě vzhůru. Přesto je zde naděje, že analýza dostatečně velkého množství vzorků různých plášťových hřibů umožní vyřešit otázku, zda některé hříby pocházejí až z hloubek 2 900 km z blízkosti zemského jádra.

Před 10 lety měli geochemikové k dispozici 5 nezávislých izotopových systémů ke studiu mísení plášťových zdrojů: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, a tři poměry radiogenních izotopů olova k izotopu ^{204}Pb . Pomocí nich byly definovány 4 různé zdroje plášťového materiálu: DMM, HIMU, EM I a EM II. DMM je nejsvrchnější ochuzený pláště, zdroj středooceánských bazaltů, zbývající tři pocházejí z větších hloubek a jsou známy z horkých skvrn, tedy projevů plášťových hřibů na mořském dně. Izotopová evoluce, tj. diferenciace těchto čtyř koncových členů, musela trvat 1–2 miliardy let, proto jsou izotopy lepším nástrojem ke studiu mísení plášťových zdrojů než pouhé obsahy stopových prvků. Vynesením izotopových analýz velkého množství vzorků do některého diagramu, např. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ proti $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, vznikne shluk bodů mezi čtyřmi vrcholy, odtud pochází definice čtyř různých základních typů plášťového materiálu. Po určité době se zdálo, že vždy s analytickým zvládnutím nového izotopového systému bude nutné k horninám pláště přidat další základní typ. Alespoň se na to téma vtipkovalo mezi laboratoři. Pak však byl objeven systém $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ a o něco později systém $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ a pole analýz stále vystačilo se čtyřmi vrcholy. Je zajímavé, že většina vzorků extrémního složení, tj. blízkých se koncovým členům, pochází z jižní polokoule. Vzorky ze severní polokoule jsou daleko méně variabilní. Převaha koncových členů EM I a EM II obohacených refraktorními prvky, patrně obsahujících recyklovanou sedimentární složku, a HIMU, pravděpodobně obsahující starou recyklovanou oceánskou kůru, na jižní polokouli vedla k definici tv. anomálie DUPAL. Nejextrémnější izotopová složení se soustředí do dvou míst anomálie DUPAL. Tato místa odpovídají tomografickým megastrukturám harvardské skupiny. To by ukazovalo na spodnoplášťový původ složek EM I, EM II a HIMU až z rozhraní pláště s jádrem v hloubce 2 900 km. Naproti tomu plášťové hříby Galapág a Islandu, oblastí na severní polokouli, obsahují převahu složky DMM. Pocházejí patrně z hloubky pouhých 660 km, z rozhraní svrchního a spodního pláště. Svědčí o tom, že konvekce hmoty může probíhat i ve skromnějším měřítku poměrně tenkého svrchního pláště.

Vraťme se však ke středokřídovému velehříbu. Tato epizoda, při které se zdvojnásobila celosvětová produkce oceánské kůry v krátkém časovém úseku 5 milionů let, měla nutně závažné geologické důsledky. Prvním z nich bylo zvýšení hladiny světového oceánu přibližně o 250 m ve srovnání s dnešním stavem. Za předpokladu, že celkové množství vody ve světovém oceánu je konstantní, zvýšení hladiny jednoduše odráží odpovídající zvýšení úrovně mořského dna. Oceán nad nově vzniklou kůrou je mělký, protože kůra je ještě relativně teplá, má nižší hustotu a tudíž větší objem. Při chladnutí se horniny smršťují a mořské dno se prohlubuje. Ze stejného důvodu se středooceánské hřbety vyvyšují nad chladnější a starší kůru po stranách. V důsledku výstupu středokřídového plášťového velehříbu byly zaplaveny rozsáhlé oblasti kontinentů.

Ve střední křídě došlo rovněž ke zvýšené depozici organického uhlíku a karbonátu. Fytoplankton

a zooplankton žije v mělkých vodách, kam částečně proniká sluneční světlo. V neobyčejně teplém moři střední křídly rostla biomasa zvýšenou rychlostí. V jiných dobách se odumřelé organizmy rozpouštějí dřívě, než dopadnou na mořské dno, v důsledku vysokého tlaku vodního sloupce. Ve střední křídě však zůstala odumřelá biomasa uchována v sedimentech díky mělkosti kontinentálních moří. Epizoda byla doprovázena vyšší teplotou vzduchu, způsobenou skleníkovým efektem. Mohutné vulkanické erupce vedly k úniku různých skleníkových plynů, v největší míře oxidu siřičitého. Část organické hmoty pohřbené ve zvýšené míře v teplých mořích střední křídly se pozdějšími geologickými procesy přeměnila v kaustobiolity (z ř. *kaustos* – hořlavý, *bios* – život a *lithos* – kámen), především ropu. Odhaduje se, že ropa odvozená od organické hmoty střednokřídového stáří tvoří 50 % světových zásob. Dostáváme se tak k jednomu úsměvnému paradoxu: Zesílený skleníkový efekt střední křídly dal vznik kaustobiolitům, jejichž spalováním si lidstvo přivodilo další skleníkový efekt v současné době. I za naše současné problémy může plášťový velehřib.

Citát z

CAMILLE FLAMMARION: Divy nebeské

Hejda & Tuček, Praha 1908, str. 236

[...] Jest dokonce pravděpodobno, že zeměkoule celá jest ještě zemí tekoucích látek, roztavených vnitřním žářem, kterýž hoří pod nohama našima, a že pevná vrstva zeměkoule, kora, která ji obklopuje, a na níž bydlíme, nemá větší tloušťku nežli 40 km.

Země podobá se tedy nepatrné kouli skleněné, mající asi metr v průměru a naplněné rozteklymi a mazavými nerosty. Někteří geologové soudili dokonce, že kdyby nebylo některých otvorů, to jest některých vulkánů, aby páry unikly, že by se země roztrhla v kusy. [...]

Já sám znám jiné osoby, [...] které, hledíce na různá období vědy, na její úspěchy a zklamání, soudí, že pohybujeme se jakoby v začarovaném kruhu, že nemáme pravých vědomostí o věcech, a že soustavy naše, byť zdály se pevně založeny, měly by býti pokládány přece jen za pouhé domněnky.[...] Pro ty, kdož neslyšeli a kdož neznali nepopíratelných úkazů jich odmítnutí, uvedu zběžně pozorování, na nichž zakládají se ona hlavní učení...

[tisk článku](#) [vložit komentář](#) [0]

[Home Page](#) [Nahoru](#)

Vesmír© 2003

[Aktuální číslo](#)