



HYDROTERMÁLNÍ MINERALIZACE V BŘIDLICOVÝCH SOUVRSTVÍCH SPODNÍHO KARBONU NÍZKÉHO JESENÍKU

Hydrothermal mineralization in the shales formations of the Lower Carboniferous of the Nížký Jeseník Upland

Jan Kučera

Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: kuca@sci.muni.cz

(15-33 Moravský Beroun, 15-34 Vítkov, 25-12 Hranice)

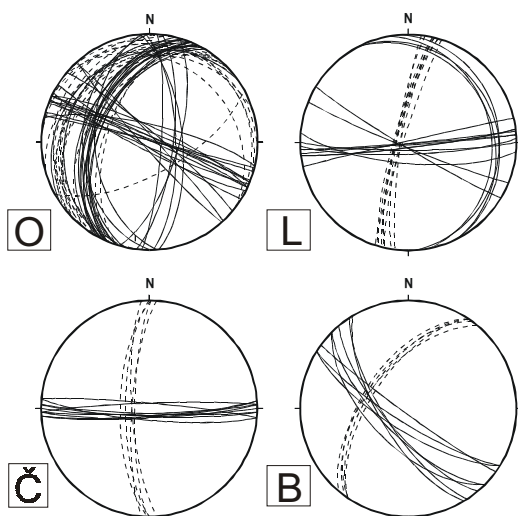
Key words: *Nížký Jeseník Upland, Lower Carboniferous, calcite veins, chemistry of carbonate, stable isotopes, fluid inclusions*

Abstract

Introduced report is concerned with hydrothermal mineralizations which are cohering with shales positions of Moravice and Hradec–Kyjovice Formations of the Nížký Jeseník Upland. Studied mineralization are mineralogically poor. More abundant there are just calcite veins about 1 cm thick. The origin temperatures of these mineralizations are ranging between 70 and 120 °C.

Úvod

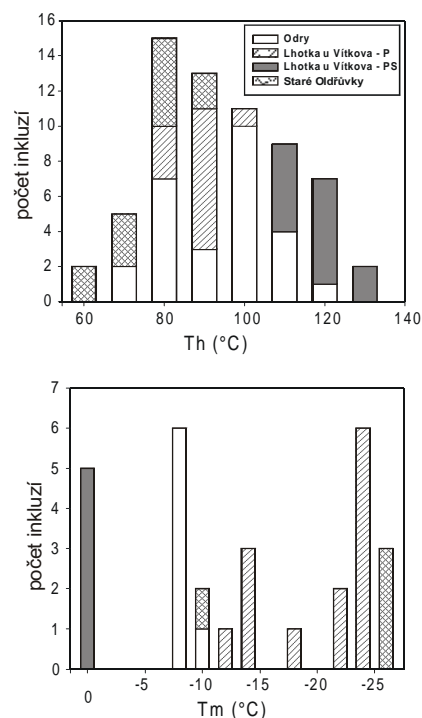
Na východním okraji Nížkého Jeseníku se nacházejí mineralogicky málo pestré a poměrně málo početné hydrotermální mineralizace, které jsou vázány na polohy břidlic moravického a hradecko–kyjovického souvrství. Většina studovaných žil byla nalezena přímo ve starých důlních dílech na břidlici nebo na jejich odvalech. Ze stejné oblasti popisují např. Losert (1962), Zimák (1994, 2003), Kučera–Slobodník (2002), Zimák et al. (2002) mnohem hojnější hydrotermální mineralizace z drobových souvrství (nejčastěji se vyskytující v lomech na drobu a ve starých dolech na stříbro a olovo). Cílem tohoto příspěvku je přiblížit celkový charakter mineralizací vázaných na souvrství břidlic a nastínit jejich vznik.



