

Stanovenie stupňa regionálnej metamorfózy hornín hronského komplexu veporidného kryštalinika pomocou grafitového geotermometra

(1 obr. v texte)

DAVID M. ŠENGELIA — OTO MIKO — VLADIMÍR BEZÁK*

+ cit. gubal
Chamber et

Определение степени региональной метоморфозы пород гронского комплекса вепоридного кристаллиника при помощи „графитового геотермометра“

Применение „графитового геотермометра“ было установлено, что максимальная температура метаморфозы графитоносных пород гронского комплекса вепоридного кристаллиника, определена на основании степени структурного распределения угольно-графитной субстанции, не превысила 400—450° C). Имеется ввиду низкотемпературная прогрессивная региональная метаморфоза, которая совершалась при условии фации селёных сланцев. Работа касается также наличия угольно-графитовой примеси в городах, её модификаций в течении метаморфозы а также о возможности использования „графитового геотермометра“ для определения степени метаморфозы пород.

Determination of the degree of regional metamorphism in rocks of the veporidic crystalline (Hron complex) using “graphite thermometer”

Application of the “graphite thermometer” revealed that maximal temperature during metamorphism of graphitic rocks of the veporidic crystalline did not exceed 400—450 °C (average of 425 °C), according to ascertained structural order of graphite substance. This temperature range corresponds to low-temperature progressive regional metamorphism in conditions of greenschist facies.

The paper reviews behaviour of the graphite substance and its modifications in rocks during metamorphism. Possibilities to use “graphite thermometer” as a tool to ascertain the metamorphism degree are examined.

Systematický výskum veporidného kryštalinika, ktorý v ostatnom čase prebieha v súvislosti s geologickým mapovaním v mierke 1 : 25 000, priniesol veľa nových poznatkov. Získal nové údaje o geologickej stavbe veporíd (A. Kli-

* David Michajlovič Šengelia, DrSc., Geologický inštitút A. A. Džanelidzeho Akadémie vied Gruzínskej SSR, ul. Z. Ruchadzeho 1, korp. 9. 380 093, Tbilisi.

P. g. Oto Miko, RNDr. Vladimír Bezák, Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 809 40 Bratislava.

nec 1966, 1973, 1977) a bola publikovaná aj nová geologická mapa centrálnej časti Slovenského rudohoria a východnej časti Nízkych Tatier (A. Klinec 1977). Na viacerých miestach sa preukázal staropaleozoický vek hornín hronského komplexu a hladomornej série (P. Snopková in: A. Klinec 1966, A. Klinec — E. Planderová — O. Miko 1975, O. Čorná — L. Kamenický 1976, E. Planderová — O. Miko 1977). Našli sa produkty acidného až intermediárneho vulkanizmu (A. Klinec 1973, E. Krist 1975, A. Klinec et al. 1973, 1976, O. Miko et al. 1977). O. Miko — D. Hovorka (v tlači) poukázali na spätosť Fe-, Cu-, Pb- a Zn-zrudnení, ako aj bórovej mineralizácie v oblasti severne od Beňuša a Bacúcha s uvedeným vulkanizmom.

Zo študovanej časti veporidného kryštalinika (východná časť Nízkych Tatier — územie tzv. krakovskej subzóny, resp. hronského komplexu) sa doteraz získalo viacej dôkazov o prevažne nízkom stupni regionálnej premeny hornín. Našli sa zachované primárne textúry a štruktúry, zistila sa prítomnosť zachovaných palinomorfov atď. Nízкотемпературnú metamorfózu hornín vystupujúcich v tejto oblasti, ako aj v južnej časti veporid (okolie Hnúšte) dokazujú aj údaje získané použitím grafitového geotermometra.

Výsledky predložené v tomto príspevku sú plodom vzájomnej spolupráce Geologického ústavu D. Štúra v Bratislave s Geologickým ústavom A. A. Džanelidzeho Akadémie vied Gruzínskej SSR v Tbilisi.

Uhlík v horninách a jeho modifikácie

Možnosť použiť na stanovenie maximálnej teploty premeny grafitový geotermometer je limitovaná prítomnosťou uhlíka (grafitu) v horninách. V metamorfovaných, pôvodne sedimentárnych horninách sa uhlík vyskytuje pomerne často a vystupuje najmä v zachovanej, resp. zuhoľnatenej organickej mase v grafito, grafitoide ap.

