

Nové poznatky o mineralógii a genéze sekundárnych kvarcítov lokality Kapka v centrálnom Vihorlate

(13 obr. a 8 tab. v texte)

JÁN DERCO — JÁN KOZÁČ — DANIEL OČENÁŠ*

Новые сведения о минералогии и генезисе вторичных кварцитов на месторождении Капка в центральной части Вигорлата

В статье сообщается о находке топаза, андалузита, диаспору, бемита, корунда, природного муллита, флюорита, слюды, кварца, хлорита, каолинита, думортьерита и рутила в метасоматических породах на месторождении Капка в Центральном Вигорлате Восточной Словакии. Изучались три типа пород представляющих три различных минералогических ассоциаций. В статье комментируются и дискутируются полученные результаты. Предполагается, что возникновение этих пород и кристаллизация выше приведенных минералов приурочены воздействию интрузивного магматического тела.

New information about the mineralogy and genesis of secondary quartzites at Kapka locality in the central Vihorlat Mts. area

The occurrence of topaz, andalusite, diaspore, boehmite, corundum, natural mullite, fluorite, mica, quartz, chlorite, kaolinite, dumortierite and rutile in „metasomatic“ rocks found in neovolcanic rocks at Kapka in the central Vihorlat Mts. (East Slovakia) has been described.

Samples of the three rock types, representing three different mineral assemblages were studied and this paper describes and discusses the obtained results.

It is suggested that the origin of these rocks and the crystalization of the above mentioned minerals are closely related to the action of an intrusive magmatic body.

Doteraz najkomplexnejší pohľad na geologickú stavbu, petrografiю a mineralógiю Vihorlatu s posúdením surovinových možností územia podal J. Slávik (1969—1970). V rámci vyhľadávacieho prieskumu v oblasti centrálneho Vihorlatu zistil Z. Bacsó (1971) v chloritizovaných pyroxenických a biotiticko-pyroxenických andezitoch v okolí potoka Kapka teleso „metasomatitu“ s plošným rozsahom asi 350×200 metrov.

Pretože ide o prvý výskyt mineralizácie tohto charakteru na Slovensku, ktorý môže mať priemyselný význam (surovina na výrobu vysoko žiaruvzdorných materiálov), zasluhuje si zvýšenú pozornosť. K hlbšiemu poznaniu mine-

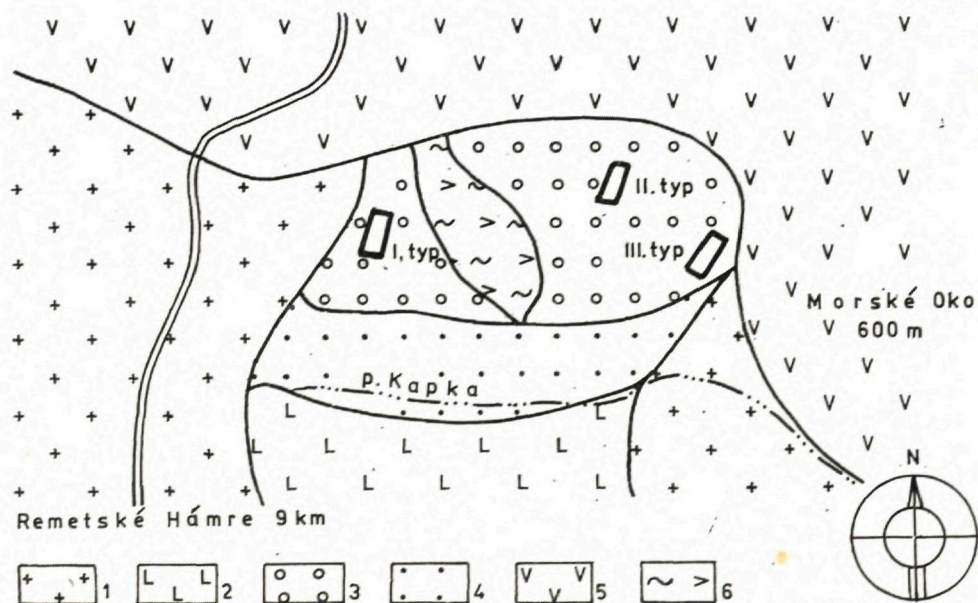
* RNDr. Ján Derco, Ing. Ján Kozáč, Ing. Daniel Očenáš, Geologický prieskum, n. p., ATNS, Švermova 19, 040 01 Košice.

ralizácie má prispieť aj táto práca, ktorá podáva nové poznatky o mineralogickom zložení a genéze zistených minerálov.

Odber, lokalizácia a charakteristika vzoriek

Na základe predbežného mineralogického posúdenia výskytu sme vyčlenili a podrobnejšie sledovali tri základné typy mineralizácie (obr. A):

I. typ predstavuje makroskopicky kompaktnú horninu zelenosivej farby. V základnej zelenosivej mase horniny sa vyskytujú inklúzie a zrná bielosivej, ružovkastej, modrastej a tmavosivej farby. Zriedkavo, po puklinách, sú aj záteky oxidov Fe. Jemnozrnná zelenosivá hornina tvrdosti 3 (podľa Mosha) vytvára alebo základnú masu horniny kompaktnej textúry alebo obruby („aureoly“) jednotlivých sivých jadier rozličnej veľkosti (najčastejšie 0,5 až 3,0 cm) tvrdosti 4 až 8 (podľa Mosha). Tieto obruby („aureoly“) vytvárajú dojem brekciovitej, príp. kokardovej a guľovej textúry. Táto textúra je výrazná najmä v pripovrchových partiách, kde zvetrávali obruby zŕn až do hĺbky niekoľkých milimetrov, kým stredu „aureol“ vysokej tvrdosti ostali neporušené a morfológicky sa výrazne prejavujú. Priemerná merná hmotnosť horniny je 2,91 g/cm³. Tento typ horniny vystupuje na povrch v západnej časti telesa v okolí kontaktu



Obr. A. Geologická skica telesa metasomatitov pri potoku Kapka (Z. Bacsó)
1 — chloritizovaný pyroxenický andezit, 2 — kyslý dvojpyroxenický biotitický andezit, 3 — hydrotermálne metasomatity, 4 — silicifikované tufy, 5 — zosun, 6 — dioritový porfýrit, I., II., III. typ — miesta odberu vzorky

Fig. A. Geological sketch of the metasomatite body near the Kapka brook.
1 — chloritised pyroxene andesite, 2 — acid two-pyroxene biotite andesite, 3 — hydrothermal metasomatites, 4 — silicified tuff, 5 — landslide, 6 — diorite porphyrite, 1st, 2nd, 3rd type — sample site.

s chloritizovanými pyroxenickými andezitmi. Vzorku reprezentujúcu tento typ sme odobrali z materiálu prieskumnej ryhy.

II. typ predstavuje makroskopicky kompaktnú horninu sivoružovkastej až hrdzavočervenej farby. Brekciovitá textúra je pozorovateľná, ale menej výrazná ako pri I. type. Základná hmota horniny je jemnozrnná. Makroskopicky však v základnej špinavoružovkastej mase horniny možno pozorovať výrastlice a žilky topásu skleneného lesku (veľkosť výrastlíc do 2 mm). Veľmi časté sú záteky Fe-oxidov hrdzavohnedej farby, ktoré pravdepodobne vznikli rozkladom sludy. Tvrdosť horniny sa pohybuje prevažne od 6 do 8 (podľa Mohsa), merná hmotnosť horniny ako celku je $3,20 \text{ g/cm}^3$. Vzorku reprezentujúcu tento typ sme odobrali z prírodného odkryvu v strednej časti telesa.

III. typom je hornina prevažne sivej, miestami sivobielej a zelenkavej farby, ojedinele s inklúziami alebo žilkami špinavoružovej farby. Ako celok je hornina kompaktná a jemnozrnná. Má vysokú tvrdosť (7 až 8 podľa Mohsa), miestami je však kaolinizovaná, s tvrdosťou 3 až 5. Jej priemerná merná hmotnosť je $2,75 \text{ g/cm}^3$. Na povrch vystupuje vo forme odkryvov na juhovýchodnom okraji telesa, ale aj v priestore medzi I. a II. typom. V hornine vystupujúcej v druhom priestore sú lepšie pozorovateľné výrastlice topásu. Podľa doterajších poznatkov (len na základe povrchového štúdia telesa) sa ukazuje, že tento typ horniny je na lokalite najrozšírenejší. Vzorku reprezentujúcu tento typ sme odobrali z odkryvu na juhovýchodnom okraji telesa.

