

Asociace geikielitu s kasiteritem ve spinelovém mramoru z Třebenic na západní Moravě, Moldanubikum

Geikielite-cassiterite assemblage in spinel marble near Třebenice, Western Moravia, Moldanubian Zone

STANISLAV HOUZAR¹, VLADIMÍR ŠREIN²

¹ Mineralogicko-petrografické odd., Moravské zemské muzeum, Zelný trh 6, CZ – 659 37 Brno; e-mail: shouzar@mzm.cz; ² Ústav struktury a mechaniky hornin, Akademie věd České republiky, v.v.i., V Holešovičkách 41, CZ – 182 09 Praha 8; e-mail: srein@irms.cas.cz

Abstract: An unusual cassiterite-bearing mineral assemblage occurs in dolomite marble accompanying the garnet-pyroxene skarn in the Gföhl Unit of Moldanubian Zone. It involves spinel ($\leq 0.059 \text{ Fe}^{2+}$ and $\leq 0.038 \text{ Fe}^{3+}$), geikielite-ilmenite (47-55 mol. % ilmenite component) and clinohumite in a calcite-dolomite matrix. Cassiterite forms anhedral to subhedral grains predominately in calcite and is higher in Ti ($\leq 0.022 \text{ apfu}$) and low in Zr ($\leq 0.008 \text{ apfu}$). Spinel was altered to Cl-rich magnesium water-bearing carbonates - manasseite (or hydrotalcite) and very rare chlormagaluminite. The studied mineral assemblage of marble originated during HT regional metamorphism of the Gföhl Unit; only a limited import of Sn in fluorine-chlorine rich fluids from adjacent skarn was probable.

Key words: geikielite, cassiterite, spinel, chlormagaluminite, marble, Gföhl Unit, Moldanubian zone

ÚVOD

Studium asociací akcesorických minerálů v některých mramorech Českého masivu ukázalo na relativně častou přítomnost minerálů, které byly původně uváděny jen z několika lokalit na světě. Přitom tyto minerály mohou představovat důležité petrogenetické indikátory podmínek metamorfózy, zejména teploty a složení fluid (Gieré et Williams 1992, Ferry 1996, Tropper et al. 2006). K takovým minerálům náleží např. geikielit MgTiO_3 , baddeleyit ZrO_2 a zirkonolit $\text{CaZrTi}_2\text{O}_7$ (Cressey 1986, Gieré 1987, Kato et Matsubara 1991, Williams et Gieré 1996, Čopjaková et al. 2008) ale také ryzí Bi a Sb a další vzácné minerály (Gieré 1986, Novák 1988, Houzar 1988, 2004, Novák a Šrein 1997). Uvedené minerály bývají vázány zejména na dolomitické mramory s hojným spinelem, forsteritem a minerály skupiny humitu. Mají obvykle jen mikroskopickou velikost, což platí i pro studovaný vzorek z Třebenic (20 km VSV od Třebíče).

GEOLOGICKÁ SITUACE

Studovanou lokalitou je opuštěný lom v lese asi 2 km SV od obce „V liščí klumině“. Mramor tam byl těžen dvěma lomy se štolami a zpracováván v blízké vápence, dnes zaniklé. Jde o význačnou, ale v současnosti poněkud zapomenutou mineralogickou lokalitu, která poskytla mj. pěkné nálezy granátu, titanitu, prehnitu a růžového klinozoisitu (Burkart 1953, Houzar 1992).

Na lokalitě je odkryto těleso dolomitického mramoru, v oblasti gföhlské jednotky východní části moldanubika zcela ojedinělé. Tvoří provrásněnou polohu o mocnosti až 20 m, dislokací rozdělenou na dvě části a protaženou ve směru SSV–JJZ, uloženou v komplexu leukokratních světlých granát-sillimanitických migmatitů (gföhlských rul) s granulity a serpentinu. Ty vystupují v bezprostředním

