

JSOU GRANITICKÉ PEGMATITY JEN HRAČKOU PRO MINERALOGY NEBO ÚČINNÝ NÁSTROJ PRO GEOLOGY?

M. Novák

Ústav geologických věd, Masarykova universita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, mnovak@sci.muni.cz

Studium granitických pegmatitů má v České republice bohatou tradici. Přesto považuje většina geologů, a nejen našich, granitické pegmatity vedle jejich nesporného hospodářského významu jako zdroje keramických surovin nebo drahých kamenů pouze za objekt vhodný pro deskriptivní mineralogické studie nebo jako zdroj atraktivních minerálů pro sběratele. Granitické pegmatity jsou jen výjimečně využívány v diskusích o regionálním vývoji určitých oblastí. Jsou ale pegmatity opravdu jen hračkou pro deskriptivní mineralogy nebo mohou být účinným nástrojem pro geologické interpretace? Aby bylo možné odpovědět na tuto otázku, je nutné představit granitické pegmatity jako horniny, které mají experimentálně podpořenou genezi a jasně definovanou pozici v zemské kůře. Dále je nutné se soustředit na ty stránky granitických pegmatitů, které je odlišují od jiných granitických hornin a které lze nějakým způsobem využít pro studium obecných geologických zákonitostí. Z mnoha možných témat jsem si vybral následující:

- a) Krystalochemie minerálů.
- b) Radiometrické datování minerálů z granitických pegmatitů.
- c) Mateřské medium, z něhož minerály granitických pegmatitů krystalují.

a) Výrazná frakcionace a vysoké aktivity některých prvků mohou vést k velmi specifickému složení minerálů, a tak výrazně rozšířit naše znalosti o jejich krystalochemii. Z mnoha možných příkladů (např. zirkon, cordierit, granáty, turmalíny, slídy) jsem si vybral nejhojnější minerály granitických hornin – živce. Ještě na počátku 90. let minulého století nebyl P považován za prvek, který by bylo vhodné v živcích stanovovat. Teprve London et al. (1990) zjistili v živcích z granitických pegmatitů (mimořádně i z Dolních Borů), že obsahy P_2O_5 mohou být poměrně vysoké (až ~2 % P_2O_5). Při vysokém obsahu živců v granitech se právě ony staly především v peraluminických granitických horninách hlavním nositelem P, a ne apatit, popř. jiné akcesorické minerály, jak jsme se domnívali. Příklad živců ukazuje, že by si i jiné minerály studované v pegmatitech zasloužily větší pozornost ze strany petrologů a geochemiků. Značný význam mohou mít např. zvýšené obsahy P_2O_5 (běžně ~0,5 %) v granátech z granitických hornin včetně pegmatitů (Breiter et al. 2005) hlavně pro genezi inkluzí monazitu a xenotimu v granátu, které se využívají k radiometrickému datování. Obsah B v muskovitech (Novák et al. 1999), který může být indikátorem vysokého tlaku (Jung a Schreyer 2002), je tak dalším příkladem využití studia krystalochemie minerálů z granitických pegmatitů.

b) Radiometrické datování je dnes jedním z nejdůležitějších nástrojů pro řešení geologického vývoje. Prudce se rozvíjí metodika, ale problémem stále zůstává interpretace získaných dat. Právě granitické pegmatity (resp. jejich minerály) mohou být využity k radiometrickému datování (např. Glodny et al. 1998). Proč může být radiometrické datování minerálů z granitických pegmatitů užitečné? (i) Nízká viskozita a solidus pegmatitových tavenin vedou k jejich pohybu do svrchních a relativně chladných částí zemské kůry až na vzdálenost 5-10 km od mateřských granitů. (ii) Minerální asociace pegmatitů (popř. exokontaktních zón) umožňují často poměrně spolehlivé odvození PT podmínek intruze pegmatitové taveniny a vzniku jednotlivých minerálů. (iii) Přítomnost minerálů jako jsou monazit, columbit, granát, muskovit, zirkon a apatit, a velmi rychlá krystalizace taveniny bez reliktních stáří (např. jádra starších zirkonů) usnadňují interpretaci získaných dat. Jako příklad využití lze uvést radiometrické datování monazitu z některých pegmatitů moldanubika (konveční U/Pb; lokality - Dolní Bory, Věžná, Písek - Novák et al. 1998), které poskytlo věk $\sim 337 \pm 2$ Ma. Protože některé pegmatity pronikají granulity a u nich bylo stanoveno stáří vysokotlaké metamorfózy ~ 340 Ma (více metod U/Pb zirkon; Kröner et al. 2000), lze pro následující předpoklady (granulity: $P = 12$ kbar, pegmatity: $P = 2$ kbar, 1 kbar = 3,5 km) vypočítat průměrnou rychlost

exhumace na 11,7 mm/y; hlavním problémem je ale v tomto případě interpretace PT podmínek vzniku zirkonu v granulitu, vzniká opravdu za tlaku 12 kbar?