Identifikácia a charakteristika minerálov

V skúmaných troch typoch horniny sme zistili nasledujúce minerálne asociácie:

I. typ

hlavné: sluda, hydráty Al_2O_3 — böhmrit; diaspor; topás; andaluzit; prírodný mullit; korund

vedľajšie: tridymit; kremeň; chlorit; dumortierit; rutil; fluorit; turmalín
akcesorické: monazit; apatit; argentit.

II. typ

hlavné: topás; andaluzit; sluda (biotit); kaolinit; fluorit

vedľajšie: kremeň; tridymit; korund; rutil; oxidy Fe (amorfné)
akcesorické: apatit.

III. typ

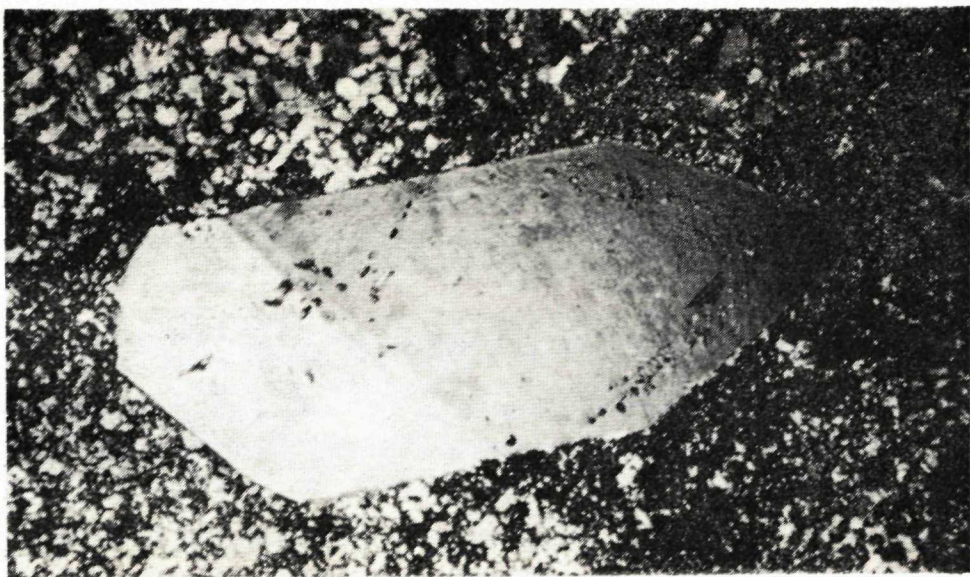
hlavné: kremeň; topás; kaolinit

vedľajšie: andaluzit; rutil

akcesorické: fluorit; apatit?

Topás

Predstavuje hlavný minerál II. typu horniny a je jedným z hlavných minerálov III. a I. typu horniny. Často ho možno pozorovať aj makroskopicky. V II. type horniny vidieť vo výbruse väčšie idiomorfne vyvinuté stĺpcové kryštálky, v ktorých prevládajú dómy a prizmy. Veľkosť výrastlíc dosahuje až 2 mm (obr. 1), ale popri nich sú prítomné aj veľmi malé zrná v rozmeroch 0,015 až 0,2 mm (obr. 2). Zriedkavo sa vyskytujú zrasty podľa roviny (101) (obr. 3). V I. type horniny sa dajú rozlíšiť väčšie stĺpcové kryštálky a nepravidelné zrná menších rozmerov, ktoré pravdepodobne vznikli rekryštalizáciou na mieste (obr. 4).



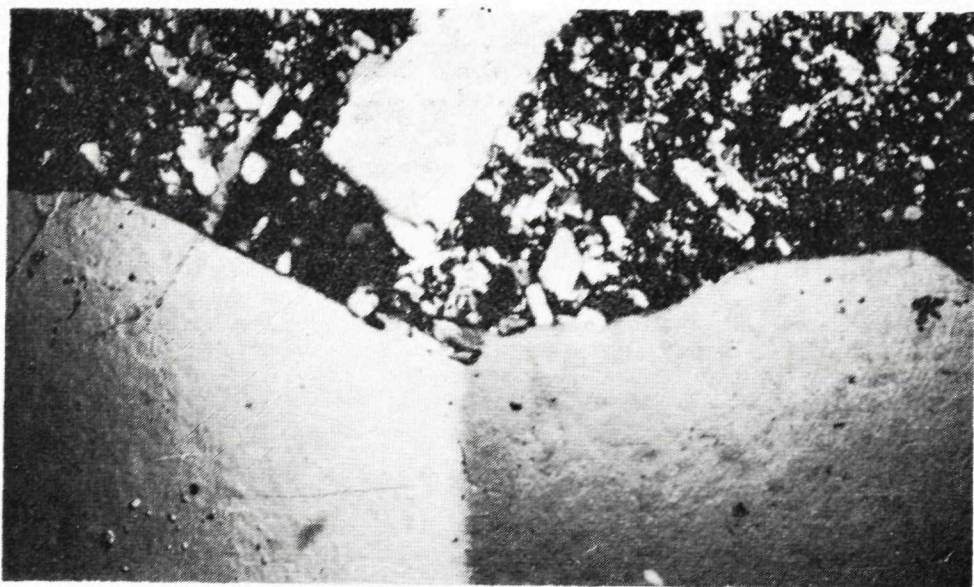
Obr. 1. Výrastlica topázu v jemnozrnej topásovej hmote. II. typ horniny. Skrížené nikoly, zväčš. 100 $\times$.

Fig. 1. Topaz phenocryst in fine grained groundmass of topaz. Rock type II, crossed nicols, $\times 100$.



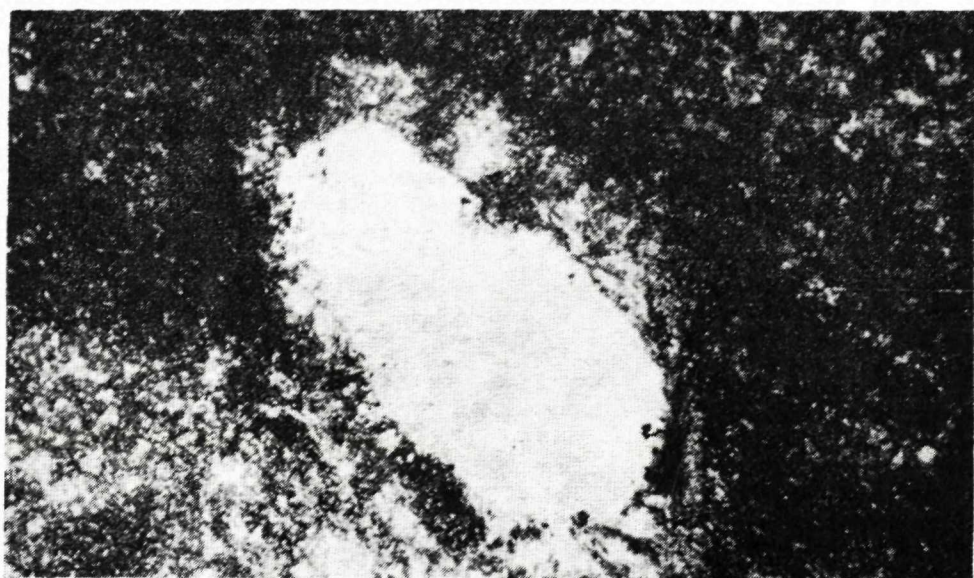
Obr. 2. Jemnozrnný topás. II. typ horniny. Skrížené nikoly, zväčš. 200 $\times$.

Fig. 2. Fine grained topaz in rock type II. Crossed nicols, $\times 200$.



Obr. 3. Brazílsky zrast topásu podľa roviny (101) v jemnozrnej topásovej hmote. II. typ horniny. Skrížené nikoly, zväčš. 100 $\times$.

Fig. 3. Twinning of topaz crystals (101) in fine grained groundmass of topaz. Rock type II. Crossed nicols, $\times 100$.