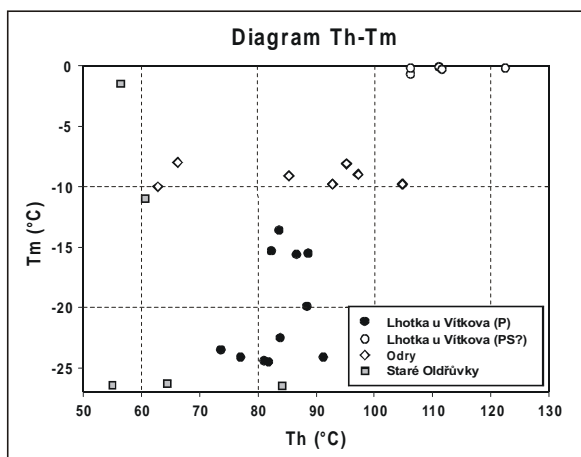
Obr. 1 – Orientace žil (plně) a vrstevnatostí (čárkovaně) na některých lokalitách v břidlicích v Nížkém Jeseníku. O – Odry, L – Lhotka u Vítkova, Č – Čermná, B – Boňkov.
Fig. 1 – Orientation of veins (full line) and foliations (dash line) from localities in shales from the Nížký Jeseník Upland.

Metodika

Chemické analýzy minerálů byly provedeny pomocí elektronového mikroskopu Cam Scan 4DV a Cameca SX100 (analyzovali P. Sulovský, J. Filip a R. Škoda, PřF MU Brno). Část analýz byla provedena parciálními chemickými analýzami (analytici P. Kadlec a I. Zavadilová, PřF MU Brno). Vzorky pro mikrotermometrické studium byly studovány na zařízení LINKAM THM600 na ŠGÚDŠ v Bratislavě. Izotopové analýzy byly změřeny



Obr. 2 – Histogramy hodnot Th a Tm z mikrotermometrických měření fluidních inkluzí v kalcitech.
Fig. 2 – Histogram of the rate Th and Tm from microthermometric measurements of fluid inclusions in calcites.



Obr. 3 – Diagram hodnot Th a Tm z mikrotermometrických měření fluidních inkluzí z kalcitů z Lhotky u Vítkova, Oder a Starých Oldřůvek.

Fig. 3 – Th-Tm plot from microthermometric measurements of fluid inclusions in calcites from Lhotka u Vítkova, Oder and Staré Oldřůvky.

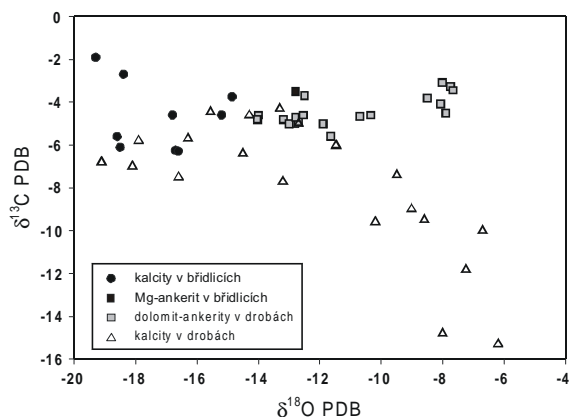
na hmotnostním spektrometru Finnigan MAT 251 na ČGS v Praze (analytik K. Malý).

Strukturní charakter mineralizace

Pro tyto mineralizace jsou charakteristické nedeformované přímé tenké žilky tvořené většinou kalcitem o mocnostech 0,1 až 8 cm (průměrně okolo 1 cm) a délky do 10 m. Převažují žíly směru V–Z, S–J a SZ–JV (obr. 1), strmého úklonu (60–90°), které jsou nejčastěji kolmé, méně často pak paralelní s vrstevnatostí okolních břidlic (Kučera 2002).

Mineralogický charakter studovaných výskytů

Hlavní součástí žiloviny je mléčně bílý až narůžovělý kalcit, který tvoří většinou 0,1 – 2 cm mocné žilky. Méně často se vyskytly na lokalitách Staré Oldřůvky (do 4 cm) a Odry (do 8 cm) i jeho mocnější žíly s drúzovitým vývinem. Karbonáty se na většině lokalit nacházejí ve dvou generacích. I. generace je charakteristická vyššími obsahy Fe (většinou 0,5 – 1 hm. %) a tmavě oranžovou luminiscencí. II. generace se projevuje nižšími obsahy Fe (okolo 0,2 hm. %) a světle oranžovou luminiscencí. Z karbonátů se vzácně vyskytuje i Mg-ankerit (Odry), který tvoří nahnědlé 0,3 cm



Obr. 4 – Izotopové složení kyslíku a uhlíku kalcitů a dolomit-ankeritů z Nizkého Jeseníku. Nepublikovaná data, 8 analýz převzato z Losos et al. (2002).