podloží mramoru, odděleny od něho hrubozrnnými diopsid-živcovými horninami až grossular-diopsidovými skarnoidy, silně alterovanými za vzniku klinozoisitu a prehnitu. Nadloží mramoru tvoří drobnozrnné migmatitizované biotitické pararuly. Na kontaktu je vyvinuta úzká zóna reakčního skarnu ($\text{Di}+\text{Grs}+\text{Kfs}+\text{Ttn}+\text{Czo}\pm\text{Fl}$, Chl, Tur) a mramor je rovněž proniknut menšími žilami titanit-diopsidových pegmatitů. Při zmíněné dislokaci se vyskytují až 1 dm velké budiny granát-pyroxenického skarnu, který tvoří také několik metrů velké těleso ve východní části lokality. Těleso skarnu je zonální, s úzkou zónou forsterit-amfibol-diopsidového skarnu na styku s dolomitickým mramorem. Většinu tělesa tvoří granát (Grs_{68-91} ; Adr_{9-28} ; Alm_{0-3} ; Sps_{0-2}) - diopsidový (Di_{71} ; Hd_{29}) skarn, ojediněle s masivním magnetitem.

METODIKA

Chemické složení části minerálů bylo stanoveno pomocí elektronového mikroanalýzátoru JEOL JXA-50A v Geologickém ústavu AV ČR za podmínek 20 kV, 30 nA, průměr svazku 2 μm , doba měření $3 \times 10 \text{ s}$, standardy přírodní a syntetické látky (analytik A. Langrová).

Nízké sumy několika analýz nově vedly k doměření Cl (standard skapolit) a F (standard fluorapatit) na spektrometru Microspec WDX-2A a chemické složení minerálů bylo přeměřeno energiově disperzním mikroanalýzátozem LAN 10000 s elektronovým mikroskopem CamScan 4DV (podmínky – 20 kV, 1–2 nA, průměr svazku 3 μm , doba měření 100 s, kalibrace Co) v Ústavu fyziky plazmatu AV ČR (analytik B. Kolman). Chemické složení trebenického manasseitu bylo zjištěno 2 bodovými analýzami v režimu WDS, s dodatečným stanovením Cl a 8 bodových analýz v režimu EDS. Zkratky minerálů jsou uvedeny podle Kretze (Kretz 1983).

CHARAKTERISTIKA MRAMORU A AKCESORICKÝCH MINERÁLŮ

Mramor je převážně tvořen poměrně čistým, šedobílým hrubozrnným dolomitem s podřízenými agregáty kalcitu, přičemž kalcit v asociacích se silikáty objemově převládá. Mramor obsahuje žíly světle hnědého forsteritu+kalcitu, které někdy přecházejí vlivem serpentinizace až do zelených masivních ofkalcitů s žilkami chrysotilu. Ojedinele byly zjištěny i žíly bílého hrubozrnného dolomitu s chloritem.

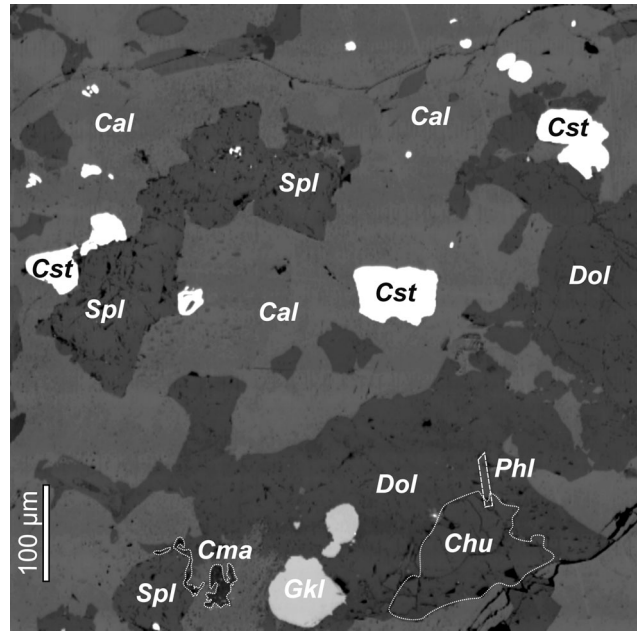
V mramoru jsou převažujícími asociacemi: (I) kalcit + dolomit + forsterit + spinel ± diopsid a (II) kalcit + dolomit + flogopit + pargasitický amfibol; vzácnější je asociace (III): dolomit + kalcit + spinel + klinohumit ± flogopit ± fluorit, která byla podrobněji studována vzhledem k akcesorickým minerálům. Studován byl spinel a produkt jeho přeměny, karbonát manasseitové skupiny s podílem Cl, dále klinohumit, Mg-ilmenit-geikielit a kasiterit.