Obr. 4. Rekryštalizovaná výrastlica topásu. I. typ horniny. Skrížené nikoly, zväčš. 200 $\times$.

Fig. 4. Recrystallized phenocryst of topaz. Rock type I, crossed nicols, $\times 200$.

V III. type vystupuje jemnozrnný topás.

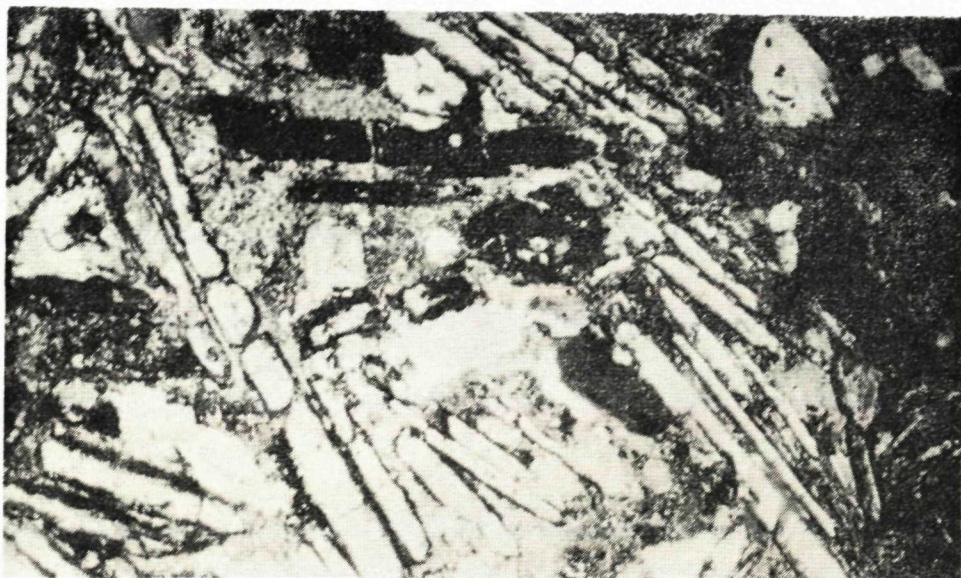
Prítomnosť topásu potvrdila rtg. analýza (tab. 1, 2, 3) a infračervená spektroskopia separovaných vzoriek (tab. 8). Na DTA-záznamoch charakterizuje topás zdvojená endoterma s vrcholmi pri 960 a 980 °C (obr. 12), ktorá zodpovedá postupnej deštrukcii kryštálovej mriežky sprevádzanej únikom vody a fluóru vo forme SiF_4 .

Andaluzit

Vystupuje ako hlavný minerál v I. a II. type. V III. type sa zistil ako vedľajší minerál. Je to práve andaluzit, ktorý dáva hornine typické ružovkasté sfarbenie pozorovateľné najmä pri II. type. V tomto type je prakticky v celej základnej mase horniny, v I. a čiastočne aj v III. type vytvára len hniezda, príp. žilky.

Andaluzit tvorí prizmatické idiomorfne až hypidiomorfne vyvinuté kryštáliky pretiahnuté v smere osi c , prúdovite usmernené v jemnodisperznej hmote (obr. 5). Veľkosť kryštálikov dosahuje v I. type 0,2 a v II. type 0,4 mm. Väčšinou sú však kryštáliky podstatne menšie.

Dokázala ho rtg. analýza (tab. 1, 2) a infračervená spektroskopia vyseparovaných minerálov (tab. 8). Poznamenávame, že prednostná orientácia základných kryštálových rovín medzi andaluzitom v I. a II. type je rozdielna. V I. type je prednostne orientovaná rovina (101) a v II. type rovina (110) a (220).



Obr. 5. Usmernený andaluzit v sľudovej hmote. II. typ horniny. Skrížené nikoly, zväčš. 100×.

Fig. 5. Streamy oriented crystals of andalusite in fine grained mica matrix. Rock type II., Crossed nicols, $\times 100$.

Sľudy

Vyskytujú sa v I. i II. type horniny. Svojím charakterom sú netypické.

V I. type tvoria spolu s böhmitom základnú jemnodisperznú hmotu (veľkosť častíc pod 10 mikrometrov) svetlozelenosivej farby, bieleho vrypu, tvrdosti 3 (podľa Mohsa), ktorá, ako sme už spomenuli, vytvára obruby zŕn s vyššou tvrdosťou, ktorých podstatnou zložkou sú minerály diaspor, prírodný mullit, topás a korund.

Rtg. analýzy týchto sľúd dávajú všetky základné reflexy muskovitu, resp. fľovej sľudy (illitu). Vzhľadom na to, že v našom prípade nejde o typický muskovit ani o typický illit, ale o sľudu, ktorá sa podľa chemických analýz vyznačuje podstatne vyšším obsahom SiO_2 (51 %) a nižším obsahom alkálií (len 1,2–1,5 %), ako má muskovit, predpokladáme, že ide skôr o sľudu príbuznú niektorému z typov fengit — gilbertit — sericit.

V súvislosti so sľudami sme v I. type horniny chemicky a chromatograficky zistili prítomnosť dusíka s obsahom 0,5 až 0,7 %. Predpokladáme, že sa dusík viaže alebo na minerály syngenetické so sľudami, alebo na sľudy, a to v medzivrstvovom priestore ich kryštálovej štruktúry ako kation NH_4^+ popri K^+ a H_3O^+ . Pri pálení horniny začína od 350 °C unikať plyn NH_3 spolu s H_2O , parou vzniknutou pri rozpade kryštálovej štruktúry sľúd a böhmitu.

Otázka väzby a obsahu dusíka v hornine sa ešte rieši a výsledky sa budú publikovať neskôr.

V II. type horniny poukazujú identifikačné metódy, rtg. analýza a elektrónová mikrosonda na prítomnosť biotitu. Ani v tomto type však nejde o typický biotit, ale o veľmi jemnozrnnú, čiastočne premenenú sľudu. Výsledkom premeny je kaolinit a oxidy Fe. Sľuda vyplňa priestor medzi zrnkami topásu a andaluzitu.

V III. type horniny sme doteraz sľudu nezistili.

Böhmit

Bol zistený len v I. type horniny v asociácii so sľudou. Je jemnodisperzný, podobne ako sľuda, polarizačným mikroskopom neidentifikovateľný. Častice sú submikroskopických rozmerov. Na DTA-krivke sa prejavuje endotermou s vrcholom pri 520 °C, zodpovedajúcej strate hydroxylovej vody (obr. 12). Táto endoterma patrí aj prítomnému diasporu. Nasledujúca endoterma s vrcholom pri 560 °C zodpovedá strate hydroxylovej vody z prítomných sľúd. Prítomnosť böhmitu potvrdila rtg. analýza (tab. 1) na základe reflexov 6,2 a 3,16 Å.

Diaspor

Podobne ako böhmit sa zistil len v I. type. Aj ten je veľmi jemnodisperzný, mikroskopicky neidentifikovateľný. Dokázala ho rtg. analýza na základe reflexov 3,98; 2,13 a 1,63 Å. Tieto reflexy, ako aj reflexy charakteristické pre böhmit sa zvýraznili po rozpúšťaní vzorky v HF. Pri pálení vzorky na 550 °C reflexy böhmitu a diasporu zmizli a zvýšila sa intenzita korundu.

Jemnodisperzný charakter böhmitu a diasporu, ako aj ich prerastenie inými minerálmi komplikujú separáciu čistých minerálov, čo znemožňuje ich identifikáciu inými metódami.