Uhlík s klarkom $2,3 \cdot 10^{-3}$ je medzi prvkami budujúcimi litosféru na 20.—25. mieste; v horninách sedimentárneho pôvodu je jeho obsah až 50-krát vyšší (A. P. Vinogradov 1962). V metamorfovaných horninách prekambria sa zistil obsah uhlíka od 0,2—0,3 do 1,0 ‰ (A. V. Sidorenko — S. A. Sidorenko 1971). Podľa F. J. Pettijohna et al. (1972) je najnižší obsah organickej masy v pieskovcoch (pod 0,1 ‰), kým v niektorých drobách môže dosiahnuť aj niekoľko percent.

Uhlíkatú masu možno pozorovať už v horninách archaika a proterozoika (S. A. Sidorenko — A. V. Sidorenko 1975 a i.). Izotopické štúdium (A. V. Sidorenko 1972 et al.) dokázalo, že ide o materiál organického, biogénneho pôvodu. Za zdroj fosílnych uhlíkatých zlúčenín sa pokladajú vodné planktonické organizmy, riasy ap., ako aj zvyšky kontinentálnych živočíšnych a rastlinných organizmov splavené do morského alebo jazerného prostredia. Väčšie nahromadenie organickej masy je dôkazom rýchleho usádzania, príp. nahromadenia sa častíc stabilnejších voči oxidácii (kutín, spór ap.). Prítomnosť organickej masy je dôkazom „parapôvodu“ hornín.

Sú však aj teórie, doteraz väčšinou nepodložené dôkazmi, vysvetľujúce prítomnosť uhlíka v horninách neorganickou cestou. Je známe, že uhlíkaté zlúčeniny sú častou zložkou magmatických emanácií a vulkanických plynov. Nie-

ktorí autori spájajú výskyt grafitu v metamorfovaných horninách s hydrotermálno-pneumatolytickými procesmi, alebo ho dávajú do súvislosti s tzv. uhľovodíkovým dýchaním (A. V. Sidorenko — S. A. Sidorenko 1971), pri ktorom plynné emanácie uvoľnené v procese metamorfózy mohli za priaznivých podmienok vystúpiť z hĺbín Zeme pozdĺž poruchových zón.

Bitúminologická analýza extraktov získaných z organickej masy prítomnej vo vysokometamorfovaných horninách archaika a proterozoika (A. V. Sidorenko — S. A. Sidorenko 1971) dokázala prítomnosť parafínových, aromatických a nafténovo-aromatických štruktúr, benzolových kruhov ap. Zistili sa aj humíny, aminokyseliny, cukry ap. Veľké množstvo organických zlúčenín sa identifikovalo najmä v plynnej fáze.

Faktory vplývajúce na množstvo zachovanej organickej masy v horninách, ako aj na jej premenu uvádza napr. V. Šimánek (1975). Pri zmene podmienok sa organická masa rozkladá a mení na rozličné produkty. Vzniknulé zlúčeniny sú relatívne obohatené uhlíkom (karbonifikácia) alebo uhlíkom a vodíkom (bitúmenizácia). Stanovíť pomer medzi hodnotou vyjadrujúcou množstvo ešte pomerne zachovanej organickej masy (C_{hum} , C_{bit}) a C_{zv} , najmä grafitu je pre poznanie stupňa premeny hornín veľmi dôležité. Doteraz ojedinelé údaje o prítomnosti organickej masy v kryštalických bridliciach Malých Karpát uviedla V. Kleinertová (1975). Zistila, že aj v nich je zastúpená relatívne zachovaná organická masa. Niektoré horniny kryštalinika z podložia podunajskej panvy z hľadiska bitúminóznosti študoval V. Šimánek (1975).

Masa s vysokým podielom dobre vykryštalizovaného uhlíka — grafitu — je konečným produktom grafitizácie organických látok v procese metamorfózy. Experimentálne grafitizáciu uhlikatých látok sledoval S. G. Paňak (1971). Určil teplotný interval plnej grafitizácie v rozmedzí pribl. 500—600 °C.

