

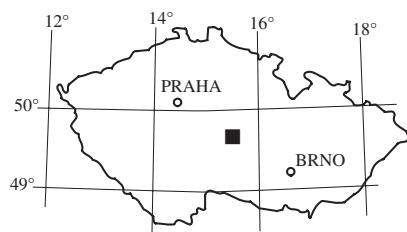
VÝSKYT MINERÁLŮ S PREVARISKOU ŠOKOVOU PŘEMĚNOU V GRANITOIDECH MELECHOVSKÉHO MASIVU

Occurrence of minerals with pre-Variscan shock metamorphism in granites of Melechov granite body

VÁCLAV PROCHÁZKA

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Albertov 6, 128 43 Praha 2

(23-21 Havlíčkův Brod)



Key words: planar deformation, ilmenite, apatite, granitization, Moldanubian batholith

Abstract: The metamorphic restite in the autochthonous Lipnice- and Kouty granites (the Melechov granite body, Moldanubian batholith, Bohemian Massif) contains some records of shock metamorphism. These include mainly planar deformation of ilmenite and apatite. The lack of significant post-Variscan deformation in the rocks shows that the impact event occurred prior to Variscan granitization, which deleted other impact textures, if they haven't been deleted earlier.

Unexplained planar intergrowths of quartz and unaltered biotite, alternating on very fine (several micrometers) scale, were observed in the Lipnice granite. Their connection to the impact is not sure, however.

The abundance of shock-deformed ilmenite at various localities of the granites and no signs of exogenous transport of the ilmenite exclude the possibility that this ilmenite could be a local contamination. Also the chemical compositions of deformed ilmenite and apatite are comparable to composition of these minerals (undeformed) in granites.

The specification of both time and spatial extent of the impact event requires detailed investigation tracing the pre-Variscan history in the northern Moldanubian area, and thus it is rather at the beginning now.

Většina granitoidů označovaných jako lipnický a koutský typ, tvořících vnější část melechovského masivu, vznikla anatexí *in situ* (RAJLICH 2001). Tyto granity obsahují hojně zbytky přeměněných hornin nebo aspoň shluků minerálů, z nichž sice některé jsou xenolity (NOVOTNÝ 1980), ale jiné představují restit, tj. neroztavený zbytek materiálu, z něhož magma vzniklo. Neroztavené minerály jsou však i rozptý-

lené v hornině, takže je často nelze rozeznat od těch, které krystalizovaly z magmatu.

Za zdrojový materiál magmat lipnického a koutského granitu jsou zpravidla považovány metasedimenty, případně s menší příměsí dalších komponent (MATĚJKOVÁ a JANOUŠEK 1998, RENÉ 2002); o jejich předvariské historii není mnoho známo. Existuje i domněnka, která sice nemusí být s geochemicky podloženým metasedimentárním původem hornin zcela v rozporu, ale přesto vyvolává značnou kontroverzi: podle RAJLICHOVÉ (2004) typy lipnický a koutský vznikly z rekrystalované pseudotachylitové brekcie, kterou P. Rajlich považuje za jeden z projevů impaktového vzniku Českého masivu před 1,3 miliardy let. Mikroskopické projevy prevariské šokové přeměny byly ve zmíněných žulách skutečně nalezeny a jsou popsány v tomto článku, ačkoliv o impaktu, který je způsobil, nelze zatím dělat přesnější závěry.

Popis vzorků s šokově přeměněnými minerály

Podrobnejšímu studiu byla podrobena enkláva – „pecka“ o rozměrech asi 7×4 cm, odebraná v zářezu polní cesty jihozápadně od Kochánova, podle mapy (http://nts5.cgu.cz/website/new_tisk/) na území tvořeném koutským typem, ale blízko k hranici s lipnickým typem. Enkláva je tvořena převážně muskovitem a biotitem, usměrněnými ve směru jejího protažení. V muskovitu je velmi hojný pozdější sillimanit, což dokazuje tvorbu taveniny. Zbytek tvoří křemen, z akcesorií je velmi hojný ilmenit, méně apatit, dále monazit a zirkon. Složení biotitu přesně odpovídá biotitu v granitu (usměrněném i neusměrněném) z téže lokality (naopak od vzorků pararul odebraných v jižním okolí melechovského masivu se významně liší nižším obsahem Mg). Na vzorku je patrný přechod z enklávy do usměrněného granitu, který zřejmě pozvolně přechází do granitu všeobecného. Tato enkláva nemůže být nicím jiným než restitem.