Korund

Bol dokázaný v I. a II. type horniny. V I. type sa zistil v pôvodnej vzorke

namer. hodn.		andaluzit		slůda (muskovit)		böhmit		diaspor		topás		korund		mullit		tridymit	
d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I
10,2	5	—	—	10,0	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,1	3	—	—	—	—	6,2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,58	3	5,57	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,14	2	—	—	5,02	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,54	6	4,53	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,34	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,34	10
3,98	5	3,96	8	—	—	—	—	3,98	6	—	—	—	—	—	—	—	—
3,67	2	—	—	—	—	—	—	—	—	3,67	7	—	—	—	—	—	—
3,49	4	3,52	4	3,50	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,40	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,42	10	—	—
3,37	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,38	10	—	—
3,19	3	—	—	3,20	4	—	—	—	—	3,20	9	—	—	—	—	—	—
3,16	2	—	—	—	—	3,16	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,04	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3,04	4	—	—	—	—	—	—
2,93	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2,96	10	—	—	—	—	—	—
2,77	5	2,76	9	2,78	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,68	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,69	9	—	—
2,55	10	—	—	2,56	10	—	—	2,55	6	—	—	2,54	6	2,54	9	—	—
2,48	2	2,47	5	2,47	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,37	2	2,36	1	2,37	7	—	—	—	—	—	—	2,37	4	—	—	—	—
2,34	2	—	—	—	—	2,34	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,31	2	—	—	—	—	—	—	2,31	6	2,32	7	—	—	—	—	—	—
2,27	2	2,26	9	2,25	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,19	1	—	—	2,18	3	—	—	—	—	—	—	—	—	2,20	10	—	—
2,17	3	2,17	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,13	2	—	—	2,12	7	—	—	2,13	8	—	—	—	—	2,12	3	—	—
2,07	4	—	—	—	—	—	—	2,07	8	2,07	9	2,08	8	—	—	—	—
1,97	1	1,97	1	1,98	8	1,97	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,85	2	1,84	1	1,86	2	1,85	10	—	—	1,83	7	—	—	1,84	8	—	—
1,73	1	1,74	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1,73	5	—	—	—	—
1,70	1	—	—	—	—	—	—	1,70	4	—	—	—	—	1,69	7	—	—
1,63	3	—	—	—	—	—	—	1,63	10	—	—	—	—	—	—	—	—
1,60	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,60	10	—	—	—	—

namerané hodnoty		topás		andaluzit		sľuda (biotit)		kremeň		kaolinit		fluorit		tridymit	
d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I
10,00	4	—	—	—	—	10,0	10	—	—	—	—	—	—	—	—
7,14	1	—	—	—	—	—	—	—	—	7,15	10	—	—	—	—
5,54	5	—	—	5,57	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,52	1	—	—	4,53	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,38	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,34	10
4,24	2	—	—	—	—	4,23	2	4,24	5	—	—	—	—	—	—
4,12	1	4,12	5	—	—	—	—	—	—	4,12	3	—	—	—	—
3,68	7	3,67	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,52	1	—	—	3,52	4	—	—	—	—	3,56	10	—	—	—	—
3,47	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,34	8	—	—	—	—	3,34	10	3,34	10	—	—	—	—	—	—
3,20	10	3,20	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,15	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,15	7	—	—
3,04	3	3,04*	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,97	2	2,99*	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,94	9	2,94*	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,79	1	—	—	—	—	2,80	1	—	—	—	—	—	—	—	—
2,77	5	—	—	2,76	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,62	1	2,60	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,56	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2,55	7	—	—	—	—
2,47	3	—	—	2,47	5	—	—	2,45	5	2,48	8	—	—	—	—
2,37	4	—	—	2,36	1	—	—	—	—	2,37	7	—	—	—	—
2,35	5	2,32	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,19	1	—	—	2,18*	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,17	3	—	—	2,17	10	2,17	4	—	—	—	—	—	—	—	—
2,12	1	—	—	—	—	2,12	0,5	2,12	5	2,12	2	—	—	—	—
2,09	6	2,07	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,04	7	2,05*	3	—	—	—	—	—	—	2,05	1	—	—	—	—
1,98	2	—	—	1,97	1	—	—	1,97	4	1,98	7	—	—	—	—
1,92	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,92	10	—	—
1,86	5	1,86*	3	1,84	1	—	—	—	—	1,86	1	1,84	7	—	—
1,82	3	—	—	—	—	1,81	2	1,81	9	1,83	4	—	—	—	—
1,66	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

?* — korund?

V. J. Michejev, 1957: Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. Izd. lit. po geol. i nedr., Moskva

* ASTM — Mineraly III/I, 1972: Izd. Nauka, Moskva

rtg. analýzou (tab. 1) a mikroskopicky vo výbruse, v II. type len v zrnách po separácii v ťažkých kvapalinách pomocou rtg. analýzy. Vo výbruse vytvára vretenovité kryštáliky a tiež zrnká s xenoblastickým obmedzením. Veľkosť kryštálikov je do 0,25 mm.

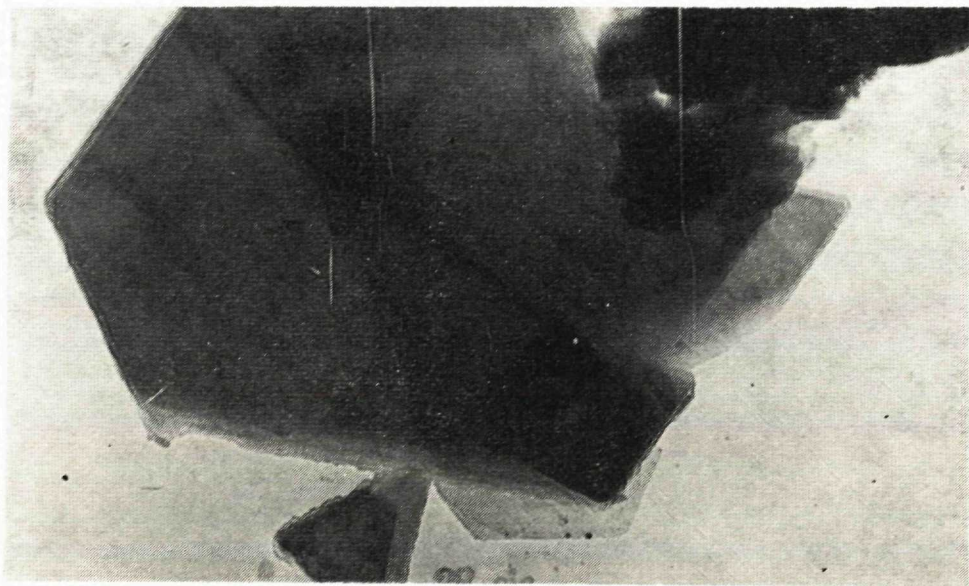
Kremeň

Bol zistený ako hlavný minerál v III. type a vedľajší v I. a II. type horniny. V III. type sa v podstatnej miere zúčastňuje na tvorbe základnej hmoty hlavne ako alfa-kremeň. Jeho prítomnosť preukázala rtg. analýza (tab. 3). Vo výbruse je číry až jemne zakalený. Zrná majú alotriomorfné obmedzenie a vytvárajú tzv. dlažbovú štruktúru. Miestami sú orientované súhlasne. V II. type vytvára hniezda a miestami vyplňa trhlinky v základnej hmote. V I. type nebol jednoznačne potvrdený, lebo jeho základný reflex sa prekrýva so základným reflexom mullitu ($3,34 \text{ \AA}$).

Vo všetkých troch skúmaných typoch horniny rtg. analýza zistila alfa-tridymit ako vedľajší minerál (tab. 1, 2, 3).

Kaolinit

Jeho najvyššie zastúpenie sa zistilo v III. type horniny, kde spolu s kremeňom a topásom vytvára základnú hmotu. Makroskopicky je identifikovateľný veľmi ťažko, pretože nemá bežné charakteristické znaky kaolinitu. Je veľmi jemnozrnný, čo sťažuje jeho identifikáciu polarizačným mikroskopom. Jeho prítomnosť sme preukázali pomocou rtg. analýzy (tab. 2, 3) a elektrónovej



Obr. 6. Elektronogram kaolinitu. III. typ horniny. Suspenzia v uhlíkovej blane, zväčš. $44\,000\times$.

Fig. 6. Electron micrograph of kaolinite. Rock type III. Suspension in carbon film, magn. $44.000\times$.

mikroskopie (obr. 6). Podľa elektronogramu predpokladáme jeho dobrú kryštalinitu. Veľkosť častíc je pod 8 mikrometrov.

Na DTA-krivke sa prejavuje výraznou endotermou pri teplote 560 °C a exotermou s vrcholom pri 970 °C (obr. 12).

V II. type horniny ho dokázala rtg. analýza.

