Mineralogie železných rud na historickém ložisku Horní Hoštice v Rychlebských horách (Česká republika)

Mineralogy of iron ores at the historical deposit Horní Hoštice in the Rychlebské hory Mts. (Czech Republic)

JIŘÍ ZIMÁK

Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc

ZIMÁK J. (2008): Mineralogie železných rud na historickém ložisku Horní Hoštice v Rychlebských horách (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/2**, 238-242. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Two types of iron ores were studied on the historical deposit at Horní Hoštice in the Rychlebské hory Mts. (eastern part of the Orlica-Śnieżnik Dome): (1) quartz-magnetite(±hematite) ores with accessory garnet (Alm_{80-88}), and (2) carbonate-magnetite ores with abundant Ca-amphiboles and grünerite. Magnetite in the both ore types is often altered to maghemite and slightly martitized. The ores are interpreted as metamorphosed ferrolite of sedimentary or exhalative-sedimentary origin.

***Key words**: Stronie Group, iron ores, magnetite, maghemite, grünerite, hedenbergite, almandine, Silesia, Czech Republic*

Úvod

Horní Hoštice u Javorníka v Rychlebských horách jsou geologům známy díky ložisku uranových rud, objevenému v 50. letech 20. století a těženému do roku 1964 (z mineralogického hlediska je ložisko zajímavé relativně bohatou supergenní zónou). Těžba rud u Horních Hoštic však probíhala již o několik století dříve. Podle historických pramenů zde byly v 16. století dobývány rudy železa. Geologům působícím v této části Rychlebských hor po 2. světové válce nebyla poloha historických dolů známa, teprve v roce 1987 bylo jedno z míst starých kutacích prací objeveno ve strmém svahu vysoko nad levým břehem Hoštického potoka, cca 750 m jv. od kóty Vysoký kámen (691.3 m). Skácel, Skácelová (1993) a Fojt et al. (1997) uvádějí vedle nejzákladnějších informací o poloze a geologické pozici této lokality i velmi stručné hodnocení petrografických a mineralogických poměrů.

V této zprávě jsou obsaženy výsledky mineralogického studia vzorků Fe-rud, které byly získány z haldového materiálu na lokalitě popisované Skácelem a Skácelovou (1993) a Fojtem et al. (1997) - GPS souřadnice lokality: N50°24,06´, E16°56,39´. V rámci sledovaného úseku stroňské skupiny jde zatím o jedinou lokalitu, na níž jsou obsahy magnetitu (příp. také hematitu a maghemitu) v nalezených fragmentech hornin tak vysoké, že označení železná ruda má opodstatnění.

Geologická pozice a současný stav lokality

Podle Skácela a Skácelové (1993) je magnetitové zrudnění na výše zmíněné lokalitě vázáno na styk amfibolitů a mramorů stroňské skupiny, která zde nad levým břehem Hoštického potoka vystupuje v podobě až cca 750 m širokého pruhu, jenž se na území ČR táhne v délce téměř 4 km (a dále pokračuje na území Polska).

Stroňská skupina je tvořena hlavně pararulami a svory s vložkami kvarcitů, mramorů a amfibolitů (např. Józefiak 1999) a také leptynitů, považovaných za produkt metamorfózy kyselých tufů (Wojciechowska et al. 2003). Termodynamické podmínky metamorfózy na základě studia metabazitů stanovila Wojciechowska (1986) na 550 až 650°C a 5.5 až 6.4 kbar. Józefiak (1999) uvádí pro svory a pararuly 505 až 615°C a 7.5 až 7.9 kbar; obdobně Romanová a Štípská (2001) pro tytéž metapelity cca 600°C a cca 8 kbar.

Na několika místech lze ve zmíněném pruhu nad Hoštickým potokem zjistit zřetelné stopy po těžbě nerostných surovin. Převážně jde o skupiny jam s haldami, v jednom případě má část lokality charakter lomu (viz níže), pouze na jediné lokalitě (popisované Skácelem, Skácelovou 1993 a Fojtem et al. 1997) lze snad uvažovat i o dobývce ražené do svahu či o krátké štole. Fojt et al. (1997) podle stop po těžbě usuzují na přítomnost dvou paralelních rudních těles na styku amfibolitu a mramoru. Petrografické poměry v prostoru všech lokalit jsou v podstatě shodné - všude jsou přítomny mramory a amfibolity, někde lze v haldovém materiálu najít také svory a ruly (tyto horniny však mohou pocházet ze svahových sedimentů).

