

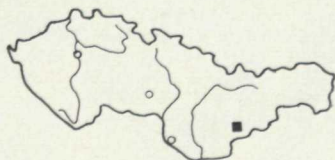
Uzavreniny spinelových peridotitov v bazanite pri Maškovej — rezíduum vrchného plášťa (?)

(6 obr. v texte)

DUŠAN HOVORKA*

Включения шпинель содержащих перидотитов в базаните при Машковой (Западные Карпаты)

В базаните при Машковой (8 км ЗСЗ Луценца) встречаются включения шпинель содержащих перидотитов размерами до 25 см, которые относятся к младшей кенозойской (поорогенной) провинции алкалических оливиновых базальтов внутренних Западных Карпат. Предполагается, что это остатки верхней пантии, которые остались в результате частичного расплава магм типа алкалическо-оливинового базальта. Эти включения содержат магниевый оливин, хромодиопсид, клинопироксен и хромшпинель.



Xenoliths of spinel peridotite in basanite near Mašková (West Carpathians Mts.) — Upper Mantle reziduum (?)

In basanite near Mašková (8 km WNW from Lučenec, southern Slovakia), which occurrence belongs to the young Cenozoic province of alkali olivine basalts of the Inner West Carpathians, xenoliths of spinel peridotite have been found. The diameter of xenoliths being up to 25 cm. Their mineral composition is as follows: Mg-rich olivine, Cr diopside, clinopyroxene and Cr spinel.

Pre alkalické efuzíva, a to najmä alkalické olivinické bazalty, bazanity, nefelinity, ale tiež kimberlity a kimberlitoidné diatrémy, sú charakteristické uzavreniny rozličných typov ultrabázických hornín (dutiny, peridotity, rozličné typy pyroxenitov), ale aj uzavreniny eklogitov, príp. aj ďalších horninových typov. Uzavreniny majú rozličné rozmery, od niekoľko mm³ po uzavreniny s váhou niekoľkých kilogramov. Posledné typy sú však zriedkavé.

Napriek tomu, že sú minerálne agregáty dunitového, peridotitového a eklogitového zloženia známe z bázičných alkalických efuzív už dávnejšie, až v ostatných rokoch ich väčšina autorov interpretuje ako rezíduum vrchného plášťa Zeme vynesené na zemský povrch po parciálnom vytavení bazaltickej taveniny

* Doc. RNDr. Dušan Hovorka, CSc., Geologický ústav PF UK, Gottwaldovo nám. 19, 886 02 Bratislava.

z pôvodného vrchnoplášťového pyrolitu (A. E. Ringwood 1966), resp. peridotitu alebo eklogitu. Na rozdiel od autorov, ktorí obhajujú vrchnoplášťový pôvod peridotitových uzavrenín v alkalických bazaltoch (G. S. Ross et al. 1954, V. G. Sachno — E. P. Denisov 1963, R. W. White 1966, J. D. MacGregor 1968, F. A. Frey — D. H. Green 1974 a i.), sú aj zástancovia kumulatívneho vzniku uvedených minerálnych asociácií (M. J. O'Hara — E. L. P. Mercy 1963, M. J. O'Hara 1973 a i.). V prácach sovietskych autorov (B. M. Vladimirov et al. 1976 a i.) sa uzavreniny spinelových peridotitov v alkalických bazických efuzivach označujú aj ako „glubinnyje vklúčenija“.

Aj keď časť mladokenozoických bazaltov Karpát a panónskeho bloku má výrazne alkalický charakter (čo dokumentuje ich minerálne i chemické zloženie), uzavreniny peridotitov v celej oblasti neboli doteraz opísané. Podľa toho myšlienka D. G. Greena (1974) spája problematiku zloženia a genézy bazaltických efuziv v širokom zmysle s problematikou zloženia vrchného plášťa Zeme.

Pred samotným hodnotením problematiky uzavrenín spinelových peridotitov v bazanite pri Maškovej pokladáme za potrebné uviesť jednak problematiku uzavrenín v alkalických bazaltických efuzivach v širšom chápaní, ako aj problematiku zloženia vrchného plášťa, ako vyplynula zo štúdia uzavrenín v efuzivach.