Prírodný mullit

Bol zistený len v I. type horniny. Vytvára zhľuky jemnozrnnej hmoty v jadrách „aureol“. Mikroskopom možno pozorovať veľmi jemné kryštálíky pretiahnuté v smere osi c.

Zistili sme tieto optické vlastnosti: Ch_z^+ , dvojlom sa pohybuje od 0,012 do 0,014. Veľkosť častíc do 0,01 mm. Hodnoty získané rtg. analýzou zo základných (tab. 1) a separovaných vzoriek sú pri mullite podľa tabuliek identické so sillimanitom. Podľa zisteného dvojlomu však v našom prípade ide o mullit. Potvrdilo to aj pozorovanie optických parametrov mullitu získaného pálením vzorky s hodnotami prírodného mullitu v základnej vzorke. Po rozpúšťaní základnej vzorky v koncentrovanej HF (počas 50 hod.) zostali reflexy mullitu neporušené. Minerály skupiny sillimanitu sa podľa literárnych údajov dlhodobým pôsobením HF rozkladajú (B. Hejtmán — J. Konta 1959).

Chlorit

Bol dokázaný len v I. type horniny ako vedľajší minerál. Je submikroskopických rozmerov. Identifikovali sme ho pomocou rtg. analýzy (tab. 4). Charak-

Rtg. analýza III. typu horniny (Mikrometa II)
X-ray powder diffraction data of rock type III (Mikrometa II)

Tab. 3

Namerané hodnoty		kaolinit		topás		kremeň		tridymit	
d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I
7,16	3	7,15	10	—	—	—	—	—	—
4,34	3	—	—	—	—	—	—	4,34	10
4,26	5	—	—	—	—	4,24	5	—	—
3,68	1	—	—	3,67	7	—	—	—	—
3,58	2	3,56	10	—	—	—	—	—	—
3,336	10	3,36	4	—	—	3,34	10	—	—
3,19	1	—	—	3,20	9	—	—	—	—
2,94	1	—	—	2,96	10	—	—	—	—
2,56	1	2,55	7	—	—	—	—	—	—
2,46	1	2,48	8	—	—	2,45	5	—	—
2,33	1	2,33	9	2,32	7	—	—	—	—
2,28	1	2,28	8	—	—	2,28	5	—	—
2,24	1	2,24	4	—	—	2,23	4	—	—
2,12	1	2,12	2	—	—	2,12	5	—	—
2,10	1	—	—	2,07	9	—	—	—	—
1,98	1	1,98	7	2,01	6	1,37	4	—	—
1,81	3	1,83	4	1,83	7	1,81	9	—	—
1,67	2	1,66	8	1,67	5	1,67	5	—	—

V. J. Michejev 1957: Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. Izd. lit. po geol. i nedr., Moskva

Rtg. analýza I. typu horniny (Philips)
X-ray powder diffraction data of rock type I (Phillips)

Tab. 4

Namerané hodnoty		chlorit*		böhmit		andaluzit		sľuda	
d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I
7,12	1	7,15	10	—	—	—	—	—	—
6,07	10	—	—	6,20	6	—	—	—	—
5,53	9	—	—	—	—	5,57	7	—	—
5,31	1	—	—	—	—	—	—	—?	—
5,09	4	—	—	—	—	—	—	5,02	5
4,73	1	4,75	8	—	—	—	—	—	—

V. J. Michejev 1957: Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. Izd. lit. po geol. i nedr., Moskva

* G. Brown 1961: The x-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical society (clay minerals group), London

ter reflexov poukazuje na nízky stupeň kryštalinity. Predpokladáme, že vystupuje spolu so sľudou a miestami dáva hornine tmavozelené sfarbenie.

Dumortierit

Bol zistený v I. type horniny v modrých inklúziách. Vo výbruse vytvára ojedinelé prizmatické kryštáliky (obr. 7), na koncoch rozštiepené, Ch_z —, dvojlom 0,015—0,017. Jeho prítomnosť potvrdila rtg. analýza vyseparovaných modrých inklúzií (tab. 5) a infračervená spektroskopia (tab. 8).



Obr. 7. Radiálne lúčovité kryštáliky dumortieritu v jemnozrnej hmote (topáz?). I. typ horniny. Skrížené nikoly, zväčš. 200×.

Fig. 7. Radial structure of dumortierite crystals in fine grained groundmass (topaz?). Rock type I., crossed nicols, ×200.

Rtg. analýza vyseparovaných modrých inklúzií z I. typu horniny
(Mikrometa II)

X-ray powder diffraction data of blue inclusions separated from rock type I
(Mikrometa II)

Tab. 5

Namerané hodnoty		diaspor		sľuda		dumortierit		topás	
I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)	I	d(hkl)
10,3	10	—	—	10,0	10	—	—	—	—
5,87	6	—	—	—	—	5,85	10	—	—
5,09	4	—	—	5,02	5	5,06	9	—	—
4,46	5	—	—	4,52	7	—	—	—	—
3,97	10	3,98	6	—	—	—	—	—	—
3,85	1	—	—	—	—	3,84	5	—	—
3,68	2	—	—	—	—	—	—	3,67	7
3,44	4	—	—	—	—	3,43	6	—	—
3,23	2	3,24	1	3,20	4	3,22	6	3,20	9
3,09	1	—	—	3,09	6	3,07	4	—	—
2,94	2	—	—	—	—	2,91	6	2,96	10
2,56	6	2,55	6	2,56	10	2,54	2	—	—
2,41	1	—	—	—	—	2,41	1	2,43	2
2,32	3	2,31	6	—	—	2,34	2	2,32	7
2,13	3	2,13	8	2,12	7	—	—	—	—
2,08	5	2,07	8	—	—	2,09	8	2,07	9
1,71	1	1,70	4	—	—	—	—	—	—
1,63	4	1,63	10	—	—	—	—	—	—

V. J. Michejev 1957: Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. Izd. lit. po geol. i neдр., Moskva

Semikvantitatívne zastúpenie minerálov v sledovaných typoch horniny
Mineralogical composition of three rock types studied (Semiquantitative)

Tab. 6

		I. typ	II. typ	III. typ
topás	(%)	15,0	55,0	25,0
andaluzit	(%)	9,5	17,0	2,0
sľuda	(%)	42,0	12,0	—
böhmit + diaspor	(%)	15,0	—	—
korund	(%)	4,5	3,0	—
príř. mullit	(%)	7,0	—	—
fluorit	(%)	0,4	5,0	0,4
tridymit + kremeň	(%)	3,5	2,0	36,0
kaolinit	(%)	—	5,0	36,0
chlorit	(%)	2,0	—	—
dumortierit + turmalín	(%)	0,5	—	—
rutil	(%)	0,4	0,4	0,5
oxidy Fe	(%)	+	0,5	+
akcesorie	(%)	0,2	0,1	0,1
(apatit?, monazit, argentit?)				

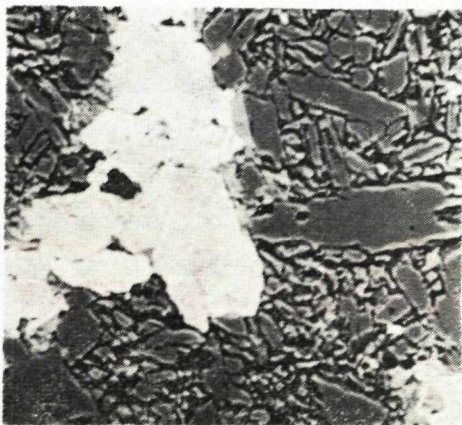
Fluorit

Minerál submikroskopických rozmerov vypĺňa puklinky a trhlínky v základnej hmote. Jeho prítomnosť sme v skúmanom mieste dokázali pomocou rtg.

analýzy (tab. 2) a elektrónovej mikrosondy na základe merania obsahu Ca (50,2 %) (obr. 8, 8a). Elektrónová mikrosonda stanovila spolu s Ca malé množstvo P, čo naznačuje možnú prítomnosť akcesorického apatitu. Veľkosť kryštálikov fluoritu sa pohybuje od 2 do 15 mikrometrov. Vystupuje spolu s kryštálkami rutilu.