První nález projevu šokové přeměny v tomto vzorku je sporný; jde o ilmenity s málo zřetelnými rovnoběžnými liniemi, které by mohly představovat planární deformaci. Lze vyloučit, že by tyto linie vznikly při broušení nebo leštění. Protože se však zřejmě projevují jako rýhy, při

broušení na nich vznikly zátrhy a při potažení vzorku uhlíkem bubliny (obr. 1). V jednom z těchto ilmenitů je pozoruhodné množství silikátových uzavřenin, které mají někdy hexagonální nebo pseudohexagonální, ale mnohem častěji zcela zaoblený průřez (obr. 2). Je proto možné, že tyto uzavřeniny prošly roztavením, a je dokonce možné, že lokálně došlo i k tavení nebo amorfizaci ilmenitu, protože byly nalezeny i tři zaoblené inkluze (obr. 2) se zcela shodným složením jako okolní ilmenit. Tyto „ilmenitové uzavřeniny“ se svou šedou barvou liší od ilmenitu, který je bílý, i v odraženém světle. Také složení silikátových uzavřenin je zvláštní – někdy lze určit křemen, ale většinou složení neodpovídá žádnému běžnému minerálu (a už vůbec negranitové tavenině).

Průkaznější je planární deformace apatitu na obr. 3, která v něm vytvořila trhliny, jejichž hustota a lineární uspořádání jsou nesrovnatelné s jinými frakturovými, případně též alterovanými apaty. Protože velmi pravděpodobně ve směru protažení apatitu prochází pasná rovina souměrnosti (nebo méně pravděpodobně osa c), jsou trhliny šikmě k možným krystalograficky významným směrům. S největší pravděpodobností jde tedy o šokovou planární deformaci (PDF).

Ilmenit i apatit v enklávě mají složení ve stejném rozmezí jako v granitech, což potvrzuje domněnku, že oba minerály krystalizovaly v prostředí chemicky srovnatelném s okolním granitem a nejde tedy o náhodnou kontaminaci nejasného původu. Morfologie ilmenitu také naprostě vylučuje povrchový transport a tím i klastický původ.

Další deformované ilmenity byly zatím nalezeny v koncentrátech těžkých minerálů ze vzorků odebraných ČGÚ v 90. letech. Ve vzorku z lokality Vilémovec (lipnická žula) byly pozorovány v nábrusu (obr. 4). PDF se projevují jako přerušované rovnoběžné trhliny, které v odraženém světle zpravidla doužkují. Že jde skutečně o trhliny bylo potvrzeno elektronovou mikrosondou; navíc se ukázalo, že ilmenit neobsahuje žádné odmíseniny jiných fází a většinou ani lamely s jiným složením, které by v mikroskopu mohly vypadat podobně. Velmi podobné jsou trhliny v šokově přeměněném ilmenitu popsaném HARRISEM et al. (2005) z rekrytalovaného pseudotachylitu, které byly napodobeny i experimentálně. V mnoha případech (obr. 4a) je z orientace trhlin zřejmé, že nejsou rovnoběžné s bází ani jinou krystalovou plochou, a proto nemůže jít o bazální odlučnost ilmenitu, ani nelze trhliny dávat do souvislosti s eventuálními dvojčatnými lamelami.

V dalších vzorcích byly ilmenity pozorovány jen binokulárním mikroskopem. Téměř všechny krystaly jsou rýhované a odlučné v tenkých plochách; někdy může jít o bazální odlučnost, ale někdy je vidět trhliny, které takto v žádném případě vysvětlit nelze (obr. 5). Bohužel se nelze spolehnout na to, že všechna podobná zrna v koncentrátech jsou skutečně ilmenit, ale pozorování na mikrosondě ukazují, že jistota je více než 90% (viz též PROCHÁZKA 2002).

Zatím neobjasněným jevem, jehož spojitost s impaktem není jistá, jsou velmi jemná a přitom pravidelná prorůstání křemene a biotitu ve vzorku z Vilémovce (obr. 6), v prostoru zřejmě planární. Biotit nejeví žádné známky chloritizace

nebo jiné chemické přeměny, což značně snižuje pravděpodobnost, že by tato směs vznikla např. hydrotermálním procesem. Autor byl rovněž ujištěn F. Veselovským, že je vyloučeno vyluhování biotitu při separacích minerálů.

