

**MINERALIA
SLOVACA**

Casopis Slovenskej geologickej spoločnosti a slovenských geologickoprieskumných organizácií
Journal of the Slovak Geological Society and of Slovak geological-research organizations

Contact metamorphism in the aureole of the Rimavica granite (West Carpathian Mts.)

(1 map, 3 geol. profiles, 3 figures and 4 plates)

JAKUB KAMENICKÝ*

Контактный метаморфизм в авреоле римавицкого гранита (Западные Карпаты)

В юговосточной части вепоридного пояса Когута центральных Западных Карпат были обнаружены два небольших массива и несколько малых тел левкократных гранитов, которые способствовали контактный метаморфизм ранние метаморфированной свиты. Контактное изменение имело здесь изохимический характер и его высшим температурным минералом является кордиерит. Определение кордиерита в контактной авреоле гранита позволяет предполагать глубину интрузии и условия контактной перемены, которая происходила при температуре приблизительно 500—525° С и давлении 500—800 баров.

Contact metamorphism in the aureole of the Rimavica granite (West Carpathian Mts.)

In the se. part of the Veporide Kohút zone in the central West Carpathians, two smaller massifs and several minute leucogranite occurrences appear, which bring about contact metamorphosis of the formerly already regionally metamorphosed complex. Contact alteration was here of isothermic character and cordierite is its highest tempered mineral. From the presence of cordierite in the contact aureole of the granite, depth of its intrusion and the conditions of contact alteration may be suggested, 500—525 °C and pressures of 500—800 bars.

In the se. part of the Kohút zone in the central West Carpathians a tongue-shaped leucogranite intrusion appears, which the present author will denominate Rimavica granite. In its mantle a regionally metamorphosed com-

* Prof. RNDr. Jakub Kamenický, Katedra petrografie PF UK, Gottwaldovo nám. 19, 886 02 Bratislava

plex occurs, being at the contact with the granite affected also by contact alternation. The width of the contact aureole, as well as the contact metamorphic effect of the tongue-shaped intrusion are different in its basement and in the roof. In the basal part of the tongue-shaped intrusion, contact alteration is allied only to the narrow contact-near zone, where besides contact thermic effects also injection-metasomatic processes had applied. In turn in the overlying part of the tongue-shaped intrusion contact metamorphism was of isochemical nature and acted in up to 3 km width.

Nevertheless contact alteration in the Kohút crystalline complex was known long ago, it was cited by H. Böckh 1907, S. Vitális 1908, J. Šuf 1937, M. Mišík 1953, A. Nemček 1953, M. Kužvart 1955, S. Vrána 1964 and others, an all-over image of the petrographical development of contact metamorphic rocks is lacking, neither the conditions of their genesis are known. In this paper the present author make the attempt to fill up this gap.

Geology of the Kohút zone

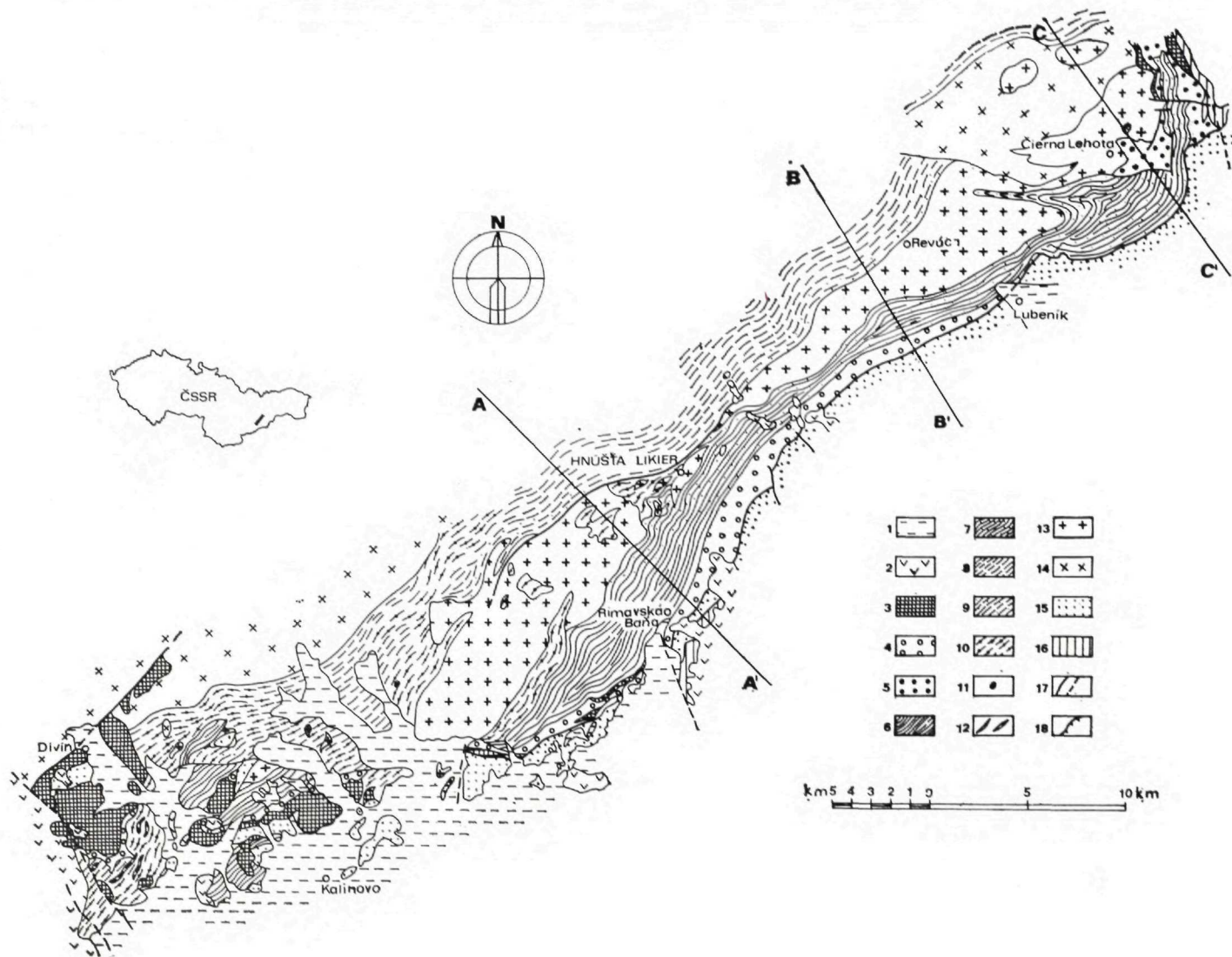
The Kohút zone represents the southernmost tectonic unit of the Veporides. It is bordered tectonically from both sides, northwestward towards the Kráľová hora zone of the Veporides by the Muráň fault and from southeast the Gemerides, the southernmost tectonic unit of the central West Carpathians, are thrust on it. This thrust plane is denominated Lubeník line. Several stratigraphical units participate on the structure of the Kohút zone; the crystalline complex, sediments of the Upper Carboniferous, the Permian and the Envelope Mesozoic (Foederata series).

The crystalline complex is built up by schists and granites. It formed an anticlinorium structure as a result of Cretaceous folding (Mediterranean phase).

Schists of flysch series were originally built by a complex of shales and sandy shales with sandstone and graywacke beds and sporadic intercalations of bituminous shales and carbonates. Submarine diabase effusions and minute peridotite intrusions also occur as syngenetic members of the sedimentary complex. This complex was transformed by regional metamorphism to different types of phyllites, micaschists and paragneisses, or to amphibolites and serpentinites. Age estimates are not conforming. According to M. Máška — V. Zoubek 1961 it is a uniform stratigraphical complex (Kohút Group) of Late Proterozoic age. J. Kamenický favours this opinion (in M. Maheľ — T. Buday

1. Geological sketch of the se, part of the Veporide Kohút zone

1 — Neogene sediments as a whole; 2. — Neogene volcanics as a whole; 3 — Mesozoic of the Foederata series (Low Triassic — Jurassic ?); 4 — Permian of the Kohút zone; 5 — Upper Carboniferous of the Kohút zone; 6 — Phyllite and micaschist complex (Hladomorná Group); 7 — Contact metamorphic rocks of the phyllite and micaschist complex; 8 — Micaschist and paragneiss complex; 9 — Contact metamorphic rocks of the micaschist and paragneiss complex; 10 — Postkinematic migmatites; 11 — Serpentinites; 12 — Amphibolites (6—12 = Late Proterozoic of the Kohút zone); 13 — Rimavica granite; 14 — Sihla granodiorite (13—14 = Low Carboniferous); 15 — Gemeride Carboniferous; 16 — Gelnica Group of the Gemerides (Upper Cambrium — Silurian); 17 — Faults, established and assumed); 18 — Shift plane (Lubeník line)



et al. 1968) and denominated it Kokava Group. I. Lehotský 1961 in turn regards the low-metamorphic phyllite and micaschist complex (Hladomorná Group) on the southeastern margin of the Kohút crystalline complex as a younger member of the Kohút crystalline and assumed, that it is of Devonian up to Low Carboniferous age.

The granites of the Kohút zone show complicated development and belong to several petrographical types: to the Sihla granodiorite, the granite and granodiorite of the Vepor type, the injection-metasomatic granodiorite, the Rimavica granite etc.

The Rimavica granite is exposed in the southeastern part of the Kohút zone between České Brezovo and Čierna Lehota (Fig. 1). It consists of two smaller massifs and several minute occurrences pointing to the deep-seated connection of these massifs. Granite is marked with leucocratic character, fine- and even-grained appearance and massive structure. It contains locally porphyroblasts of K-feldspar attaining thus porphyritic character. Granites is of magmatic origin and represents likely a separate phase of Variscan plutonism. This intrusion was tongue-shaped and took place from southeast. S. Vrána 1964 considers the possibility of Alpine age for the Rimavica intrusion. The Rimavica granite, however, brought about contact metamorphism of the pre-Alpine already metamorphosed complex. Contact metamorphism, however, did not affect the Permian and Upper Carboniferous sediments. Moreover, the granite is locally affected by Alpine mylonitization, thus its Low Carboniferous age is doubtless.