Autor této zprávy se domnívá, že kromě železných rud byly ve sledovaném pruhu těženy mramory na výrobu vápna (na některých lokalitách možná probíhala těžba obou surovin současně). Podle stop zachovaných v terénu měla největší rozsah těžba v místě ležícím zhruba 1 km jižně od kóty Vysoký kámen, nad levým břehem Hoštického potoka (asi jen 50 m od něj). Kromě jam a hald je zde zachován zbytek lomové stěny (resp. skalní výchoz modifikovaný těžbou), na morfologicky výrazném hřbetu lze dosud vysledovat pinkový tah. Zcela ojediněle byly na haldě v prostoru této lokality nalezeny fragmenty mramoru přecházejícího do kalcitického amfibolitu s velmi chudým magnetitovým zrudněním charakteru vtroušenin v karbonátem bohatých páscích. Je tedy možné, že na této lokalitě byly Fe-rudy těženy nebo alespoň hledány.

Tabulka 1 *Modální složení křemen-magnetitové rudy (vzorky HoHo-4, 10, 15 a 28) a karbonát- magnetitové rudy (HoHo-3)*

	HoHo-				
vzorek	4	10	15	28	3
opakní složka	59.30	53.25	51.35	58.55	35.30
křemen	38.25	46.00	48.45	42.25	1.00
kalcit	-	-	-	-	51.70
grünerit+alterity	1.05	0.15	-	-	6.65
Ca-amfiboly	0.70	-	-	-	4.90
pyroxen	-	-	-	-	0.05
biotit+chlorit	-	0.10	-	-	-
alterovaný živec	-	-	-	-	0.35
apatit	0.65	0.50	0.05	0.10	0.05
granát	0.05	-	0.15	0.10	-

Tabulka 2 *Chemické složení křemen-magnetitové rudy (vzorky HoHo-15 a 28) a karbonát-magnetitové rudy (HoHo-9)*

vzorek	HoHo-15	HoHo-28	HoHo-9
SiO_2 (hmot. %)	49.95	35.32	12.57
TiO_2 (hmot. %)	0.01	0.07	0.06
Al_2O_3 (hmot. %)	0.24	0.42	0.45
Cr_2O_3 (hmot. %)	0.001	<0.002	<0.002
Fe_2O_3 tot. (hmot. %)	50.79	65.14	63.29
MnO (hmot. %)	0.04	0.02	0.30
MgO (hmot. %)	0.01	<0.01	0.16
CaO (hmot. %)	0.10	0.13	13.14
Na_2O (hmot. %)	0.01	<0.01	0.01
K_2O (hmot. %)	0.04	0.01	<0.01
P_2O_5 (hmot. %)	0.17	0.10	0.18
S tot. (hmot. %)	0.01	0.04	0.03
C tot. (hmot. %)	0.04	0.04	3.51
LOI (hmot. %)	0.1	-	9.8
suma	100.31	99.94	99.99
Cu (ppm)	3.4	8.0	73.2
Pb (ppm)	0.4	3.8	8.8
Zn (ppm)	11	18	31
Co (ppm)	4.1	4.9	28.6
Ni (ppm)	22.6	38.5	113.7
As (ppm)	3.1	10.0	35.6
Au (ppb)	<0.5	66.6	22.7

Metodika výzkumu

Železné rudy i horniny s chudým vtroušeninovým zrudněním byly studovány mikroskopicky v leštěných výbrusech (v procházejícím i odraženém světle). Kvantitativní zastoupení jednotlivých minerálů bylo ve čtyřech vzorcích rud stanoveno pomocí bodového integrátoru Eltinor 4 (vždy hodnoceno 2000 bodů). Chemické složení vzorků rud (data v tab. 2) bylo stanoveno v Acme Analytical Laboratories Ltd. ve Vancouveru (reprezentativní vzorky k analýzám byly získány rozdrcením a rozemletím rudních vzorků o hmotnosti cca 750 gramů a následnou kvartací na analyzovaných cca 15 g). Chemismus jednotlivých minerálů byl sledován pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (PEMM, PřF MU Brno, analytik P. Gadas a R. Čopjaková). Výsledky reprezentativních analýz granátu, pyroxenu a amfibolů jsou uvedeny v tabulkách 3 až 5. Analýzy byly provedeny ve vlnově disperzním módu (WDX) za těchto podmínek: napětí 15 kV, proud 10 nA, průměr svazku 3 nebo 5 μm (pyroxen a amfiboly), <1 μm (granát). V případě pyroxenu a amfibo-