Rutil

Ako jemnozrnný minerál ho identifikovala elektrónová mikrosonda na základe merania Ti (59 %) a kolienkovitých zrastov (obr. 8, 9). Veľkosť zŕn sa pohybuje od 6 do 65 mikrometrov. Vystupuje spolu s fluoritom a korundom.



Obr. 8. Elektrónová mikroanalýza. Komp. 600. II. typ horniny.

Fig. 8. Electron probe analysis. Comp. 600. Rock type II.



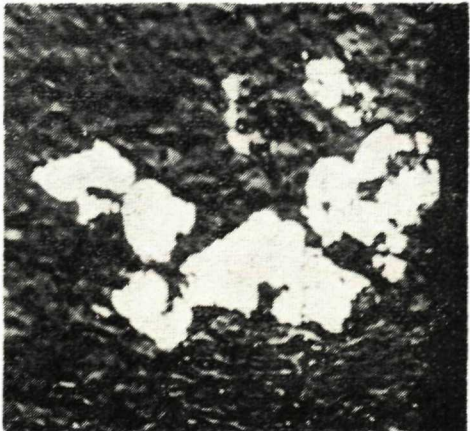
Obr. 8a. Elektrónová mikroanalýza. Ca K α . II. typ horniny.

Fig. 8a. Electron probe analysis. Ca K α . Rock type II.



Obr. 9. Elektrónová mikroanalýza. Ti K α . Komp. obr. 8. II. typ horniny.

Fig. 9. Electron probe analysis. Ti K α . (Comp. Fig. 8.), rock type II.



Obr. 10. Elektrónová mikroanalýza. Komp. 600. I. typ horniny.

Fig. 10. Electron probe analysis. Comp. 600. Rock type I.

Monazit

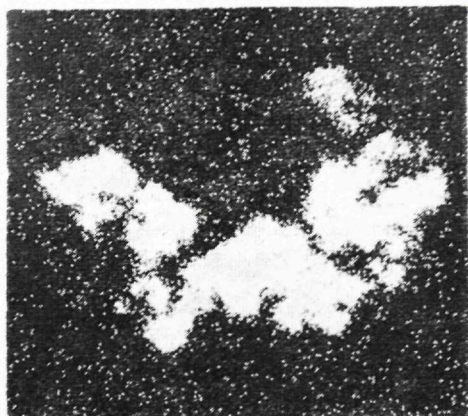
Bol zistený v I. type horniny elektrónovou mikrosondou na základe zistených prvkov Ce, La a P (obr. 10, 10a, 10b, 10 c).

Argentit

Jeho prítomnosť predpokladáme na základe výsledkov elektrónovej mikrosondy podľa zistenej prítomnosti Ag a S v prvom type horniny (obr. 11, 11a, 11b).

Turmalín

Zistil sa polarizačným mikroskopom vo výbruse vzorky I. typu horniny.



Obr. 10a. Elektrónová mikroanalýza. Ce K α . I. typ horniny.

Fig. 10a. Electron probe analysis. Ce K α . Rock type I.

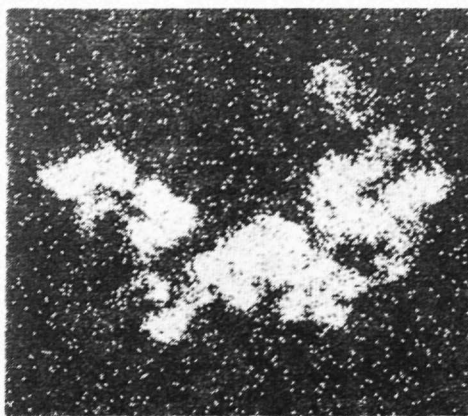
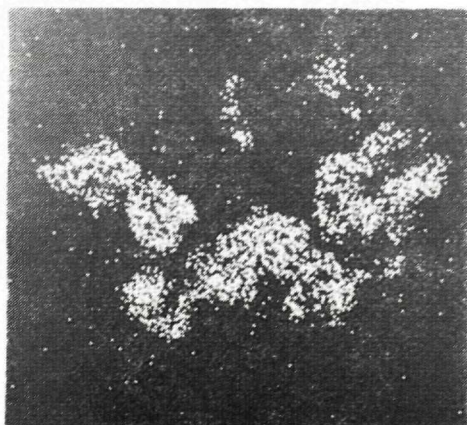


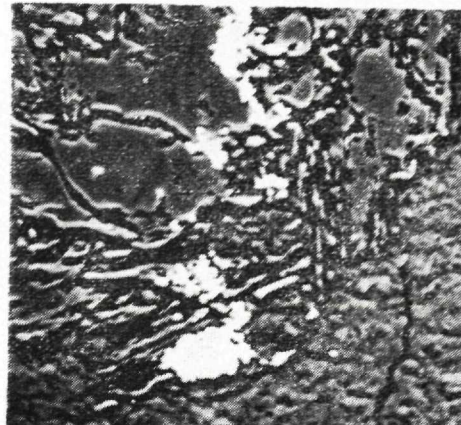
Fig. 10b. Electron probe analysis. La K α . I. typ horniny.

Fig. 10b. Electron probe analysis. LaK α . Rock type I.



Obr. 10c. Elektrónová mikroanalýza. P K α . I. typ horniny.

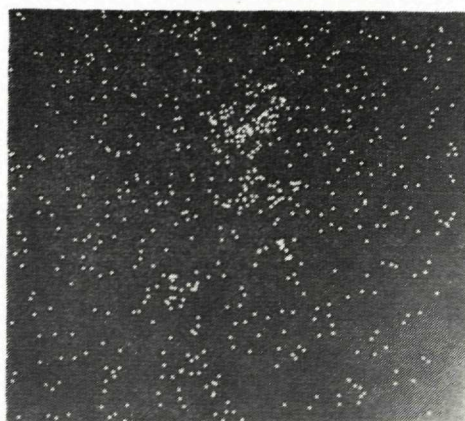
Fig. 10c. Electron probe analysis. P K α . Rock type I.



Obr. 11. Elektrónová mikroanalýza. Komp. 600. I. typ horniny.

Fig. 11. Electron probe analysis. Comp. 600. Rock type I.

Vytvára ihličkovité kryštály s lúčovitou stavbou. Je vo forme žíliek v topásovej hmote (obr. 13).

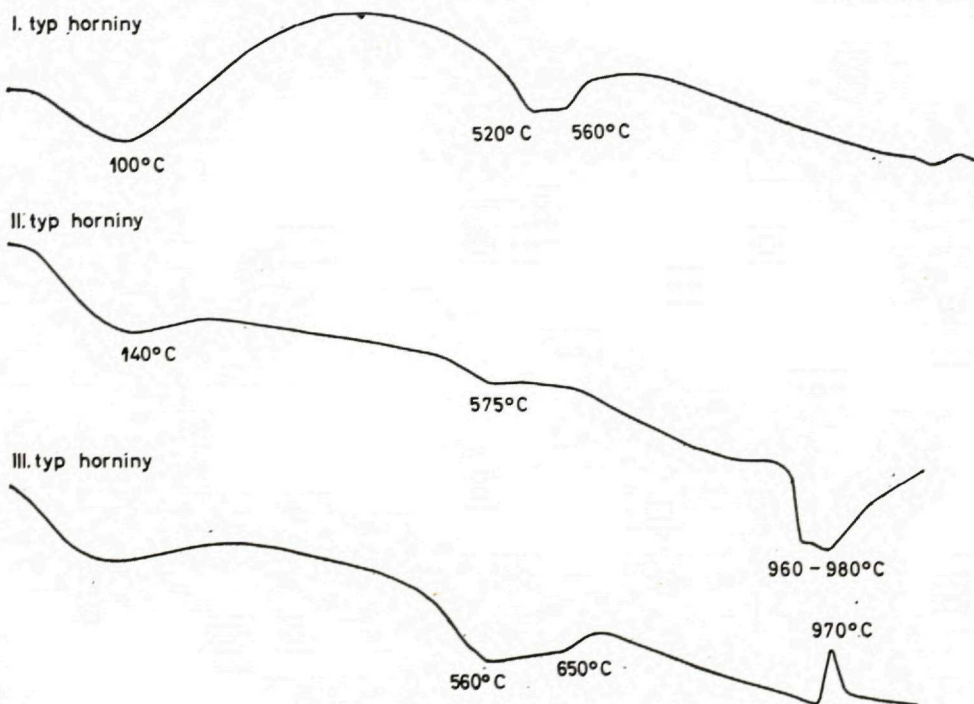


Obr. 11a. Elektrónová mikroanalýza. Ag K α . I. typ horniny.