Fig. 4 – Oxygen and carbon isotopic composition of calcites and dolomit-ankerites from the Nizký Jeseník Upland. Unpublished data, 8 analyses taking from Losos et al. (2002).

žilky lemující kalcit I generace. Ze sulfidických minerálů je nejhojnější pyrit (Boňkov, Mokřinky, Odry, Staré Oldřůvky, Zálužné), který tvoří většinou povlaky na kalcitu či kubické krystaly o velikosti do 0,3 cm. Vzácnější jsou drobné agregáty chalkopyritu o velikosti až 0,5 cm nalezené v Odrách, Čermné a Kruťou (1966) v Boňkově. Z této lokality popisuje Kruťa (1966) i galenit.

Chemické složení karbonátů a sfaleritu

Z hydrotermální mineralizace bylo sledováno chemické složení karbonátů, v jednom případě i chemické složení sfaleritu. Všechny karbonáty kalcitové řady, spadají podle diskriminačního diagramu Trdličky–Hoffmana (1976) do pole kalcitu. Zjištěny v nich byly obsahy 0,74 – 2,07 hm. % MnO, 0,17 – 1,86 hm. % FeO, 0,08 – 0,93 hm. % MgO a 0 – 0,46 hm. % SrO (Kučera-Slobodník 2002). Obsahy MnO a SrO jsou průměrně 2-3x vyšší než mají kalcity z drobových souvrství. V Mg-ankeritu z Oder (13,0 – 14,4 hm. % FeO, 8,6 – 8,8 hm. % MgO a 3,6 – 4,1 hm. % MnO) byly zjištěny 2–8x vyšší obsahy MnO ve srovnání se stejnými karbonáty z hydrotermálních žil v drobách. Zvýšené obsahy MnO v karbonátech patrně souvisí s jeho loužením z okolních hornin. Sfalerity z lokality Boňkov vykazují nízké obsahy Fe (0,17 – 0,51 hm. %) a Cd (0,23 – 0,35 hm. %) (Kučera et al. v tisku).

lokality	typ FI	Th (°C)	Tm (°C)	salinita (hm. % ekv. NaCl)	fluidní systém
Staré Oldřůvky	P	55 až 84	-26,3 až -26,5	26,4 až 26,5	H ₂ O-NaCl(±MgCl ₂ ±FeCl ₂)
Lhotka u Vítkova	P	74 až 91	-13,6 až -24,5	17,4 až 25,3	H ₂ O-NaCl(±MgCl ₂ ±FeCl ₂)
Odry	P	75 až 105	-8 až -10	11,7 až 14	H ₂ O-NaCl
Lhotka u Vítkova	PS?	104,7 až 122,5	-0,1 až -0,7	0,2 až 1,2	H ₂ O

Tab. 1 – Mikrotermometrická data z fluidních inkluzí. Salinity vypočteny podle Bodnara (1993), fluidní systémy odvozeny z eutektických teplot podle Borisenka (1977).

Tab. 1 – Microthermometric data from fluid inclusions. Salinities calculated after Bodnar (1993), fluid systems derived from eutectic temperature after Borisenko (1977).

vzorek	lokality	minerál	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$ fluid		$\delta^{13}\text{C}$ fluid	
					T = 80 °C	T = 100 °C	T = 80 °C	T = 100 °C
BN-1	Boňkov	kalцит	-3,8	15,5	-4,0	-1,7	-5,5	-5,4
BN-2	Boňkov	kalцит	-5,6	11,7	-7,8	-5,4	-7,3	-7,2
CE	Černná	kalцит	-6,3	13,7	-5,8	-3,5	-8,0	-7,9
KL 1	Klokočov	kalцит	-2,7	12,0	-7,5	-5,1	-4,4	-4,3
LH	Lhotka u Vítkova	kalцит	-6,3	13,6	-5,9	-3,6	-8,0	-7,9
OD 1	Odry	kalцит	-6,1	11,9	-7,6	-5,2	-7,8	-7,7
VO 1	Odry	kalцит	-1,9	11,0	-8,4	-6,1	-3,6	-3,5
VO 1a	Odry	Mg-ankerit	-3,5	17,8				
SO 1	Staré Oldřůvky	kalцит	-4,6	13,6	-5,9	-3,6	-6,3	-6,2
ZA 1	Zálužné	kalцит	-4,6	15,3	-4,2	-1,9	-6,3	-6,2