Geikielit a Mg-ilmenit

S dolomitem, kalcitem a spinelem srůstá opakní, černý minerál ilmenitové skupiny, jehož zrna dosahují maximální velikosti ~ 0,3 mm. Větší část analýz odpovídá železnatému geikielitu s 47% ilmenitové složky, s nízkým obsahem Mn (≤ 0.011 apfu) a Al (≤ 0.008 apfu), část náleží již Mg-ilmenitu (≤ 0.378 apfu Mg; ≤ 0.014 apfu Mn; ≤ 0.003 Al). Některá zrna jsou lemována úzkým ($\leq 10 \mu\text{m}$) lemlem poměrně čistého ilmenitu (≤ 0.047 apfu Mg) (tab. 1).

Kasiterit

Tento minerál nebyl z analogické asociace v moldanubických mramorech dosud popsán. Tvoří 0,1 mm velká hnědočerná anhedrální až subhedrální zrna zarostlá v kalcitu, v asociaci se spinelem a dolomitem (obr. 1). Obsahuje Si (≤ 0.019 apfu) a má relativně vysoký obsah Ti (≤ 0.022 apfu) a nízký podíl Zr (≤ 0.008 apfu), Fe (≤ 0.011 apfu) a Mn (≤ 0.006 apfu). Poměr Ti/Sn ~ 0,02 a Zr/Sn ~ 0,01 je relativně vysoký, nejbližší kasiteritu metamorfogenního



Obr. 1. Kasiterit a geikielit v minerální asociaci spinelového mramoru, Třebenic u Třebíče.

Fig. 1. Cassiterite and geikielite in mineral assemblage of spinel marble, Třebenic u Třebíče.

typu z Kovářové u Nedvědice, ale značně odlišný od kasiteritu z Mg-skarnu v dolomitu z Malovid, který je chudý Ti a Zr (Losos et al. 2003, Šrein et al. 2007).

Spinel

Tvoří ~ 1 mm velké šedé oktaedry a až 5 mm velká modravě zelená subhedrální zrna. Jde o relativně čistý Mg-spinel s velmi nízkým obsahem Fe ($\leq 0,038$ apfu Fe^{3+} a $\leq 0,059$ apfu Fe^{2+}) s obsahem Ti na hranici detekce ($\leq 0,003$ apfu), bez Cr, Mn, Ni a Zn (tab. 1). Nízký obsah Fe ve spinelu je v kontrastu s naopak poměrně železnatým forsteritem z asociace (I). Nepřítomnost Zn jej odlišuje od spinelů ze stejné minerální asociace mramorů při západním okraji třeblíčského masivu (Houzar 2004).

Tab. 1. Reprezentativní mikrosondové analýzy spinelu, kasiteritu, geikielitu a ilmenitu.

Tab. 1. Representative microprobe analyses of spinel, cassiterite, geikielite and ilmenite.

	Spl	Spl	Spl	Cas	Cas	Gkl	Gkl	Mg-Ilm	Ilm
SiO ₂	b.d.	b.d.	b.d.	0,79	0,77	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
SnO ₂	n.a.	n.a.	n.a.	95,80	97,74	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
TiO ₂	0,13	0,11	0,15	1,20	0,51	58,28	58,87	58,88	53,30
ZrO ₂	n.a.	n.a.	n.a.	0,70	0,27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Al ₂ O ₃	68,65	68,68	70,01	b.d.	b.d.	0,14	0,32	0,11	0,08
Fe ₂ O ₃	2,06	0,90	0,00						
FeO	1,31	2,35	2,91	0,54	0,25	24,91	25,10	28,49	45,15
MnO	b.d.	b.d.	b.d.	0,31	0,21	0,48	0,60	0,72	0,05
MgO	27,05	26,17	25,53	b.d.	b.d.	15,80	15,43	10,99	1,26
Celkem	99,21	98,21	98,60	99,34	99,75	99,61	100,32	99,19	99,84