Tabulka 3 *Chemické složení granátu z křemen-magnetitové rudy. Výsledky WDX analýz uvedeny v hmot. %, koeficienty empirických vzorců vypočteny na bázi 12 atomů kyslíku a sumu R^{3+} = 2. Analyzované obsahy Y, Cr, Ni, K, Na a F byly pod mezí stanovitelnosti.*

anal. č.	1	2
SiO_2	36.31	33.50
TiO_2	0	0.09
P_2O_5	0.02	0.10
Al_2O_3	20.29	19.24
Fe_2O_3	0.67	0.97
FeO	39.51	37.61
CaO	2.94	5.16
MnO	0.70	0.81
MgO	0.32	0.18
suma	100.76	97.66
Si	2.97	2.86
Ti	0	0.01
P	0	0.01
Al	1.96	1.94
Fe^{3+}	0.04	0.06
Fe^{2+}	2.70	2.69
Ca	0.26	0.47
Mn	0.05	0.06
Mg	0.04	0.02

Tabulka 4 *Chemické složení grüneritu z křemen-magnetitové rudy (anal. č. 3 až 5) a z karbonát-magnetitové rudy (anal. č. 6) a složení hedenberitu z erlan-amfibolitového stromatitu s chudým vtroušeninovým zrudněním (anal. č. 7 a 8). Výsledky WDX analýz uvedeny v hmot. %, koeficienty empirických vzorců vypočteny na bázi 23 atomů kyslíku (grünerit) a 6 atomů kyslíku (hedenbergit). Analyzované obsahy Ti, V, Ni, Zn, Ba, F a Cl byly pod mezí stanovitelnosti.*

anal. č.	3	4	5	6	7	8
SiO_2	47.84	47.01	47.68	48.59	48.75	49.00
P_2O_5	0	0	0	0	0	0.03
Al_2O_3	0.67	0.81	0.56	0.38	0.56	0.63
Cr_2O_3	0	0	0	0	0.07	0.08
CaO	0.46	0.44	0.42	1.61	22.62	22.32
FeO	45.77	46.17	44.60	42.41	22.22	21.79
MgO	1.69	1.44	1.75	2.56	4.38	4.70
MnO	0.19	0.23	0.06	2.90	0.34	0.33
K_2O	0.01	0.01	0.05	0	0	0.01
Na_2O	0.34	0.14	0.07	0.04	0.15	0.16
Rb_2O	0.09	0.06	0.03	n.d.	n.d.	n.d.
suma	97.06	96.31	95.22	98.49	99.09	99.10
Si	7.93	7.89	8.00	7.90	1.97	1.97
Al	0.13	0.16	0.11	0.07	0.03	0.03
Ca	0.08	0.08	0.08	0.28	0.98	0.96
Fe	6.35	6.48	6.26	5.76	0.75	0.73
Mg	0.42	0.36	0.44	0.62	0.26	0.28
Mn	0.03	0.03	0.01	0.40	0.01	0.01
K	0	0	0.01	0	0	0
Na	0.11	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
Rb	0.01	0.01	0	-	-	-
O	23.00	23.00	23.00	23.00	6.00	6.00

Tabulka 5 *Chemické složení Ca-amfibolů z křemen-magnetitové rudy (anal. č. 9 a 10: ferotschermakit), z karbonát-magnetitové rudy (anal. č. 11 a 12: feroaktinolit; anal. č. 13 až 15: hastingsit) a z erlan-amfibolitového stromatitu s chudým zrudněním (anal. č. 16 a 17: ferohornblend). Výsledky WDX analýz uvedeny v hmot. %, koeficienty empirických vzorců vypočteny na bázi 23 atomů kyslíku, poměr mezi Fe^{3+} a Fe^{2+} kalkulován na základě T + C = 13. Analyzované obsahy Ba, Zn, Ni a F byly pod mezí stanovitelnosti.*