Tab. 2 – Izotopické složení žilných karbonátů. V pravé části data přepočítaná na izotopové složení matečných fluid $\delta^{18}\text{O}$ (podle rovnice O'Neila et al. 1969) a $\delta^{13}\text{C}$ (podle rovnice Deinese et al. 1974) pro ideální modelové teploty 80° a 100°C. Tab. 2 – Isotopic composition of veins carbonates. On right side are convert data on isotopic composition of parent fluids $\delta^{18}\text{O}$ (after formula O'Neil et al. 1969) and $\delta^{13}\text{C}$ (after formula Deines et al. 1974) for ideal develop a model temperature 80° and 100°C.

Fluidní inkluze

Studovány byly primární a primárně-sekundární(?) dvoufázové fluidní inkluze (typu L+V) v kalcitech. Ty obsahují poměrně malé fluidní inkluze (FI) většinou o velikosti 2-10 μm . První studovaný vzorek z Oder je bílý hrubě zrnitý kalцит I. generace, který je krystalizačně mladší než nahnědlý Mg-ankerit na který narůstá. Oproti kalcitům z dalších lokalit byly ve FI zjištěny nižší salinity (tab. 1) a nižší eutektické teploty mezi -31,2° až -17°C, což by mohlo indikovat fluida typu $\text{H}_2\text{O-NaCl}$. Tento rozdíl je patrně způsoben zachycením starších fluid typu $\text{H}_2\text{O-NaCl}(\pm\text{MgCl}_2\pm\text{FeCl}_2)$ v Mg-ankeritu a mladších fluid typu $\text{H}_2\text{O-NaCl}$ v kalcitu I. generace. Ze Starých Oldřůvek byly měřeny primární FI v bílém až narůžovělém kalcitu I. generace. Ten vykazuje nízké teploty homogenizace (T_h) mezi +55° až +84°C a vyšší salinity (tab. 1). Primární FI ve světle šedém kalcitu I. generace ze Lhotky u Vítkova vykazují střední až vyšší salinity fluid (tab. 1) a eutektické teploty mezi -43,8° až -34,9°C což ukazuje na fluida typu $\text{H}_2\text{O-NaCl}(\pm\text{MgCl}_2\pm\text{FeCl}_2)$. V tomto vzorku byly změřeny i primárně-sekundární(?) FI z kalcitu I. generace či primární(?) FI z kalcitu II. generace, které vykazují vyšší T_h a téměř nulové salinity (tab. 1).

Stabilní izotopy

Izotopové analýzy kalcitů vykazují rozptyl hodnot $\delta^{18}\text{O}$ mezi -19,3 až -14,9‰ PDB a u $\delta^{13}\text{C}$ mezi -6,3 až -1,9‰ PDB. Oproti kalcitům z drobových souvrství vykazují izotopově lehčí hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ (obr. 4) což lze spojovat s větším zastoupením meteorických vod při jeho vzniku. Mg-ankerit z Oder má hodnotu $\delta^{18}\text{O} = -12,8$ ‰ PDB a $\delta^{13}\text{C}$

$= -3,5$ ‰ PDB a dobře zapadá do pole izotopového složení dolomit-ankeritů z drobových souvrství (obr. 4). Izotopová složení $\delta^{18}\text{O}$ matečných fluid vypočtená podle rovnice O'Neila et al. (1969) z kalcitů, s použitím T_h primárních FI, vycházejí pro vzorek z Oder mezi -9,1 až -5,6‰ SMOW, ze Starých Oldřůvek -9,4 až -5,4‰ SMOW, ze Lhotky u Vítkova -6,7 až -4,6‰ SMOW.

Izotopová složení $\delta^{13}\text{C}$ matečných fluid vypočtená podle rovnice Deinese et al. (1974) z kalcitů, s použitím T_h primárních FI, vycházejí pro vzorek z Oder mezi -3,6 až -3,5‰ PDB, ze Starých Oldřůvek -6,4 až -6,2‰ PDB, ze Lhotky u Vítkova -8 až -7,9‰ PDB.

