KONTAKTNÍ METAMORFÓZA SPOJENÁ S INTRUZÍ HORNIN TĚŠÍNITOVÉ ASOCIACE NA LOKALITĚ KRMELÍN

CONTACT METAMORPHISM CONNECTED WITH THE INTRUSION OF TESCHENITE ASSOCIATION ROCKS IN KRMELÍN LOCALITY, NORTHERN MORAVIA, CZECHOSLOVAKIA

DALIBOR MATÝSEK

Abstract

Matýsek, D., 1993: Kontaktní metamorfóza spojená s intruzí hornin těšínitové asociace na lokalitě Krmelín. *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.*, 77(1992):29–39 (with English summary).

Contact metamorphism combined with intrusion of teschenite association in Krmelín locality, northern Moravia, Czechoslovakia.

A contact zone of pyroxene-amphibole to amphibole-pyroxene teschenite is discussed in the paper. Contact and hydrotermally altered sediments are formed by the extremely fine-grained hornstone rocks with mineral paragenesis: grossularite, vesuvianite, datolite, analcite, pyroxene, plagioklase, microcline, quartz, calcite. Grossularite forms porphyroblastic grains up to 0.66 mm in size and it is characterized by a marked anomalous facetted extinction.

Key words: teschenite association rocks, contact and hydrothermal metamorphism, mineral paragenesis, grossularite.

Dalibor Matýsek, Department of Geology and Mineralogy, Mining University of Ostrava, tř. 17. listopadu, 70833 Ostrava-Poruba, Czechoslovakia.

Úvod a geologická situace na lokalitě

Při hloubení vodovodního přivaděče pro zásobování ostravské aglomerace pitnou vodou z nádrže Slezská Harta, byla v blízkosti centrálního vodojemu na kótě Krmelín (328 m n.m.) u stejnojmenné obce, jižně Ostravy, zastižena neobyčejně zajímavá kontaktně a hydrotermálně alterovaná zóna sedimentů, spojená s intruzí hornin těšínitové asociace. Studovaná zemní rýha byla vyhloubena v roce 1989 a je situována asi 300 m na jih od kóty s orientací východozápadním směrem. V rýze bylo zastiženo ploše uložené těleso těšínitu spolu s nadložním i podložním kontaktem. Sedimenty v okolí náleží těšínsko-hradišťskému souvrství, v jeho jílovcovém vývoji. Krmelínský kopec je dlouho známou lokalitou hornin těšínitové asociace v Podbeskydí. Podle Pacáka (1926) převažujícím horninovým typem je analcimický těšínit. Spolu s ním tento autor popisuje, z východního svahu, také pyroxenické pikrity. Pacák (1926) považuje lokalitu za nejsevernější výskyt hornin těšínitové asociace v podbeskydské oblasti. Šmíd (1978) z této lokality popisuje amfibolicko-pyroxenický těšínit a také lugarit.

Těleso amfibolicko-pyroxenického až pyroxenicko-amfibolického těšínitu, které bylo zastiženo rýhou, vytváří plochou ložní žílu o pravé mocnosti 12 až 14 metrů se sklonem 10° k západu (po svahu). Ze žíly vybíhají velmi časté odžilky až apofýzy, které dosahují dvou až třímetrové velikosti a mají nepravidelný hřibovitý až diapyrový tvar s množstvím sekundárních odžilků podél vrstevních ploch kontaktně metamorfovaných hornin exokontaktu. Mocnost exokontaktně postižených hornin lze jen velmi zhruba odhadnout

na minimálně 10 m v nadloží a 5–10 metrů v podloží. Pozorovatelná mocnost těchto kontaktních hornin činí 4,5 m v nadloží a 1,5 m v podloží žíly. Další sled byl v nadloží erodován a v podloží nebyl přístupný pozorování.

Vlastní styk exokontaktních hornin s horninami endokontaktu je ostrý, ale velmi nerovný. Ve vlastním tělese těšínitu vznikla, jako odraz kontaktních procesů, endokontaktní zóna mocná půl až jeden metr, lokálně až 3 m. Tato vrstva je tvořena celistvou, masívní, šedočernou horninou s občasnými drobnými, pouze mikroskopicky pozorovatelnými vyrostlicemi titanového pyroxenu. Tyto vyrostlice vytvářejí radiálně uspořádané shluky do velikosti 0,25 mm v kryptokrystalické základní hmotě. Lokálně jsou přítomny také šupiny biotitu. Podle práškové RTG difrakční analýzy je dále přítomen také amfibol a malé množství natrolitu. Poměrně hojné jsou v tomto endokontaktním lemu žilné útvary až xenolity, tvořené materiálem světlé, bílé až nahnědlé barvy. Minerální parageneze v nich odpovídá horninám exokontaktu z těsné blízkosti přímého kontaktu. Téměř sklovitá endokontaktní zóna vznikla překotným ochlazením těšínitového magmatu. Vlastní vyvřelá hornina odpovídá převážně pyroxen-amfibolickému těšínitu s poměrem amfibolu ku pyroxenu nejčastěji 3–4/1. Byly však nalezeny také horniny s převahou pyroxenu. Hornina má mesokrátní charakter, porfyrickou strukturu s vyrostlicemi amfibolu i pyroxenu. Poměrně hojná je přítomnost titanového magnetitu a apatitu. Titanomagnetit je idiomorfní a obsahuje podle RTG difrakční analýzy hojné inkluze anatasu. Mezi leukokrátními minerály převažuje mírně analcim nad plagioklasy. Kromě tohoto mesokrátního typu těšínitu se na lokalitě vyskytuje také leukokrátní diferenciát, tj. leukokrátní amfibolický těšínit (lugarit), který vytváří nekontrastně omezené žilné útvary v předešlém mesokrátním typu. Tyto žíly jdou napříč tělesem těšínitu až do kontaktní zóny, kde mizí. Základní geologická situace je znázorněna na obr. 1 (geologická dokumentace studovaného úseku rýhy).

