

ABSTRAKT

KOMPLEXNÍ PETROLOGICKÝ A GEOCHEMICKÝ VÝZKUM LUNÁRNÍHO METEORITU MARE-BAZALTICKÉHO SLOŽENÍ NORTHEAST AFRICA NEA 003-A

Northeast Africa 003 (NEA 003) je lunární meteorit, nalezený ve dvou fragmentech (6 a 118 g) v Libyi v letech 2000 a 2001. Hlavní část 118 g fragmentu meteoritu (~75 obj. %) použitá pro tuto studii (NEA 003-A) byla klasifikována jako lunární mare-bazalt a menší přilehlá část (~25 obj. %) je tvořena bazaltickou brekcií označovanou jako NEA 003-B. Meteorit NEA 003-A je tvořen především olivíny, pyroxeny a plagioklasy s nápadnou hrubozrnnou magmatickou strukturou. Minerální asociace charakteristická pro pozdní stádia krystalizace této horniny se skládá především z lištovitých plagioklasů, ilmenitu, troilitu, fayalitu, Si-K bohatého skla, apatitu a vzácně i SiO₂ fází. Dále jsou přítomny akcesorické minerály zahrnující ulvöspinel, chromit a vzácně i ryzí Fe-Ni slitiny. Zrna olivínů a pyroxenů jsou nápadně porušena frakturami, které vznikly v důsledku působení vysokých šokových tlaků, a přítomný plagioklas byl ze stejného důvodu zcela přeměněn na maskelynit.

Poměry Fe/Mn celkové horniny, olivínů a pyroxenů a také izotopické složení

kyslíku pro celkovou horninu dokládá jednoznačně lunární původ tohoto meteoritu.

Dalšími důkazy svědčícími pro lunární původ meteoritu NEA 003-A jsou přítomnost Fe-Ni slitin a zcela bezvodé minerální asociace.

NEA 003-A je geochemicky a petrograficky zcela odlišný od dříve popsáných mare-bazaltických meteoritů a není s nimi v žádném vztahu z hlediska společné geneze nebo nálezů na Zemi. Petrografie a chemické složení hlavních prvků NEA 003-A je podobné olivínickým mare-bazaltům s nízkým obsahem Ti z Apolla 12 a olivínnormativním bazaltům z Apolla 15. Obsahy stopových prvků NEA 003-A jsou nápadně podobné olivín-normativním bazaltům z Apolla 15. NEA 003-A tak může představovat doposud neznámý, geochemicky méně vyvinutý člen této olivín-normativní bazaltické série. Obsahy vzácných zemin v meteoritu NEA 003-A jsou velmi nízké a obsahy dalších nekompatibilních stopových prvků svědčí o méně vyvinutém charakteru původního zdrojového magmatu. Chemické složení celkové horniny ukazuje, že zdrojová tavenina NEA 003-A nebyla kontaminována KREEP komponentou v důsledku mísení nebo asimilace různých zdrojových magmat. Výsledky modelování krystalizace horniny a nízká minimální rychlost chladnutí zdrojového magmatu (~0.07 °C/h) dokládá, že zdrojové magma NEA 003-A krystalizovalo v nižší části lávového proudu obsahujícího asi 10% kumulátového olivínu a bylo pravděpodobně odvozeno z geochemicky primitivnějšího magmatu složením blízké pikritu v důsledku procesů frakční krystalizace. Rychlost chladnutí magmatu, odvozená z šířky lištovitých krystalů plagioklasu (~0.1 °C/h), odpovídá pozici zdrojového magmatu v hloubce 2,4-3,6 m pod povrchem modelového lávového proudu v podmínkách měsíčního povrchu. Na základě výsledků tohoto modelu je možné odhadnout minimální tloušťku původního lávového proudu na 4,8-7,2 m, což vylučuje původ NEA 003-A z prostředí hlouběji situovaného magmatického krbu. Rozdíl mezi analyzovanými obsahy vzácných zemin v celkové hornině a vypočtenými obsahy vzácných zemin v modelové tavenině NEA 003-A v ekvilibriu pro analyzované pigeonity a anortitické plagioklasy dokládá, že obsahy vzácných zemin v celkové hornině přesně neodráží složení původního zdrojového magmatu. Složení celkové horniny bylo po vmístění a v průběhu krystalizace NEA 003-A ovlivněno únikem části reziduální, vzácnými zeminami obohacené taveniny. Původní zdrojová tavenina NEA 003-A tedy krystalizovala v částečně otevřeném systému frakční krystalizace se vstupem kumulátového olivínu.

Stáří krystalizace NEA 003-A (3.09±0.06 mld. let), získané metodou Sm-Nd,

odpovídá periodě vulkanické aktivity v období nižšího Eratosthenianu. Hodnota $\epsilon_{Nd} = -$

0.4±0.3, blízká složení chondritických meteoritů, indikuje, že hornina byla odvozena ze slabě obohaceného plášťového zdroje, podobně jako pikritická skla z Apolla 15 (Apollo 15 green glasses). Výsledky Ar-Ar datování nejsou shodné se stářím krystalizace zjištěným metodou Sm-Nd a dokládají vliv jedné nebo více impaktních událostí na Ar-Ar systém. Ar-Ar metoda umožnila datovat z hlediska intenzity šokové metamorfozy nejvýznamnější impaktní událost (šokové tlaky mezi 28 a 45 GPa) v období před 1,8 miliardami let. Absence solárního Ar ukazuje, že NEA 003-A nebyl přímo vystaven působení slunečního větru na povrchu Měsíce, ale doba odpovídající vystavení horniny účinkům kosmického záření (cosmic ray exposure age = 209±6 mil. let) dokládá, že hornina byla během části své historie uložena v horních partiích lunární regolitové vrstvy.