anal. č.	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO_2	39.44	39.94	50.04	48.54	39.05	38.94	38.54	43.76	43.39
TiO_2	0.04	0	0	0	0	0	0	0.18	0.27
P_2O_5	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0.04
Al_2O_3	11.08	11.05	0.34	2.31	10.81	10.84	10.15	7.21	6.91
Cr_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.07
Fe_2O_3	10.93	11.05	2.19	5.49	6.87	5.18	7.09	2.33	1.25
FeO	23.86	23.79	29.16	27.68	26.91	27.50	26.00	25.68	26.33
MgO	0.67	0.83	3.46	3.06	1.29	1.34	1.46	3.72	3.77
MnO	0.05	0.10	1.17	1.00	0.68	0.77	0.84	0.22	0.19
CaO	10.20	10.25	11.58	11.33	11.39	10.89	11.20	11.57	11.82
K_2O	0.89	0.84	0.03	0.13	2.12	2.46	1.43	0.82	0.74
Na_2O	1.28	1.31	0.09	0.32	0.85	1.08	1.31	0.60	0.63
Cl	0.07	0.06	0	0.07	0.78	1.14	0.62	0.17	0.11
O=Cl	-0.02	-0.01	-0.00	-0.02	-0.18	-0.26	-0.14	-0.04	-0.02
suma	98.49	99.28	98.06	99.91	100.57	99.88	98.50	96.38	95.50
Si	6.26	6.29	7.87	7.52	6.19	6.23	6.23	6.98	6.99
Ti	0.01	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03
P	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01
Al	2.08	2.05	0.06	0.42	2.02	2.04	1.93	1.36	1.31
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.01
Fe^{3+}	1.31	1.31	0.26	0.64	0.82	0.62	0.86	0.28	0.15
Fe^{2+}	3.17	3.13	3.84	3.58	3.57	3.69	3.51	3.43	3.56
Mg	0.16	0.20	0.81	0.71	0.31	0.32	0.35	0.88	0.91
Mn	0.01	0.01	0.16	0.13	0.09	0.10	0.12	0.03	0.03
Ca	1.74	1.73	1.95	1.88	1.93	1.87	1.94	1.98	2.04
K	0.18	0.17	0.01	0.03	0.43	0.50	0.30	0.17	0.15
Na	0.39	0.40	0.03	0.10	0.26	0.34	0.41	0.18	0.20
Cl	0.02	0.02	0	0.02	0.21	0.31	0.17	0.05	0.03
O	22.98	22.98	23.00	22.98	22.79	22.69	22.83	22.95	22.97

lů byly použity následující standardy: benitoit (Ba), hornblend (Ti), andradit (Ca, někdy i Fe), almandin (Fe), rodonit nebo spessartin (Mn), albit A (Na), sanidin (Si, Al, K), olivín (Mg), vanadinit (Cl), chromit (Cr), fluorapatit (P), Ni (Ni), gahnit (Zn) a topaz (F). Standardy použité při analýze granátu: rodonit (Mn), hornblend (Ti), chromit (Cr), andradit (Ca, Fe), fluorapatit (P), albit (Na), sanidin (Si, Al, K), olivín (Mg), YAG (Y), Ni (Ni) a topaz (F). Výsledky WDX analýz dalších minerálů jsou pouze stručně komentovány v textu a v případě potřeby je autor ochoten poskytnout kompletní data.

Mineralogická charakteristika železných rud

V haldovém materiálu v prostoru studované lokality se hojně vyskytují fragmenty dvou typů rud. Jde o křemen-magnetitové rudy a karbonát-magnetitové rudy. Z velikosti rudních úlomků je zřejmé, že rudy obou typů zde tvořily polohy o mocnosti minimálně 20 cm. Přechody mezi oběma rudními typy zjištěny nebyly, není ani jasný jejich vzájemný vztah. Mineralogické složení obou rudních typů je zřejmé z tabulky 1, údaje o chemickém složení jsou náplní tabulky 2.

Křemen-magnetitové rudy

Tento rudní typ je v haldovém materiálu zastoupen nejhojněji a byl již stručně charakterizován Fojtem et al. (1997) - citovaní autoři jej označují jako „ferolit“.