Na stanovenie príslušnosti hornín obsahujúcich grafit do istej fácie progresívnej metamorfózy možno úspešne použiť diferenciálnu termickú analýzu. Zistená teplota počiatku a maxima exotermného efektu zodpovedá istej teplote, t. j. aj fácií progresívnej metamorfózy (B. A. Bluman et al. 1972, 1974; S. Š. Aronskind — S. G. Paňak 1973; G. A. Kejlman — S. G. Paňak 1974; C. F. K. Diessel — R. Offler 1975 a i.). Pri stúpaní metamorfózy a progresívnej grafitizácie sa zvyšuje aj teplota registrovaného exotermného efektu (v každej fácií priemerne okolo 100 °C), a to nezávisle od litologického zloženia horniny a množstva grafitu, ktoré obsahuje.

Doteraz najlepšie pomáha určovať stupeň metamorfnej premeny röntgenografická analýza grafitu, lebo pri metamorfóze sa pôsobením teploty mení nielen agregátne zloženie, ale aj jeho štruktúra. Zmena usporiadosti grafitovej štruktúry sa prejavuje v znižovaní hodnoty d_{002} .

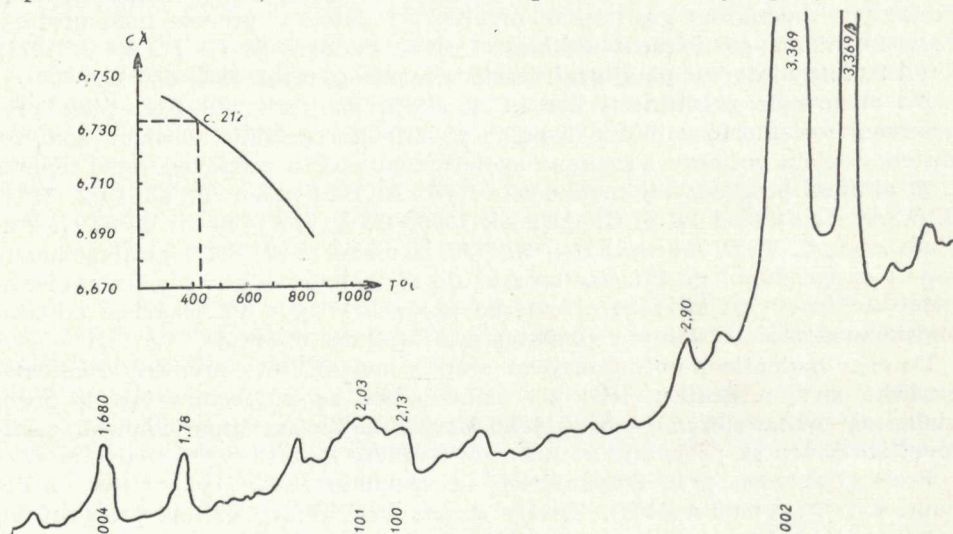
Prehľad starších prác dotýkajúcich sa výskumu štruktúry grafitu uviedol napr. C. A. Landis (1971). Zmeny stupňa kryštalinity uhlikatej organickej masy na kontakte s gabrovou intrúziou študoval B. M. French (1964). Vyčlenil 4 stupne kryštalinity: amorfná organická hmota — uhlie a asfaltová organická hmota — zle vykryštalizovaný grafit s neusporiadanou štruktúrou („d-grafit“) — grafit s usporiadanou štruktúrou. C. A. Landis (1971) pri štúdiu regionálne metamorfovaných hornín Nového Zélandu a Japonska zistil, že v podmienkach zeolitovej fácie je prítomný skoro amorfný uhlík alebo iba s náznakmi kryštálovej štruktúry ($d_3 = 0,35\text{—}0,375$ nm). So zvyšujúcou sa meta-

morfózou rastie stupeň kryštalinity (d_2 , d_1) a plne usporiadaná grafítová štruktúra ($d_{002} = 0,335\text{--}0,336\text{ nm}$) sa zjavuje až v horninách fácie epidotických amfibolitov. Podľa toho C. A. Landis (l. c.) vymedzil intervaly pre jednotlivé fácie. Zistil aj to, že stupeň grafítizácie uhlíkatých látok závisí iba od teploty pri metamorfóze, kým tlak a charakter pôvodného materiálu hrajú podradnú úlohu. Štruktúrne zmeny grafitu pri progresívnej regionálnej metamorfóze študoval B. A. Bluman et al. (1972).

Dôležité je zistenie B. A. Blumana et al. (1974), že vo viacnásobne metamorfovaných horninách aj po nasledujúcej regresívnej metamorfóze zostáva taký štruktúrny stav grafitu, aký sa dosiahol v priebehu progresívnej metamorfózy.