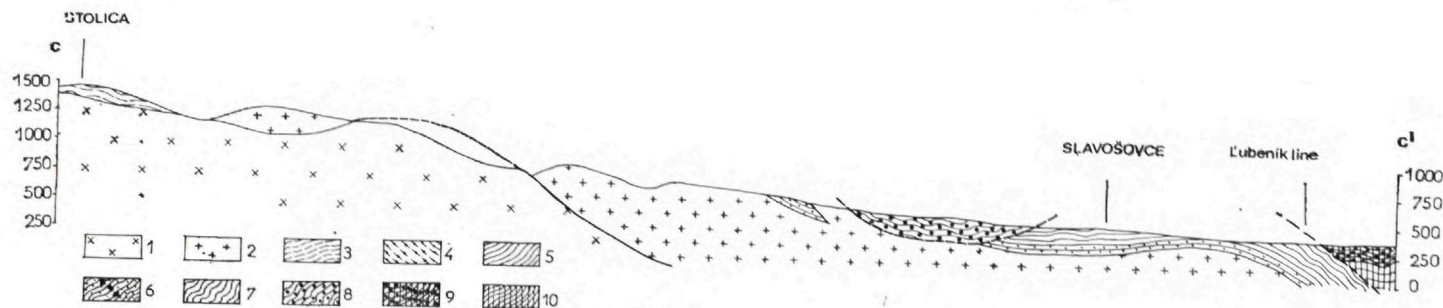
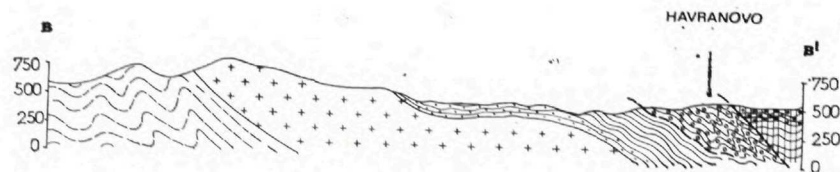
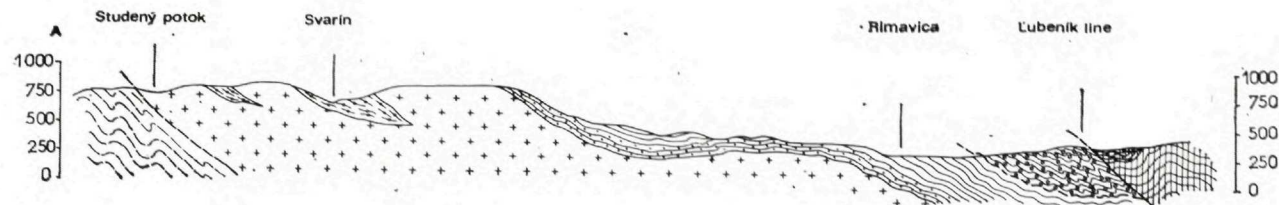
The contact of granite with the mantle was originally intrusive, at present it is locally, particularly on northwest, even tectonic. The strike of the intrusion is concordant on southeast, but on northwest often discordant to the schistosity of the mantle. It conditioned different contact-metamorphic effect of the intrusion. At southeast the effect was only thermal (concordant metamorphism), but on northwest this intrusion caused thermal effect also injection-metasomatic penetration of aplite-pegmatites resulting in formation of migmatites (discordant metamorphism). The tongue-shaped intrusion dipping gently southeastward conditioned also different width of the contact aureole ranging from several tens metres at northwest up to 3 km southeast.

Petrography of the crystalline complex of the Kohút zone

We deal in this chapter briefly with petrography of regional metamorphic rocks occurring in the vicinity of the contact aureole and more particularly with petrography of contact metamorphic rocks.

A. Regional metamorphic rocks in the close vicinity of the contact aureole are represented by a phyllite, and a micaschist and paragneiss group.

a) The phyllite group with sericite metaquartzites and metagraywacke beds is developed only on the southeastern border of the Rimavica granite, by name near the external margin of the contact aureole, as well as in the midst of the contact aureole. These are fine grained and fine schistose rocks of light grey, greyish green, and dark grey colour. Their original stratification is often still surviving. The schistosity is transversal or parallel to the stratification. They are mostly made up of quartz, sericite, chlorite and biotite, accompanied often by garnet. With respect to the original chemical composition and intensity of



2. Geological sections of the se. part of the Veporide Kohút zone

1 — Sihla granodiorite; 2 — Rimavica granite (1—2 = Low Carboniferous); 3 — Micaschist and paragneiss complex; 4 — Postkinematic migmatites; 5 — Phyllite and micaschist complex (Hladomorná Group); 6 — Contact metamorphic rocks of phyllite and micaschist complex (3—6 = Late Proterozoic of the Kohút zone); 7 — Permian of the Kohút zone; 8 — Upper Carboniferous of the Kohút zone; 9 — Gemeride Carboniferous; 10 — Gelnica Group of the Gemerides (Upper Cambrium — Silurian)

regional metamorphism the rocks can be divided in several types as follows:

1. Sericite and sericite-chlorite phyllites. They were formed in early stages of regional metamorphism from shales (Tab. 1, Anal. No. 1).

Structure: fine-schistose

Texture: banded-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz > chlorite $\approx$ sericite. Accessories: biotite, garnet, albite, epidote and magnetite.

With rising quartz content these rocks grade into sericite-chlorite-quartzite phyllites and with increase of garnet content into garnet-chlorite phyllites, in which biotite often occurs.

2. Muscovite-biotite and biotite phyllites generated also by transformation of shales, though at relatively higher temperature.

Structure: fine-schistose

Texture: banded-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz > biotite $\approx$ muscovite. Accessories: garnet, albite, epidote, tourmaline and magnetite.

3. Sericite metaquartzites are metamorphic products of quartz sandstones.

Structure: schistose

Texture: oriented-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz $\gg$ sericite. Accessories: chlorite, tourmaline and magnetite.

4. Metagraywackes show anchimetamorphic rocks character with predominating sediment features.

Structure: banded-stratified

Texture: psamitic-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz > albite, with subordinate representation of sericite and/or chlorite. Accessories: tourmaline and magnetite.

Except for pneumatolytic tourmaline-schorl, all minerals are of regional metamorphic origin, thus particularly sericite and chlorite have preferred orientation.

b) Both the micaschist and paragneiss group occur only on the northwestern border of the Rimavica granite, often together with migmatites. The essential minerals are quartz, biotite and acid plagioclase, as well as garnet. According to the mineral composition we distinguish:

5. a) Biotite and garnet-biotite micaschists with accessory to subordinate representation of acid plagioclase, and

5. b) biotite- and garnet-biotite paragneisses with essential occurrence of acid plagioclase. The other characteristics of these rocks are in common.

Structure: schistose

Texture: oriented-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz > biotite $\approx$ acid plagioclase $\approx$ garnet. Accessories: zircon, apatite, tourmaline, rutile and magnetite. In garnet the almandine molecule is prevailing (S. Ondrušová 1968) and forms the largest porphyroblasts in the finegrained quartz-plagioclase matrix (Pl. I, Fig.1). In some rocks garnet is lacking and muscovite appears instead. Except for tourmaline-schorl all minerals are of regional metamorphic origin. From the mineral composition it follows, that the paragneisses and micaschists were generated from pelitic and pelitic-psamitic sediments (Tab. 1, Anal. No. 10).

B. Contact metamorphic rocks were generated from regional metamorphic

rocks of different chemical and mineral composition. Contact metamorphism took place in conditions of greenschist facies and amphibolite facies. According to the intensity of contact metamorphism and with respect to their original composition we may distinguish in this group 3 rock types: spotted phyllites, contact hornfelses and contact micaschists and paragneisses.

a) Spotted phyllites still display surviving dominant features of regional metamorphic rocks. They have still preserved schistose structure and are composed at least of two mineral generations: the regional metamorphic and the contact metamorphic generation. In turn the contact minerals, particularly biotite and muscovite, form porphyroblasts or glomeroblasts and display macroscopically dark or light spots. Contact metamorphic quartz often shows porphyroblastic development too. Biotite and muscovite porphyroblasts are often oriented transversally to the schistosity by their cleavage planes (001). They are poikiloblastic and contain inclusions of regional metamorphic quartz and/or albite. According to the composition they belong to the following types:

6. Spotted biotite-chlorite and chlorite-biotite phyllites. As regards to their chemical composition they are derived from shales (Tab. 1, Anal. No. 3).

Structure: spotted-schistose

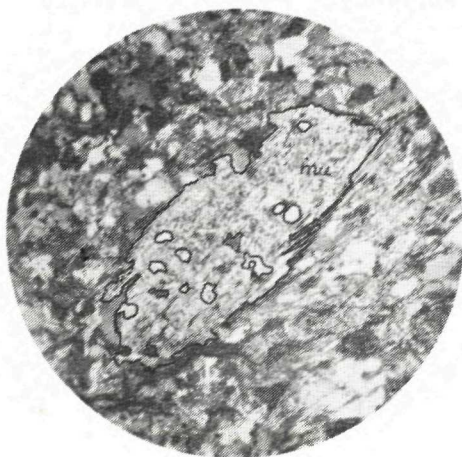
Texture: spotted-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz > biotite $\approx$ chlorite. Accessories: zircon, garnet, albite, muscovite, epidote and magnetite.

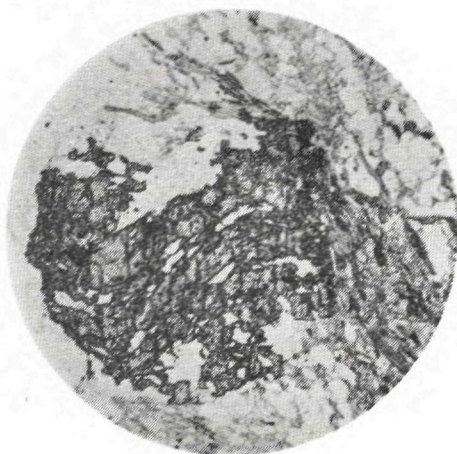
7. Spotted biotite-chlorite-albite phyllites. They are marked with high content of regional metamorphic albite, which points to their origin by transformation of graywackes (Tab. 1, Anal. Nos. 2 and 5).

Structure: spotted-schistose

Texture: porphyroblastic-lepidogranoblastic



1.



2.

Plate I

1. Snowball garnet with quartz inclusions in garnet-biotite micaschist. Northern slope of the streamlet of Hnúšfa, 350 m n. of the elevation point 390. // nicols, magn. 22×
2. Poikiloblast of contact metamorphic muscovite (mu) with regional metamorphic quartz (q) in a biotite-albite hornfels. Road-cut near the village Polom. X nicols, magn. 47×

Mineral composition: albite $\approx$ quartz > chlorite. Accessories: zircon, apatite, muscovite and magnetite.

8. Spotted biotite-quartzose phyllites have high quartz content and generated by metamorphism of pelitic and pelitic-psammitic sediments.

Structure: spotted-schistose

Texture: porphyroblastic-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz $\gg$ biotite > chlorite. Accessories: garnet, muscovite, zircon, tourmaline, epidote and magnetite.