Spôsoby preniku vrchnoplášťového materiálu na zemský povrch

Okrem nepriamych metód štúdia zloženia vrchného plášťa Zeme (najmä rozličné geofyzikálne metódy) sama príroda poskytuje materiál, ktorý podáva informácie o zložení, resp. charaktere vrchného plášťa v rozličných oblastiach. Takýmto materiálom sú najmä uzavreniny hmoty vrchného plášťa v rozličných typoch alkalických efuziv. Za súčasného stavu poznatkov problematiku prenikov vrchnoplášťovej hmoty na zemský povrch možno zhrnúť takto:

1. Uzavreniny hmoty vrchného plášťa v kimberlitových diatrémach sú známe prakticky zo všetkých ich výskytov. Uzavreniny xenokrystov i viacfázové uzavreniny reprezentujú vysokotlakové asociácie, ktoré sa smerom k zemskému povrchu transportovali z rozličnej hĺbky (100 i viac km). Medzi uzavreninami v kimberlitoch prevládajú rozličné typy peridotitov nad eklogitmi, príp. xenolitmi „frospiditov“ (A. E. Ringwood 1966). Podľa pt podmienok, ktoré panujú v miestach „vytrhnutia“ uzavrenín, majú uzavreniny nejednotné minerálne zloženia. Najčastejšie minerálne asociácie peridotitových uzavrenín v kimberlitoch sú: a) olivín — enstatit — granát; b) olivín — enstatit — klinopyroxén ± granát. Typickými akcesóriami sú horečnatý ilmenit a flogopit. Koefi-

cient $\frac{100 \cdot \text{Mg}}{\text{Mg} + \text{Fe}}$ — vypočítaný z analýz xenolitov podľa D. H. Greena (1970) varíruje v medziach 89—93 pri súčasne vysokej varácii obsahu CaO, Al₂O₃, Na₂O a TiO₂. Na základe toho autor usudzuje (l. c.) o nehomogénosti vrchného plášťa.

2. Uzavreniny hmoty vrchného plášťa v alkalických olivinických bazaltoch, bazanitoch a nefelinitoch tvorí najmä olivín, enstatit, klinopyroxén a spinel. Sú známe: a) z rozličných miest Tichého a Atlantického oceánu, b) z vulkánov ostrovných oblúkov, c) z mladokenozoických vulkanických komplexov na okraji kontinentov, d) z alpínskych orogénnych oblastí.

Zrornosť peridotitových uzavrenín spravidla výrazne prevyšuje zrornosť „hostiteľskej“ horniny. Okrem uvedených základných minerálov sa v peridotitových uzavreninách v alkalických bazaltoch zistili aj apatity, flogopity a amfiboly. Stabilita asociácie Mg-olivín — silne hlinitý pyroxén — Cr spinel svedčí o ich vzniku v tlakovom rozpätí 8—23 kb (D. H. Green 1970). Detailné izotopické a geochemické štúdium minerálov uzavrenín peridotitového typu v alkalických efuzivách svedčí o chýbaní genetických vzťahov uvedených minerálov v uzavreninách k minerálom uzavierajúcej horniny (J. A. Cooper — D. H. Green 1969).

Jedným z argumentov o cudzorodom pôvode peridotitových minerálnych asociácií v efuzivách alkalických olivinických bazaltov s. l. je zistenie ich výrazne vyššieho veku oproti veku uzavierajúcej horniny (V. A. Kutolin — V. M. Frolova 1970).

Minerálnym zložením a pt podmienkami vzniku predstavujú odlišnú skupinu uzavrenín uzavreniny olivinických pyroxenitov, websteritov, spinelových websteritov a granátických klinopyroxenitov (griquaitov).