Petrografie a mineralogie exokontaktních hornin

Z důvodu velmi až extrémně jemnozrnné, téměř celistvé struktury studovaných kontaktních hornin byla jako hlavní výzkumná metoda zvolena prášková RTG difrakční analýza (difraktograf Dron 3). Tato metoda byla doplněna v některých případech o optický výzkum výbrusů a o elektronovou mikroanalýzu (mikroskop CAM SCAN 4DV6, EDX analyzátor LINK AN 10 000, korekce ZAF/FLS, urychlovací napětí 20 kV ve Výzkumně vývojové základně ČSUP, analytik J. Sulovský). Z hlavních typů kontaktních hornin byla provedena klasická silikátová analýza (laboratoře katedry geologie a mineralogie VŠB, anal. E. Siwková). Morfologie minerálů kontaktních hornin byla sledována na elektronovém rastrovacím mikroskopu (TESLA BS 300).

Exokontaktní horniny se vyznačují značnou variabilitou, a to jak minerálního složení, tak strukturních a texturních vlastností. Souhrnně se jedná o horniny značně až extrémně jemnozrnné, často s mikroporfyrickou až porfyrickou strukturou s celistvou až velmi jemnozrnnou základní hmotou. Barva horniny je světlá, nazelenalá, šedá, nažloutlá, často víceméně výrazně skvrnitá. V minerálním složení se uplatňuje parageneze: grosulár, diopsid, vesuvian, datolit, analcim, plagioklas, mikroklin, křemen, kalcit a jílový minerál (illit-montmorillonit).

Grosulár je přítomen prakticky ve všech na lokalitě přítomných typech kontaktních hornin, a vytváří vždy dokonale omezené porfyroblasty. Pouze v horninách z těsné blízkosti přímého kontaktu s vyvřelou horninou je zrnitý, bez pozorovatelného krystalového omezení. Velikost porfyroblastů grosuláru se pohybuje poměrně v úzkých mezích, tj. 0,39–0,66 mm ve směru krystalografické osy. Barvu má nahnědlou až hřebíčkovitě hnědou. Na krystalech grosuláru bylo pozorováno omezení pouze podle ploch rombododekaedru (110). Rombododekaedrické plochy jsou deformovány, krystaly mají často defektní habitus. Nejčastěji je pozorováno zploštění podle dvou paralelních ploch (110), méně časté je protažení podle jednoho osního směru. Plochy (110) mají na takto deformovaných

krystalech tvar asymetricky pentagonální, deltoidální nebo kosodélníkový. Na některých hranách je pozorovatelný schodovitý styk dvou ploch (dekrescence). Velmi hojně jsou přítomny dvojčetné nebo mnohočetné srůsty krystalů grosuláru. Srůsty probíhají podle společné plochy (110). Prorůstáním takto orientovaných krystalů vznikají na výsledném tvaru zapuklé úhly. Vzácně bylo pozorováno srůstání zcela stejně osově orientovaných krystalů, jejichž výsledkem jsou extrémně protáhlé habity.

Při pozorování v polarizovaném světle mikroskopu vyniká extrémně velké anomální zhášení porfyroblastů grosuláru. Řez krystalem se políčkovitě rozpadá do odlišně zhášejících segmentů. Typ a charakter zhášení závisí na orientaci pozorovaného řezu ke krystalografickým směrům.

Tabulka 1. Chemické složení grosuláru.
Table 1. Chemical composition of grossularite.