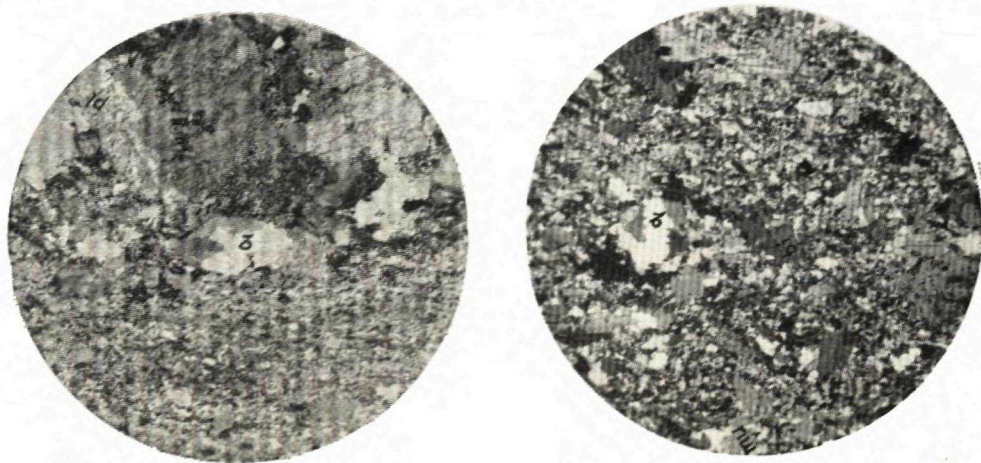
These types of contact metamorphic phyllites contain at least two and often up to four mineral generations: regional metamorphic — quartz I, chlorite I, garnet and albite I, contact metamorphic — quartz II, chlorite II, biotite, muscovite (Pl. II, Fig. 1); pneumatolytic — tourmaline-schorl, and hydrothermal — quartz III, chlorite III, epidote and albite II. The genesis of zircon and apatite is problematical. Garnet probably belongs to almandine, it forms porphyroblasts and is often replaced by biotite and/or chlorite.

Both regional and contact metamorphic chlorite have refractive indices $n_\alpha = 1.601-1.629$, $n_\gamma = 1.607-1.631$, $n_\gamma - n_\alpha = +0.002-0.006$. Hydrothermal chlorite III has refractive indices $n_\alpha = 1.613-1.628$, $n_\gamma = 1.615-1.629$, $n_\gamma - n_\alpha =$ from $+0.002$ to -0.003 . According to the Hey's 1954 diagram demonstrating the dependence of the optical constants of chlorites on their Fe total/(Fe total + Mg) ratio, chlorites I and II are ripidolites and chlorite III is brunsvigite or pycnochlorite.

Contact metamorphic biotite was formed likely by transformation of sericite and chlorite in the sense of the following equation:

$3 \text{ muscovite} + 5 \text{ ripidolite} = 3 \text{ biotite} + 4 \text{ Al-rich chlorite} + 7 \text{ quartz} + 4 \text{ H}_2\text{O}$

Unlike the greenish brown regional metamorphic biotite, contact biotite



1.

2.

Plate II

1. Porphyroblasts of contact metamorphic biotite (bi), muscovite (mu) and quartz (q) in a contact biotite phyllite. Forest road from Chyžné to the cottage Danielka. X nicols, magn. $20\times$
2. Contact of the Rimavica granite with biotite-albite hornfels. Bed of the streamlet Blh, nw. of Ratkovská Zdychava. X nicols, magn. $11\times$

Chemical and mineral composition of metamorphic rocks of the Kohút zone

Table 1

A. Chemical composition

No of anal.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	68.44	66.03	65.68	65.10	66.96	67.17	62.20	52.97	48.66	70.36
TiO ₂	0.76	0.82	0.79	0.76	0.77	0.95	0.83	1.17	0.81	0.84
Al ₂ O ₃	14.09	11.92	15.55	13.72	14.03	10.02	17.34	12.94	12.68	12.15
FeO	3.72	5.30	1.90	4.55	2.76	6.89	1.54	8.69	4.53	3.75
Fe ₂ O ₃	2.40	4.29	3.11	3.09	3.01	3.86	4.54	5.05	4.65	2.01
MnO	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.03	0.09	0.14	0.18	0.04
MgO	1.52	2.40	2.65	2.35	2.31	2.25	1.89	3.91	4.80	1.69
CaO	1.59	1.23	0.88	2.82	3.06	1.45	1.94	6.88	8.29	1.34
Na ₂ O	3.31	4.71	1.51	3.92	2.82	1.77	3.69	2.34	0.33	2.56
K ₂ O	2.13	1.48	5.26	1.92	3.08	3.16	2.09	2.69	6.33	3.13
H ₂ O —	0.13	0.14	0.13	0.18	0.16	0.12	0.14	0.27	0.20	0.15
H ₂ O +	1.49	1.60	2.11	1.29	1.19	2.20	2.69	1.78	7.72	1.55
P ₂ O ₅	0.17	0.16	0.18	0.16	0.12	0.12	0.64	0.64	0.64	0.27
	99.81	100.14	99.82	99.93	100.35	99.99	98.62	99.47	99.82	99.84

B. Mineral composition

Quartz	50	40	40	50	43	52	30	29	40	45
Muscovite	30	10	35	+	5	+	+	—	10	8
Biotite	+	5	20	20	10	43	33	35	35	18
Albite	+	23	—	+	25	—	—	+	—	25
Epidote	+	+	—	+	+	+	10	26	+	—
Chlorite	14	10	—	10	13	+	+	+	—	+
Hornblende	—	—	—	15	—	—	20	5	—	—
Garnet	+	5	+	—	+	—	—	—	—	+
Calcite	—	—	+	—	—	—	+	—	10	—
Accessories	6	7	5	5	4	5	7	5	5	4

Rock designations and localities of analysed rocks from table 1.

- | | |
|---|---|
| <p>1 — Chlorite-sericite phyllite. Exposure above the railway station Likier</p> <p>2 — Spotted chlorite-sericite-albite phyllite. Valley Repno, 500 m ne. of the elev. point 603.3</p> <p>3 — Spotted biotite-sericite phyllite. Quarry 600 m nw. of the elev. point 731 — Skalka</p> <p>4 — Spotted chlorite-hornblende-biotite phyllite. Quarry s. of the water reservoir Lubeník</p> <p>5 — Spotted biotite-chlorite-albite phyllite. Valley of Mútník, 50 m e. of the elev. point 411.0</p> <p>6 — Biotite-quartzite hornfels. Road cut Hnúšťa—Ratková, 50 m w. of the</p> | <p>elev. point 376.2 (Tab. 2/9).</p> <p>7 — Epidote-hornblende-biotite hornfels. Cut of the railway Hnúšťa—Likier, 250 m wnw. of the elev. point 319.0</p> <p>8 — Epidote-biotite hornfels. Quarry s. of the water reservoir Lubeník</p> <p>9 — Sericite-biotite hornfels with calcite. Cut of the railway Hnúšťa—Likier, 250 m wnw. of the elev. point 319.0</p> <p>10 — Muscovite-biotite paragneiss. Cut of the railway Hnúšťa—Mútník, 300 m w. of the elev. point 390.0</p> |
|---|---|

is of typical reddish brown colour and strong pleochroism: α = light brown, γ = reddish brown. Refractive indices $n_\alpha = 1.569-1.585$, $n_\gamma = 1.615-1.640$, $n_\gamma - n_\alpha = 0.048-0.056$. According to A. N. Winchell's 1951 diagram it belongs to the isomorphic series phlogopite — annit and corresponds to meroxene with $\text{Fe}^{2+}(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}) = 0.2-0.5$.

b) Contact hornfelses were found on the southeastern border of the Rimavica intrusion only, most often directly on the contact to granite or in the centre of the contact aureole, but again on the contact with the pegmatite of shoots. The common feature of all the hornfelses is uniformly granular structure and perfect or almost perfect recrystallization of regional metamorphic mineral assemblages. They consist thus only of contact minerals. They are of relatively coarser grained development and larger amount of porphyroblast of quartz, biotite, muscovite, rarely even cordierite. They are derived from regional metamorphic rocks of different chemical composition corresponding to different mineral composition. Thus we can classify the hornfelses into the following rock types:

9. Muscovite-biotite and biotite hornfelses. They have the chemical composition of pelitic rocks (Tab. 1, Anal. Nos. 6 and 9).

Structure: uniformly granular

Texture: hornfels-lepidograbolastic

Mineral composition: quartz > biotite > muscovite. Accessories: garnet, zircon, apatite, albite, chlorite, epidote and magnetite.

From regional metamorphic minerals only almandine is surviving reliably. It is, however, strongly replaced by biotite and/or chlorite. The other minerals are of contact metamorphic (quartz I, biotite, muscovite, albite, etc.) and hydrothermal (quartz II, chlorite, albite II, and epidote) origin.

10. Muscovite-biotite-albite and biotite-albite hornfelses. These rocks are marked with high albite content of contact metamorphic origin (Pl. II, Fig. 2). They might have originated by transformation of graywackes, but plagioclase could be partly of contact metasomatic origin too, as these hornfelses occur commonly close to the contact with granite.

Structure: uniformly granular

Texture: hornfels-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz $\approx$ albite $\approx$ biotite $\approx$ muscovite. Accessories: garnet, zircon, apatite, chlorite, calcite and magnetite.

Besides muscovite, all minerals are of contact metamorphic origin. Muscovite seems to be probably of contact metasomatic origin (Pl. I, Fig. 2) and was formed in the course of final phase of contact metamorphism, in the phase of cooling of the contact aureole. Similar origin of muscovite was described by M. H. Naggar and M. P. Atherton 1970. However muscovite was partly formed also by baueritization of biotite. Baueritization of biotite, sericitization of feldspars, chloritization of biotite and calcite formation are related with the hydrothermal phase of Rimavica intrusion.

11. Garnet-biotite-albite hornfelses are derived from regional metamorphic rocks with chemical composition of pelites.

Structure: uniformly granular

Texture: hornfels-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz > albite $\approx$ biotite > garnet. Accessories: muscovite, zircon, apatite, chlorite, epidote and magnetite.

Garnet in hornfelses seems to be of contact metamorphic origin. It forms poikiloblasts, which show no marks of replacement by biotite, despite of strong recrystallization of rocks owing to contact metamorphism. According to G. A. Chinner 1962, however, garnet in contact aureoles occurs very rarely and only in metamorphic rocks of very restricted chemical composition. The chemical analyses of corresponding rocks, as well as determination of garnets were not carried out, thus the origin of garnet in contact aureole of the Rimavica granite is not still quite resolved.