Si ⁴⁺	-	-	-	0,019	0,019	-	-	-	-
Sn ⁴⁺				0,941	0,963				
Ti ⁴⁺	0,002	0,002	0,003	0,022	0,009	0,990	0,994	1,021	1,002
Zr ⁴⁺				0,008	0,003				
Al ³⁺	1,958	1,979	2,007	-	-	0,004	0,008	0,003	0,002
Fe ³⁺	0,038	0,017	0,000						
Fe ²⁺	0,027	0,048	0,059	0,011	0,005	0,471	0,471	0,549	0,944
Mn ²⁺	-	-	-	0,006	0,004	0,009	0,011	0,014	0,001
Mg ²⁺	0,976	0,954	0,926	-	-	0,532	0,516	0,378	0,047
CatSum	3	3	2,994	1,009	1,005	2,006	2,000	1,965	1,996
O	4	4	4	2	2	3	3	3	3

Spinel: Cr, Mn, Zn a Ni - pod mezí detekce, below detection limits

Fe²⁺/Fe³⁺ rozpočteno na bázi 4 aniontů a 3 kationtů, Fe contents on a basis of 4 anions and 3 cations

Manasseit - Mg₆Al₂(OH)₁₆(CO₃) · 4H₂O (hex.)

Chlormagaluminit - (Mg, Fe²⁺)₄Al₂(OH)₁₂(Cl₂, CO₃) · 2H₂O (hex.)

Menší část zrn spinelu je po okrajích zatlačována nepatrnými agregáty (velikost <50 μm) karbonátů ze skupiny manasseitu (nebo jeho trigonálního analogonu hydrotalkitu; vzhledem k velikosti zrn nemohlo být provedeno určení struktury) s významným podílem Cl (5,4–9,2 hm. %).

Vodnaté karbonáty této skupiny představují typické minerály alterovaných ultrabazik a vzácněji též Mg-skarnů, kde zatlačují spinel. Chlor do jejich struktury vstupuje méně často a samostatný minerál chlormagaluminit byl dosud popsán pouze z jedné lokality na světě (Kapaevskaja pipe, Angara, Irkutsk, Rusko) v asociaci s magnetitem a Mg-chloritem v Fe-skarnu (Feoktistov et al. 1978, Kašajev et al. 1982). Patrně se však v tamních skarnech vyskytuje i na jiných lokalitách (Mazurov et al. 2007). V literatuře je uvedena pouze jediná analýza a RTG data, na jejichž základě byl popsán jako nový minerál (Kašajev et al. 1982). Dále je uváděn ještě ze světoznámé lokality Poudrette Quarry, Mont Saint-Hilaire z Kanady, (existuje pouze internetový odkaz na tuto lokalitu na www.mindat.org, tam uvedená citace je však zcela chybná).

Tab. 2. Reprezentativní mikrosondové analýzy klinohumitu, forsteritu a Mg-Al karbonátů.

Tab. 2. Representative microprobe analyses of clinohumite, forsterite and water-bearing Mg-Al carbonates.

	1	2	3	4	5	6
	Fo	Chu	Chu	Chu	Cma	Cma
SiO ₂	40,82	38,17	38,02	39,19	b.d.	b.d.
TiO ₂	b.d.	2,64	2,50	2,09	b.d.	b.d.
Al ₂ O ₃	b.d.	0,05	b.d.	0,06	22,30	21,58
FeO	11,97	2,70	1,73	3,47	4,10	7,60
MnO	0,61	0,05	0,06	b.d.	0,23	0,17
MgO	47,18	55,09	55,17	54,12	30,84	29,8
CaO	b.d.	0,03	0,05	b.d.		
H ₂ O*	n.a.	1,40	1,35	2,91	29,74	30,54
CO ₂ *					4,54	4,66

