



Posudek oponenta habilitační práce

Masarykova univerzita	
Fakulta	Přírodovědecká fakulta
Obor řízení	Geologické vědy
Uchazeč	Mgr. Radek Škoda, PhD
Pracoviště uchazeče	Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita v Brně
Habilitační práce (název)	Role minerálů prvků vzácných zemin v granitickém prostředí
Oponent	Doc. Mgr. Martin Ondrejka, PhD
Pracoviště oponenta	Katedra mineralogie a petrologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislavě, Ilkovičova 6, Mlynská dolina, Bratislava, 84215

Predložená habilitační práce pozostáva z 234 strán a je rozdelená na tri hlavné časti. V prvej časti sa autor venuje všeobecnej charakteristike a EPMA metodike prvkov REE, ich koncentráciám, normalizáciám, celohorninovej geochemii, charakteristickým distribučným znakom a tiež hlavným minerálom, ktoré sú nositeľmi týchto prvkov v rôznych genetických typoch hornín. Veľmi oceňujem aj druhú časť a kapitolu o EPMA analytike prvkov REE v mineráloch, kde autor dokonale zúročil svoje dlhoročné skúsenosti s touto metodikou na svojom pracovisku. Tretia časť habilitačnej práce pozostáva z 11 kvalitných karentovaných publikácií a predstavuje výber prác venovaných problematike minerálov REE v rôznych horninových, najmä granitových magmatických systémoch a v širokom spektre podmienok vzniku od primárne magmatických, cez subsolidové až po hydrotermálne sekundárne paragenézy, kde je uchádzač hlavným autorom, resp. spoluautorom.

Zvolenú tému považujem za vysoko aktuálnu a atraktívnu, keďže problematika prvkov REE a príbuzných prvkov má významný výskumný potenciál a je prítiažlivá aj pre aplikované vedné disciplíny. Štúdium mobility, frakcionácie, geochemickej afinity a distribúcie prvkov REE v rôznych typoch genetických prostredí a tiež ich remobilizácie v neskorších štádiách vývoja vplyvom interakcie fluida s horninou, príp. iných alteračných fenoménov je dôležitou súčasťou základného výskumu týchto ekonomicky dôležitých prvkov.

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že predložená habilitačná práca je na vysokej vedeckej úrovni a vzhľadom na fakt, že pozostáva predovšetkým z karentovaných publikácií, ktoré prešli náročným recenzným konaním, je aj dostatočne dôveryhodná a všeobecne akceptovaná širokou vedeckou komunitou. Napriek tomu, by som si dovoľil uviesť niekoľko drobných poznámok, pripomienok, príp. všeobecných otázok do diskusie.

Dotazy oponenta k obhajobě habilitační práce (počet dotazů dle zvážení oponenta) ...

V tab. 1, obr. 2 a tiež aj v ostatnom texte mohla byť okrem starších prác Taylor a McLennan, 1985 (primitívny plášť), príp. McDonough a Sun, 1995 (chondrit) uvedená a diskutovaná aj novšia normalizácia prvkov REE a ich obsahy v chondritoch podľa Barrat et al., 2012 (Geochemistry of CI chondrites: Major and trace elements, and Cu and Zn Isotopes, Geochim. Cosmochim Acta, 83, 79-92.).

Kapitola 4.2 Substitute v minerálech zahrnujúcej REE je spracovaná veľmi detailne a sú tu opísané a diskutované všetky dôležité substitučné mechanizmy kontrolujúce vstup prvkov REE do štruktúry minerálov. Pre väčšiu prehľadnosť a názornosť jednotlivých substitučných vektorov mohli byť pre uverejnené chemické výmenné reakcie uvedené aspoň "slepé" substitučné diagramy, príp. aj s dostupnými analýzami a s vyznačenými substitučnými líniami.

V kapitole 4.3 Hlavní nositelé REE v horninách sú opačne uvedené As analógy monazitu (str. 26 – ako černovit) a tiež xenotímu (str. 27 – ako gasparit). Gasparit je monoklinický LREE dominantný arzenát a tvorí izomorfný tuhý roztok s monazitom, kým černovit je tetragonálny Y, HREE dominantný arzenát a tvorí izomorfný tuhý roztok so xenotímom.