12. Epidote-biotite hornfelses. As regards to their chemical composition (Tab. I, Anal. Nos. 7 and 8) they are derived from regional metamorphic rocks with chemical composition of pelites contaminated by diabase tuffs. The presence of regional metamorphic hornblende replaced by contact biotite supports this interpretation (Pl. III, Fig. 1).

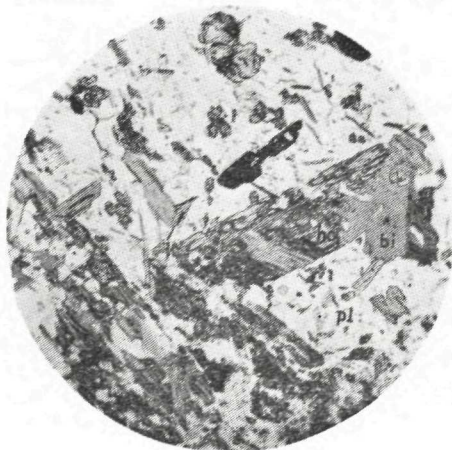
Structure: uniformly granular

Texture: glomeroblastic-hornfels

Mineral composition: quartz > biotite > epidote $\approx$ hornblende. Accessories: zircon, apatite, albite, chlorite, calcite and magnetite.

At higher content of hornblende the rocks grade into the hornblende-epidote-biotite hornfelses. Except for regional metamorphic hornblende, most of other minerals including epidote are of contact metamorphic origin, only chlorite, calcite and quartz II are hydrothermal minerals.

13. Sillimanite-cordierite hornfelses represent the highest temperature stage of contact metamorphism of the studied area. They are known only from the exposure on the east side of an unnamed streamlet, or in its bed south of Mitník, 200 m se. from the elev. point 411.0.



1.



2

Plate III

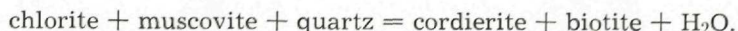
1. Porphyroblasts of hornblende (ho) replaced by contact metamorphic biotite (bi) in a contact chlorite-biotite phyllite. Quarry near the s. of the Lubeník water reservoir. X nicols, magn. 43×
2. Porphyroblasts of a contact metamorphic cordierite (cord) with inclusions of lenticular granular quartz (q) regional metamorphic origin (helicitic texture) in a sillimanite-cordierite hornfels. Valley south of Mútník, 200 m se. of the elevation point 411.0. X nicols, magn. 48×

Structure: undistinctly schistose

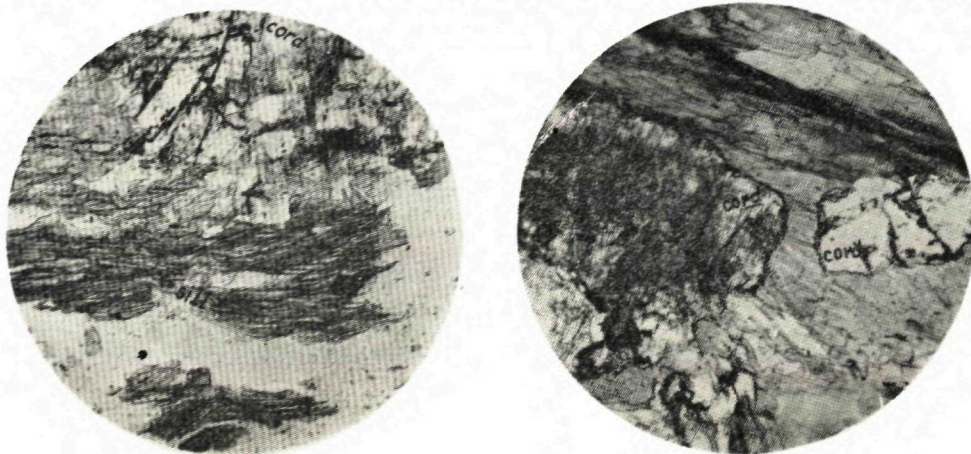
Texture: oriented-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz $\geq$ sericite > cordierite > sillimanite. Accessories: zircon, apatite, tourmaline, chlorite and limonite.

Quartz I and sericite are regional metamorphic minerals of dimensional orientation. After regional metamorphism contact one took place, displaying by the formation of quartz II, cordierite and biotite. Cordierite was generated likely by the reaction:



Its refractive indices are $n_\alpha = 1.530$ and $n_\gamma = 1.537$ corresponding to the Fe^{2+}/Mg ratio about 0.1 in its composition. It forms usually porphyroblasts up to 3 mm in size and locally contains inclusions of regional metamorphic quartz I showing hecitic texture (Pl. III, Fig. 2). Sillimanite occurs in the form of fibrolite, forming abundant sheaf-formations. It is arranged in the strike of schistosity (Pl. IV, Fig. 1) and thus reminds a regional metamorphic mineral. In the conditions of regional metamorphism this mineral can generate only in amphibolite facies and in the Kohút crystalline complex these conditions were not attained. Neither could it be created by contact metamorphism, as sillimanite appears only in the pyroxene-hornfels facies (E. Althaus 1966), which do not generate by the effect of granite intrusions. Thus it ought to have originated under special conditions at comparatively lower temperatures. According to N. S. Pitcher 1965 sillimanite may generate also by the action of pneumatolytic solutions holding F and (OH). At the same time muscovite and often also tourmaline generate. The assemblage sillimanite, muscovite and tourmaline occurs also in the studied hornfelses. It is likely that



1.

2.

Plate IV

1. Fibrous fibrolite aggregate (sill) in a sillimanite-cordierite hornfels. Valley south of Mútník, 2000 m se. of the elevation point 411.0. // nicols, magn. 55×
2. Pinitization of cordierite (cord) in a sillimanite-cordierite hornfels. Valley south of Mútník, 200 m se. of the elevation point 411.0. // nicols, magn. 43×

Photo L. Osvald

sillimanite is a product of pneumatolytic metasomatism and generated by disso-ciation of alkaline aluminosilicates, particularly of sericite. New-formed sillima-nite reprints the fabric of regional metamorphic sericite and has thus preferred orientation. A similar sequence of cordierite and sillimanite was described by M. H. Naggar and M. P. Atherton 1970 in the contact aureoles of gra-nites from Donegal. The hydrothermal phase of the Rimavica intrusion caused pinitization of cordierite (Pl. IV, Fig. 2).

14. Contact biotite and garnet-biotite micaschists and paragneisses occur on the northwestern margin of the Rimavica granite only. Macroscopically the almost do not differ from regional metamorphic micasschists and para-gneisses and also their mineral composition in the same. They are, however, more massive and contain porphyroblasts of transversal biotite and/or musco-vite at contact metamorphic origin.

Structure: undistinctly schistose

Texture: oriented-lepidogranoblastic

Mineral composition: quartz > biotite $\geq$ acid plagioclase $\geq$ garnet. Accessories: zircon, apatite, tourmaline, rutile and magnetite.

Geochemical relations in the crystalline complex of the Kohút zone

The chemical composition of regional and contact metamorphic rocks was studied on the basis of 10 main oxides analyses and 51 spectral analyses of some elements in trace concentration. Various regional and contact metamorphic rock types were analyzed, in order to reveal the geochemical development of both metamorphic processes.

According to major element representation the analyzed rocks (Tab. 1) belong to three sedimentary rock groups: to shales and sandy shale (Anal. Nos. 1, 3, 6 and 10), graywackes (Anal. Nos. 2 and 5) and shales contaminated by diabase tuffs (Anal. Nos. 7 and 8). Neither with regional nor with contact metamorphism their representation change remarkably. Analogous major ele-ment variations as they were found at different regional (Anal. Nos 1 and 10), but also at contact (Anal. 3 and 6) metamorphic rocks may be established also in the scope of the individual sedimentary rock groups. Certain changes in major element representation were found at contact metamorphic rocks only, which had been affected also by the pneumatolytic and hydrothermal phase. Sericite-biotite hornfels with calcite (Anal. No. 9) displaying at low SiO₂ rela-tively high K₂O content may serve as example. This due to potassium import during hydrothermal alteration of feldspars. Also the high CaO content is allied to the hydrothermal phase under the formation of calcite.

The relevant planimetric analyses are given along with the particular silicate analyses in table I. Comparing them some variances appear between the che-mical and mineral composition. They are conditioned by considerable rock variations on the area investigated. To a certain degree they are due even to difficulties in the determination of their mineral composition. The studied rocks are fine-grained, mineral alterations are frequent (feldspar sericitization and biotite chloritization particularly).

Trace element behaviour during regional and contact metamorphism was studied on the example of 51 spectral analyses. From the analyzed samples individual rock groups based on their premetamorphic development, charac-

teristics and intensity of metamorphism were classed. For the rock groups mean values of trace element content were calculated.

It follows from table 2, that Ga, Y, Sc, Cr and Sn contents of the studied metamorphic rocks, which originated from shales (Anal. Nos. 1, 2, 5, 6, 9, 13 and 14) regardless of the character and intensity of metamorphism are almost consistent with the mean values stated by K. K. Turekian — K. H. We-

Trace element content (in ppm) of metamorphic rocks of the Kohút zone

Table 2

No of rock group	B	Ga	Y	Sc	Zr	Cr	V	Ba	Sr	Number of ana- lyses
sericite and sericite- chlorite phyllites	34	21	26	14	320	98	206	1280	173	n=6
muscovite-biotite and biotite phyllites	12	27	13	13	284	78	162	1520	302	n=5
sericite metaquartzites	20	23	11	17	298	132	297	2400	78	n=2
metagraywackes	5	17	—	12	27	88	102	880	229	n=2
biotite and garnet- biotite micaschists and gneisses	34	28	126	10	319	104	126	1265	185	n=5
spotted biotite-chlorite and chlorite-biotite phyllites	6	20	9	12	235	82	134	1250	218	n=7
spotted biotite-chlorite- albite phyllites	—	19	22	20	575	162	209	810	690	n=1
spotted biotite- quartzose phyllites	5	17	8	19	330	82	128	449	248	n=4
muscovite-biotite and biotite hornfelses	5	21	16	10	316	78	107	1587	207	n=6
muscovite-biotite-albite and biotite-albite hornfelses	5	20	19	16	198	108	183	1235	270	n=4
garnet-biotite-albite hornfelses	6	22	11	124	300	81	145	1160	311	n=2
epidote-biotite hornfelses	—	24	37	26	309	117	293	1720	532	n=2
sillimanite-cordierite hornfelses	10	20	—	13	380	107	140	978	346	n=2
contact biotite and garnet-biotite micaschists and paragneisses	20	27	21	10	367	86	97	1968	182	n=3
mean content after K. K. Turekian and K. H. Wedepohl 1961 for comparison	100	19	26	13	160	90	138	580	300	