F	n.a.	3,18	3,24	n.a.	n.a.	n.a.
O=F		-1,34	-1,36			
Cl	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	9,14	7,50
O=Cl					-2,06	-1,69
Celkem	100,50	101,97	100,75	101,84	98,83	100,16
Si ⁴⁺	1,005	3,936	3,951	4,033	-	-
Ti ⁴⁺	-	0,205	0,195	0,162	-	-
Al ³⁺	-	0,006	-	0,007	2,120	1,998
Fe ²⁺	0,246	0,233	0,150	0,299	0,277	0,499
Mn ²⁺	0,013	0,004	0,005	-	0,016	0,011
Mg ²⁺	1,731	8,469	8,546	8,302	3,708	3,489
Ca ²⁺	-	0,003	0,006	-	-	-
H ⁺		0,963	0,935	2,000	16	16
F ⁻		1,037	1,065			
C ⁴⁺					0,500	0,500
Cl ⁻					1,249	0,998
O ²⁻		16,963	16,935	18,000	15,555	15,497
CatSum	12,995	12,856	12,854	12,802	6,620	6,498
AnSum	4	18	18	18	16,804	16,496
M _T /Si		2,26	2,25	2,17		

* - vypočteno ze stechiometrie, determined from stoichiometry

b.d. - pod mezí detekce below detection limit

n.a. - neanalyzováno, not analyzed

Cma - manasseit-chlormagaluminit, rozpočteno na 4 (Mg+Fe) a 16 H

Většina složení třebenického hydrokarbonátu odpovídala chlórem bohatému manasseitu. Dvě reprezentativní analýzy, z nichž jedna odpovídá složením chlormagaluminitu (Cl > 1 atom na vzorcovou jednotku apfu) a druhá leží při hranici manasseitu (Cl = 0,998 apfu), jsou v tab. 2. Zdejší výskyt, který by si však vyžadoval doplnit další chemická a rovněž strukturní data, je v současnosti druhým či třetím popsáním výskytem tohoto minerálu na světě.

Klinohumit

Vyskytuje se ve žlutých anhedrálních zrnech velikosti 1–3 mm. Je relativně bohatý Fe ($\leq 0,299$ apfu) a Ti ($\leq 0,205$ apfu), má velmi nízký obsah Mn ($\leq 0,005$ apfu) a Ca ($\leq 0,006$ apfu). Obsahem F (1,037–1,065 apfu) odpovídá klinohumitu, v regionálně metamorfovaných mramorech relativně vzácnému minerálu (pozn.: *většina z nich popsáných klinohumitů, a to i z moldanubika, má $OH > F$, jde tedy o hydroxylklinohumity*). Vzácně srůstá s forsteritem, který je ve srovnání s dalšími forsterity v mramorech moravské části moldanubika relativně bohatý Fe (13 mol. % fayalitové složky).

DISKUSE A ZÁVĚR

Asociace geikielit-kasiterit-dolomit-spinel nebyla dosud z mramorů Českého masivu popsána a ani na lokalitě Třebenice není běžná. Výskyt klinohumitu ji sblíží se známými lokalitami geikielitu se spinelem, ležícími v pestré jednotce moldanubika při západním okraji třebečského masivu. Tam však kasiterit nebyl zjištěn, geikielit obsahuje nižší podíl ilmenitové složky, pro asociaci je typický hojný forsterit a se spinelem je často starší chlorit I (Houzar 1988, 2004). Nepřilíší běžná přeměna spinelu na vodnaté karbonáty skupiny hydrotalkitu-mannaseitu, zmiňovaná ze zahraničních lokalit (srov. Kozłowska et Salata 2001), není příliš častá ani u nás (Šrein et Šreinová 2000); nejspíše však jen uniká pozornosti.