Diskuse a závěr

Podle současných znalostí nelze vysvětlit planární deformace ilmenitu jinak než šokovou přeměnou. Požadovaný tlak je nejméně 3,5 GPa (SCLAR et al. 1973). Dopad kosmického tělesa schopný dodat potřebnou energii musel vytvořit kráter o velikosti přinejmenším několika kilometrů, což je v souladu se zjištěním, že šoková metamorfóza byla zjištěna na několika lokalitách. Rozdílné intenzity PDF mohou být způsobeny prvotně variabilním tlakovým polem, částečnou amorfizací a pozdější rekrytalizací ilmenitu.

V horninách se jinak nenacházejí projevy šokové přeměny jako např. PDF v křemeni nebo tříšťivé kužely a rovněž stovky krystalů apatitu pozorovaných autorem (včetně enklávy z Kochánova) s výjimkou jediného PDF neobsahují, ačkoliv některé jsou alterované nebo různě rozpraskané. Proto událost, která způsobila zjištěné deformace ilmenitu a apatitu, musela být předvariská a nejpozději při variské granitizaci byly ostatní projevy šokové přeměny smazány. K přesnějšímu datování impaktu chybějí geochronologické údaje. Bez nich se zatím jeví jako nemožné i určení případného vztahu k jiným možným projevům šokové metamorfózy v moldanubiku (viz též RAJLICH 2005).