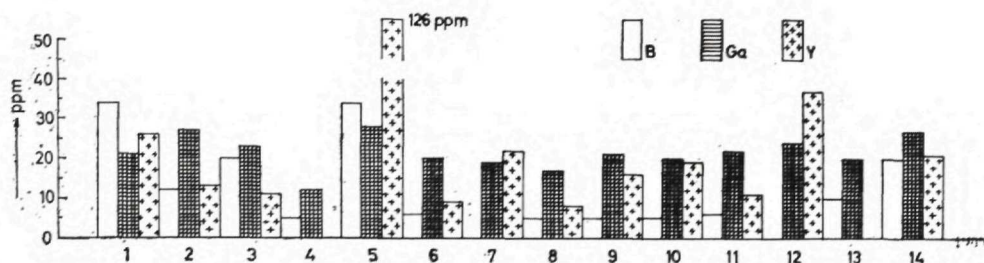


Fig. 3. B, Ga and Y variations in ppm in regional and contact metamorphic rocks from the Kohút zone of the rock groups in Tab. 2, Nos. 1—14

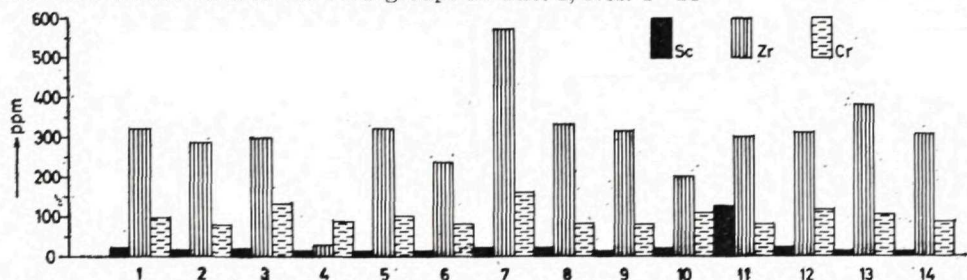


Fig. 4. Sc, Zr and Cr variations in ppm in metamorphic rocks from the Kohút zone of the rock group in Tab. 2, Nos. 1—14

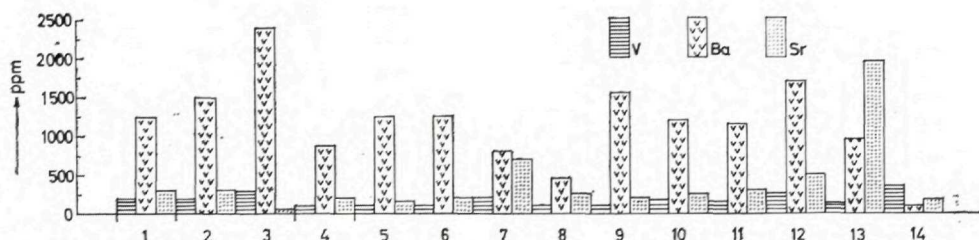


Fig. 5. V, Ba and Sr variations in ppm in metamorphic rocks from the Kohút zone of the rock groups in Tab. 2, Nos. 1—14

de pohl 1961 for pelites. With Zn and Ba this work show one or twofold increase being of general nature and applying at different regional and contact metamorphic rock types. According to our observations both regional and contact metamorphism in the Kohút crystalline complex were isochemical processes. Only pneumatolytic and hydrothermal alteration had allochemical character.

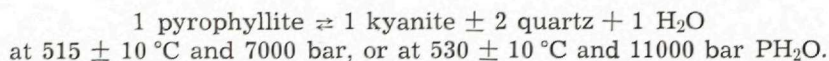
Conditions of contact metamorphism in the aureole of the Rimavica granite

It is known that the character of contact metamorphism depends on several factors, particularly on the chemical nature of the magma, its temperature,

its total thermal capacity, the depth and mode of the intrusion as well as on the chemical composition and petrographical nature of the adjacent rocks. This dependence is reflected also in the development of the contact metamorphic rocks of the Rimavica granite.

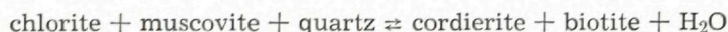
The Rimavica granite is of acid nature ($\text{SiO}_2 = 70.35\text{--}73.96\%$), with comparatively high alkali content ($\text{Na}_2\text{O} = 3.08\text{--}5.34\%$ and $\text{K}_2\text{O} = 3.34\text{--}4.41\%$). H. G. F. Winkler 1967 assumes for these types of magmas intrusive temperature of about 700°C .

The development of contact metamorphic rocks was influenced by the fact that regionally already metamorphosed complex was affected by contact metamorphism. Regional metamorphism took place under conditions of greenschist facies, but did not reach the conditions of kyanite zone, which according to E. Althaus 1969 may originate from pyrophyllite in sense of the equation:



Approximately the same temperatures but lower pressures were active also during contact metamorphism. This is the reason why some regional metamorphic minerals were stable during contact metamorphism and were surviving in contact metamorphic rocks.

The highest temperature contact mineral of the investigated area is cordierite. It appears directly on the contact with granite and generated likely by the reaction:



The equilibrium conditions of this reaction were studied by A. Hirschberg — H. G. F. Winkler 1968, who stated the equilibrium data:

$505 \pm 5^\circ\text{C}$ at 500 bar PH_2O ;

$515 \pm 5^\circ\text{C}$ at 1000 bar PH_2O ;

$525 \pm 5^\circ\text{C}$ at 2000 bar PH_2O .

Considering the depth in which these conditions were reached in our case, we must start from the notion of J. C. Jaeger 1957. In his sense the intruding magma heats the adjacent rocks directly on the contact only on a temperature corresponding approximately to $\frac{2}{3}$ of its own temperature. On the contact overheating of the rock took place, which may be expressed as follows:

$$\text{overheating} = \text{crystalization temperature} + \text{TN.}$$

TN is the temperature of the rock prior the intrusion, and depends on depth and the geothermal gradient. According to H. Schneiderhöhn 1961 the usual depth of intrusions is 3—8 km, however, shallower and deeper intrusions are also known. A depth of 3—8 km corresponds to pressures of 800—2000 bar. Applying these data to our conditions and calculating with an intrusive temperature of 700°C and geothermal gradient of $30^\circ\text{C}/1 \text{ km}$, than directly on the contact the adjacent rock was overheated to $460 + \text{TN}$, i.e. at a depth of 2 km to 520°C at a pressure of 500 bar, and at 3 km to 550°C at 800 bar PH_2O . It may be deduced that the Rimavica intrusion was not deeper than 2—3 km at

pressures of 500—800 bar. The crystallization temperature was decreasing with the distance from the contact, hence several regional metamorphic minerals like garnet, biotite, chlorite, and even quartz were at lower temperatures of contact metamorphism preserved as stable phases. One of typical features of contact metamorphism of the Kohút zone is the fact that it took place mostly in several phases; besides the thermal and injection-metasomatic effect it displayed also by the penetration of pneumatolytic solutions and metasomatic formation of fibrolite, muscovite and pneumatolytic tourmaline and finally it was terminated by the hydrothermal phase. Its product is the sericitization of feldspar, chloritization of biotite or garnet, pinitization of cordierite, formation of quartz, albite etc.

Doručené 28. 1. 1977

Odporučil M. Palivcová

Translation L. Mináriková

REFERENCES

- Althaus E. 1966: In G. H. F. Winkler 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Althaus E. 1969: Das System Al_2O_3 — SiO_2 — H_2O . Experimentelle Untersuchungen und Folgerungen für die Petrogenese der metamorphen Gesteine. N. Jb. Min., 111, 1, pp. 74—100. Stuttgart.
- Böckh H. 1907: Beiträge zur Gliederung der Ablagerungen des Szepes-Gömörer Erzgebirges. Jb. Kön. ung. geol. Reichsanstalt. Budapest.
- Chinner G. A. 1962: Almandine in thermal aureoles. Petrology, 3, 2, pp. 316—318. Oxford.
- Hey M. H. 1954: In A. Dudek — F. Fediuk — M. Palivcová 1962: Petrografické tabulky. Nakl. ČSAV. Praha.
- Hirschberg A. — Winkler H. G. F. 1968: Stabilitätsbeziehung zwischen Chlorit, Cordierit und Almandin bei der Metamorphose. Contr. Min. Petrology, 18, pp. 17—32. Berlin, Heidelberg, New York.
- Jaeger J. C. 1957: In H. G. F. Winkler 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Kamenický J. 1968: In M. Maheľ — T. Buday et al.: Regional geology of Czechoslovakia, part II. Academia. Praha.
- Kamenický J. — Hovorka D. 1972: Textures of pre-Tertiary eruptive and metamorphic rocks of the West Carpathians. Acta geol. et geogr. univ. Comen., 24, pp. 1—407. Bratislava.
- Kamenický J. — Štol J. 1970: The nature of contact metamorphism of the mesozoic of the Banská Štiavnica elevation. Acta geol. et geogr. univ. Comen., 19, pp. 109—128. Bratislava.
- Kužvart M. 1956: Geologické a petrografické pomery maskových ložisek a jejich okolí u Hnúšťa na Slovensku. Sbor. Ústř. úst. geol., 22, pp. 145—195. Praha.
- Lehotský I. 1968: In M. Maheľ — T. Buday et al.: Regional geology of Czechoslovakia, part II. Academia. Praha.
- Máška M. — Zoubek V. 1950: Tectonic Development of Czechoslovakia, Nakl. ČSAV. Praha.
- Mišík M. 1953: Geologické pomery územia medzi Jelšavou a Štítnikom. Geol. Zbor. SAV, 4, 3—4, pp. 557—587. Bratislava.
- Naggar M. H. — Atherton M. P. 1970: The composition and metamorphic history of some aluminium silicate-bearing rocks from the aureoles of the Donegal granites. J. Petrology, 11, 3, pp. 549—589. Oxford.
- Nemčok A. 1953: Geologická stavba oblasti medzi Rimavskou Baňou a Sirkom. Geol. Zbor. SAV, 4, 3—4, pp. 589—622. Bratislava.
- Ondrušová S. 1968: Charakteristika granátov metamorfovaných hornín v oblasti Hnúšte. Undergraduate work, Fac. Nat. Sci. Univ. Comen. Bratislava.

