Dvacet pět let od nálezu granátických hyperdraselných granulitů v jižních Čechách

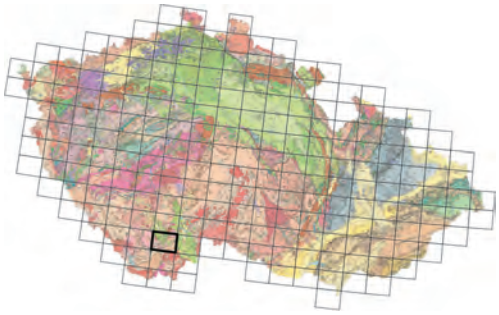
Twenty five years since discovery of garnet hyperpotassic granulites in southern Bohemia, Czech Republic

Stanislav Vrána

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1;
stanislav.vrana@geology.cz

Key words: *hyperpotassic granulite, Plešovice, garnet, zircon, Bohemian Massif*

Abstract: From the perspective of 25 years since the discovery of zircon-rich garnet perpotassic granulites in the Plešovice quarry, several papers dealing with these rocks are briefly reviewed. The list of papers includes publications bringing wealth of new data, as well as papers presenting some debatable genetic aspects.



(32-22 České Budějovice)

Před téměř pětadvaceti lety byl publikován popis a interpretace výskytu hyperdraselných granulitů v lomu Plešovice v granulitovém masivu Blanského lesa (Vrána 1989, Aftalion et al. 1989). Tyto horniny tvoří několik metrů mocné polohy v normálních kyselých granulitech zejména na s. okraji nejvyšších dvou pater rozsáhlého kamenolomu Plešovice. První vzorky těchto hornin se zirkony o velikosti několik milimetrů jsem zjistil v roce 1986 při exkurzi s finskými geology. Výskyt vzbudil značnou pozornost geologů, petrologů i geochronologů – během následné doby se objevila řada publikací, které jednak prezentují množství nových a podrobnějších dat vycházejících z detailního studia hyperdraselných granulitů a zirkonu, jednak předkládají alternativní interpretace geneze těchto hornin. Zájem o tyto horniny je přirozený, nejde jen o nový typ v globálním měřítku, nýbrž o horniny často mimořádně obohacené zirkonem (až přes 5000 ppm Zr), a proto velmi zajímavé pro geochronology. Neméně zajímavé jsou aspekty specifické geneze, zahrnující procesy vysokotlakého neeutektického tavení protolitových materiálů, tj. procesy, které byly prvně rozpoznané při experimentálních studiích granitového systému za podmínek vysokých tlaků nad 1,0 GPa. Jakkoliv zajímavý, samotný vývoj poznatků by nemusel být důvodem k sepsání tohoto textu. Hlavním důvodem je reakce na některé články, které lze považovat za spekulativně založené alternativní výklady geneze granátických hyperdraselných granulitů.

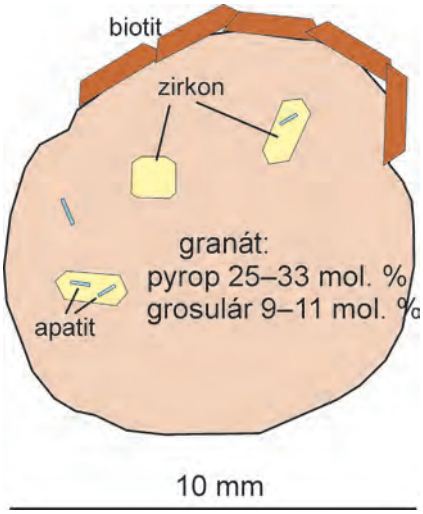
Příklady novějších publikací o hyperdraselných granulitech