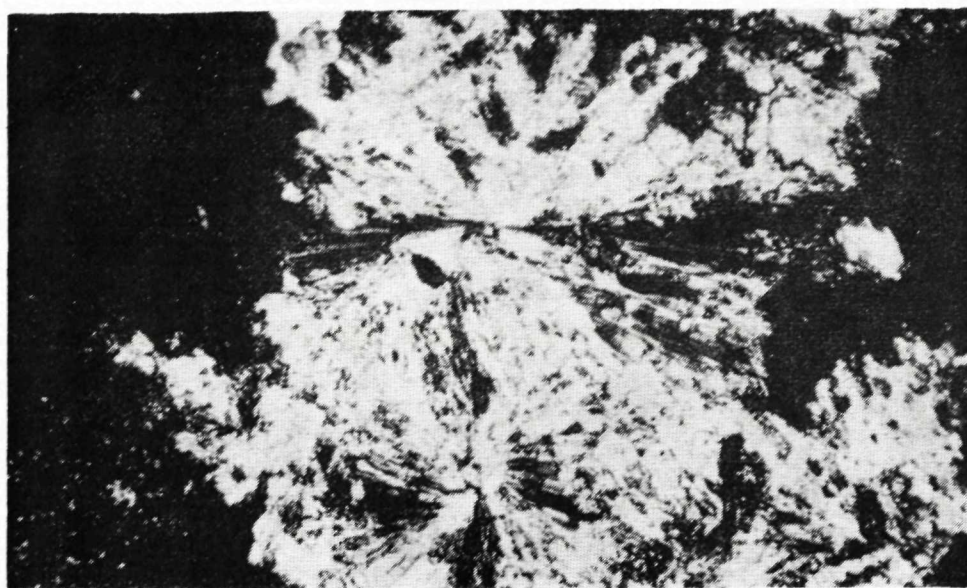
Obr. 11b. Elektrónová mikroanalýza. S K α . I. typ horniny.

Fig. 11a. Electron probe analysis. Ag K α . Rock type I.

Fig. 11b. Electron probe analysis. S K α . Rock type I.



Obr. 12. DTA-krivky I., II. a III. typu horniny. Citlivosť 1/10, návažok 400 mg.
Fig. 12. DTA curves of three rock types.



Obr. 13. Ihličkovité kryštály turmalínu s lúčovitou stavbou v topásovej hmote. I. typ horniny. Skrížené nikoly, zväčš. 140x.

Fig. 13. Radial structure of needle like tourmaline crystals in topaz matrix. Rock type I., crossed nicols $\times 140$.

Priemerné chemické zloženie sledovaných typov mineralizácie
Chemical composition of the rock types studied

Tab. 7

		I. typ	II. typ	III. typ
SiO ₂	[%]	36,43	31,71	60,13
Al ₂ O ₃	[%]	51,98	48,70	28,72
Fe ₂ O ₃	[%]	0,52	1,73	0,56
CaO	[%]	0,54	2,73	0,65
MgO	[%]	0,45	2,08	0,39
TiO ₂	[%]	0,40	0,41	0,61
MnO	[%]	0,02	0,01	0,01
P ₂ O ₅	[%]	0,10	0,10	0,05
SO ₃	[%]	0,05	0,06	0,04
K ₂ O	[%]	0,70	0,76	0,14
Na ₂ O	[%]	0,10	0,05	0,05
F	[%]	3,20	11,01	5,00
Cl	[%]	0,06	0,06	0,05
NH ₄ ⁺	[%]	0,63	0,03	0,04
C	[%]	0,15	—	—
H ₂ O ⁺	[%]	5,27	1,35	4,32

B (spektrálne) (‰) pri všetkých typoch 0,01 až 0,1

Semikvantitatívne zastúpenie minerálov

Pri uvedenom semikvantitatívnom zastúpení minerálov v jednotlivých typoch horniny sme brali do ohľadu výsledky všetkých použitých identifikačných metód. Bolo však vypočítané hlavne z priemerného chemického zloženia jednotlivých typov horniny (tab. 6, 7).

Náhľad na genézu mineralizácie

Podľa poznatkov získaných pri mineralogickom výskume sledovanej mineralizácie a porovnania dosiahnutých výsledkov s údajmi literatúry (Minerály, tom III/I, 1972; E. K. Lazarenko et al. 1963; V. F. Barabanov 1959) možno konštatovať, že takáto mineralizácia je typická pre sekundárne kvarcity.

Na vznik sekundárnych kvarcitov je viac náhľadov. Podľa D. S. Koržinského (in E. K. Lazarenko 1963) sekundárne kvarcity vznikajú ako dôsledok okolokontaktného vylučovania prebiehajúceho pozdĺž kontaktu subvulkanickej intrúzie granitoidov. Podľa N. I. Nakovnika (in E. K. Lazarenko 1963) vznikajú ako dôsledok postvulkanických procesov spätých s pôsobením kyslých pneumatolyticko-hydrotermálnych roztokov fumarolového a solfatarového štádia vulkanizmu. Ich najväčšie výskyty v ZSSR sú v strednom Kazachstane (Semiz-Bugu) a v rajóne Vihorlat—Gutinské vrchy na Zakarpatskej Ukrajine (Ilkovec, Podulki, Sinjak). Tieto dve oblasti sa však minerálnymi asociáciami odlišujú, čo bolo pravdepodobne dôvodom rozdielných náhľadov uvedených autorov na genézu sekundárnych kvarcitov.

Ako to vyplynie z ďalších našich úvah, o vzniku mineralizácie, ktorú sme sledovali, je prijateľnejšia predstava N. I. Nakovnika.

Vznik mineralizácie spájame s magmatickým telesom, ktoré intrudovalo v hĺbke do pôvodnej horniny (andezit — andezitový tuf?). Pôsobením intrúzie a sprievodných pneumatolyticko-hydrotermálnych roztokov na okolitú horninu

Infračervené spektrá separovaných minerálov (hodnoty v cm⁻¹)
Infrared analysis data of separated minerals (in cm⁻¹)

Tab. 8

andaluzit		topás		dumortierit		muskovit		illit
namerané	tab.	namerané	tab.	namerané	tab.	namerané	tab.	tab.
460		425	425	435	435	420	415	415
485	480	460	445	480	490	485	480	475
525	520	485	483	540	535	535	535	530
565	558	528	520	610	600	620	692	620
620	600	560	562	635	640	750	750	755
690	685	570	—	720	720	868	828	830
740	735	590	585	765	765	940	930	919
775	775	625	620	835	850	1030	1030	1030
840	855	655	650	950	950	1060	1060	—
990	895	710	708	1035	1050	1630	1635	1645
950	938	880	880	1382	1380	3440	3430	3440
1012	1010	960	950					
		1005	1010					
		1080	1080					

Tabuľkové hodnoty: H. Moenke 1966:
Mineral spektren II

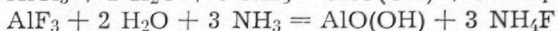
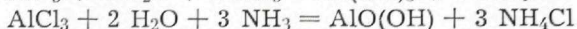
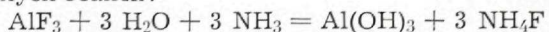
nastali medzi intrúziou a pôvodnou horninou zložité výmenné reakcie. V kontaktnej zóne zohrali hlavnú úlohu termické účinky, ktorých výsledkom bol vznik andaluzitu, korundu, príp. mullitu. Pri vzniku samotnej mineralizácie však rozhodujúcu úlohu zohrali pneumatolyticko-hydrotermálne procesy.

Plyny sprevádzajúce intrúziu obsahovali veľké množstvo fluóru vo forme agresívnej HF, ktorá atakovala okolité silikátové horniny a vynášala z nich Si a Al ako prchavé SiF_4 a AlF_3 , príp. aj iné (BF_3). Ich vzájomnou reakciou, ako aj reakciami s okolitou horninou za istých podmienok vznikal topás. Vzhľadom na vysoké zastúpenie topásu vo všetkých sledovaných typoch mineralizácie možno topás pokladať za jej základný minerál.