SiO_2	38,70	38,83	38,71	38,52	38,53	38,39	38,74
TiO_2	0,56	1,09	1,31	0,38	1,57	0,92	1,01
Al_2O_3	15,38	17,05	17,49	19,32	18,44	17,32	17,19
FeO	10,70	7,49	5,38	3,82	3,91	6,73	6,92
MnO	—	—	—	—	—	0,26	—
MgO	—	—	—	—	0,30	—	—
CaO	35,07	35,10	36,13	37,00	36,33	35,78	34,89
$\sum$	100,41	99,56	99,02	99,04	99,08	99,40	98,75

Přepočet na molekulární kvocienty
Conversion to molecular quocients

Si	3,05	3,04	3,02	2,98	2,99	3,005	3,04
Ti	0,03	0,06	0,08	0,02	0,09	0,054	0,06
Al	1,43	1,57	1,61	1,76	1,68	1,60	1,59
Fe^{2+}	0,71	0,49	0,35	0,25	0,25	0,44	0,45
Mn	—	—	—	—	—	0,02	—
Mg	—	—	—	—	0,03	—	—
Ca	2,96	2,94	3,02	3,07	3,018	3,01	2,94

V tabulce 1 je orientačně uvedeno 7 mikroanalýz grosuláru. Bodové analýzy byly provedeny v linii procházející napříč krystalem a ukazují na určitou zonalitu v distribuci chemických komponent. Jádro grosulárového krystalu má vůči okraji zvýšený obsah Al_2O_3 a CaO a snížený obsah TiO_2 a FeO. Rozptyl obsahu TiO_2 se u 67 analýz pohybuje v intervalu 0,11–2,09 a obsah FeO v intervalu 3,38–14,09. Obsah grosulárové komponenty se pohybuje v rozmezí 71,11–92,28 %, obsah andraditové komponenty kolísá v rozmezí 7,72–28,89 % (rozptyl 67 bodových analýz). Obsahy MgO a MnO pyropové a spessartinové komponenty se pohybují na hranici meze detekce přístroje. Obsah CaO je natolik vysoký, že neumožňuje přítomnost dvojmocného Fe a železo je proto přítomno patrně pouze v trojmocné formě. Přepočet chemických analýz na granátové komponenty byl proveden programem podle Knowlese (1987). Příčiny anomálního zhášení a chemické složení grosuláru bude podrobněji zpracováno samostatně.

Z rentgenografických dat byl pro kubický, I – centrovaný krystal, vypočten mřížkový parametr $a_0 = 11{,}87365(15)$ $[10^{-10}\mathrm{m}]$.

Vesuvian vytváří v granátických typech kontaktních hornin drobné, do 1 mm velké jehlicovité krystalky, až radiálně paprsčité shluky, mající bílou až narůžovělou barvu. Tyto jehlice jsou často uzavřené v grosulárových porfyroblastech a pronikají jimi. Vesuvian je proto v sukcesi starším minerálem. Výpočtem mřížkových parametrů pro primitivní tetragonální symetrii byly získány hodnoty:

$$a_0 = 11{,}56(4)\ [10^{-10}\mathrm{m}]$$
$$b_0 = 11{,}82(4)\ [10^{-10}\mathrm{m}].$$

Chemické složení dvou analýz vesuvianu, stanovených na elektronovém mikroanalyzátoru je uvedeno v tabulce 2.

Tabulka 2. Chemické složení vesuvianu, pyroxenu a analcimu.
Table 2. Chemical composition of vesuvianite, pyroxene and analcite.

	vesuvian		pyroxen		analcim		
SiO_2	33,30	33,45	50,49	51,08	40,95	51,19	49,76
TiO_2	1,56	1,24	1,20	0,69	—	—	—
Al_2O_3	13,65	14,84	2,99	2,57	20,65	20,48	20,40
FeO	4,90	6,18	16,43	14,40	—	—	—
MgO	1,92	0,90	9,91	7,75	—	—	—
CaO	38,22	38,37	18,17	21,80	0,20	—	—
Na_2O	—	—	—	1,22	13,37	13,48	12,82
K_2O	—	—	—	—	0,12	—	—
BaO	—	—	—	—	0,21	—	—
Cl	0,66	0,66	—	—	—	—	—
$\sum$	94,20	95,64	99,19	99,51	84,50	85,15	82,98

Přepočet na molekulární kvocienty
Conversion to molecular quocients

Si	8,50	8,44	1,94	1,97	1,998	2,012	2,014
Ti	0,30	0,24	0,03	0,02	—	—	—
Al^{IV}	0,20	0,32	0,06	0,03	0,002	—	—
Al^{VI}	3,91	4,09	0,08	0,09	1,996	0,964	0,973
Fe^{2+}	1,05	1,30	0,53	0,46	—	—	—
Mg	0,73	0,34	0,57	0,44	—	—	—
Ca	10,46	10,38	0,75	0,90	0,009	—	—
Na	—	—	—	—	1,038	1,027	1,006
K	—	—	—	—	0,006	—	—
Ba	—	—	—	—	0,003	—	—
Cl	0,29	0,29	—	0,09	—	—	—
Wo	—	—	40,57	49,74	—	—	—
En	—	—	30,79	24,60	—	—	—
Fs	—	—	28,64	25,65	—	—	—
X^{TET}	—	—	—	—	0,672	0,676	0,674

Pyroxen je přítomen prakticky ve všech typech kontaktních hornin na lokalitě v základní hmotě. Zde vytváří bílé, podle snímků z rastrovacího elektronového mikroskopu, většinou paprsčité útvary. Orientační bodové analýzy ukazují na pyroxeny s obsahem kolem 25–28 % ferosilitové komponenty. Překvapivá je bílá barva pyroxenů při poměru Fe/Mg blízkém jedné. Barva pyroxenů souvisí s oxidačním stupněm železa, a proto tato bílá barva dovoluje předpokládat přítomnost prakticky pouze dvojmocného železa, to znamená existenci redukčního prostředí při genezi pyroxenů v exokontaktním lemu. Pyroxeny z kontaktně metamorfovaných hornin se poměrem Fe/Mg a obsahy Al a Ti značně odlišují od běžných pyroxenů z vulkanitů těšínitové asociace (Matýsek, v tisku). Orientační mikroanalýzy pyroxenu jsou uvedeny v tabulce 2.