Studovaná minerální asociace neumožňuje přesnější odhad PTX podmínek ani vyřešit původ Sn. Asociace spinel (bez chloritu I) + forsterit + kalcit + dolomit (v asociaci I), odpovídá nejvyšší zjištěné T metamorfózy v mramorech moravského moldanubika, při $P = 3$ kbar je $T > 700$ °C (Houzar 2004). Geikielit o složení $X_{Mg} \sim 53\%$ je stabilní za relativně nižší T a vyššího X_{CO_2} než hořečnatější typy, při 3 kbar by byla minimální T vzniku této asociace ~ 630 °C při $X_{CO_2} \sim 0,7$ (srovnej Ferry 1996). Přítomnost klinohumitu ($X_F = 52\text{--}54$) v rovnováze se spinelem, kalcitem a geikielitem by při zmíněném P a T ukazovala naopak na relativně nízký $X_{CO_2} < 0,30$ (Rice 1980), což by svědčilo v izotermických podmínkách o růstu obsahu H_2O v systému. Pravděpodobnější je však vznik klinohumitu za poněkud nižší teploty (~ 550 °C), neboť klinohumit na lokalitě zatlačuje často výše zmíněný forsterit. Z genetického hlediska je kasiterit v asociaci s kalcitem, dolomitem a spinelem poměrně neobvyklý minerál. V podobných asociacích s vysokou aktivitou Mg (\pm Fe) a s nízkou aktivitou Si, kasiterit vzniká v retrográdních podmínkách za $T < 350$ °C místo malayaitu $CaSnSiO_5$, příp. je potřebný Sn uvolněn z krystalové mřížky starších silikátů, které jej obsahují v minoritním množství (Eadington et Kinealy 1983). Mírně zvýšené obsahy Sn ($\leq 0,56$ hm. %, $\leq 0,008$ apfu) byly na lokalitě zjištěny v titanitu z granáticko-pyroxenického skarnu. I když z hlediska textury studované asociace není důvod předpokládat import Sn z vnějšího zdroje, její pozici

ce v blízkosti zmíněného skarnu tuto možnost nevylučuje, už vzhledem ke zvýšené aktivitě F (srov.: fluorit v okolním mramoru) a Cl (v manasseitu-chlormagaluminitu), prvků, které mají zásadní vliv na mobilitu Sn ve fluidech (např. Webster et al. 1997, Sherman et al. 2000).

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum byl finančně podpořen v rámci projektu GA AV ČR (IAA3407401) a institucionálním záměrem MK 00009486201 (S.H.).

LITERATURA

- BURKART E. (1953): Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. – Nakl. ČSAV, 1008 p.
- CRESSEY G. (1986): Geikielite and perovskite in serpentine-brucite marble from Baltistan, Northern Areas (Kashmir), Pakistan. – Mineral. Mag., 50: 345–346.
- ČOPIJKOVÁ R., VRÁNA S., HOUZAR S., ČERVENÝ A., MALEC J. (2008): Zirkonolit, baddeleyit a geikielit v klinohumit-spinel-forsteritových mramorech v okolí Horažďovic a Prachatic, jihozápadní Čechy. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 93, v tisku.
- EADINGTON P. J., KINEALY K. (1983): Some aspect of the hydrothermal reactions of tin during skarn formation. – J. Earth. Sci. Austral., 30, 4: 461–471.
- FEOKTISTOV G. D., IVANOV S. J., KAŠAJEV A. A., KLJUČANSKI L. N., TASKINA N. G., UŠČAPOVSKAJA Z. F. (1978): O nachodke chlor-manasseita v SSSR. – Zap. Vsesojuz. Mineral. Obšč., 107: 321–325.
- FERRY J. M. (1996): Three novel isograds in metamorphosed siliceous dolomites from the Ballachulish aureole, Scotland. – Amer. Mineralogist, 81: 485–494.
- GIERÉ R. (1986): Zirconolite, allanite and hoegbomite in a marble skarn from the Bergell contact aureole: implications for mobility of Ti, Zr and REE. – Contrib. Mineral. Petrol., 93: 459–470.
- GIERÉ R. (1987): Titanian clinohumite and geikielite in marbles from the Bergell contact aureole. – Contrib. Mineral. Petrol., 96: 496–502.
- GIERÉ R., WILLIAMS C. T. (1992): REE-bearing minerals in a Ti-rich vein from Adamello contact aureole (Italy). – Contr. Mineral. Petrol., 112: 83–100.
- HOUZAR S. (1988): Geikielit v dolomitických mramorech u Nové Vsi na západní Moravě. – Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 73: 219–220.
- HOUZAR S. (1992): Růžový klinozoisit z Třebenic u Třebíče. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 18: 47–49.
- HOUZAR S. (2004): Metamorfované karbonátové horniny na jihovýchodním okraji Českého masivu. – MS, Disertační doktorská práce, Ústav geologických věd Přírod. fak. Masarykovy univerzity v Brně, 155 p.