Vypočítaná izotopová složení $\delta^{18}\text{O}$ matečných fluid ukazují na zastoupení zdroje s izotopově lehkým O nebo na interakci se zdrojem lehkého O.

Závěry

Kalcitové žíly z břidlic vykazují izotopově lehčí hodnoty oproti publikovaným údajům o postvariských kalcitech v drobách ze stejné oblasti (obr. 4). Izotopová složení fluid přepočtená z izotopových analýz kalcitů, s použitím T_h fluidních inkluzí, vykazují nízké hodnoty $\delta^{18}\text{O}$, které indikují kontakt s izotopově lehkým zdrojem O při jejich vzniku. Tím by mohly být patrně okolní břidlice či meteorická voda. Interakci fluid s okolními horninami nasvědčuje i rozdílnost chemického složení karbonátů vyskytujících se v břidlicích, od karbonátů z drobových souvrství. Malý rozsah mineralizace lze vysvětlit plastičtějšími chováními hostitelských hornin oproti drobám, uzavřenějšími puklinami, a proto špatnými podmínkami pro migraci fluid.

Tato práce vznikla díky podpoře grantů GAČR 205/00/0356 a FRVŠ 584/2003.

Literatura:

- Bodnar, R. J. (1993): Revised equation and table for determining the freezing point depression of $\text{H}_2\text{O-NaCl}$ solutions. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 57, 683–684.
 Borisenko, A. C. (1977): Determination of salt composition of the solutions of fluid inclusions in minerals using cryometry. – *Geology and Geophysics*, 8, 16–27.

- Deines, P. – Langmuir, D. – Harmon, R.S. (1974): Stable Carbon isotope ratios and the existence of a gas phase in the evolution of carbonate ground waters. *Geochim. Cosmochim. Acta* 38, 1147–1164.
- Kruťa, T. (1966): Moravské nerosty a jejich literatura. 1940-1965. – Moravské muz. Brno.
- Kučera, J. (2002): Hydrotermální mineralizace na východním okraji kulmu Nízkého Jeseníku. – MS diplom. práce PřF MU. Brno.
- Kučera, J. – Slobodník, M. (2002): Geochemie a mineralogie hydrotermálních žil historických rudních revírů v Nízkém Jeseníku. – Sbor. „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat 2002“, 53–58. Olomouc.
- Kučera, J. – Slobodník, M. – Sulovský, P. (v tisku): Chemické složení sfaleritů z hydrotermálních žil v horninách spodního karbonu Nízkého Jeseníku a kry Maleníku. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol.*, 89, 103–119.
- Losert, J. (1962): Olověno-zinková ložiska a výskyty v Oderských vrších. – *Komunik. Slez. Úst. ČSAV. Opava.*
- Losos, Z. – Hladíková, J. – Zimák, J. (2002): Izotopické složení karbonátů z hydrotermálních žil v kulmu Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů. – In: sbor. *Abstraktů Moravskoslezské Paleoz.*, 22–23. Brno.
- O'Neil, J. R. – Clayton, R. N. – Mayeda, T. K. (1969): Oxygen isotope fractionation in divalent metal carbonates. – *J. Chem. Phys.*, 51, 5547–5558.
- Trdlička, Z. – Hoffman, V. (1976): Untersuchungen der chemischen Zusammensetzung der Gangkarbonate von Kutná Hora (ČSSR). – *Freib. Forschungshefte*, C321, 29–81.
- Zimák, J. (1994): Nové výskyty polymetalické mineralizace v údolí Bystřice (kulm Nízkého Jeseníku). – *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1993*, 69–70. Brno.
- Zimák, J. (2003): Mineralogie hydrotermálních žil moravskoslezského kulmu. – Sbor. „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat 2003“, 63–68. Olomouc.
- Zimák, J. – Losos, Z. – Novotný, P. – Dobeš, P. – Hladíková, J. (2002): Study of vein carbonates and notes to the genesis of the hydrothermal mineralization in the Moravo-Silesian Culm. – *Journal of the Czech Geological Society*, 47, 3-4, 111–122.