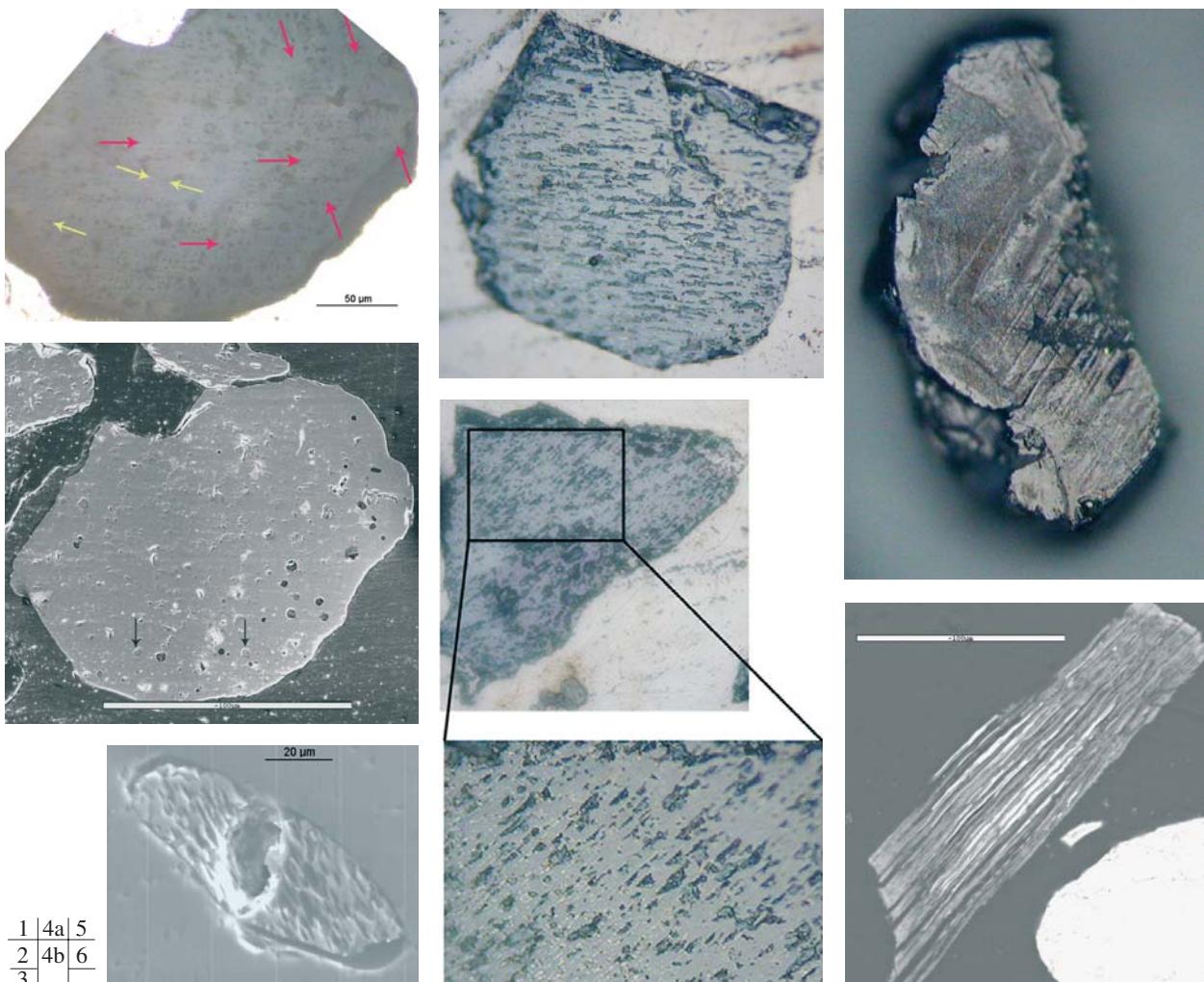
Poděkování

Za cenné informace a rady patří poděkování P. Rajlichovi, P. Kašparovi a V. Goliášovi.

Literatura

- HARRIS, S. – SCHULTZ, P. H. – BUNCH, T. (2005): Accessory phases in Argentine impact melt breccias: implications for shock history, emplacement dynamics, vapor composition and target lithologies. – *Lunar Planet. Sci.*, 36.
- MATĚJKOVÁ, D. – JANOUŠEK, V. (1998): Whole-rock geochemistry and petrogenesis of granites from the northern part of the Moldanubian Batholith (Czech Republic). – *Acta Univ. Carol., Geol.* 42/1, 73–79.
- NOVOTNÝ, P. (1980): Geologie a petrografie centrálního moldanubického plutonu mezi Melechovem a Sážavou. – MS Čes. geol. služba – Geofond, P 53202.
- PROCHÁZKA, V. (2002): Akcesorické minerály v granitoidech melechovského masivu. – Diplomová práce, Přírodověd. fak. Univ. Karl., Praha.
- RAJLICH, P. (2001): Strukturně-geologické mapování pro lokalizaci testovacích polygonů v oblasti melechovského masivu. – MS Čes. geol. služba. Praha.
- RAJLICH, P. (2004): Geologie mezi rozpínáním Zeměkoule a Čechami. – Petr Rajlich, Praha.
- RAJLICH, P. (2005): Rekrytalizovaný pseudotachylit táborské „granátové“ skály. – *Sbor. Jihočes. Muz. v Českých Budějovicích*, přír. Vědy, 45, 13–24.
- RENÉ, M. (2002): Origin of two-mica granites of the Moldanubian batholith. – Erlanger geol. Abh., Sonderband 4, 74–75.
- SCLAR, C. B. et al. (1973): Shock-induced experimental deformation of terrestrial and lunar ilmenite. – In: HARRIS et al. (2005). Proceedings LSC 4th, 841–859.

Fotografie jsou v příloze 10



1. Ilmenit s možnými planárními deformacemi (červené šipky); žluté šipky znázorňují průběh stop po leštění. 2. Snímek ilmenitu z obr. 1 v elektronovém mikroskopu; šipky označují „inkluze“ se stejným složením. 3. Apatit (uzavřený v muskovitu) s planární deformací z enklávy restitu od Kochánova. Snímek v BSE (odražené elektrony); uprostřed zřejmě původně byla uzavřenina monazitu nebo jiného minerálu. 4. Ilmenit s planární deformací v koncentrátu těžkých minerálů z Vilémovce (lipnická žula); šířka obrázku 0,4 mm. 5. Ilmenit (?) s rovnoběžnými trhlinami v koncentrátu TM z lokality Meziklasí (koutský granit). Délka zrna ve směru protažení 0,5 mm. 6. Prorůstání biotitu (bílý) a rýhovaného křemene (světle až tmavě šedý) v koncentrátu těžkých minerálů z Vilémovce, snímek v BSE.

K článku V. Procházky na str. 121