Grafitový geotermometer

Na možnosť využitia hexagonálnej modifikácie uhlíka ako geologického termometra upozornil D. M. Šengelia et al. (1976, 1977a, b). Na rozdiel od predchádzajúcich autorov presne stanovili charakter zmien parametrov mriežky grafitu pri zvyšujúcej sa teplote. Experimentálne termograficky a röntgenograficky preštudovali správanie sa prírodného grafitu z metamorfovaných hornín v teplotnom intervale $300\text{--}850^\circ\text{C}$. Zistili, že vo vzorkách, ktoré sledovali, sa so zvyšovaním teploty zákonite znižoval mriežkový parameter „c“ grafitu, a to od $0,6742$ po $0,6684\text{ nm}$, čo spôsobuje usporiadanie, zhustenie štruktúry. Dokázali správnosť záverov B. A. Blumana et al. (1974) tým, že experimentálne zistili, že ani viacnásobné pôsobenie nižšej teploty neovplyv-



Obr. 1. Difraktogram grafitu — vz. č. 212 (podobný záznam majú všetky študované vzorky). Vľavo hore: Diagram závislosti mriežkového parametra „c“ grafitu od teploty (D. M. Šengelia et al. 1976, 1977a, b)

Fig. 1. Difractogram of the graphite (sample No. 212). Similar records have all studied samples. Left above: Dependence graph of the lattice parameter „c“ of graphite upon temperature (D. M. Shengelia et al. 1976, 1977a, 1977b).

nilo štruktúru grafitu, ktorý sa pri vyššej teplote už raz konsolidoval. Experimentálne potvrdili závery C. A. Landisa (1971) tým, že dokázali, že tlak (v rozmedzí 200—600 MPa) nemá vplyv na štruktúrnú zmenu grafitu (D. M. Šengelia et al. 1977a, b).

Grafitový geotermometer (diagram závislosti mriežkového parametra „c“ grafitu od teploty; obr. 1, vľavo hore), ktorý skontroloval ešte D. M. Šengelia et al. (1977a) granátovo-biotitovým geotermometrom, jednoznačne ukazuje na teplotu, pri ktorej vznikla najvyššia štruktúrna usporiadanosť v hornine prítomného grafitu, a tým aj na teplotu premeny celej horniny.

Stanovenie stupňa regionálnej premeny hornín z veporidného kryštalinika pomocou grafitového geotermometra

Medzi horninami budujúcimi západokarpatské kryštalinikum sú bitúminózne, resp. grafitické horniny zastúpené pomerne málo. Známe sú z Malých Karpát, Malej Magury a zo Západných Tatier. Z krakľovského kryštalinika veporid ich uviedli E. Krist—K. Siegl (1971). V „hronskom komplexe“, vystupujúcom vo veporskej časti Nízkyh Tatier, sme našli (O. Mik o) grafitické bridlice len ojedinele. Spomenul ich už V. Zoubek (1936). Na grafit bohaté horniny sú známe aj z kohútskej zóny veporid (V. Zoubek 1936; J. Šuf 1937; M. Kužvart 1955), ďalšie nové výskyty sa zistili (A. Klinec — V. Bezák) pri geologickom mapovaní na liste Klenovec 1 : 25 000. Grafické bridlice a lydity sú najhojnejšie zastúpené v Spišsko-gemerskom rudohorí.

Lokalizácia a stručný petrografický opis študovaných vzoriek

Všetky vzorky sú z hronského komplexu kryštalinika veporid.

Vzorky č. 23/B a 23/C: Nízke Tatry, 3 km severne od obce Polomka, sútok Pravej a Lavej Ráztoky, 20 m severne od kóty 893,3. Vystupuje tu 1 m hrubá poloha grafitických kremitých fylitov ležiacich na muskoviticko-albitických kremitých fylitoch. V zložení grafitických fylitov prevláda rekryštalizovaný kremeň, v malom množstve je prítomný sericit až muskovit (hojnejší je vo vyššej časti polohy — č. 23/C) a chlorit, ojedinele sa zistil albit a apatit. Grafit je vtrúsený v kremeni, je aj vo výplni medzizrnových priestorov a vystupuje aj v dynamofluidálnych pásikoch. Hojný v horninách je limonit. Štruktúra hornín je heteroblastická, prevažne granoblastická až lepidogranoblastická.