- Pitcher W. S. 1965: In W. S. Pitcher — G. V. Flynn: Controls of metamorphism, pp. 327—341. Oliver and Boyd, Edinburgh, London.
- Schneiderhöhn H. 1961: In H. G. F. Winkler 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Šuf J 1937: Zpráva o nálezistích užitečných nerostů v okolí Hnúšti na Slovensku se zvláštním zřetelem ku geologickým poměrům této oblasti. Ban. Svět, 2—4, pp. 22—46. Praha.
- Turekian K. K. — Wedepohl K. H. 1961: Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geol. Soc. Amer. Bull., 72, 175. New York.
- Vitális S. 1908: Beiträge zur Geologie des Gebietes zwischen Rima- u. Nagybalogbach. Jb. Kön. ung. geol. Reichsanstalt, pp. 52—62. Budapest.
- Vrána S. 1964: Petrogenéza veporidného kryštalinika v okolí Slavošoviec. Geol. Práce. Správy, 33, pp. 5—29. Bratislava.
- Winchell A. N. 1951: In W. E. Tröger 1959: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Stuttgart.
- Winkler H. G. F. 1967: Die Genese der metamorphen Gesteine. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Kontaktný metamorfizmus v aureole rimavického granitu

V juhovýchodnej časti pásma Kohúta centrálnych Západných Karpát vystupuje jazykovitá intrúzia leukokratného granitu, ktorý budeme volať *rimavickým granitom*. V jeho plášti vystupuje regionálne metamorfované súvrstvie, ktoré na styku s granitom postihla kontaktná premena. Šírka kontaktnej aureoly, ale aj kontaktný metamorfný účinok jazykovitej intrúzie sú v jej podloží a nadloží rozdielne. V podloží sa kontaktná premena viaže len na úzku prikontaktnú zónu, v ktorej sa okrem kontaktných termických účinkov uplatnili aj injekčnometasomatické procesy. Na proti tomu v nadložnej časti jazykovitej intrúzie mala kontaktná premena izochemický charakter a uplatnila sa až v šírke 3 km.

Aj keď je kontaktná premena v kohútskom kryštaliniku známa už dávnejšie (spomína ju napr. H. Böckh 1907, S. Vitális 1908, J. Šuf 1937, M. Mišík 1953, A. Nemček 1953, M. Kužvart 1955, S. Vrána 1964 a i.), chýba ucelený obraz o petrografickom vývoji kontaktných metamorfítov a podmienkach ich vzniku. Vyníť túto medzeru sa pokúšame v tejto práci.

Geologická stavba pásma Kohúta

Pásmo Kohúta je najjužnejšou tektonickou jednotkou veporíd. Z oboch strán, severozápadnej a juhovýchodnej, je ohraničené tektonicky, na severozápade ho oproti kráľovohorskému pásmu veporíd obmedzuje muránsky zlom a z juhovýchodu je naň pozdĺž lubeníckej línie nasunutá najjužnejšia tektonická jednotka centrálnych Západných Karpát, gemeridy. Na stavbe kohútskeho pásma sa zúčastňuje viac stratigrafických celkov, najmä kryštalinikum, sedimenty vrchného karbónu, permu a obalového mezozoika (séria foederata).

Kryštalinikum tvoria kryštalické bridlice a granitoidy. Má stavbu antiklinória, sformovaného hlavne za kriedového vrásnenia (mediteránna fáza).

Kryštalické bridlice mali flyšoidný vývoj a tvorilo ich súvrstvie ílovitých a ílovito-piesčitých bridlíc s polohami pieskovec, drôb a s ojedinelými vložkami bituminóznych bridlíc a karbonátov. Syngenetickým členom sedimentárneho súvrstvia sú aj submarinné výlevy diabázov a drobné intrúzie peridotitov. Regionálna premena toto súvrstvie zmenila na rozličné typy fylitov, svorov a pararúl, resp. na amfibolity a serpentinity. Náhlady na jeho vek nie sú jednotné; M. Mášková — V. Zoubek (1961) ho pokladajú za jednotný stratigrafický celok (kohútska séria) mladoproterozoického veku. K tomuto náhladu sa prikláňa aj J. Kamenický (in M. Maheľ —

T. Buday et al. 1968), ktorý ho premenoval na kokavskú sériu. Naproti tomu I. Lehotský (1961) pokladá slabo metamorfované súvrstvie fylitov a svorov (hlado-morná séria) juhovýchodného okraja kohútskeho pásma za mladší člen kohútskeho kryštalinika a uvažuje o jeho príslušnosti do devónu až spodného karbónu.

Granitoidy majú v tomto pásme zložitý vývoj a patria k viacerým petrografickým typom; síhlianskemu granodioritu, granitu a granodioritu veporského typu, injekčnometasomatickému granodioritu, rimavickému granitu a pod. Rimavický granit sa vyznačuje leukokratným charakterom, drobným a rovnomerne zrnitým vývojom a masívnou textúrou. Miestami obsahuje porfyroblasty metasomatického mikroklinu, čím nadobúda porfyrický charakter. Je magmatického pôvodu a predstavuje pravdepodobne samostatnú fázu intrúzie variskeho plutonizmu. Tá mala jazykovitý charakter a nastala od juhovýchodu. S. Vrána (1964) uvažuje o možnosti alpínskeho veku rimavickej intrúzie. Rimavický granit kontaktne metamorfuje už regionálne premenené súvrstvie; kontaktná premena nepostihuje sedimenty permu a vrchného karbónu, okrem toho je granit miestami alpínsky mylonitizovaný, z čoho vychodí, že má veľmi pravdepodobne spodnokarbónsky vek.

Rimavický granit vystupuje v juhovýchodnej časti kohútskeho pásma a v priestore medzi Českým Brezovom a Čiernou Lehotou vytvára dva menšie masívy a niekoľko drobných výskytov, ktoré naznačujú spojenie týchto masívov v hĺbke.

Styk granitu s plášťom bol pôvodne intruzívny, ale dnes, hlavne v severozápadnej časti, je prevažne tektonický. Smer tejto intrúzie bol na juhovýchode konkordantný a na severozápade často diskordantný na bridličnatosť plášťa. To sa prejavilo v odlišnom kontaktnometamorfnom účinku tejto intrúzie. Na juhovýchode telesa je len termický účinok (konkordantná metamorfóza), ale na severozápade sa okrem tepelného účinku táto intrúzia prejavila aj injekčnometasomatickým prenikaním aplítov a pegmatitov za vzniku migmatitov (diskordantná metamorfóza). Jazykovitý spôsob intrúzie s miernym úklonom na JV sa prejavil aj v rozličnej šírke kontaktnej aureoly, ktorá sa na severozápade obmedzuje len na niekoľko desiatok metrov a na juhovýchode dosahuje šírku až 3 km.

Petrografia kryštalinika pásma Kohúta

A. Regionálne metamorfity najbližšieho okolia kontaktnej aureoly zastupuje skupina fylitov a skupina svorov a pararúl.

a) Skupina fylitov s polohami sericitických kvarcitov a metadrôb je len pri juhovýchodnom okraji rimavického granitu, a to nielen pri vonkajšom okraji kontaktnej aureoly, ale aj uprostred kontaktného dvora. Sú to jemnozrnné a tenkobridličnaté horniny svetlosivej, sivej, sivozelenkavej až tmavosivej farby. Často majú zachovanú pôvodnú vrstvositosť. Bridličnatosť je priečna alebo vrstvomá. Najčastejšie ich tvorí kremeň, sericit, chlorit a biotit, často aj granát. V závislosti od pôvodného chemického zloženia a intenzity regionálnej premeny možno v tejto skupine vyčleniť:

1. *Sericitické a sericiticko-chloritické fylity*. Vznikli počiatočnou regionálnou premenou ílovitých bridlíc (Tab. 1, Anal. No. 1).

Textúra je tenkobridličnatá, štruktúra pásikovo-lepidogranoblastická, min. zloženie je kremeň > chlorit $\approx$ sericit, akcesórie sú biotit, granát, albit, epidot a magnetit.

S pribúdaním kremeňa tieto horniny prechádzajú do sericiticko-chloriticko-kremenných fylitov a s pribúdaním granátu do granaticko-chloritických fylitov, v ktorých sa už často objavuje aj biotit.

2. *Muskoviticko-biotitické a biotitické fylity*. Aj ony vznikli premenou ílovitých bridlíc, ale pri relatívne vyššej teplote. Textúra je bridličnatá, štruktúra pásikovo-lepidogranoblastická, min. zloženie je kremeň > biotit $\geq$ muskovit, akcesóriou je granát, albit, epidot, turmalín a magnetit.

3. *Sericitické metakvarcity*. Sú metamorfovanými produktmi pieskovcov. Textúra je bridličnatá, štruktúra usmernená lepidogranoblastická, minerálne zloženie je: kremeň $\gg$ sericit, akcesóriami sú chlorit, turmalín a magnetit.

4. *Metaďroby*. Majú povahu anchimetamorfovaných hornín s dominujúcimi znakmi sedimentov. Textúra je lavicovitovrstvovitá, štruktúra psamiticko-lepidogranoblastická minerálne zloženie je: kremeň $>$ albit, s vedľajším zastúpením sericitu alebo chloritu, akcesóriami sú turmalín a magnetit.

S výnimkou pneumatolytického turmalínu (skorylu) sú všetky minerály regionálnometamorfného pôvodu, a preto sú, najmä sericit a chlorit, tvarovo usporiadané.

b) Skupina savorov a pararúl vystupuje len pri severozápadnom okraji rímskeho granitu, často spolu s migmatitmi. K jej hlavným minerálom patrí kremeň, biotit, kyslý plagioklas a granát. Podľa ich obsahu v tejto skupine rozoznávame:

5a) *biotitické a granatisko-biotitické svory* s akcesorickým až vedľajším zastúpením kyslého plagioklasu a

5b) *biotitické a granatisko-biotitické pararuly* s podstatným zastúpením kyslého plagioklasu.

Ostatné znaky majú tieto horniny spoločné. Textúra je bridličnatá, štruktúra usmernená lepidogranoblastická, minerálne zloženie je: kremeň $>$ biotit $\approx$ kyslý plagioklas $\approx$ granát, akcesóriami sú zirkón, apatit, turmalín, rutil a magnetit.

Granát je zastúpený almandínom a najčastejšie tvorí porfyroblasty vystupujúce v drobnozrnej kremenno-plagioklasovej hmote (Pl. I, Fig. 1). V niektorých horninách aj chýba a na jeho mieste je muskovit. S výnimkou turmalínu (skorylu), sú všetky minerály regionálnometamorfného pôvodu. Ako vychodí z minerálneho zloženia, pararuly a svory vznikli z ílovitých a ílovito-piesčitých sedimentov (Tab. 1, Anal. No. 10).