Vznik topásu uvedeným procesom experimentálne dokázal Cl. N. Fenner (in W. Eitel 1954), ktorý pôsobil bezvodným SiF_4 na zmes Al_2O_3 a SiO_2 pri teplote 970°C . Účinkom tzv. pneumatolytickej sublimácie sa vytvorili kryštáliky topásu. Pri teplote 1400°C sa miesto topásu vytváral mullit. To isté potvrdili experimentálne aj R. Schöber a E. Thilo (in W. Eitel 1954). Za obdobných podmienok vznikal pri teplote 750 až 970°C fluórtopás a pri vyšších teplotách mullitová zlúčenina typu $10 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ SiO}_2 \cdot \text{SiF}_4$. Obdobne si vysvetľujeme vznik topásu pri sledovanej mineralizácii a jednu z možností vzniku prírodného mullitu, príp. aj prechodových fáz medzi topásom a mullitom zistených v I. type.

Vplyvom tektonických procesov došlo k drveniu topásovej hmoty a k vyplneniu vzniknutých trhlín a puklín hydrotermálnymi roztokmi obsahujúcimi prvky K, Na, Mg, Ca, Fe, Ti, Al, Si a mineralizátory F, Cl a NH_3 , z ktorých vykryštalizovali v I. type sľudy podobné fengitom, v II. type podobné biotitom a v III. type neznáme sľudy, ktoré sa neskôr kaolinizovali. Uvedené roztoky vynášali z kontaktnej zóny do vyšších partií andaluzit, korund, príp. mullit, dumortierit a diaspor. Z týchto minerálov bol, podľa našich zistení, vnesený do III. typu andaluzit, do II. typu andaluzit a korund a do I. typu andaluzit, korund, mullit, dumortierit a diaspor. Zistili sme, že ide o dva typy andaluzitu s rozličnou prednostnou orientáciou základných rovín kryštálovej mriežky. Andaluzit nachádzajúci sa v I. type charakterizuje prednostná orientácia roviny (101) a pre II. a III. typ sú príznačné roviny (110) a (220). Poukazuje to na odlišné vplyvy, ktoré pôsobili na andaluzit v I. type horniny. Kryštály andaluzitu sú prúdovite usmernené v sľudovej hmote. Spolu so sľudami vykryštalizovali v puklinách z hydrotermálnych roztokov i fluorit a rutil.

Chlorit vznikol pravdepodobne premenou biotitu. Na vznik böhmitu, ktorý, ako sa zdá, vystupuje v I. type v paragenéze so sľudami, ťažko vysloviť konkrétnejší názor, lebo má submikroskopické rozmery. Domnievame sa, že vznikol z roztokov, resp. aj gélov bohatých na Al účinkom spomenutých mineralizátorov (AlF_3 , príp. AlCl_3), do ktorých vstupovali plyny s obsahom NH_3 podľa týchto možných reakcií:



V súvislosti so sľudami sme zistili v I. type horniny prítomnosť dusíka. Domnievame sa, že je fixovaný v sľude vo forme NH_4^+ alebo vytvára komplexné zlúčeniny s prítomným Al_2O_3 a halogénmi. Spolu s dusíkom bol zistený aj uhlík (do 0,15 ‰), avšak pomer uhlíka k dusíku (0,5 až 0,7 ‰) nezodpovedá nijakej organickej zlúčenine. Pôvod uhlíka zatiaľ nevieme objasniť. Tridymit,

zistený vo všetkých troch typoch horniny, je pravdepodobne reliktovým minerálom.

Doručené 23. 8. 1976

Odporučil M. Böhmer a V. Radzo

LITERATÚRA

- Bacsó, Z. 1971: Nové minerály a nové surovinové možnosti Vihorlatu. *Mineralia slov.*, 3, 16, s. 247—270.
- Barabanov, V. F. 1959: K voprosu o genezise topasových žil Šerlovoj gory. Sbor. k mineralogii postmagmatičeskych procesov. Leningrad, Izd. Leningrad. Univer., s. 119—151.
- Eitel, V. 1954: The physical chemistry of the Silicates. Moskva, Izd. inostrannoj literatury (ruský preklad), 1962, s. 553—581.
- Lazarenko, E. K. et al. 1963: Minerály Zakarpatja. Lvov, Izd. Lvovskovo Univer-siteta, 614 s.
- Slávik, J. 1969: Geologické a petrografické pomery Vihorlatu a Popričného. [Kandidátska dizertačná práca.] Archív BF VŠT Košice.
- Slávik, J. 1970: Minerály rozsypov vulkanitov Vihorlatu, ich geologický a pro-spekčný význam. *Mineralia slov.*, 3, 7, s. 231—248.
- Minerály, 1972 Tom III, vyp. I. Moskva, Izd. Nauka, Inst. geol. rud. mestorozd., petr., mineral. i geochemiji AN SSSR, s. 247—290, 460—474.

New information about the mineralogy and genesis of secondary quartzites at Kapka locality in the central Vihorlat Mts. area

JÁN DERCO — JÁN KOZÁČ — DANIEL OČENÁS

During geological mapping and reconnaissance work in the central Vihorlat Mts. area (East Slovakia) a body of "hydrothermal metasomatite" (planar extension about 350×200 m) has been discovered. The body is located within the neovolcanic rock complex (andesite) about 0.6—0.7 km to the west of the lake „Morské oko“ and to the north of the Kapka brook. Andalusite, topaz and corundum in hydrothermally altered "metasomatic" rocks at this locality have been reported by Z. Bacsó (1971). Since Bacsó first noted the occurrence of the above mentioned minerals, many samples have been collected and studied.

This paper presents a detailed mineralogical study of the samples representing three prevalent mineral assemblages, that have been found during the preliminary mineralogical investigation.

The following types of metasomatic rocks have been studied:

1. A pale grey to green rock with occasional pink, blue or dark grey patches, massive, "hard", fine-grained to cryptocrystalline. Breccia-like structure may sometimes be also observed. By means of different mineralogical identification methods, the following mineral assemblage was determined: mica (fengite —

gilbertite or sericite); diaspore; boehmite; topaz; andalusite; natural mullite; corundum; tridymite; quartz; chlorite; dumortierite; tourmaline; fluorite; rutile; and accessory monazite; apatite; argentite (?). The minerals are listed here according to their relative abundance in the rock. A very fine-grained to cryptocrystalline mass of micaceous minerals along with some admixed boehmite and chlorite predominates in this rock type and probably it is mica that gives the greyish-green colour to the rock. Although mica gave all the characteristic x-ray patterns of muscovite, with its low alkali and the high silica content it resembles more fengite, sericite or gilbertite. Other major constituents in this rock type are: andalusite, topaz, diaspore, corundum and natural mullite.

2. A brownish red or greyish pink, massive, "hard", fine to mediumgrained rock. Occasionally larger topaz crystals have been observed. Mineralogical investigation have shown the following mineral assemblage: topaz; andalusite; mica (biotite?); kaolinite; fluorite; quartz; tridymite; corundum; rutile; amorphous Fe-oxides and the accessory apatite (?). No boehmite and diaspore have been found in this rock type.

3. A light grey, occasionally greyish green or greyish white, massive, "hard", fine-grained to cryptocrystalline rock. The kaolinization of this rock may be partly observed also by naked eye. The mineralogical study showed that the major constituents of this rock are: quartz; topaz; and a kaolinite. Andalusite and rutile have been determined as minor constituents. Accessory fluorite (?), apatite (?) and probably other accessory minerals containing chlorine and boron may also be present but have not yet been observed.

We may say about the genesis of these rocks and the crystalization of the above mentioned minerals in all three rock types studied, that their origin is closely related to the action of an intrusive magmatic body. The material studied indicates the successive contribution of pneumato-hydrothermal solutions of variable chemical composition. It is assumed that post volcanic processes of pneumatolysis played a significant role due to the high percentage of F and the presence of B, Cl and NH_4^+ shown by the analyses.

This work contributes to the elucidation of the mineralogy and genesis of this interesting mineralization. All the rock types studied may be used in the production of high alumina refractories after preliminary beneficiation.

Preložil J. Kozáč