V celej práci sa všeobecne in-situ U-Th-Pb chemické datovanie minerálov pomocou EPMA označuje ako CHIME datovanie. Rád by som ale zdôraznil fakt, že CHIME, čiže izochrónová metóda, kde vek je definovaný sklonom konštruovanej izochróny je metodika, resp. stratégia vyvinutá v zmysle Suzuki a Adachi, 1991a,b a ďalej rozpracovaná ďalšími autormi a že existuje aj odlišná metodika podľa Williamsa a výpočet veku podľa Montel et al., 1996, ktorá okrem iného zahŕňa konštrukciu histogramov rozloženia jednotlivých vekových populácií, príp. skupinových vekov s prijateľnejšou chybou merania (kumulatívny efekt). V tejto súvislosti by ma zaujímalo, aký typ datovacej stratégie je rozpracovaný na EPMA pracovisku autora na Masarykovej univerzite v Brne?

Obr. 8 (str. 28). Čo predstavujú indexované izolínie 0,2 až 0,8 (radiálne lúčovito usporiadané priamky vychádzajúce z teoretického klinozoizitu)? Ak by malo ísť o tzv. oxyizolínie sensu Petřík et al., 1995, tak sú chybné indexované, pretože napr. ferriallanit by mal pomer $Fox = Fe^{3+}/Fe^{2+} + Fe^{3+} = 1$, pričom jeho skutočný pomer je 0,5. Mohlo by však ísť o mol% Fe^{3+} ? Tieto priamky nesú aj dôležitú genetickú informáciu, ktoré predstavujú oxyizolínie kationového pomeru $Fox = Fe^{3+}/(Fe^{3+} + Fe^{2+})$ a v podstate reprezentujú oxidačno-redukčné vlastnosti počas kryštalizácie.

Na str. 28 sa píše, že pri vyšších stupňoch metamorfózy, najmä za pôsobenia Ca-bohatých fluid dochádza k rozpadu monazitu na allanit, alebo REE-bohatý epidot a apatit (Finger et al., 1998). Súhlasím, že za pôsobenia Ca-bohatých fluid, ale dnes už vieme, že to nemusí byť nutne pri vyšších stupňoch metamorfózy (napr. amfibolitová fácia sensu Finger et al., 1998), ale že taký typ rozpadu monazitu sa môže vyskytovať aj v bežných typoch nemetamorfovaných granitoidov (napr. v Západných Karpatoch: tzv. gemerické granity – preteplenie max. vo fácií zelených bridlic a pod.). Rozpad monazitu a vznik sekundárnych korón apatitu-allanitu-REE epidotu je kontrolovaný najmä chemickým zložením reakčného fluida (napr. Broska et al., 2005; Budzyn et al., 2011; Ondrejka et al., 2012, 2016), čo má význam najmä pri definovaní mobility prvkov REE aj v nízkotermálnych prostrediach, ale za prítomnosti "vhodných" alteračných fluid.

V dnešnej dobe sú tzv. kritické kovy (kde patria aj REE) vysokožiadanou a strategickou surovinou. V rámci krajín EU, kde ekonomicky významné ložiská REE nie sú tak rozšírené ako v iných častiach sveta, napr. Čína, Rusko, Austrália, USA sa doslova rozbehla prospekčná horúčka na tieto rudy a aj každý výskyt, hoci ekonomicky nerentabilný sa označuje za potencionálny zdroj kritických kovov. Aký je ložiskový potenciál REE výskytov v Českom masíve (napr. Třebíčsky plutón príp. Krušné hory – alkalické magmatické horniny)?

Horeuvedené pripomienky a dotazy v žiadnom prípade neznižujú vysokú kvalitu predloženej habilitácie a pramena skôr z odbornej diskusie na danú tému. Uchádzač svojou habilitačnou prácou jednoznačne preukázal, že už niekoľko rokov patrí k poprednej svetovej špičke v oblasti REE mineralógie felzických magmatitov a najmä pegmatitov. Výhľadovo do



blízkej budúcnosti si viem predstaviť túto habilitačnú prácu ako výborný základ kvalitnej monografie na uvedenú tému.

Záver

Habilitační práce Radka Škodu [„Role minerálů prvků vzácných zemin v granitickém prostředí“] *splňuje* požadavky standardně kladené na habilitační práce v oboru Geologické vědy.

V Bratislave dne: 10.7.2017

Doc. Mgr. Martin Ondrejka, PhD

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
Prírodovedecká fakulta
Katedra mineralógie a petrológie
Mlynská dolina, Ilkovičova 6
842 15 Bratislava -1-