Práce přinášející množství nových dat

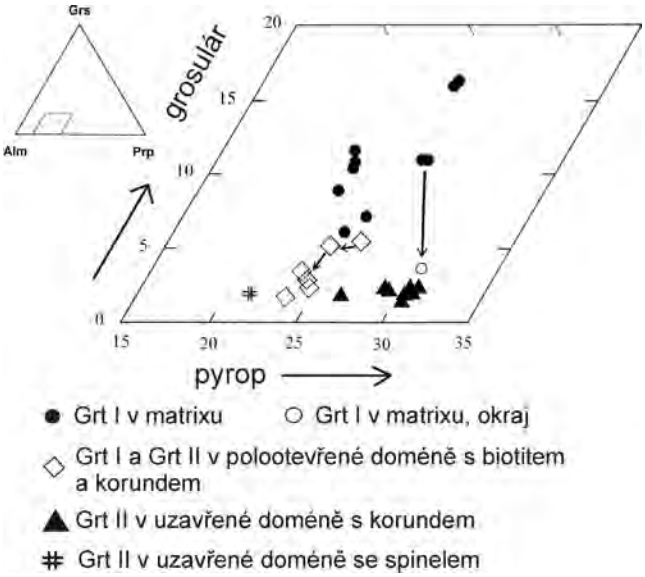
Množství nových dat z geochemie, minerálního chemismu a izotopických analýz Sr a Nd, jakož i diskusi geneze zahrnuje práce Janouška et al. (2007). Publikace Slámy et al. (2008) obsahuje velké množství izotopických dat získaných několika metodami (ID-TIMS, SIMS a LA ICP-MS) v součinnosti specialistů z několika laboratoří. Výsledkem je podrobná charakteristika zirkonu Plešovice jako doporučeného mezinárodního referenčního materiálu pro U-Pb datování a izotopické analýzy hafnia. Konkordantní U-Pb stáří $^{206}Pb/^{238}U$ zirkonu Plešovice je 337,13 ± 0,37 Ma, což v rámci analytické chyby odpovídá údajům Aftalionové et al. (1989).

Práce obsahující diskutabilní aspekty

Roberts a Finger (1997) formulovali postulát, podle něhož zirkon, běžně užívaný pro datování kyselých granulitů, nemusí datovat vrcholné P-T podmínky granulitové metamorfózy, nýbrž mohl vzniknout poněkud později, až během následného výzdvihu a s ním spojeného dekompresního tavení. Ve výčtu dat, k nimž vztahují svoji diskusi, je uvedena i práce Aftalionové et al. (1989). I když popis způsobu výskytu zirkonů z hyperdraselného granulitu Plešovice, analyzovaných Aftalionovou et al. (1989), tj. krystaly ručně separované jednak jako inkluze zcela uzavřené ve větších granátech, jednak krystaly v živcovém matrixu, je zcela explicitní, Roberts a Finger (1997) nevzali v úvahu výskyt zirkonu v granátech a skutečnost, že tyto granáty jsou svým složením blízké vrcholným P-T podmínkám granulitové metamorfózy. Na tyto horniny proto nelze vztahovat představu Robertse a Fingera (1997) o pozdější krystalizaci zirkonu z objemově podřízených porcí parciálních tavenin vznikajících při dekompresi během výzdvihu. Způsob výskytu zirkonu jako inkluzí v primárním granátu je schematicky dokumentován na obr. 1. Granát hyperdraselného granulitu obsahuje 25–33 mol. % pyropové složky a 9–11 mol. % grosulárové složky (Vrána



Obr. 1. Schéma výskytu idiomorfního zirkonu v podobě inkluzí v krystalu granátu v hyperdraselném granulitu z lomu Plešovice. Na okraji granátu se vyskytují produkty částečné retrográdní přeměny granátu v agregáty biotitu a drobného plagioklasu.



Obr. 2. Přehled složení granátu v alkalicko-vápenatém kyanit-biotit-granátickém kyselém granulitu, lom Kobylí hora u Prachatic. Hornina má záznam středně pokročilé dekompresní rekrystalizace. Reakce konzumace primárního kyanitu vedly ke vzniku pseudomorfóz korundu + granátu II, obrostlých vnějším lemem plagioklasu, nebo pseudomorfóz spinelu + granátu II. Jádra granátu I obsahují 10–18 mol. % grosuláru, okraje zrn a novotvořený granát II obsahují 2–3 mol. % grosuláru.

