

SULFIDICKÉ PARAGENEZE NA URANOVÉM LOŽISKU ROŽNÁ

Sulphide assemblages of the uranium deposit Rožná

Hana Doležalová¹, Zdeněk Losos²

¹ Mineralogicko-petrografické odd. Moravského zemského muzea, Zelný trh 6, 659 37 Brno;

e-mail: dolezalova@mzm.cz

² Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno;

e-mail: losos@sci.muni.cz

(24-13 Bystrice nad Pernštejnem)

Key words: uranium deposit Rožná, sulphides, sphalerite, pyrite, galena, sulphur isotopes, Moldanubicum

Abstract

The sulphide mineralization of different genetic types in the uranium deposit Rožná, about 50 km North-West of Brno, was studied. The disseminated ores in marble could not be the source for hydrotherms of a younger hydrothermal sulphidic mineralization in veins. On the contrary, this type of ore, through its high contents of manganese (in the case of the sphalerite 3.4–14.6 wt. %), documents origin of sulphides from the protolith of marble.

Pb-Zn sulphides of "hydrothermally altered metamorphic rock" – (metasomatites) are very similar to the hydrothermal sulphidic mineralization in veins. There are Pb-Zn sulphides located around the veins. These Pb-Zn minerals originated most probably by penetrating of the same hydrotherms, which otherwise acted as the source of the veins mineralization, to the surrounding rocks. Based on the results of the isotopic analyses, it is possible to interpret the sulphur of hydrotherms as sulphur derived from the deep reservoir. Sphalerite-galena sulphur isotope thermometer indicates temperatures in the range of 260 °C – 330 °C for the crystallization of siderite-sphalerite veins.

Úvod

Článek shrnuje výsledky diplomové práce autorky (Doležalová 2003), zabývající se sulfidy jednotlivých genetických typů na uranovém ložisku Rožná v Českém masivu. Ložisko Rožná bylo objeveno v roce 1956 a je situováno asi 50 km severozápadně od Brna. Nachází se v blízkosti styku strážeckého moldanubika a svrateckého krystalinika. Obě jednotky jsou budovány metamorfovanými, místy silně migmatizovanými horninami. Ložisko je vázáno na pestrú skupinu moldanubických hornin (Mísař et al. 1983).

První topograficko-mineralogické údaje o sfaleritu Pb-Zn zrudnění v Rožně publikoval Kruřa (1966). Práce Kvačka a jeho spolupracovníků (Kvaček a Novák 1973, Kvaček et al. 1973, Kvaček a Novák 1974, Kvaček 1979) charakterizovaly podrobněji sulfidické minerály na ložisku. V těchto studiích byla popsána také typická přítomnost selenidů, které jsou sukcesně mladší než uraninit.

Hlavní část mineralogických výzkumů na ložisku Rožná - Olší byla vždy zaměřena na minerály uranu, které tvoří ekonomickou složku žil a tektonických zón (Cimala 1997).

Bernard (1981) řadí žilné sulfidické rudy ložiska Rožná k variské minerální asociaci "pol" (polymetalická nekyzová formace). Izotopové analýzy síry sulfidů provedené v roce 1977 Legierskim byly publikovány až Vilhelmem et al. (1984). Tyto analýzy jsou v dobré shodě s novějšími izotopovými analýzami, které byly provedeny při studiu nově objeveného baryt-hyalofán-sulfidického zrudnění (Kříbek a Uhlík 1993, Kříbek et al. 1996), v rámci výzkumu vývoje uranové mineralizace (Kříbek et al. 2001,

Kříbek et al. 2002, Kříbek et al. 2003, Žák et al. 2001, Žák et al. 2002) a při studiu sulfidické mineralizace ložiska Rožná (Doležalová 2003).

Výsledky

Na souboru vzorků z uranového ložiska Rožná, které byly poskytnuty k výzkumu J. Ondříkem a J. Mazuchem, byly vyčleněny následující genetické typy sulfidické mineralizace, které byly dále rozděleny z texturního hlediska:

- 1) Starší metamorfne mobilizované zrudnění
 - zrudnění v mramorech s vtroušeninovou texturou
 - stratiformní pyritové zrudnění v okoložilných metamorfitech (textura páskovaná až vtroušeninová).
- 2) Mladší žilné hydrotermální zrudnění (textura zonálně páskovaná a brekciovitá).