Petrograficky jde o kvarcit s podstatným množstvím magnetitu a často i hematitu. Magnetit tvoří ploše čočkovité útvary o velikosti do 5 mm, které na sebe navazují a vytvářejí tak tenké nesouvislé rudní pásky, které se střídají s pásky drobně zrnitého křemene (obr. 1). V některých partiích rud je hojně přítomen hematit v podobě lupenitých nebo jemně tabulkovitých agregátů. V partiích s hematitem (ale i mimo ně) se velmi často vyskytuje velmi jemně nahnědlý jehlicovitý amfibol s jen málo zřetelným pleochroismem, jehož složení odpovídá grüneritu (tab. 4, anal. č. 3 až 5). Ojediněle je v křemen-magnetitových rudách přítomen Ca-amfibol s velmi výrazným pleochroismem (jemně nazelenalá - zelenomodrá) se složením odpovídajícím ferotschermakitu (tab. 5, anal. č. 9 a 10). V některých rudních vzorcích je běžnou akcesorií velmi jemně narůžovělý granát, zpravidla v podobě izometrických zrn o velikosti do 0.2 mm, často prostoupených trhlinami, které bývají vyplněny Ca-amfibolem (s optickými vlastnostmi podobnými analyzovanému ferotschermakitu). Výsledky WDX analýz granátu prokázaly, že jde o almandin (80 až 88 % Alm) a podstatným zastoupením Grs+Adr (8 až 18 %). Chemická zonálnost je málo výrazná, projevuje se ve směru od centra k okraji poklesem Alm a vzrůstem Grs+Adr (to dokumentují i údaje v tab. 3, kde anal. č. 1 reprezentuje střed zrna, anal. č. 2 jeho okraj). Akcesoricky byl ve všech vzorcích zjištěn apatit tvořící nedokonale omezené krátké sloupečky a izometrická zrna, která jsou někdy řetízkovitě seskupena, a to zejména při okraji křemenných pásků. WDX analýza prokázala, že jde o apatit

(CaF) - viz níže. Sporadicky jsou v těchto rudách přítomna drobná xenomorfní zrna chalkopyritu a pyritu.

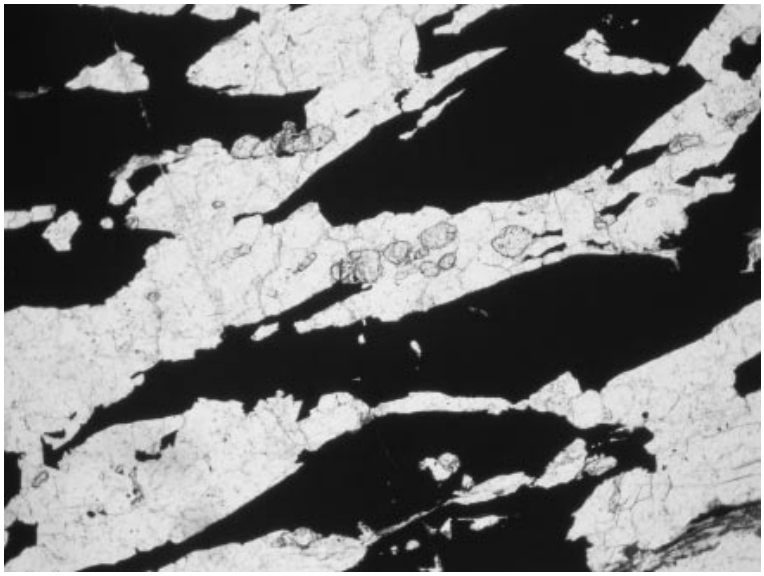
V některých vzorcích je magnetit postižen maghemitizací (zmiňovanou již Fojtem et al. 1997), postupující od okrajů zrn a zálivovitě pronikající i do jejich centrálních částí. Běžně lze pozorovat martitizaci magnetitu. Rozsah maghemitizace a martitizace magnetitu je však v tomto rudním typu výrazně menší než v karbonát-magnetitových rudách.

Karbonát-magnetitové rudy

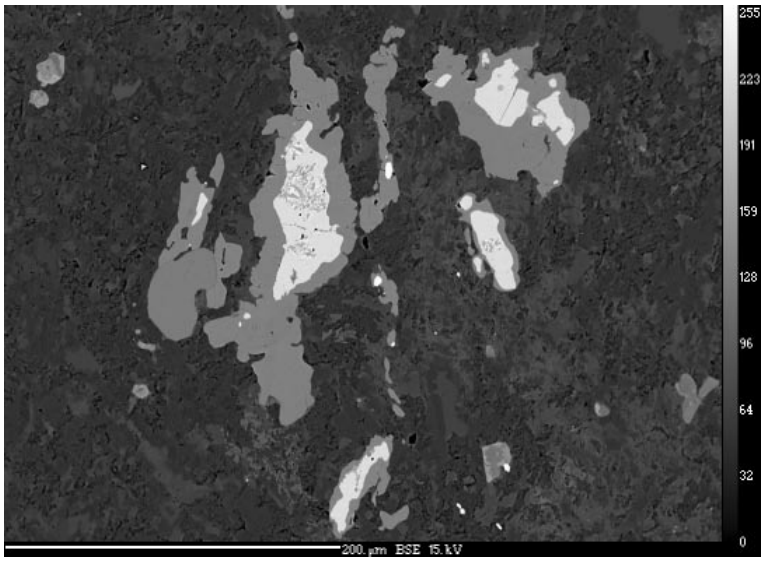
Tyto rudy mají velmi výraznou páskovanou texturu. Střídají se v nich světlé karbonátové pásky s pásky, které jsou takřka černé či hnědočerné a v nichž lze makroskopicky rozpoznat jen magnetit (vzorky postižené výrazně supergenními procesy jsou zbarveny okrově oxy-hydroxidy Fe). Mocnost pásků se pohybuje od několika mm do maximálně 3 - 4 cm. Na některých vzorcích jsou již makroskopicky zřetelné projevy deformace rudní polohy (budináž): rudní pásky jsou segmentovány, karbonát je vtlačen do mezer mezi jednotlivými segmenty.