3. Vysokoteplotné peridotitové intrúzie predstavujú ďalší spôsob preniku vrchnoplášťovej hmoty (po predchádzajúcom vytavení rozdielného podielu bazaltickej taveniny, pričom množstvo závisí od podmienok miesta „zrodu“ bazaltických magiem rozličného typu) na zemský povrch. Peridotitové masívy tohto typu sa skladajú z olivínu, ortopyroxénu, klinopyroxénu a spinelu. Pre masívy je charakteristický dómovitý prienik, pričom sú okolné horniny vysokoteplotne a zároveň dynamotermálne metamorfované až vo fácií almandinických amfibolitov (masív Tinaquillo vo Venezuele, masív Brezovica v Srbsku, Lizard v Škótsku a i.; S. Karamata 1968, D. H. Green 1964). Minerálne asociácie vysokoteplotných peridotitových masívov začali kryštalizovať pri vysokej teplote a vysokom tlaku a potom prenikali v podobe kryštálovej kaše do metamorfovaných komplexov, v ktorých spôsobili preteplenie a vznik kontaktnotermických minerálnych asociácií. Polohy dunitického, resp. pyroxenitového typu vo vysokoteplotných peridotitových masívoch opäť svedčia v detaile o inhomogenosti vrchného plášťa v miestach „zrodu“ peridotitových hmôt.

4. V ostatnom desaťročí prispel k poznaniu zloženia vrchného plášťa Zeme aj výskum dna svetových oceánov. Najmä oblasť zlomov oceanického dna poskytuje pestrú asociáciu hornín s vysokotlakovými minerálnymi asociáciami. Ide o peridotity (a serpentinity), eklogity, amfibolity, pyroxenity, granátické pyroxenity a i.

Pre prípady z bodu 1—4 je charakteristické, že v uzavreninách prevládajú peridotity, ale zároveň sú prítomné aj vo všetkých ostatných prípadoch. To len zdôrazňuje ich prvoradý význam v zložení vrchného plášťa Zeme.

Mladokenozoické bazalty Západných Karpát — súčasný stav poznatkov

Bazaltické efuzíva v mladokenozoickej vulkanickej provincii vnútornej strany karpatského oblúka v jeho severozápadnej časti boli v minulých rokoch predmetom štúdia mnohých autorov. Z ostatných desaťročí najmä práce F. Fialu (1938a, 1938b, 1952, 1962), M. Kuthana (1949, 1963, 1967), M. Šímovej (1965), A. Mihalikovej (1966), A. Mihalikovej — M. Šímovej (1965), K. Karolusa (1970, 1973), J. Forgáča (1970), J. Forgáča et al. (1968), J. Forgáča — G. Kupča (1973), J. Lexu (1971) a i.

priniesli základné údaje o západokarpatských bazaltických efuzívach. Pritom sa výskum bázičných efuzív kenozoika vnútorných Západných Karpát v minulosti orientoval hlavne dvoma smermi: na riešenie stratigrafického postavenia a riešenia tektonovulkanickej pozície vo vzťahu k vulkanitom andezitového radu a na štúdium ich minerálneho a chemického zloženia. Z vykonaných bádání a časovo platných predstáv vyplynulo aj postavenie bazaltov Západných Karpát v schéme H. Stilleho (1953). Bazalty sa v nej označovali ako produkt „finálneho“ vulkanizmu, resp. ich časť sa chápala ako produkt „prípravnej“ fázy finálneho vulkanizmu (bazaltoidné andezity — M. Kuthan 1963).

Súčasný náhľad na genetickú príslušnosť kenozoických bazaltov, najmä vo vzťahu k ostatným efuzívam západokarpatskej mladokenozoickej vulkanickej provincie, sú doložené len v menšej miere. Časť autorov pokladá bazalty za alkalické efuzíva (F. Fiala 1938a, 1938b), za subalkalické horniny (K. Karolus 1970, 1973), príp. za slaboalkalické efuzíva, ktoré vznikli nahromadením alkálií v materských magmách alkalicko-vápenatého radu (M. Šimová 1965, A. Mihaliková 1966, A. Mihaliková — M. Šimová 1965). Posledná predstava o genéze alkalických bazaltických efuzív nie je už dnes opodstatnená, lebo aj v prípade diferenciácie alkalicko-vápenatej materskej magmy bazaltická tavenina vždy predstavuje edukt, ale nie produkt prípadných diferenciálnych procesov v rade dacit — andezit — bazalt.