1989); podle dalších sedmi analýz Janouška et al. (2007) obsahuje tento granát 10–14,8 mol. % grosuláru. Dosti časté jsou v těchto granátech velmi jemné a krystalograficky orientované jehlice rutilu, podobně jako tomu bývá v eklogitech a jiných vysokotlakých horninách. Podle sdělení J. Slámy obsahují zirkony vzácně inkluze granátu. Toto pozorování pravděpodobně indikuje značné sblížení počátku krystalizace granátu a zirkonu.

Alkalicko-vápenaté kyanit-granátické kyselé granulity jihočeského granulitového komplexu, postižené částečnou dekompresní rekrystalizací, vykazují obvykle jednak okrajové ochuzení granátu o grosulár vlivem difuze a vazby Ca v plagioklasu, jednak novotvořené drobné granáty obsahující zpravidla jen 2–3 mol. % grosuláru (obr. 2). Velmi blízká složení mají i granáty v kyselých granulitech postižených dekompresní metamorfózou, vyskytující se jako valouny v kulmských konglomerátech (Vrána – Novák 2000). Je zřejmé, že složení granátu v hyperdraselných granulitech s obsahem grosuláru 9–15 mol. % nelze srovnávat s granáty chudými na Ca, s obsahem 2–3 mol. % grosuláru, které vznikly během dekompresní metamorfózy v alkalicko-vápenatých kyselých granulitech (srov. obr. 2). Obsah grosulárové komponenty v granátu indikuje tlak při metamorfní krystalizaci. Jde o aplikaci citlivého GASP barometru spočívajícího na reakci: 3 anortit = grosulár + 2 kyanit + křemen. Složení granátu v příslušné porci hyperdraselné taveniny bylo zřejmě vymezené také poměrem Fe : Mg : Ca daného systému; absence plagioklasu je limitem pro výskyt granátu bohatějšího grosulárovou složkou. Jediným dalším minerálem obsahujícím Ca je akcesorický apatit.

Robers a Finger (1997) poukázali na základě publikovaných dat o chování granitového systému za vysokých P-T podmínek na možnost, že kyselé granulity vyskytující se v jihočeském granulitovém komplexu mohly v podmínkách 1000 °C a 1,6 GPa a při absenci fluid produkovat 5–20 obj. % parciální taveniny. Určitá spoluúčast magmatických procesů ve vývoji kyselých granulitů moldanubického typu je nezávisle přímo indikována výskytem granátických hyperdraselných granulitů a jejich vznikem vysokotlakou krystalizací porcí tavenin produkovaných neeutektickým tavením zdrojových hornin (Vrána 1989) typu kyselých granulitů.

Nicméně, pokus Fingera et al. (2003) aplikovat na problematiku chování kyselých granulitů během dekomprese experimentální práci s tavením/krystalizací biotitické granitické ruly poněkud nedocenil problém s retencí či únikem vody původně obsažené v biotitu protolitových hornin. Zatímco v experimentu zůstává uvolněná voda v systému, v kyselých granulitech se při vrcholných P-T podmínkách produkovaly bezvodé minerální asociace s granátem. Granulitový komplex jižních Čech je regionální anomálií hornin (celkový odhadnutý objem ca 2000–5000 km^3 včetně erozí odstraněných částí) s mimořádně nízkým obsahem vody vázané jako (OH); obsah biotitu v etapě vrcholných podmínek při 1000 °C a 1,6–1,8 GPa byl akcesorický a převážně nulový. Je proto zřejmé, že během vývoje primárních granulitových minerálních asociací došlo k úniku vody mimo doménu granulitů. Pozdější produkce retrográdních minerálních asociací, obsahujících novotvořený biotit, byla podmíněna přívodem H_2O bohatých fluid, pronikajících prostřednictvím nově naložených deformačních zón, přičemž převládající objemy bezvodých hornin pufrovaly aktivitu H_2O na nízkých hodnotách. Z těchto vztahů je zřejmé, že experimentální práce se zachováním obsahu H_2O ve vzorku nelze přímo aplikovat na procesy dekompresní rekrystalizace či tavení granulitů.