Ve smyslu nové genetické klasifikace zrudnění na ložisku Rožná (Kříbek et al. 2001), je možné studované vzorky přiřadit k vyčleněným typům mineralizací následujícím způsobem:

- 1) stratidependentní, rozptýlená sulfidická mineralizace a skarnová mineralizace – zahrnuje nejstarší sulfidické zrudnění, které je vyvinuto v horninách pestré skupiny moldanubika (mramory, erlany, kvarcity a ruly). Z našich vzorků se jedná o vtroušeninové zrudnění v mramorech. Tento typ zrudnění nemá prostorový vztah k tektonickým zónám a žilným systémům. Dominantní pyrotin (hexagonální modifikace) se vyskytuje s podružným sfaleritem,

	hydrotermální asociace					
	I. stádium	II. stádium				
křemen	---					
siderit		-----				
sfalerit			-----			
Ag-tetraedrit			----			
chalkopyrit			---	---		
freibergit				---		
pyrargyrit				-		
galenit			----			
kalcit						---

Obr. 1 – Sukcesní schéma symetricky zonální hydrotermální rudní žíly.

Fig. 1 – Mineral succession of the hydrothermal ore vein with symmetrical zoned structure

Explanations: hydrotermální asociace = hydrothermal assemblage, stádium = stage.

galenitem a někdy i s mladším automorfním pyritem. Ze sulfidických minerálů se zde vyskytuje ještě mladší markazit, který vzniká na úkor pyrhotinu. Primární sulfidy v mramoru tvoří xenomorfní zrna o velikosti do 1 mm. Sfalerit má makroskopicky černohnědé zbarvení, pod mikroskopem je bez inkluzí jiných fází.

2) předuranová žilná siderit-sulfidická mineralizace – pravé žíly se zonální páskovanou či brekciovitou texturou sv. směru, o mocnosti několika cm až 4 m. Masivní sfalerit, který tvoří hlavní minerální výplň žil, uzavírá agregáty galenitu (v některých případech je krystalizačně sblížen s freibergitem), chalkopyritu, Ag-tetraedritu a ojedinělého pyrargyritu. Více-generační siderit přechází lokálně v karbonát dolomit-ankeritové řady.

V okolí siderit-sulfidických žil se nachází hornina, označená pracovním jako metasomatit, v němž byl objeven dosud nepopsaný typ Pb-Zn zrudnění na ložisku Rožná. Tento metasomatit makroskopicky obsahuje četná zrna a agregáty pyritu až 12 mm velké a do neprůběžných pásků uspořádané tmavě hnědé vtoušeniny sfaleritů, vzácně i galenitu. Mikroskopicky jsou tyto sfalerity podobné

sfaleritům vtoušeným v mramorech – xenomorfně omezené, o velikosti do 1 mm.

3) pouranová baryt-fluorit-sulfidická mineralizace žilného typu – nejmladší sulfidická mineralizace hydrotermálního původu nebyla v souboru studovaných vzorků zastoupena.

Na základě mikroskopického pozorování symetricky páskovaných zonálních žil bylo vytvořeno sukcesní schéma tohoto typu sulfidické mineralizace v Rožné (obr. 1). Toto schéma se lépe shoduje se sukcesním schématem publikovaným v knize „Československá ložiska uranu“ (Arapov et al. 1984), než se schématem Borodina (1969) in Bernard (1981).

Stříbrem bohaté minerály žil, Ag-tetraedrit a freibergit, mají mírně odlišnou pozici (freibergit je krystalizačně velmi úzce sblížen s galenitem, zatím co Ag-tetraedrit tvoří samostatné agregáty v masivním sfaleritu). Také stáří těchto minerálů není zcela shodné (freibergit se jeví jako mladší) a krystalizovaly za nepatrně odlišných teplot (freibergit se vylučoval v širším teplotním rozmezí, tedy i za teplot nižších než tomu bylo u Ag-tetraedritu).

V dlouhém časovém intervalu, kdy vznikalo mladší (převážně žilné) sulfidické zrudnění na ložisku Rožná, byla tato oblast tektonicky neklidná. Důkazem toho je vznik žil s brekciovitou texturou, mikroskopicky pozorovatelné tlakové dvojčaté lamely na žilném pyrhotinu a rupturní deformace pyritů stratiformních poloh.

Na základě mikrochemismu a izotopických analýz nebylo vtoušeninové zrudnění v mramorech zdrojem hydroterm, ze kterých krystalovala žilná siderit-sulfidická mineralizace. Naopak vysoké obsahy manganu vesfaleritech vtoušeninového zrudnění v mramorech (3,4 – 14,6 hm.%) dokumentují látkový původ sulfidů z protolitu mramoru.

Tuto skutečnost potvrdily i izotopické analýzy síry vtoušeného pyrhotinu (tab. 1).