V ostatnom čase sme (D. Hovorka 1978) formulovali svoje náhľady na problematiku petrogenézy mladokenozoických bazaltických efuzív Západných Karpát takto:

Bazaltické efuzíva kenozoika Západných Karpát predstavujú z genetického hľadiska skupinu hornín nejednotnej genézy. Charakterizované dve skupiny bazaltov patria: a) alkalicko-vápenatej sérii efuzív, 2. alkalickej sérii efuzív. Bázičné vulkanity 1. skupiny sú produktom podpovrchových diferenciálnych procesov alkalicko-vápenatej magmy, pričom produktom týchto procesov je rad hornín alkalicko-vápenatý bazalt — andezit — dacit. Spomedzi bázičných efuzív do tejto skupiny patria horninové typy označované ako bazaltoidné andezity, andezitoidné bazalty, príp. aj olivinické andezity. Bazalty tejto skupiny sú známe prakticky zo všetkých vulkanických pohorí Západných Karpát (Vtáčnik, Kremnické vrchy, Javorie, Slanské vrchy a i.). Oproti bazaltom 2. skupiny predstavujú produkt starších (pliocénnych) fáz vulkanickej aktivity. V zmysle nových prác (M. I. Tolstoj et al. 1976) celú asociáciu alkalicko-vápenatých efuzív možno pokladať za produkt „orogénneho“ vulkanizmu.

Druhú genetickú skupinu mladokenozoických bazaltov reprezentujú výrazne alkalické efuzíva typu alkalických olivinických bazaltov, bazanitov, bazanitoidov* a limburgitických bazanitov (časť uvedených označení bazaltických hornín v širšom chápaní je pri dodržaní racionálnej a zároveň jednotnej klasifikačnej schémy zbytočná). Charakteristická pre ne je stála (nad 10 %) prítomnosť normatívneho nefelínu, ktorý je vo výraznej väčšine výskytov bazaltov tejto skupiny prítomný v podobe modálneho nefelínu v základnej hmote, ojedinele aj v podobe porfyrických výrastlíc. Do tejto genetickej skupiny bazaltických efuzív patrí aj bazanit s peridotitovými uzavreninami pri Maškovej.

Provincia alkalických olivinických bazaltov s. l. v kenozoiku Západných Karpát je lokalizovaná v podstate v dvoch oblastiach — v Štiavnických vrchoch a v oblasti Podrečany—Lučenec—Fiľakovo—Salgótarján. Pre asociáciu alka-

lických olivinických bazaltov s. l. je miestami charakteristický až pleistocénny vek.

Vznik vyčlenených základných petrogenetických skupín bazaltických efuzív v širokom slova zmysle v mladokenozoickej vulkanickej provincii Západných Karpát je odrazom tektonických podmienok. Bazalty alkalicko-vápenatého radu predstavujú produkt kryštalizácie magmy, ktorá vznikala v „napätých“ tektonických podmienkach (kompresia priestoru vzniku magmatických hmôt), zatiaľ čo asociácia alkalických olivinických bazaltov s. l. vznikla v pokojných podmienkach a predstavuje provinciu postorogénnych alkalických olivinických bazaltov.

Charakteristika bazanitu od Maškovej

Problematicky telesa bazanitu pri Maškovej sa z ostatných rokov priamo dotýkajú práce A. Mihalikovej (1966), A. Mihalikovej — M. Šimovej (1965) a diplomová práca J. Rehánka (1973). Údaje o obsahu niektorých stopových prvkov v bazanite sú aj v práci J. Forgáča — G. Kupča (1973). Podľa A. Mihalikovej (1966) bazická vulkanická hornina od Maškovej má charakter bazanitoidu s augitom a amfibolom. Autorka uviedla, že hornina obsahuje až niekoľko cm veľké výrastlice amfibolu (5 cm) a zhluky olivínu (ibid., s. 160). A. Mihaliková — M. Šimová (1969, s. 43) z tejto lokality uviedli prítomnosť „...do 10 cm veľkých olivinických gúl...“

Bazanity pri Maškovej vystupujú v málo členenom teréne najmä juhovýchodne od obce. Lávový prúd, tvoriaci pravdepodobne hrebeň Babáková (kóta 266) je odkrytý opusteným stenovým lomom (dl. 20, výška 2—6 m). Najmä na juhozápadných svahoch tohto hrebeňa sú bloky bazanitu rozličnej veľkosti. Terén je zalesnený a má veľmi málo prirodzených odkryvov. V lome vystupuje bazanit nehomogénneho charakteru. Prevláda masívny typ (lávový prúd), ktorý tvorí najmä hrubolavicovitú časť telesa (odkryvu). V rámci lavíc možno miestami pozorovať radiálnu stĺpcovitú, resp. stĺpcovitú odlučnosť. V hornej časti lomovej steny vystupujú aj spenené textúrne typy balvanitej