Ďalšie vzorky boli z oblasti kryštalinika hronského komplexu v južnej časti veporid (list Klenovec 1 : 25 000).

Vzorka č. 186/B: 1 km severovýchodne od Rimavskej Pily, pri kóte 510,0; č. 211: 1 km severovýchodne od Mútnika, 300 m západne od kóty 550,0; č. 212: 1 km severovýchodne od Mútnika, 500 m severozápadne od kóty 426,0; č. 214: 1 km južne od Hačavy, 200 m severne od kóty 298,5.

Geologická pozícia všetkých týchto lokalít (č. 186/B až 214) je zhodná. Ide o tenšie, iba ojedinele mocnejšie polohy (do 2,5 m) hornín, ktoré ležia paralelne s vrstvou bridličnatostou okolitých svorov a sú spolu s nimi často detailne prevrášnené. Bolo tu možno pozorovať aj pozvoľný prechod do okolitých hornín, čo svedčí o tom, že ide o neoddeliteľnú súčasť metamorfovaného komplexu. Uvedené horniny sú zložené z kremeňa (vytvárajú mozaiku slaboundulóznych do seba zubovite zapadajúcich zrn); v malom množstve sú prítomné lupienky muskovitu. Grafit je neprá-

videlne vtrúsený v celej hornine, v kremeňi, v slúde, medzi zrnami, ako aj v úzkych pásikoch spolu so sludou. Petrograficky možno tieto horniny charakterizovať ako sludnaté grafitické metakvarcity.

Zhodnotením röntgenografických záznamov zo vzoriek grafitu (vzorky č. 23/B, 23/C, 186/B, 211, 212 a 214) sme zistili (D. M. Šengelia), že uhoľno-grafitická masa je vo všetkých vzorkách slabo vykryštalizovaná, čo sa prejavilo neostrým, difúznym charakterom bazálnych reflexov (001) vyšších radov. Je to charakteristické pre grafity nízkeho stupňa metamorfózy. Mriežkový parameter „c“ je $0,6734 \pm 0,0004$ nm, čo po odčítaní v grafe (pozri D. M. Šengelia et al. 1976, 1977b a obr. 1 v texte) zodpovedá teplotnému intervalu 400—450 °C.

Záver

Použitím grafitového geotermometra sme dokázali, že maximálna teplota progresívnej metamorfózy študovaných vzoriek grafitických hornín z veporidného kryštalinika zistená na základe stanoveného stupňa štruktúrnej usporiadanosti uhoľnografitickej hmoty neprekročila 400—450 °C (priemer 425 °C). Tento údaj je dôkazom o nízkotemperatúrnej progresívnej regionálnej metamorfóze hornín vystupujúcich v hrnskom komplexe veporidného kryštalinika, ktorá prebehla za teplotných podmienok fácie zelených bridlíc.

Doručené 6. 1. 1978

Odporučil S. Vrána

LITERATÚRA

- Aronskind, S. Š. — Paňak, S. G. 1973: O temperaturach vygoranija grafitov kak pokazatelej stepeni metamorfizma vmeščajuščich porod. Trudy Sverdlovsk. gor. Inst., 91 (Sverdlovsk), s. 92—95.
- Bluman, B. A. — Ďakonov, J. S. — Krasavina, T. N. 1972: Izmenenie strukturnogo sostojanija grafita pri progressivnom regionalnom metamorfizme. Dokl. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geol., 206, 5 (Moskva), s. 1198—1200.
- Bluman, B. A. — Ďakonov, J. S. — Krasavina, T. N. — Pavlov, M. G. 1974: Ispoľzovanie termo- i rentgenografičeskich charakteristik grafita dľa opredelenija urovňa i tipa metamorfizma. Zap. Vsesojuz. mineralogija, 103, 1 (Leningrad), s. 95—103.
- Čorná, O. — Kamenický, L. 1976: Ein Beitrag zur Stratigraphie des Kristallinikums der Westkarpaten auf Grund der Palynologie. Geol. zbor. Geologica carpath. (Bratislava), 27, 1, S. 117—132.
- Diessel, C. F. K. — Offler, R. 1975: Change in physical properties of coalified and graphitised phytoclasts with grade of metamorphism. N. Jb. Miner., Mh., 1 (Stuttgart), pp. 11—26.
- French, B. M. 1964: Graphitization of organic material in a progressively metamorphosed precambrian iron formation. Science, 146, 3646 (Washington), pp. 917—918.
- Kejľman, G. A. — Paňak, S. G. 1974: Grafit — indikator temperaturnych uslovij regionalnogo metamorfizma. Trudy Sverdlovsk. gor. Inst., 108 (Sverdlovsk), p. 55—58.
- Kleinertová, V. 1975: Výskum organickej hmoty v horninách na príklade vzoriek bridlíc z kryštalinika Malých Karpát. Mineralia slov., 7, 1—2, s. 125—128.
- Klinec, A. 1966: K problémom stavby a vzniku veporského kryštalinika. Zbor. geol. vied, rad ZK, 6 (Bratislava), s. 7—28.
- Klinec, A. 1973: Je vo veporskom kryštaliniku zastúpené paleozoikum? Geol. práce, Spr. 60 (Bratislava), s. 121—126.
- Klinec, A. 1977: Geologická mapa Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier (1 : 50 000). Bratislava, Geologický ústav D. Šúra.