Rajlich (2009) soustředil pozornost na silně foliované a retrográdně postižené (mylonitizované) hyperdraselné granulity v Plešovicích. Došel k závěru, že zirkon v těchto horninách je mladší než mylonitizace, protože v opačném případě by zirkon měl být postižen deformací. Ačkoliv agregáty biotitu + drobného plagioklasu vzniklé přeměnou granátu svědčí o retrogresi v podmínkách amfibolitové facie, Rajlich (2009) píše rovnou o hydrotermální události. Je s podivem, že se autor nevěnoval také slabě deformovaným hyperdraselným granulitům s granátem a zirkonem, které se na lokalitě rovněž vyskytují, a skutečnosti, že zirkon se vyskytuje také jako inkluze v granátu. V závěru autor prezentuje tvrzení, že zjištěné stáří zirkonu – 338 ± 1 mil. let (Aftalion et al. 1989) – neodpovídá vrcholu granulitové metamorfózy, nýbrž vyznačuje pravděpodobně mladší variské (hydrotermální) události. Nezbývá než konstatovat, že autor asi nezaregistroval skutečnost, že zirkony datované Aftalionovou et al. (1989) jsou původní inkluze vyseparované z granátu, a neuvážil reálie, které přibližuje obr. 1.

Závěr

Hyperdraselné granulity jsou příkladem minoritních typů hornin v granulitovém komplexu jižních Čech a příkladem informačního potenciálu některých minoritních hornin. Lze očekávat, že petrologicky orientované práce poskytnou ještě další informačně zajímavé horniny, skryté zatím ve zdánlivě jednotvárném granulitovém komplexu.

Literatura

AFTALION, M. – BOWES, D. R. – VRÁNA, S. (1989): Carboniferous U-Pb zircon age for garnetiferous perpotassic granulites, Blanský les massif, Czechoslovakia. – Neu. Jb. Mineral., Mh. 4, 145–152.

FINGER, F. – COOKE, R. – JANOUŠEK, V. – KONZETT, J. – PIN, C. – ROBERTS, M. P. – TROPPER, P. (2003): Petrogenesis of the south Bohemian granulites: The importance of crystal-melt relationships. – J. Czech Geol. Soc. 48, 44–45.

JANOUŠEK, V. – KRENN, E. – FINGER, F. – MÍKOVÁ, J. – FRÝDA, J. (2007): Hyperpotassic granulites from Blanský les (Moldanubian Zone, Bohemian Massif) revisited. – J. Geosci. 52, 73–112.

RAJLICH, P. (2009) Pozdní zirkony ze syenitových mylonitů z lomu Plešovice, granulity Blanského lesa. – Zpr. geol. Výzk v Roce 2008, 196–198.

ROBERTS, M. P. – FINGER, F. (1997) Do U-Pb zircon ages from granulites reflect peak metamorphic conditions? – Geology, 25, 319–322.

SLÁMA, J. – KOŠLER, J. – CONDON, D. J. – CROWLEY, J. L. – GERDES, A. – HANCHAR, J. M. – HORSTWOOD, M. S. A. – MORRIS, G. A. – NASDALA, L. – NORBERT, N. – SCHALTEGGER, U. – SCHOENE, B. – TUBRETT, M. N. – WHITEHOUSE, M. J. (2008): Plešovice zircon – A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis. – Chem. Geol. 249, 1–35.

VRÁNA, S. (1989): Perpotassic granulites from southern Bohemia – A new rock-type derived from partial melting of crustal rocks under upper mantle conditions. – Contr. Mineral. Petrology 103, 510–522.

VRÁNA, S. – NOVÁK, M. (2000): Petrology and geochemistry of granulite clasts in the Visean Luleč conglomerate, Kulm in central Moravia, Czech Republic.– Bull. Czech Geol. Surv. 75, 405–413.