* Termín bazanitoid sa používa (podľa rozličných autorov a klasifikačných schém) na označenie nenasýtených alkalických efuzív s nízkym podielom nefelínu. V závislosti od použitej klasifikácie sa za kritický pokladá obsah modálneho, resp. normatívneho nefelínu. Pretože v prípade efuzíva od Maškovej ide o horninu s čiastočne sklovitou základnou hmotou, keď v dôsledku prítomnosti skla vyjadriť modus horniny prakticky nemožno, pri klasifikácii takýchto hornín treba nevyhnutne vychádzať z ich normatívneho zloženia, t. j. z chemickej analýzy vypočítanej „normy“. Podľa analýz 2a, 2b v tab. 2 v práci A. Mihalikovej (1966), ale aj podľa našich analýz je obsah normatívneho nefelínu vo všetkých prípadoch nad 10 %, t. j. ide o podstatne zastúpenú normatívnu zložku. A takéto horniny sa prakticky vo všetkých klasifikačných schémach označujú ako bazanit. Podľa MacDonalda — Katsura, (1964) obsahuje bazanitoid viac ako 5 % normatívneho nefelínu, ale nie modálny nefelín (efuzívum od Maškovej obsahuje aj modálny nefelín). Podľa schémy Yodera — Tilleyho (1962) efuzíva s normatívnym olivínom a s normatívnym nefelínom treba označovať ako alkalické bazalty. Termín bazanit v neposlednom rade používam preto, lebo má v našej literatúre väčšiu frekvenciu a pozná ho veľa geológov nešpecialistov. Pravdepodobne najvhodnejšie by bolo používať široké označenie alkalický olivinický bazalt, ktorým sa súčasne pomenúva celá skupina bazických a zároveň nenasýtených efuzív.

odlúčnosti. Bloky tohto typu (vrchná časť lávového prúdu ?) sú aj na svahu uvedeného hrebeňa od lomu smerom k obci.

Bazanit má tmavosivú až sivočiernu farbu a afanitický vzhľad. Na lomných plochách horniny sú nápadné až 5 cm kryštály hnedého stĺpciekovitého amfibolu. Podľa odhadu pripadajú na 1 m² asi 2—3 takéto gigantokryštály. Pre makroskopický vzhľad horniny je charakteristická prítomnosť zhlukov (výplň pôvodných dutín ?) bielych karbonátov, medzi ktorými je nápadný dlhostĺpciekovitý radiálny aragonit (do 2 cm). Typické sú aj uzavreniny spinelových peridotitov. Podľa súčasného stavu zachovania lomovej steny v bazanite pri Maškovej podiel uzavrenín v hornine možno odhadnúť hodnotou 0, n 0%. Miestami sa tento pomer presúva smerom k vyššiemu podielu uzavrenín.

Mikroskopická charakteristika bazanitu v podstate zodpovedá opisu v práci A. Mihaľikovej (1966, s. 160). Po doplnení ju možno sformulovať takto: bazanit v podstatnej miere tvoria úzkolištovité plagioklas a pyroxény. V podobe porfyrických výrastlíc vystupujú pyroxény, olivín, hnedý amfibol a zriedkavo aj plagioklas. Štruktúra základnej hmoty horniny varíruje medzi ofitickou, mikrodoleritickou až trachytickou. Lišty plagioklasov v matrixe horniny okolo uzavrenín majú výrazne paralelné usporiadanie („obtekanie“ uzavrenín bazanitovou lávou). Pritom paralelné usporiadanie sleduje kontaktnú plochu uzavrenín. Šírka tejto prikontaktnej zóny je však malá, vyznieva už v rámci jedného výbrusu.

Ojedinele možno nájsť aj mandľovcovitý typ bazanitu. Výplň mandlí tvoria karbonáty. Podiel sklovitej fázy v základnej hmote je spravidla nízky. Medzi typické akcesorické minerály bazanitu patria magnetit a nefelín.