Datolit se ve vyšším obsahu vyskytuje jen v některých horninových typech a vždy je přítomen pouze v základní hmotě. Monominerální masy datolitu, které byly nalezeny v těsné blízkosti kontaktu, jsou složeny z bílého velmi jemnozrnného materiálu. Mřížkové parametry datolitu vypočtené pro monoklinický primitivní krystal dávají hodnoty:

$$a_0 = 9{,}63(2)\ [10^{-10}\mathrm{m}]$$
$$b_0 = 7{,}68(3)\ [10^{-10}\mathrm{m}]$$
$$c_0 = 4{,}82(1)\ [10^{-10}\mathrm{m}]$$
$$\beta = 89{,}98(5)^\circ.$$

Analcim vytváří idiomorfní až častěji alotriomorfní shluky nebo vyrostlice v hlavním horninovém typu na lokalitě. Shluky jsou bílé barvy a obsahují neobyčejně mnoho inkluzí, pozorovatelných při mikroskopickém studování. Tyto inluze způsobují anomální agregátní polarizaci. V inkluzích převažuje jílový minerál nad živci a křemenem. Orientační bodové analýzy uvedené v tabulce 2 ukazují na téměř zcela čistý analcim.

V této tabulce jsou uvedeny také hodnoty molárního podílu Si v tetraedrických pozicích (X^{TET}). Podle Luhra a Kysera (1989) a dalších autorů závisí tento molární zlomek, stejně jako mřížkové parametry, na způsobu geneze analcimové struktury minerálu. Uvedení autoři rozlišují analcimy: P – primární, které vznikají primárně ve vyvřelých horninách, L – analcimy vytvářejí pseudomorfózy po leucitu, H – analcimy jsou hydrotermálního původu. Analcimizací vulkanických skel a tufitů v slaných jezerech vzniká S – typ analcimu a při nízkých stupních metamorfózy vzniká M – typ. Pro hydrotermální analcimy je typické složení a mřížkové parametry blízké teoretickému složení ($X^{TET} \approx 0{,}666$ a $a_0 = 13{,}716$–$13{,}720$ [10^{-10} m]). Pro ostatní typy analcimu výše citovaní autoři uvádějí zřetelné odchylky. (X^{TET} pro S a H typ se pohybuje kolem 0,71 a mřížkový parametr kolem 13,66 [10^{-10} m].) Analcim v kontaktních horninách spojených s horninami těšínitové asociace lze proto považovat za hydrotermální (H-typ). Mřížkové parametry vypočtené pro kubický I-centrovaný krystal se pohybují v malém intervalu: $a_0 = 13{,}71(1)$–$13{,}75(3)$ [10^{-10} m].

Živce se hojně vyskytují zvláště v podložní kontaktní poloze a jsou zastoupeny jak draselnými živci, tak plagioklasy. Rentgenometricky se plagioklasy blíží albitu a draselné živce je možno označit jako mikroklin. U draselných živců byla na elektronovém mikroanalyzátoru zjištěna příměs barya a stroncia (celsianové komponenty), která se pohybuje kolem 1,8–2,34 % BaO a 1,1–1,3 % SrO.

Jílový minerál ze skupiny smíšených illit-montmorillonitových struktur s vysokým obsahem montmorillonitu se vyskytuje jako extrémně drobnozrnná příměs prakticky ve všech typech hornin. S ohledem na nemožnost separace čistého minerálu se jeho určení opírá pouze ze stanovení 002 difrakční linie, která má značně difúzní tvar a hodnotu v rozmezí 13,77–15,55 [10^{-10}m]. Po glykolování roste hodnota d(002) na 16,92 [10^{-10}m]. Analýzy na mikroanalyzátoru jsou málo spolehlivé z důvodu těsného prorůstání. Je možno pouze konstatovat výrazně zvýšené obsahy K_2O a mírně zvýšené obsahy FeO a MgO.