Rudní pásky jsou tvořeny poměrně pestrou asociací minerálů. Podstatnou složkou je magnetit, jenž tvoří nepravidelná „zrna“ o velikosti až 4 mm, větší z nich jsou výrazně zploštělá, jejich delší osy jsou konformní s průběhem pásků. Magnetit je slabě postižen martitizací, která postupuje od okrajů zrn a také podél oktaedrických ploch, což umožňuje rozpoznat, že některá z větších magnetitových „zrn“ mají povahu agregátů složených z relativně malého počtu jedinců (běžně 3 - 4 v ploše řezu, v některých řezech je však zastiženo jen jediné individuum). Místy magnetit tvoří i větší agregáty nepravidelných tvarů, v nichž je výrazně převažující složkou. Magnetit je částečně maghemitizován. Tato přeměna postihuje relativně široké zóny při okraji magnetitových zrn nebo podél trhlin jimi probíhajících; často však maghemit vytváří i ostrůvky v centrální části magnetitových individuí. Spíše ojediněle se v rudních páscích vyskytují drobné agregáty zrnitého hematitu. Podstatnou složkou jsou amfiboly, zastoupené Ca-amfiboly (hastingsit a feroaktinolit) a grüneritem. Hastingsit (tab. 5, anal. č. 13 až 15) tvoří protažená zrna nebo nedokonalé sloupečky o délce až 1 mm s velmi výrazným pleochroismem (téměř bezbarvý nebo jemně nazelenalý - ostře zelený až modravě zelený). Na okraji je často přeměněn na jehličkovitý amfibol s jen slabým pleochroismem ve světle hnědých barvách. Složení tohoto amfibolu odpovídá grüneritu (tab. 4, anal. č. 6). Některé partie rudních pásků jsou vedle opakních minerálů tvořeny v podstatném množství jehličkovitým grüneritem, jenž je provázen drobnými xenomorfními zrny výrazně pleochroického amfibolu (téměř bezbarvý - ostře zelený), jehož složení odpovídá feroaktinolitu (tab. 5, anal. č. 11 a 12). Vyskytuje se zde i biotit, velmi silně přeměněný na chlorit. Při studiu na mikrosondě byla v těchto partiích zjištěna i přítomnost velmi jemnozrnného kalcitu, křemene a také neidentifikovatelných silikátů Fe (v jednom případě jde snad o feripyrofylit). Kalcit a křemen jsou v rudních páscích přítomny ve variabilním množství (obvykle jen malém), často jsou provázeny silně alterovaným živcem. Akcesorický je pyrit a hlavně apatit. WDX analýzy apatitu z popisovaných rudních pásků a také z křemen-magnetitových rud prokázaly, že jde o apatit-(CaF) (2.45 až 2.66 hmot. % F, což odpovídá cca 0.64 až 0.70 *apfu* F, pouze 0.01 až 0.06 hmot. % Cl, tj. do 0.01 *apfu* Cl), dle výsledku těchto analýz apatit dále obsahuje v hmot. % do 0.64 ZrO_2, 0.04 UO_2, 0.04 As_2O_5, 0.12 SrO, 0.47 FeO, 0.05 MnO, 0.03 La_2O_3, 0.14 Nd_2O_3, 0.10 Pr_2O_3 a 0.08 Sm_2O_3.

Na složení karbonátových pásků se podstatnou měrou podílí kalcit, tvořící až 3 mm velká xenomorfní individua. V malém množství jsou v těchto páscích přítomny všechny minerály zmíněné při popisu pásků rudních.