Jediným původním Ba-minerálem v horninách se starším metamorfně mobilizovaným zrudněním je baryt. Barnatý flogopit stejně jako celsian má svůj původ metamorfogenní. Horninotvorné Ba-fáze jsou další indikací sedimentárního protolitu zrudnělých metamorfitů.

minerál/mineral	vzorek/sample	δ34S (‰CDT)	genetický typ mineralizace/genetic type of mineralization
sfalerit	vz 1a	1,2	žilná siderit-sulfidická
sfalerit	vz 11	0,8	žilná siderit-sulfidická
sfalerit	vz 2a	-0,2	žilná siderit-sulfidická
sfalerit	vz 2a	-0,7	žilná siderit-sulfidická
sfalerit	vz 2a	-0,9	žilná siderit-sulfidická
pyrit	vz 2c	6,3	stratidependentní, rozptýlená sulfidická (metasomatit)
pyrit	vz 5	12,4	stratidependentní, rozptýlená sulfidická (rula)
pyrit	vz 2b	2,3	žilná siderit-sulfidická
pyrhotin	vz 10	23,6	stratidependentní, rozptýlená sulfidická
pyrhotin	vz 10	23,6	stratidependentní, rozptýlená sulfidická
pyrhotin	vz 2f	-0,2	žilná siderit-sulfidická
galenit	vz 2a	-3,1	žilná siderit-sulfidická
galenit	vz 2d	-3,6	žilná siderit-sulfidická

Tab. 1 – Izotopové analýzy síry sulfidů z ložiska Rožná (Doležalová, 2003).

Tab. 1 – Sulphur isotope composition of sulphides from the deposit Rožná (Doležalová, 2003).

Explanations: žilná siderit-sulfidická mineralizace = the vein siderite-sulphide mineralization; stratidependentní, rozptýlená sulfidická mineralizace = the stratidependent, dissipated sulphide mineralization; metasomatit = metasomatite; rula = gneiss.

Zdroj síry stratiformního pyritového zrudnění lze na základě izotopických analýz hledat stejně jako v předchozím případě v protolitu metamorfitu (sedimentogenní síra). Při metamorfni mobilizaci však mohlo dojít u pyritů ke snížení hodnot izotopického složení síry vlivem interakce s hydrotermálními roztoky.

Sfalerity v metasomatitech jsou mikroskopicky podobné sfaleritům vtroušeným v mramorech, jejich chemismus je ale zásadně rozdílný. Mangan, jehož vyšší obsahy jsou pro sfalerity vtroušené v mramoru typické, nebyl u sfaleritů z metasomatitu vůbec detekován. Naopak mikrochemismus sfaleritů z metasomatitu (Fe: 3,45 – 5,16 hm. %, Cd: max. 0,35 hm. %, Mn: pod mezí detekce) je nápadně podobný mikrochemismu sfaleritů z žil (Fe: 0,25 – 9,11 hm. %, Cd: max. 3,81 hm. %, Mn: max. 0,02 hm. %), v jejichž bezprostřední blízkosti se metasomatit nachází (Doležalová, Losos v tisku).

Protolit metasomatitu byl zřejmě pronikán stejnými fluidy, z nichž krystalizovaly předuranové hydrotermální žíly. Této teorii také nasvědčuje fakt, že hranice mezi rudní žilou a okolním alterovaným metamorfitem není ostrá. Z fluid krystalizoval v metasomatitu nejen galenit a sfalerit, ale i kalcit. Z výše uvedených důvodů jsme zařadili Pb-Zn mineralizaci v metasomatitech jako subtyp předuranové hydrotermální siderit-sulfidické mineralizace.

Zdrojovou síru hydrotermálních roztoků, které v Rožně tvoří mladší rudní žíly, je možné, vzhledem k hodnotám $\delta^{34}\text{S}$ sulfidů, pokládat za síru odvozenou od hlubinného zdroje (tab. 1). Použití sulfidického termometru poskytlo pro tento typ zrudnění teploty v rozmezí 260–330 °C.

Izotopické složení sideritů a kalcitů mladších hydrotermálních žil indikuje zdroj uhlíku hydroterm v homogenizované zemské kůře. Hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ hydrotermálních roztoků, z nichž tyto karbonáty vznikaly, odpovídají metamorfnímu původu.

Autoři děkují J. Ondříkovi a J. Mazuchovi za poskytnutí vzorků, J. Povolnému za zhotovení výbrusů a nábrusů, V. Vávrovi a P. Sulovskému za provedení mikrosondových analýz a v neposlední řadě I. Jačkové za analýzy izotopové. Práce byla podpořena výzkumným záměrem J07/98: 143 100 004.