Vzájemné zastoupení těchto minerálů v kontaktních horninách je velmi variabilní. Podle převládajícího minerálu v paragenezi lze vyčlenit čtyři typy hornin. Mezi těmito typy existují ovšem volné přechody:

– kontaktní horniny s převahou grosuláru nad obsahy křemene, pyroxenu, vesuvianu, plagioklasu, kalcitu a s občasným výskytem stopového množství datolitu. Tento typ kontaktní horniny je na lokalitě převažujícím. Hornina se vyznačuje porfyrickou strukturou s porfyroblasty grosuláru. Porfyroblasty bývají usměrněny do nekontrastních pásků. Základní hmota má téměř bílou barvu a převažuje v ní pyroxen nad ostatními přítomnými minerály;

– kontaktní horniny s porfyroblasty analcimu v základní hmotě tvořené plagioklasem, mikroklinem, křemenem a illit-montmorillonitem. Akcesoricky je přítomen také pyroxen a grosulár. Pro horninu jsou typické bílé vyrostlice nebo xenomorfní shluky analcimu v nazelenalé až nažloutlé základní hmotě. Analcimové porfyroblasty jsou přeplněny uzavřeninami cizorodých minerálů, nejčastěji křemene a živců;

– kontaktní horniny s výrazným obsahem datolitu a podřízenými obsahy grosuláru, diopsidu, živců a křemene. Výskyt této horniny je vázán na nejtěsnější kontakt s vyvřelou horninou. Vytváří zde víceméně souvislou polohu o mocnosti do 0,25 m. Tato minerální parageneze vytváří také výše popisované xenolity až žilné útvary v endokontaktním lemu. Hornina se vyznačuje fluidální texturou a celistvou až velmi jemnozrnnou granoblastickou strukturou. Je bílé až velmi světle nahnědlé barvy. V asociaci s touto polohou kontaktní horniny byly nalezeny čočkovité akumulace masívního datolitu o velikosti do 0,25 m;

– kontaktní horniny složené převážně ze živců s příměsí grosuláru případně diopsidu a křemene. Hornina je celistvá, masivní, nažloutlé nebo nazelenalé barvy a vytváří podložní kontaktní polohu. Poměrně vzácně byly v ní zjištěny izolované pásky s obsahem idiomorfně omezených porfyroblastů grosuláru.

Chemické složení kontaktních hornin bylo orientačně sledováno u tří základních typů hornin. Výsledky chemických rozborů jsou uvedeny v tabulce 3. Je zde uvedeno také průměrné složení pelitů svrchních těšínských a hradišťských vrstev. Z těchto dat je zřejmé, že při kontaktní a hydrotermální metamorfóze nedošlo, s výjimkou bóru a malého zvýšení obsahu Na_2O, k výraznějšímu přínosu prvků.

Tabulka 3. Výsledky silikátových analýz kontaktných hornin.
Table 3. Results of contact rock silicate analyses.

Vzorek	1	2	3	4
SiO_2	53,84	62,72	57,02	49,01
TiO_2	0,50	0,50	0,66	0,60
Al_2O_3	17,39	20,67	17,14	14,67
Fe_2O_3	1,65	3,07	2,14	2,16
FeO	2,07	0,40	2,50	1,83
MgO	3,43	1,90	2,90	1,70
CaO	16,72	5,04	5,84	10,78
Na_2O	1,85	3,30	1,85	0,46
K_2O	1,70	0,20	5,10	2,23
Z.Ž.	0,74	2,09	4,52	—
$\sum$	99,89	99,89	99,67	83,44

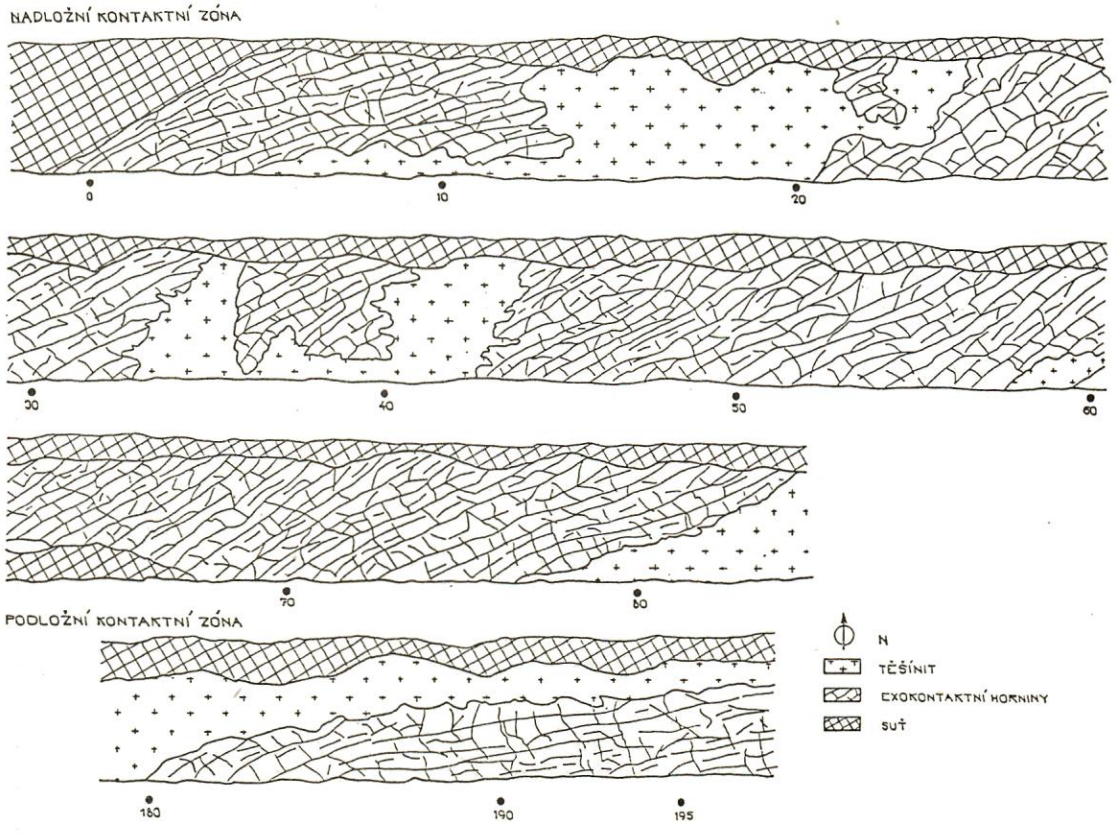
vzorek 1 – silně grosulárový kontaktní rohovec
vzorek 2 – kontaktní rohovec se zvýšeným obsahem analcimu
vzorek 3 – živcový rohovec z podložní kontaktní zóny
vzorek 4 – průměrné složení pelitů svrchních těšínských vrstev (Menšík et al. [1983]), uvedeno také 0,041 % MnO, O,23 % P_2O_5 a 1,21 % C_{org}.