- Klinec, A. 1977 — in: Plančár, J. et al. 1977: Geofyzikálna a geologická interpretácia tiažových a magnetických anomálií v Slovenskom rudohorí. Záp. Karpaty, sér. geol., 2 (Bratislava), s. 7—144.
- Klinec, A. et al. 1973: Geologický výskum veporidného kryštalinika (list Polomka 1:25 000). Manuskript — GÚDŠ Bratislava.
- Klinec, A. — Planderová, E. — Miko, O. 1975: Staropaleozoický vek hronského komplexu veporid. Geol. práce, Spr. 63 (Bratislava), s. 95—104.
- Klinec, A. et al. 1976: Geologický výskum veporidného kryštalinika (list Mýto p. Dumbierom 1:25 000). Manuskript — GÚDŠ Bratislava.
- Krist, E. 1975: Occurrence of metamorphic tuffs and tuffites in the veporide crystalline complex of the Central West Carpathians. Geol. zbor. Geologica carpath., 27, 1 (Bratislava), pp. 141—147.
- Krist, E. — Siegl, K. 1971: Geologicko-tektonické pomery JZ časti krakľovského a kráľovohorského kryštalinika veporid. Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol., 21 (Bratislava), s. 45—66.
- Kužvart, M. 1955: Geologické a petrografické pomery masťových ložísk a jejich okolí u Hnúšti na Slovensku. Sbor. Ústř. úst. geol., ddd. geol., 22 (Praha), s. 145—195.
- Landis, C. A. 1971: Graphitization of dispersed carbonaceous material in metamorphic rocks. Contr. Mineral. Petrol., 30 (Berlin—New York), pp. 34—45.
- Miko, O. a kol. 1977: Regionálny geologický výskum kryštalinika Západných Karpát. (Produkty kyslého vulkanizmu.) Manuskript — GÚDŠ Bratislava.
- Miko, O. — Hovorka, D. (v tlači): Kremito-turmalinické horniny veporidného kryštalinika Nízkych Tatier. Záp. Karpaty, sér. min., petrogr., geoch., ložiská (Bratislava).
- Paňák, S. G. 1971: K voprosu vlijanija uglisto-grafitovyh vydelenij na processy mineralo-i rudoobrazovaniya v metamorfičeskich toliščach. In: Geol. i poleznye iskopajemyje Urala. Sverdlovsk, s. 156—157.
- Pettijohn, F. J. — Potter, P. E. — Siever, R. 1972: Sand and sandstone. Heidelberg — New York, Springer — Verlag. Berlin.
- Planderová, E. — Miko, O. 1977: Nové poznatky o veku kryštalinika veporid na základe peľovej analýzy. Mineralia slov., 9, 4, s. 275—292.
- Sidorenko, A. V. — Sidorenko, S. A. 1971: Organičeskoje veščestvo v dokembrijskich osadočno-metamorfičeskich porodach i nekotoryje geologičeskije problemy. Sov. geol., 5 (Moskva), s. 3—20.
- Sidorenko, A. V. — Borševskij, J. A. — Sidorenko, S. A. — Ustinov, V. A. — Popova, N. K. 1972: Izotopnyj sostav elementarnogo ugljeroda iz metamorfičeskich porod dokembrija. Dokl. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geol., 206, 2 (Moskva), s. 463—470.
- Sidorenko, S. A. — Sidorenko, A. V. 1975: Organičeskoje veščestvo v osadočno-metamorfičeskich porodach dokembrija. Moskva, Izd. Nauka. 115 s.
- Sengelia, D. M. — Achvlediani, R. A. — Kecchoveli, D. N. 1976: Rentgenovskoje izučenie uglisto-grafitovogo veščestva v temperaturnom intervale 300—850 °C. Soobšč. AN Gruz. SSR, 83, 3 (Tbilisi), s. 661—663.
- Sengelia, D. M. — Achvlediani, R. A. — Soldatov, I. A. 1977a: Eksperimentalnye issledovaniye zavisimosti parametra elementarnoj rešetki C (Å) uglisto-grafitovogo veščestva ot temperatury i davleniya. Soobšč. AN Gruz. SSR, 86, 2 (Tbilisi), s. 389—392.
- Sengelia, D. M. — Achvlediani, R. A. — Kecchoveli, D. N. 1977b: Grafitovij termometr. Dokl. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geol., 235, 6 (Moskva), s. 1407—1409.
- Šimánek, V. 1975: Geochemická charakteristika sedimentárných hornin čs. Karpat z hľadiska rozptýlení organickej substance. Brno. Manuskript — GÚDŠ Bratislava.
- Šuf, J. 1937: Zpráva o nálezistích užitečných nerostů v okolí Hnúšti. Baň. svět, 16, s. 8—11.
- Vinogradov, A. P. 1962: Sredneje soderžaniye chimičeskich elementov v glavnyh tipach izveržennyh gornych porod zemnoj kory. Geochimija, 7 (Moskva), s. 555—571.
- Zoubek, V. 1936: Poznámky o krystaliniku Západních Karpát. Věst. Stát. geol. úst., 6 (Praha), s. 207—239.