- KAŠAJEV A. A., FEOKTISTOV G. D., PETROVA S. V. (1982): Chlormagaluminit - $Mg,Fe^{2+}_4Al_2(OH)_{12}(Cl, 1/2CO_3) \cdot 2H_2O$ – novyj mineral iz grupy manasseita-šegrenita. – Zap. Vsesojuz. Mineral. Obšč., 111: 121–127.
- KATO A., MATSUBARA S. (1991): Geikielite, baddeleyite and zirconolite in dolomitic marble from the Neichi mine, Miyako City, Iwate Prefecture, Japan. – Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series C, 17: 11–20.
- KOZLOWSKA E., SALATA D. (2001): Minerals of the hydrotalcite group in metasomatically altered carbonate rocks from Zawiercie, S Poland. – Mineral. Polonica, 32, 1: 69–84.
- KRETZ R. (1983): Symbols for rock-forming minerals. – Amer. Mineralogist, 68: 277–279.
- LOSOS Z., VIŽDA P., MÜCKE A., FARSHAD F. (2003): Mineralogie a chemismus kasiteritů a jejich inkluzí z lokalit České republiky. – Sbor. „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat“, Olomouc: 34–37.
- MAZUROV M. P., GRISHINA S. N., ISTOMIN V. E., TITOV A. T. (2007): Metasomatism and ore formation at contacts of dolerite with saliferous rocks in the sedimentary cover of the southern Siberian platform. – Geol. Ore Deposits, 49, 4: 271–284.
- NOVÁK M. (1988): Petrologie metamorfovaných dolomitických hornin při severovýchodním okraji moldanubika. – Ms. Kandidátská disertační práce, Přírod. fak. Univerzity Karlovy, Praha: 1–127.
- NOVÁK M., ŠREIN V. (1997): Ryzí antimon v rutilu z dolomitického mramoru od Studnic u Nového Města na Moravě. – Minerál, 5, 4: 265–266.
- RICE J. M. (1980): Phase equilibria involving humite minerals in impure dolomitic limestones: Part I. Calculated stability of clinohumite. – Contrib. Mineral. Petrology, 71: 219–235.
- SHERMAN D. M., RAGNARSDOTTIR K. V., OELKERS E. H., COLLINS C. R. (2000): Speciation of tin (Sn^{2+} and Sn^{4+}) in aqueous Cl solutions from 25 °C to 350 °C: an in situ EXAFS study. – Chem. Geol., 167: 169–176.
- ŠREIN V., ŠREINOVÁ B. (2000): Mineralogy of the skarns of the Bohemian part of the Western and Central Krušné Hory Mountains. – Acta Montana, Ser. A, 17: 67–108.
- ŠREIN V., ŠREINOVÁ B., SEJKORA J., ŠTASTNÝ M., KOLMAN B. (2007): Mineralogická charakteristika metasomatického rudního ložiska Malovidy u Českého Šternberka. – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 14–15: 149–158.
- TROPPEP P., HARLOV D., KRENN E., FINGER F., RHEDE D., BERNHARD F. (2006): Zr-bearing minerals as indicators for the polymetamorphic evolution of the eastern, lower Austroalpine nappes (Stubenberg Granite contact aureole, Styria, eastern Alps, Austria). – Lithos, 95, 1–2: 72–86.
- WEBSTER J., THOMAS R., RHEDE D., FOERSTER H. J., SELTMANN R. (1997): Melt inclusions in quartz from an evolved peraluminous pegmatite: geochemical evidence for strong tin enrichment in fluorine-rich and phosphorus-rich residual liquids. – Geochim. Cosmochim. Acta, 61: 2589–2604.
- WILLIAMS C. T., GIERÉ R. (1996): Zirconolite: a review of localities worldwide, and a compilation of its chemical composition. – Bull. nat. Hist. Mus. Lond. (Geol.), 52, 1: 1–24.