sample no. 1 – strongly grossularite contact hornstone
sample no. 2 – contact hornstone with increased content of analcite
sample no. 3 – feldspare hornstone from underlying contact zone
sample no. 4 – average composition of pelites of upper těšín formation (Menšík et al. [1983]), also 0.041 % MnO, 0.23 % P_2O_5 and 1.21 % C_{org}.

Závěr a poznámky ke vzniku kontaktních hornin, spojených s intruzemi hornin těšínitové asociace

Uložné poměry těšínitové intruze na lokalitě Krmelín ukazují na intruzi magmatu do nezpevněných, zvodnělých sedimentů na mořském dně. Svědčí o tom množství diapyrických apofýz z intruze. Při intruzi žíly došlo k výrazné kontaktní a v prvé řadě hydrotermální alteraci okolních sedimentů. Odrazem kontaktních jevů v tělese těšínitu je endokontaktní lem, tvořený extrémně jemnozrnnou těšínitickou horninou. V exokontaktních horninách dochází ke vzniku minerální parageneze: grosulár, vesuvian, datolit, analcim, pyroxen, plagioklas, mikroklin, křemen, kalcit. Postavení jílového minerálu ze skupiny illit-montmorillonitu v minerální sukcesi je nejasné. Maximální obsahy datolitu jako nositeli bóru jsou v těsné blízkosti kontaktu sedimentu s tělesem těšínitu.

Kontaktní horniny z lokality Krmelín lze velmi dobře srovnat s kontaktně metamorfovanými horninami z lokality Řepiště, kde v exokontaktních horninách na styku s analcimickým těšínitem vznikla parageneze minerálů: grosulár, diopsid, datolit, analcim, křemen, živec, kalcit, chlorit (Matýsek 1984, 1988). Grosulár se také vyznačuje



Obr.1. Schéma kontaktní zóny na lokalitě Krmelín.
Fig. 1. Scheme of contact zone in Krmelín locality.

anomálním políčkovitým zhášením. Vznikem hydrotermálně a kontaktně metamorfních minerálů se lokalitě Krmelín podobají také lokality s rohovcovitými kontaktními horninami s minerální paragenezí: analcim, natrolit, diopsid, křemen, kalcit, ± grosulár (lokalita Horní Bludovice u Havířova) a horniny s minerální paragenezí: analcim, křemen, kalcit, jílový minerál (Horní Datyně a Řepiště u nádraží). U všech výše uvedených lokalit, včetně lokality Krmelín, jsou kontaktní jevy spojeny s tělesy nejalkaličtějších typů hornin těšínitové asociace (těšínit s.s., analcimický těšínit, lugarit). U ostatních typů hornin těšínitové asociace (pyroxenity, monchiquity, fourchity atd.) nedochází při kontaktních jevech k výraznější změně minerální parageneze.

Horniny těšínitové asociace vytvářejí nejčastěji drobná intruzivní tělesa, hlavně ložní žíly. Řada autorů, např. Smulikowski (1980), Mandour (1982), Matýsek (1988) a jiní předpokládají intruzi nebo výlevy magmatu do nezpevněných, resp. málo zpevněných sedimentů mořského dna. Kontaktní metamorfoza má proto výrazněji hydrotermální charakter a projevuje se pouze u větších těles s větší tepelnou kapacitou.