Determination of the degree of regional metamorphism in rocks of the veporidic crystalline (Hron complex) using „graphite thermometer“

DAVID M. SHENGELIA — OTO MIKO — VLADIMÍR BEZÁK

A lot of new data concerning both geological structures and lithological composition have been recently obtained from the veporidic crystalline. Several lithological complexes were delimited as lying in tectonic contact one on the other (A. Klinec 1966). Findings of Palynomorpha proved Lower Paleozoic age of the lower part of crystalline, that has been delimited as the Hron complex. A low degree of regional metamorphism has been proved according to metamorphic mineral assemblages, to both primary textures and structures preserved in metasediments and metavolcanites whether by ascertaining preserved Palynomorpha in some parts of the Hron complex. Another proof for low degree of metamorphism are results obtained using „graphite thermometer“.

The graphite thermometer developed by D. M. Shengelia et al. (1976, 1977a, 1977b) expresses dependance of the graphite structural configuration upon crystallisation temperature. Temperature increase improves structural configuration of graphite and leads to its higher structural order reflected in decreasing lattice parameter „c“ in studied samples to 0.6742—0.6684 nm. Pressure range between 2—6 kbar is indifferent on graphite crystallisation. Achieved structural order of the graphite remains unchanged during subsequent influences in conditions of lower temperature, hence the ascertained graphite structural configuration points to maximal achieved temperature in the course of metamorphosis.

Rock specimens for application of the graphite thermometer were sampled from the Hron complex of the veporidic crystalline, especially:

- a) from veporidic part of the Nízke Tatry Mts., N from the Polomka village (No. 23/B, 23/C),
- b) from the southern part of the veporidic crystalline in surroundings of Rimavská Píla, Mútnik and Hačava villages (No. 186/B, 211, 212 and 214).

All rock samples represent graphitic phyllite or micaceous graphitic meta-quartzite occurring only in minor quantities in the veporidic crystalline.

Evaluation of roentgenograms from graphite (D. M. Shengelia) ascertained but low crystallinity degree of graphite in all samples, revealed by unsharp or diffuse character of basal reflections (001) of higher order, a feature that characterises graphite of low metamorphic degree. Ascertained lattice parameter „c“ was $0,6734 \pm 0,0004$ nm that according to the calibration graph (Fig. 1) represents temperature-interval of 400—450 °C (the average being approximately 425 °C).

Application of the graphite thermometer proved that rocks of the veporidic crystalline underwent progressive metamorphism in the low-temperature range, attaining only conditions of the greenschist facies.

Preložil I. Varga