Literatura:

- Arapov, J. A. a kol. (1984): Československá ložiska uranu. – SNTL, Praha, 368 s.
- Bernard, J. H. (1981): Mineralogie Československa – ÚÚG v Akademii, Praha, 648 s.
- Cimala, Z. (1997): Po stopách průzkumu a těžby uranových ložisek na Moravě a východních Čechách. – O. z. GEAM Dolní Rožínka.
- Doležalová, H. (2003): Sulfidické parageneze na uranovém ložisku Rožná. – MS, dipl. práce, PřF MU Brno, 90 s.
- Doležalová, H. – Losos, Z. (v tisku): Sfalerit různých genetických typů sulfidického zrudnění na uranovém ložisku Rožná. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
- Kruťa, T. (1966): Moravské nerosty a jejich literatura 1940 – 1965. – Moravské muzeum, Brno, 380 s.
- Kříbek, B. – Uhlík, Z. (1993): Stratiformní baryt-hyalofán-sulfidické zrudnění na ložisku Rožná, nový typ mineralizace v moldanubiku. – Geol. Průzk., 35,4, Praha.
- Kříbek, B. – Hladíková, J. – Žák, K. – Bendl, J. – Pudilová, M. – Uhlík, Z. (1996): Barite-hyalophane sulphidic ores at Rožná, Bohemian Massif, Czech Republic: Metamorphosed black shale-hosted submarine exhalative mineralization. – Economic Geology, 91, 14 – 35.
- Kříbek, B. – Leichmann, J. – René, M. (2001): Model uranové mineralizace na ložisku Rožná, přehled výsledků dosažených při řešení grantu GA ČR 205/00/0212 v roce 2000. – MS, PřF MU Brno.
- Kříbek, B. – Leichmann, J. – René, M. (2003): Závěrečná zpráva grantu České grantové agentury 205/00/0212 „Model uranové mineralizace na ložisku Rožná“ – MS, PřF MU Brno.
- Kříbek, B. – Sulovský, P. – Pudilová, M. – Hájek, A. – Holeczy, D. (2002): Retrograde-metamorphic and hydrothermal alterations at the Rožná uranium deposit (Moldanubian Zone, Czech republic). – In: Kříbek, B. – Zeman, J. (eds.): Uranium Deposits: From their genesis to their environmental aspects. – Proc. of the Int. Workshop organized by the Czech Group of the IAGOD, Prague, September 10–11, 2002, 65–68.
- Kvaček, M. (1979): Komplexní vyhodnocení poznatků mineralogicko-petrografického a chemického výzkumu ložiska Rožná za léta 1971–1976. – MS, ÚNS Kutná Hora.
- Kvaček, M. – Novák, F. (1973): Mineralogická charakteristika Pb-Zn zrudnění v okolí Rožné na Západní Moravě. – Hornická Příbram ve vědě a technice, sekce geologie ložisek nerostných surovin, 263 – 272, Příbram.
- Kvaček, M. – Novák, F. – Malec, J. (1973): Mineralogicko-geochemické a petrografické zhodnocení ložiska Rožná. – MS, ÚNS Kutná Hora.
- Kvaček, M. – Novák, F. (1974): Manganem a železem bohaté sfalerity z ložiska Rožná na západní Moravě. – Čas. Mineral. Geol., 19/2, 175 – 180, Praha.
- Mísař, Z. – Dudek, A. – Havlena, V. – Weiss, J. (1983): Geologie ČSSR I, Český masiv. – SPN, Praha, 336 s.
- Vilhelm, S. – Linhart, R. – Trojan, L. (1984): Generální výpočet zásob uranu v rudním poli Rožná-Olší k l. l. 1984. – MS, o. z. GEAM Dolní Rožínka.
- Žák, K. – Dobeš, P. – Kříbek, B. – Pudilová, M. – Hájek, A. – Holeszy, D. (2001): Evolution of fluid types at the Rožná uranium deposits, Czech republic: Stable isotope and fluid inclusion study. – In: Piestrzyński et al. (eds.), Mineral deposits at the Beginning of the 21st Century, Lisse: Swets & Zeitlinge, 109 – 113.
- Žák, K. – Kříbek, B. – Dobeš, P. – Pudilová, M. – Hájek, A. – Holeczy, D. (2002): Genetic model of the Rožná uranium deposit based on the stable isotope and fluid inclusion data. – In: Kříbek, B. – Zeman, J. (eds.): Uranium Deposits: From their genesis to their environmental aspects. – Proc. of the Int. Workshop organized by the Czech Group of the IAGOD, Prague, September 10–11, 2002, 127–130.