U leukokrátních typů (těšínity s. s., analcimické těšínity, lugarity, analcimické syenity), které jsou konečným stádiem diferenciačních dějů lze předpokládat také určitý přínos fluidní fáze spolu s magmatem. Přítomnost analcimu a vesuvianu v kontaktních horninách předpokládá výrazný parciální tlak vodní páry při nízkém tlaku CO_2. Tepelné a tlakové podmínky vzniku kontaktních hornin lze zhruba odhadnout pomocí přítomnosti

analcimu a grosuláru. Liou (1972) udává pro reakci minerálů, resp. oxidických směsí odpovídajícího chemického složení:

albit + nefelin + voda = analcim

maximální teplotu do 600 °C při tlaku 300 MPa, resp. 450 °C při tlaku do 50 MPa a pro reakci:

albit + voda = analcim + křemen

podmínky: teplotu kolem 200 °C za tlaku větším než 150 MPa. Wieser (1971) uvádí teplotu pro kontaktní horninu z Puncowa (parageneze: grosulár – dolomit – kalcit – křemen) teplotu v rozmezí 400–450 °C.

S ohledem na přítomnost grosuláru, vesuvianu a analcimu je možno předpokládat podmínky vzniku kontaktních hornin v Krmelíně: teplotu do 500 °C a tlak >50 MPa.

SUMMARY

The mode of deposition of teschenite intrusion in the Krmelín locality indicate a magma intrusion into incoherent water bearing sediments of a marine bottom. It is indicated by a number of diapiric apophyses of intrusion. During a vein intrusion a marked contact and especially hydrothermal alteration of adjacent sediments occurred. The contact phenomena in teschenite body are reflected by an endocontact rim formed by extremely fine-grained teschenite rocks. In exocontact rocks mineral paragenesis occurred resulting into grossularite, vesuvianite, datolite, analcite, pyroxene, plagioclase, microcline, quartz, calcite. The position of a clay mineral of illite-montmorillonite group in mineral succession is not clear. Maximum contents of datolite as boron carrier appear in tight vicinity of the contact of sediment with the teschenite body.

The contact rocks of Krmelín locality can be compared effectively with contact metamorphic rocks of Řepiště locality. In this locality a paragenesis of the following minerals occurred at the contact with analcite teschenite: grossularite, diopside, datolite, analcite, quartz, feldspar, calcite, chlorite. The mode of deposition is, however, at the old course of the Ostravice river hardly observable. The grossularite is also characterized by an anomalous facetted extinction. The Krmelín locality is similar by its occurrence of hydrothermal and contact metamorphic minerals also to other localities with contact hornstone rocks characterized by mineral paragenesis of analcite, natrolite, diopside, quartz, calcite, ± grossularite (locality of Horní Bludovice at Havířov) or with contact rocks with mineral paragenesis of analcite, quartz, calcite, clay mineral (localities at Horní Datyně and Řepiště railway station). In all these localities including also the Krmelín locality the contact phenomena are connected with bodies of extreme alkali rock types of teschenite association (teschenite, analcitite teschenite, lugarite). No marked mineral paragenesis change has occurred in connection with contact phenomena in other rock types of the teschenite association. An intrusion of magma into incoherent sediments is supposed for rocks of teschenite association. With respect to the presence of grossularite, analcite and vesuvianite we can assume the conditions of origin of contact rocks in Krmelín: temperature up to 500 °C and pressure >50 MPa.

LITERATURA

KNOWLES CH. R., 1987: A basic program to recast garnet end members. *Computer & Geosciences.*, 13(6):655–658.

KUDĚLÁSEK V., MATÝSEK D., KLIKA Z., 1987: Výskyt datolitu v oblasti hornin těšínitové asociace. *Čas. miner. geol.*, 32(2):169–175.

LIOU J. G., 1971: Analcime equilibra. *Lithos*, 4:389–402.

LUHR J. F., KYSER T. K., 1989: Primary igneous analcime: The Colima minettes. *Amer. mineralogist*, 74:219–223.

MANDOUR M. A., 1982: Geochemická a mineralogická studie hornin těšínitové asociace v podbeskydské oblasti. MS VŠB Ostrava.

MATÝSEK D., 1984: Studium kontaktních zón těšínitové asociace. MS VŠB Ostrava.

MATÝSEK D., 1988: Kontaktní metamorfismus hornin těšínitové asociace. *Čas. Slezského musea*, (A)37:77–86.

MATÝSEK D., in press: Matematicko statistické studium složení pyroxenů a amfibolů hornin těšínitové asociace. *Čas. miner. geol.*, v tisku.

MENŠÍK E. ET AL., 1983: Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. Ústřední ústav geologický, Praha, 305 s.

PACÁK O., 1926: Sopečné horniny na severním úpatí Beskyd moravských. Česká akad. věd a umění, Praha.

SMULIKOWSKI K., 1980: Uwagi o cieszynitowej provincii magmaticznej. *Rocznik Pol. Tow. geol.*, 51:41–54.

ŠMÍD B., 1978: Výzkum vyvřelých hornin těšínitové asociace. MS Ústřední ústav geologický, Praha.