B. *Kontaktné metamorfity* vznikli z už regionálne metamorfovaných hornín. Kontaktné sa premenili v podmienkach fácie albitovo-epidotických a amfibolických rohovcov. Podľa intenzity kontaktnej premeny, ale aj závislosti od ich pôvodného zloženia možno v tejto skupine vyčleniť tri horninové skupiny: škvrnité fylity, kontaktné rohovce, kontaktné svory a pararuly.

a) *Škvrité fylity* majú ešte reliktné dominujúce znaky regionálne metamorfovaných hornín. To znamená, že si zachovali bridličnatú textúru a tvoria ich minimálne dve generácie minerálov, a to regionálnometamorfné a kontaktné. Regionálnometamorfné minerály sú tvarovo usporiadané a podmieňujú vývoj bridličnatej textúry. Naproti tomu kontaktné minerály, hlavne biotit a muskovit, tvoria často porfyroblasty alebo sa zoskupujú do glomeroblastov a makroskopicky sa prejavujú tmavými alebo svetlými škvrnami. Porfyroblastický vývoj má často aj kontaktnometamorfný kremeň. Porfyroblasty biotitu a muskovitu sú plochami (001) často priečne orientované na bridličnatosť. Sú dierkované a obsahujú inklúzie regionálne metamorfovaného kremeňa alebo albitu. Podľa minerálneho zloženia patria k nasledujúcim typom:

6. *Škvrité biotitisko-chloritické a chloritisko-biotitické fylity*. Chemickým zložením zodpovedajú ílovitým bridliciám (Tab. 1, Anal. No. 3.) Majú škvrnito-bridličnatú textúru, škvrnito-lepidogranoblastickú štruktúru, minerálne zloženie je: kremeň $>$ biotit $\approx$ chlorit, akcesóriami sú zirkón, granát, albit, muskovit, epidot a magnetit.

7. *Škvrité biotitisko-chloritisko-albitické fylity*. Vyznačujú sa vysokým obsahom regionálnometamorfného albitu, ktorý poukazuje na to, že vznikli premenou živcových drôb. Textúra je škvrnito-bridličnatá, štruktúra porfyroblasticko-lepidogranoblastická, minerálne zloženie je: albit $\approx$ kremeň $>$ chlorit, akcesóriami sú zirkón, apatit, muskovit a magnetit.

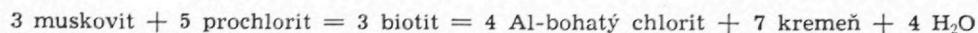
8. *Škvrité biotitisko-kremenné fylity* majú vysoký obsah kremeňa a vznikli premenou ílovito-piesčitých a piesčitých sedimentov. Majú škvrnito-bridličnatú tex-

túru, porfýroblasticko-lepidogranoblastickú štruktúru, minerálne zloženie kremeň > biotit > chlorit, akcesórie granát, muskovit, zirkón, apatit, turmalín, epidot a magnetit.

Kontaktne metamorfované fylity uvedených typov sa skladajú minimálne z dvoch a často aj zo štyroch generácií minerálov: regionálnometamorfných (kremeň I, chlorit I, granát a albit II), kontaktnotermických (kremeň II, chlorit II, biotit a muskovit; Pl. II, Fig. 1), pneumatolytického turmalínu (skorylu) a hydrotermálnych (kremeň III, chlorit III, epidot a albit II). Genéza zirkónu a apatitu je sporná, mohli by byť regionálnometamorfného aj kontaktného pôvodu. Granát je zastúpený almandínom, tvorí poikiloblasty s kremeňom I a často ho zatláča kontaktnometamorfný biotit alebo hydrotermálny chlorit.

Regionálnometamorfný chlorit I má indexy lomu: $n_\alpha = 1,601-1,629$, $n_\gamma = 1,607-1,631$, dvojlom $n_\gamma - n_\alpha = +0,002-0,006$, charakter minerálu +. Naproti tomu hydrotermálny chlorit II má indexy lomu: $n_\alpha = 1,613-1,628$, $n_\gamma = 1,615-1,629$, dvojlom $n_\gamma - n_\alpha$ od $+0,002$ do $-0,003$. Podľa diagramu M. H. Heya (1954), ktorý vyjadruje závislosť optických konštánt chloritov od pomeru $Fe^{2+} + Fe^{3+}$ ($Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mg$), je chlorit I ripidolitom a chlorit II brunsvigitom až pyknochloritom.

Kontaktnometamorfný biotit pravdepodobne vznikol premenou setricitu a chloritu podľa rovnice



Na rozdiel od zeleného regionálnometamorfného biotitu má kontaktný biotit typickú červenohnedú farbu a silný pleochroizmus: α = bledohnedá, γ = červeno-hnedá. Index lomu $n_\alpha = 1,569-1,586$, $n_\gamma = 1,615-1,65$, dvojlom $n_\gamma - n_\alpha = 0,048-0,056$. Podľa diagramu A. N. Winchella (1951) patrí izomorfnému radu flogopit – annit a zodpovedá meroxénu s Fe^{2+} ($Fe^{2+} = Mg$) = $0,2-0,5$.

Kontaktné rohovce boli spozorované len na juhovýchodnom okraji rimavickej intrúzie, najčastejšie bezprostredne na kontakte s granitom alebo aj uprostred kontaktného dvora, ale opäť na kontakte s apofýzou pegmatického granitu. Spoločným znakom všetkých rohovcov je všesmerne zrnitá textúra a dokonalá alebo takmer dokonalá rekryštalizácia regionálnometamorfných minerálov. Tvoria ich preto len kontaktné alebo takmer len kontaktné minerály. Majú relatívne hrubozrnný vývoj a časté porfýroblasty kremeňa, biotitu, muskovitu, ojedinele aj cordieritu. Vznikli z regionálnych metamorfitov rozličného zloženia, a preto aj pri rovnakých podmienkach vzniku majú rozdielne minerálne zloženie. Podľa neho vyčleňujeme:

9. *Muskoviticko-biotitické a biotitické rohovce.* Majú chemické zloženie ílovitých sedimentov (Tab. 1, Anal. No. 6 a 9). Textúra je všestranne zrnitá, štruktúra rohovcovo-lepidogranoblastická, minerálne zloženie je: kremeň > biotit > muskovit, akcesóriami sú granát, zirkón, apatit, albit, chlorit, epidot a magnetit.

Z regionálnometamorfných minerálov sa zachoval len almandín, silne ho zatláča biotit alebo hydrotermálny chlorit. Ostatné minerály sú kontaktnometamorfného (kremeň I, biotit, muskovit, albit a pod.) a hydrotermálneho (kremeň II, chlorit, albit II a epidot) pôvodu.

10. *Muskoviticko-biotiticko-albitické a biotiticko-albitické rohovce.* Vyznačujú sa bohatým obsahom albitu kontaktnometamorfného pôvodu (Pl. II, Fig. 2). Mohli vzniknúť premenou živcových drôb, ale časť plagioklasu môže byť aj kontaktnometasomatického pôvodu, lebo tieto rohovce vystupujú najčastejšie na styku s granitom. Majú všesmerne zrnitú textúru, rohovcovo-lepidogranoblastickú štruktúru, minerálne zloženie kremeň $\approx$ albit $\approx$ biotit $\approx$ muskovit, akcesórie sú granát, zirkón, apatit, chlorit, kalcit a magnetit.

Okrem kontaktnometasomatického muskovitu sú všetky minerály kontaktnotermického pôvodu (Pl. I, Fig. 2). Kontaktnometasomatický muskovit opísal aj M. H. Naggara a M. P. Atherton (1970). Časť muskovitu vznikla aj baueritizáciou

biotitu. Baueritizácia biotitu, sericitizácia živcov, chloritizácia biotitu a vznik kalcitu sú produktom hydrotermálnej fázy rimavickej intrúzie.

11. *Granaticko-biotiticko-albitické rohovce*. Vznikli z regionálnych metamorfitov chemického zloženia ílovitých bridlíc. Textúra je všesmerne zrnitá, štruktúra rohovo-lepidogranoblastická, minerálne zloženie je: kremeň > albit $\approx$ biotit > granát, akcesóriami sú muskovit, zirkón, apatit, chlorit, epidot a magnetit.

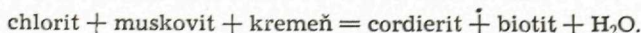
Granát v rohovcoch je blízky almandínu a zdá sa, že je kontaktnometamorfný. Tvorí poikiloblasty, ktoré nemajú znaky zatlačovania biotitom, a to ani v silne kontaktne rekryštalizovaných horninách. Podľa G. A. Chinnera (1962) vystupuje granát blízky almandínu len veľmi zriedkavo v kontaktnej aureole, a to len v horninách osobitného chemického zloženia.

12. *Epidoticko-biotitické rohovce*. Ako vyplýva z ich chemického zloženia (Tab. I, Anal. Nos. 7 a 8), vznikli z metamorfitov chemického zloženia ílovitých bridlíc s kontaminovaných diabázovými tufmi. Túto interpretáciu podporuje najmä regionálne metamorfovaný amfibol, ktorý je zatlačaný kontaktnometamorfným biotitom (Pl. III, Fig. 1). Textúra je všesmerne zrnitá, štruktúra glomeroblasticko-rohovcová, minerálne zloženie je: kremeň > biotit > epidot $\approx$ obyčajný amfibol, akcesóriami sú zirkón, apatit, albit, chlorit, kalcit a magnetit.

Pri väčšom zastúpení amfibolu možno hovoriť aj o amfibolicko-epidoticko-biotitických rohovcoch. S výnimkou regionálnometamorfného amfibolu ostatné minerály vrátane klintozoitu sú kontaktnometamorfného pôvodu. Chlorit, kalcit a kremeň II sú hydrotermálnymi minerálmi.

13. *Sillimaniticko-cordieritické rohovce* sú produktom najvyššie temperovaného štádia kontaktnej premeny v študovanom území. Poznáme ich len z odkryvu na ľavom brehu nepomenovaného potoka a v jeho koryte južne od Mútnika 200 m juhovýchodne od kóty 411,0. Textúra je nezreteľne bridličnatá, štruktúra usmernená lepidogranoblastická, minerálne zloženie je: kremeň $\approx$ sericit > cordierit > sillimanit, akcesóriami sú zirkón, apatit, turmalín, chlorit a limonit.