c) Jedním z důležitých problémů geologie je nedostatek informací o tom, z jakého media minerály krystalují. Především přechodné stádium mezi krystalizací z taveniny a z hydrotermálních roztoků s.s., označované různými termíny (např. superkritická fluida, pneumatolytická fáze) není dostatečně prozkoumané. Při experimentálních pracích je problémem studium mateřského media in situ v průběhu experimentu, my se téměř výhradně zabýváme až hotovým produktem. V granitických pegmatitech je toto stádium vzhledem k vysokému obsahu volatilních látek (H₂O, F, B, aj.) výrazně zastoupené a pegmatity tak představují ideální objekt pro jeho studium. Velmi zajímavým se ukázalo studium asi 1 m³ velké nodule složené z andalusitu, diasporu, pyrofylytu, kaolinitu a illitu uložené v blokovém křemenu v pegmatitové žíle č.3 v Dolních Borech. Texturní vztahy ukazují na posloupnost krystalizace: diaspor→andalusit→pyrofylyt→kaolinit→illit, a z experimentálních prací vyplývá, že tato asociace vznikla pro P = 2 kbar za T < 410 °C. Za těchto podmínek a při hyperaluminickém chemickém složení nodule nemohla tato asociace vzniknout krystalizací z taveniny. V pegmatitu nejsou výraznější znaky hydrotermálních alterací, které by ukazovaly na krystalizaci z hydrotermálních roztoků (rozpuštění Si a Al vyžaduje velké množství H₂O). Navíc byly velmi podobné asociace i vztahy zjištěny také v andalusit-diasporové noduli ze svorů na lokalitě Potůčnick v Hrubém Jeseníku. Jako nejjednodušší vysvětlení se zdá krystalizace z gelu (Taylor et al. 2004, Novák a Taylor 2005), a gel je uvažován jako mateřské medium např. také pro greiseny (Willimason et al. 2002).

Značný počet prací týkajících se pegmatitů Českého masívu ukazuje, že jde o jedny z nejlépe zpracovaných hornin v rámci Českého masívu, i když většina prací má mineralogické zaměření. Granitické pegmatity tedy čekají na to, až budou využity k obecnějším diskusím nebo regionálním geologickým interpretacím.

- Breiter, K., Novák, M., Koller, F. and Cempírek, J. (2005): Phosphorus – an omnipresent minor element in garnet from leucocratic granitic rocks; examples from the Moldanubicum, Bohemian Massif, Czech Republic. *Mineral. Petrol.*, (v tisku).
- Glodny, J., Grauert, B., Fiala, J., Vejnar, Z. and Krohe, A. (1998): Metapegmatites in the western Bohemian massif: ages of crystallisation and metamorphic overprint, as constrained by U-Pb zircon, monazite, garnet, columbite and Rb-Sr muscovite data. *Geol. Rundsch.*, 87: 124-134.
- Jung, I. and Schreyer, W. (2002): Synthesis, properties and stability of end member boromuscovite, KAl₂[BSi₃O₁₀](OH)₂. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 143, 684-693.
- Kröner, A., O'Brian, P.J., Nemchin, A.A. and Pidgeon, R.T. (2000): Zircon ages for high pressure granulites from South Bohemia, Czech Republic, and their connection to Carboniferous high temperature processes. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 138, 127-142.
- London, D., Černý, P., Loomis, J.L. and Pan, J.J. (1990). Phosphorus in alkali feldspars of rare-element granitic pegmatites. *Canad. Mineral.*, 28, 771-786.
- Novák, M., Černý, P., Cooper, M., Hawthorne, F.C., Ottolini, L., Xu, Z. and Liang, J.-J. (1999): Boron-bearing 2M₁ polyolithionite and 2M₁ + 1M boromuscovite from an elbaite pegmatite at Rečice, western Moravia, Czech Republic. *Eur. J. Miner.* 11, 669-678.
- Novák, M., Černý, P., Kimbrough, D.L., Taylor, M.C. and Ercit, T.S. (1998): U-Pb Ages of monazite from granitic pegmatites in the Moldanubicum and their geological implications. POCEEL International Symposium, Praha, September 30-October 2, *Acta Univ. Carol., Geol.*, 42, 2, 309-310.
- Novák, M. and Taylor, M.C. (2005): Andalusite + diaspor nodule in quartz core from barren pegmatite at Dolní Bory, Czech Republic: an example of primary crystallization from a sol-gel medium. International Meeting, Crystallization Processes in Granitic Pegmatites, Elba, Abstracts, 24-25.
- Taylor, M.C., Sheppard, J.B., Walker, J.N., Kleck, W.D. and Humiston, L.E. (2004): Magmatic hydrogels and hydrosols in the petrogenesis of rare-element pegmatites and other ore deposits. *Geol. Assoc. Can. - Mineral. Assoc. Can. Program Abstr.* 29, 198.
- Williamson, B. J., Wilkinson, J. J., Luckham, P. F. and Stanley, C. J. (2002): Formation of coagulated colloidal silica in high-temperature mineralizing fluids. *Mineral. Mag.*, 66, 547- 553.