WIESER T., 1971: Przeobrazenia egzo i endokontaktowe zwiazane z cieszynitami Karpat fliszowych Polski. *Kwartalnik geologiczny*, 15(4):901–922.

Foto 1. Idiomorfní krystal grosuláru v kontaktní hornině složené z diopsidu a vesuvianu. Krmelín. Scanovací elektronový mikroskop Tesla BS 300.
Photo 1. Idiomorfic crystal of grossularite in contact rock formed by diopside and vesuvianite. Krmelín. Scanning electron microscope Tesla BS 300.

Foto 2. Agregát jehlicovitých krystalů vesuvianu a grosuláru. Krmelín. Scanovací elektronový mikroskop Tesla BS 300.
Photo 2. Radiated aggregate of vesuvianite and grossularite from Krmelín. Scanning electorn microscope Tesla BS 300.

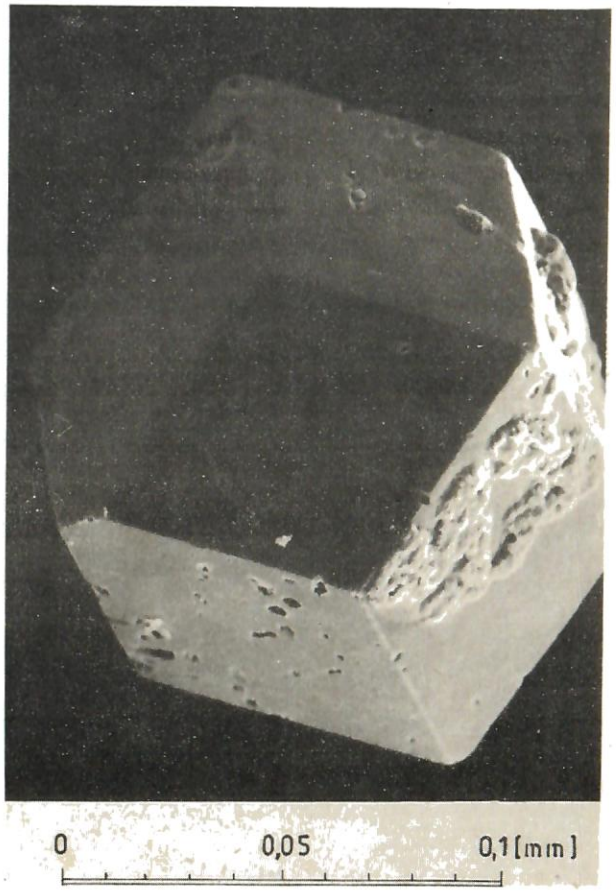


Foto 3. Idiomorfní, mírně deformovaný krystal grosuláru. Krmelín. Scanovací elektronový mikroskop Tesla BS 300.
Photo 3. Idiomorfic, softly deformed crystal of grossularite. Krmelín. Scanning electron microscope Tesla BS 300.

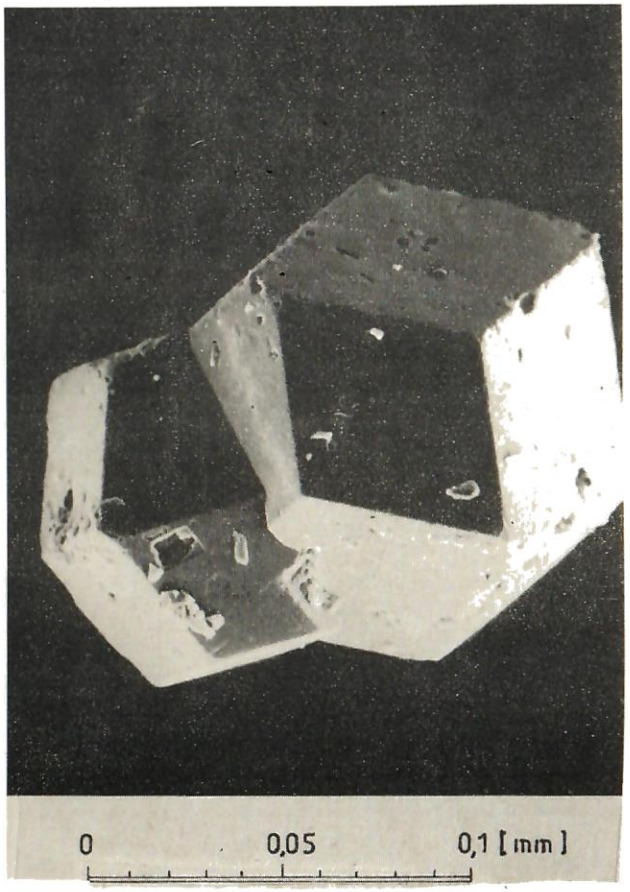


Foto 4. Srůst dvou krystalů grosuláru. Krmelín. Scanovací elektronový mikroskop Tesla BS 300.
Photo 4. Twinning of grossularite crystals. Krmelín. Scanning electron microscope Tesla BS 300.