Obr. 1 *Křemen-magnetitová ruda tvořená ploše čočkovitými agregáty magnetitu (černý) a křemenem (bílý) se zrny apatitu (ve výbrusu s pozitivním reliéfem). Výbrus v procházejícím světle, bez analyzátoru, foto J. Zimák, šířka obrázku cca 2 mm.*



Obr. 2 *Erlan-amfibolitový stromatit s ilmenitem (bílý) lemovaným titanitem (šedý). Lokálně jsou v ilmenitu pozorovatelné produkty jeho rozpadu (šedé v největším zrnu ilmenitu). BSE, Cameca SX100, foto P. Gadas a J. Zimák, šířka obrázku cca 0.4 mm.*

Erlan-amfibolitové stromatity s chudým zrudněním

V haldovém materiálu jsou přítomny horniny, které lze na základě složení a textury označit jako erlan-amfibolitové stromatity. Jejich horninové pásky jsou často rozplývavé, mají povahu šmouhovitých pásků.

Makroskopicky světlejší a v celkovém objemu horniny převažující pásky jsou tvořeny velmi silně alterovaným živcem a až 1 mm velkými xenomorfními zrny pyroxenu Di-Hd řady bez pozorovatelného pleochroismu. WDX analýzy prokázaly, že jde o hedenbergit s obsahem Hd v rozpětí 71 až 74 mol. % (tab. 4, anal. č. 7 a 8). Pyroxen je místy podél štěpných ploch a trhlin zatlačován Ca-amfibolem, jenž má obdobné optické vlastnosti jako níže popisovaný ferohornblend. V podstatném množství je v těchto páscích přítomen titanit v podobě relativně velkých individuí (až 0.5 mm) s charakteristickým článkovitým průřezem a také ve formě lemů kolem reliktů ilmenitu. Chemismus titanitu obou typů je velmi podobný a ukazuje na poměrně vysoký tlak při jeho vzniku - celkem pěti WDX analýzami bylo vedle dominantních komponent stanoveno značné množství hliníku (1.42 až 2.83 hmot. % Al_2O_3, tj. až 0.11 *apfu* Al) a fluoru (až 0.08 *apfu* F při přepočtu na F + O = 5.00).

V tmavých páscích je hojně přítomen makroskopicky černozelený amfibol, tvořící až 2 mm velká xenomorfní zrna a také výrazně menší individua jehlicovitého habitu. Amfibol je silně pleochroický (jemně nažloutlý nebo jemně nazelenalý - tmavě zelený nebo hnědozelený). Jeho složení odpovídá ferohornblendu (tab. 5, anal. č. 16 a 17). V popisovaných tmavých partiích stromatitu je v podstatném množství přítomen také silně alterovaný živec; kvantitativně méně zastoupenou složkou je pyroxen Di-Hd řady (obdobného složení jako ve světlých páscích), místy je hojný titanit obou výše zmíněných typů, přítomny jsou také Fe-Mg fylosilikáty zastoupené biotitem a chloritem. Biotit tvoří drobné agregáty, v nichž jsou jeho lupínky uspořádány převážně konformně s horninovými pásky, je však přítomen i jako produkt přeměny amfibolu. Biotit obou typů je silně postižen chloritizací. V malém množství se v hornině vyskytuje kalcit, tvořící drobné šmouhy i žilkovité útvary, a také křemen v podobě drobných xenomorfních zrn, někdy vykazujících undulózní zhášení. Běžnou akcesorií je epidot, apatit, zirkon, ilmenit, magnetit; zjištěn byl i pyrit, chalkopyrit a sfalerit. Epidot tvoří drobná xenomorfní zrna, přítomná hlavně v partiích s vyšším obsahem pyroxenu. WDX analýza prokázala, že jde o epidot se zvýšeným obsahem LREE (v hmot. %: 4.16 Ce_2O_3, 2.22 La_2O_3, 1.55 Nd_2O_3 a 0.22 Sm_2O_3; z HREE bylo stanovitelné pouze gadolinium - 0.07 hmot. % Gd_2O_3) a s relativně vysokým obsahem chromu (1.72 hmot. % Cr_2O_3). Apatit je přítomen v podobě až 0.1 mm velkých individuí sloupcovitého habitu s šestiúhelníkovým příčným průřezem. Zirkon tvoří drobná izometrická zrnka. Vedle dominantního ZrO_2 a SiO_2 v něm bylo stanoveno (v hmot. %): 1.62 HfO_2, 0.34 TiO_2, 0.12 UO_2, 0.12 WO_3, 0.14 P_2O_5, 0.21 Sc_2O_3, 0.15 Y_2O_3, 0.08 Yb_2O_3, 0.20 Al_2O_3, 0.05 Bi_2O_3, 0.25 CaO, 0.36 FeO a 0.01 MnO. Množství opakních minerálů v hornině je kolem 5 obj. %, v některých partiích se však opakní složka koncentruje do tenkých nesouvislých pásků, v nichž na opakní minerály připadá cca 15 - 20 obj. %. Výrazně převažuje ilmenit nad magnetitem a dalšími rudními minerály. Průřezy ilmenitu jsou převážně anizometrické, delší osa větších průřezů probíhá víceméně souhlasně s páskováním horniny. Ilmenit jako příměs obsahuje 1.28 až 1.44 hmot. % MnO, 0.08 až 0.09 hmot. % Cr_2O_3 a 0.03 až 0.06 hmot. % V_2O_3. V BSE obrazu (viz obr. 2) lze v ilmenitu často zjistit přítomnost produktů jeho rozpadu (patrně jde o směs rutilu a magnetitu, která by mohla ukazovat na retrográdní metamorfózu z eklogitové facie do facie amfibolitové). Téměř vždy je ilmenit lemován titanitem (obr. 2). Magnetit tvoří xenomorfní zrna o velikosti jen výjimečně nad 0.2 mm; je velmi slabě postižen martitizací. Tři výše uvedené sulfidy se v hornině vyskytují v podobě velmi drobných xenomorfních zrnek. Ve sfaleritu bylo metodou WDX kromě dominantního Zn a S stanoveno (v hmot. %): 1.26 Fe, 0.23 Cd, 0.04 Co, 0.02 Ni, 0.02 Mn a 0.04 Se.