Kremeň I a sericit sú regionálnometamorfnými minerálmi a sú tvarovo usporiadané. Po regionálnej premene sa uplatnila kontaktná metamorfóza, ktorá sa prejavila vznikom kremeňa II, cordieritu a biotitu. Cordierit vznikol pravdepodobne podľa reakcie



Má indexy lomu $n_x = 1,530$ a $n_y = 1,533$, zodpovedajúce 10–13 % Fe-podielu v jeho zložení. Tvorí najčastejšie porfýroblasty veľkosti do mm a obsahuje početné uzavreniny regionálnometamorfného kremeňa I predĺženého v smere bridličnatosti (Pl. III, Fig. 2). Sillimanit vystupuje vo forme vláknitého fibrolitu, tvorí najčastejšie snopčekovité útvary a je usporiadaný v smere bridličnatosti (Pl. IV, Fig. 1), a tým pripomína regionálnometamorfný minerál. Pri regionálnej metamorfóze môže tento minerál vzniknúť až v sillimanitovo-almandínovo-ortoklasovej subfácii, ale takéto podmienky v kohútskom kryštaliniku neboli. Nemohol vzniknúť ani kontaktnou premenou, lebo pri nej vzniká sillimanit až vo fácií ortoklasovo-cordieritických rohovcov (E. Althaus 1966), ktoré účinkom granitických intrúzií nevznikajú. Musel teda vzniknúť za osobitných podmienok, pri relatívne nižšej teplote. Podľa W. S. Pitschera (1965) môže sillimanit vzniknúť aj pôsobením pneumatolytických roztokov, keď obsahujú F a (OH). Potom sa súčasne tvorí aj muskovit a často aj turmalín. Asociácia sillimanit, muskovit a turmalín vystupuje aj v rohovcoch, ktoré sme skúmali. Je teda veľmi pravdepodobné, že sillimanit je tu produktom pneumatolytickej metasomatózy a vznikol disociáciou alkalických alumosilikátov, najmä sericitu. Novovznikajúci sillimanit preberal stavbu regionálnometamorfného sericitu, a preto je tvarovo usporiadaný. Podobnú následnosť cordieritu a sillimanitu

konštatoval aj M. H. Naggar a M. P. Atherton (1970) z kontaktnej aureoly granitu Donegalu. Hydrotermálna fáza rimavickej intrúzie sa prejavila pinitizáciou cordieritu.

14. *Kontaktne biotitické a granatiko-biotitické pararuly* vystupujú len pri severo-západnom okraji rimavického granitu. Makroskopicky sa od regionálne metamorfovaných svorov a pararúl takmer neodlišujú a aj ich minerálne zloženie je temer rovnaké. Sú však masívnejšie a obsahujú porfyroblasty priečného biotitu alebo muskovitu, ktoré sú kontaktnometamorfného pôvodu. Majú nezreteľne bridličnatú textúru, usmernenú lepidogranoblastiekú štruktúru.

Minerálne zloženie kremeňa > biotit $\approx$ kyslý plagioklas $\geq$ granát, akcesórie sú zirkón, apatit, turmalín, rutil a magnetit.

Geochemické pomery

Chemické zloženie regionálnych a kontaktných metamorfítov sme sledovali na príklade 10 silikátových a 51 spektrálnych analýz. Analyzovali sme rozličné typy regionálnych a kontaktných metamorfítov, aby sme poznali geochemický vývoj oboch metamorfných procesov.

Podľa zastúpenia makroelementov patria analyzované horniny (Tab. 1) do troch skupín sedimentárnych hornín — ílovitých a ílovito-piesčitých bridlíc (Anal. Nos. 1, 3, 6 a 10), drôb (Anal. Nos. 2 a 5) a ílovitých bridlíc kontaminovaných diabázovými tufmi (Anal. Nos. 7 a 8). Ich chemické zloženie sa pri regionálnej ani pri kontaktnej premene markantnejšie nemení. Podobné variácie makroprvkov, aké pozorujeme pri rozličných regionálnych (Anal. Nos. 1 a 10), ako aj kontaktných (Anal. Nos. 3 a 63) metamorfitoch, možno pozorovať aj v rámci jednotlivých skupín sedimentárnych hornín. Isté zmeny v zastúpení makroprvkov sú len pri kontaktných metamorfitoch, ktoré postihla aj pneumatolytická a hydrotermálna premena spätá s rimavickou intrúziou. Takýmto príkladom je sericitiko-biotitický rohovec s kalcitom (Anal. No 9), ktorý pri nízkom obsahu SiO_2 má pomerne vysoký obsah K_2O . Spôsobil ho prínos kálie pri hydrotermálnej premene živcov. Aj vysoký obsah CaO je spätý s hydrotermálnou fázou za vzniku kalcitu.

Správanie sa stopových prvkov pri regionálnej a kontaktnej premene sme sledovali na príklade 51 spektrálnych analýz. Zo vzoriek sme vytvorili skupiny, a to podľa ich predmetamorfného vývoja a intenzity premeny. Pre niektoré horninové skupiny sme vypočítali priemerné hodnoty zastúpenia stopových prvkov, iné vyjadrujeme len na príklade jednej alebo dvoch analýz.

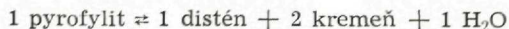
Ako vyplýva z tab. 2, je obsah Ga, Y, Sc, Cr a Sn študovaných metamorfítov vzniknutých z ílovitých bridlíc (Anal. Nos. 1, 2, 5, 6, 9, 13 a 13), a to bez ohľadu na charakter a intenzitu ich premeny, takmer zhodný s priemernými hodnotami ílovitých sedimentov, ktoré udáva K. K. Turekian — K. H. Wedepohl (1961). Pri Zr a Ba možno v horninách pozorovať až dvojnásobné zvýšenie, ale to má všeobecný charakter a uplatňuje sa v rozličných typoch regionálnych a kontaktných metamorfítov. Podľa našich pozorovaní bola regionálna a kontaktnotermitická premena v kohútskom kryštaliniku izochemická. Alochemický charakter mala len pneumatolytická a hydrotermálna premena.

Podmienky kontaktnej metamorfózy v aureole rimavického granitu

Ako je známe, charakter kontaktnej premeny závisí od viacerých činiteľov, najmä od chemickej povahy magmy, jej teploty, celkovej tepelnej kapacity, ale aj od hĺbky a spôsobu intrúzie, chemického zloženia a petrografickej povahy vedľajšej horniny. Táto závislosť sa názorne odráža aj vo vývoji kontaktných metamorfítov rimavického granitu.

Rimavický granit je acidnej povahy ($\text{SiO}_2 = 70,35\text{--}73,96\%$), s pomerne vysokým obsahom alkálií ($\text{Na}_2\text{O} = 3,08\text{--}5,34\%$ a $\text{K}_2\text{O} = 3,34\text{--}4,41\%$). Pre magmy takéhoto typu H. G. F. Winkler (1967) predpokladá intruzívnu teplotu okolo 700°C . Jeho intrúziu, ako sme už spomenuli, sprevádzala postmagmatická káliová metasomatóza za vzniku porfýroblastov mikroklinu a hydrotermálna fáza. Mocnosť jazykovitej intrúzie odhadujeme na 3–4 km, a preto celková tepelná kapacita tejto intrúzie nie je príliš veľká.

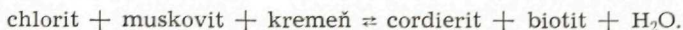
Vývoj kontaktných metamorfítov ovplyvnila skutočnosť, že kontaktná premena postihla už regionálne metamorfované súvrstvie a jeho premena nastala v podmienkach fácie zelených bridlíc, ale nedosiahla podmienky vzniku disténu, ktorý podľa E. Althausa (1969) môže vzniknúť z pyrofylitu podľa rovnice



pri $515 \pm 10^\circ\text{C}$ a 7000 baroch alebo $530 \pm 10^\circ\text{C}$ a 11 000 baroch pH_2O .

Približne pri rovnakej teplote, ale pri nižšom tlaku sa odohrála aj kontaktná premena. Preto boli niektoré regionálnometamorfne minerály počas kontaktnej premeny stabilné a uchovali sa aj v kontaktných metamorfitoch.

Najvyššie temperovaným kontaktným minerálom študovaného územia je cordierit. Vystupuje priamo na kontakte s granitom a vznikol pravdepodobne reakciou



Rovnovážne podmienky tejto reakcie študovali A. Hirschberg — H. G. F. Winkler (1968) a stanovili tieto rovnovážne údaje:

$505 \pm 5^\circ\text{C}$ pri 500 baroch pH_2O

$515 \pm 5^\circ\text{C}$ pri 1000 baroch pH_2O

$525 \pm 5^\circ\text{C}$ pri 2000 baroch pH_2O

Keď berieme do úvahy, v akých hĺbkach boli takéto podmienky v našom prípade, musíme vychádzať z údajov J. C. Jaegera (1957), podľa ktorých intrudujúca magma neodovzdáva vedľajšej hornine celú tepelnú kapacitu, ale len jej časť; priamo na kontakte sú to len $\frac{2}{3}$ jej celkovej kapacity. Na kontakte nastalo prehriatie, ktoré možno matematicky vyjadriť takto: *kryštalizačná teplota* + T_N , pričom T_N je teplota vedľajšej horniny pred intrúziou, ktorá závisí od hĺbky a geometrického gradientu. Podľa H. Schneiderhöhnna (1961) je najčastejšie hĺbka intrúzie 3–8 km, ale poznáme aj intrúzie plytšie i hlbšie. Hĺbka 3–8 km zodpovedá tlaku 800–2000 barov. Keď tieto údaje aplikujeme na naše pomery a počítame intruzívnu teplotu 700°C a geometrický gradient $30^\circ/1 \text{ km}$, potom priamo na kontakte sa vedľajšia hornina prehriala na $460 + T_N$, t. j. pri hĺbke 2 km na 520°C pri tlaku 500 barov a pri 3 km na 550°C pri 800 baroch pH_2O . Z toho možno usudzovať, že hĺbka rimavickej intrúzie nebola väčšia ako 2–3 km pri tlaku 500–800 barov. Prirodzene, so vzdialenosťou od kontaktu kryštalizačná teplota klesala, a preto pri nižšej teplote kontaktnej premeny viaceré regionálnometamorfne minerály, ako je granát, biotit, chlorit, ale aj kremeň, zostali stabilné a uchovali sa ako relikty staršej fázy kryštalizácie.

K typickým znakom kontaktných metamorfítov kohútkeho pásma patrí aj to, že sa premieňali vo viacerých fázach. Okrem termického a injekčnometasomatického pôsobenia sa intrúzia rimavického granitu prejavila aj prenikaním pneumatolytických roztokov, pričom metasomaticky vznikali fibrolit a pneumatolyticky turmalín. Zakončila ju hydrotermálna fáza, jej produktom je sericitizácia živcov, chloritizácia biotitu alebo granátu, pinitizácia cordieritu, mladší kremeň, albit a pod.