Závěr

Na historickém ložisku Horní Hoštice v Rychlebských horách byly těženy dva typy relativně bohatých železných rud: 1) křemen-magnetitové rudy s místy podstatným podílem hematitu, 2) karbonát-magnetitové rudy. Magnetit je v obou rudních typech často postižen silnou maghemitizací a bývá i slabě martitizován. Rozsah obou přeměn je vyšší v karbonát-magnetitových rudách; obě přeměny jsou patrně spjaty se supergenními procesy.

Rudy prvního typu akcesoricky obsahují hlavně amfiboly (grünerit a Ca-amfiboly, zastoupené ferotschermakitem), apatit-(CaF) a granát s 80 - 88 mol. % Alm.

Na nerostném složení karbonát-magnetitových rud se kromě dominantního kalcitu a oxidů Fe významnou měrou podílí Ca-amfiboly (hastingsit a feroaktinolit) a místy velmi hojný grünerit. V menším množství je přítomen alterovaný živec, hedenbergit, křemen, chloritizovaný biotit a apatit-(CaF).

Oba typy rud lze považovat za produkt metamorfózy látkově rozdílných ferolitů sedimentárního nebo hydrotermálně sedimentárního původu. Vzájemný vztah mezi oběma typy rud zůstává nejasný.

Na lokalitě byly zjištěny erlan-amfibolitové stromatity s velmi chudým vtroušeninovým magnetit-ilmenitovým zrudněním. Nelze vyloučit, že některé partie těchto hornin mohly mít zvýšený podíl obou zmíněných minerálů a mohly být využitelné jako železná ruda s relativně vysokým obsahem titanu.

Literatura

Fojt B., Kopa D., Skácel J. (1997): Výskyt magnetitu u Zálesí a Horních Hoštic v Rychlebských horách. - *Geol. Výzk. Mor. Slez. v R. 1996*, 103-105.

Józefiak D. (1999): Preliminary data on P-T conditions of metamorphism of metapelites from the Stronie Group (Orlica-Śnieżnik Dome, Sudetes, SW Poland). - *Geolines (Praha)* **8**, 33.

Romanová M., Štípská P. (2001): Tectonometamorphic evolution of the Stronie Series near Javorník. - *Geolines (Praha)* **13**, 107-108.

Skácel J., Skácelová D. (1993): K rozšíření stróňské skupiny v Rychlebských horách. - *Čas. Slez. Muz., Vědy přír.* **42**, 227-233.

Wojciechowska I. (1986): Metabasites in the NW part Śnieżnik metamorphic Unit (Kłodzko area, Sudetes, Poland). - *Geol. Rundsch.* **75**/3, 585-593.

Wojciechowska I., Ziółkowska-Kozdrój M., Gunia P. (2003): Acid meta-volcanic rocks from Konradów area (Stronie Series, Orlica-Śnieżnik Dome): Structural, petrographic and geochemical characteristics. - *Polskie towarzystwo mineralogiczne, Prace specjalne* **23**, 183-184.