Porfyrické výrastlice v bazanite nie sú rovnako sekundárne premenené. Premena je najintenzívnejšia pri hnedom amfibole — zatláča ho rhönit (?), pri olivíne a pyroxénoch sa prejavuje najčastejšie vznikom opacitových lemov. Pre olivín je miestami súčasne charakteristické dorastanie pôvodných „zaoblených“ olivínov (xenokryštály ?) na idiomorfne olivíny porfyrického typu.

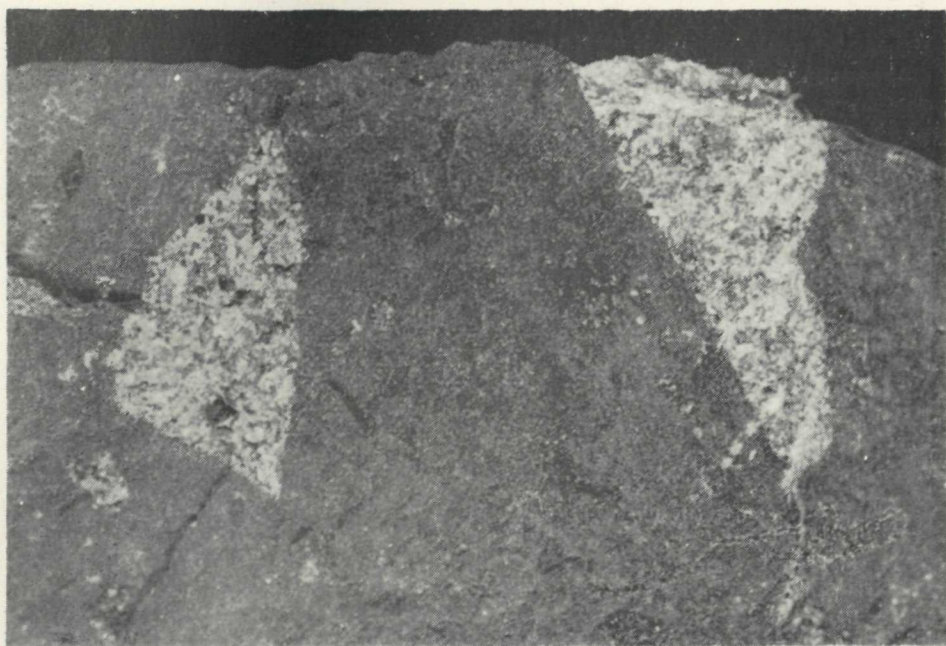
Pre výskyt bazanitu pri Maškovej je charakteristická prítomnosť uzavrenín rozličných typov ilovito-psamitických sedimentov. Sú prevažne intenzívne hydrotermálne premenené. Okolo väčšiny z nich možno pozorovať reakčné lemy z prevažne stĺpciekovitých pyroxénov.

Z bazanitu (bazanitoidu) tejto lokality publikovala A. Mihaľiková (l. c.) 3 chemické analýzy.

Charakteristika uzavrenín spinelových peridotitov

Uzavreniny spinelových peridotitov daného výskytu nie sú rovnako veľké. Na štiepných plochách bazanitu makroskopicky badať zrnitú asociáciu olivín — ortopyroxén — klinopyroxén — spinel, ktoré sú miestami veľké len 2—3 mm, najčastejšie však 1—5 cm. V lome ojedinele vystupujú aj uzavreniny veľké do 20 cm. Najväčšia zistená uzavrenina v lome pri Maškovej má veľkosť 26 X 18 cm. Pretože vo vzťahu k uzavierajúcemu bazanitu je minerálna asociácia uzavrenín v hypergénnych podmienkach málo stála, na blokoch aj v lomovej stene možno pozorovať vylúčené, resp. čiastočne vylúčené priestory po uzavreninách spinelových peridotitov. Ich veľkosť a tvar dáva dopĺňajúci obraz o tvare a veľkosti uzavrenín, ktoré vidieť priamo v hornine.

Pre bazanit študovanej lokality je charakteristická prítomnosť uzavrenín spi-



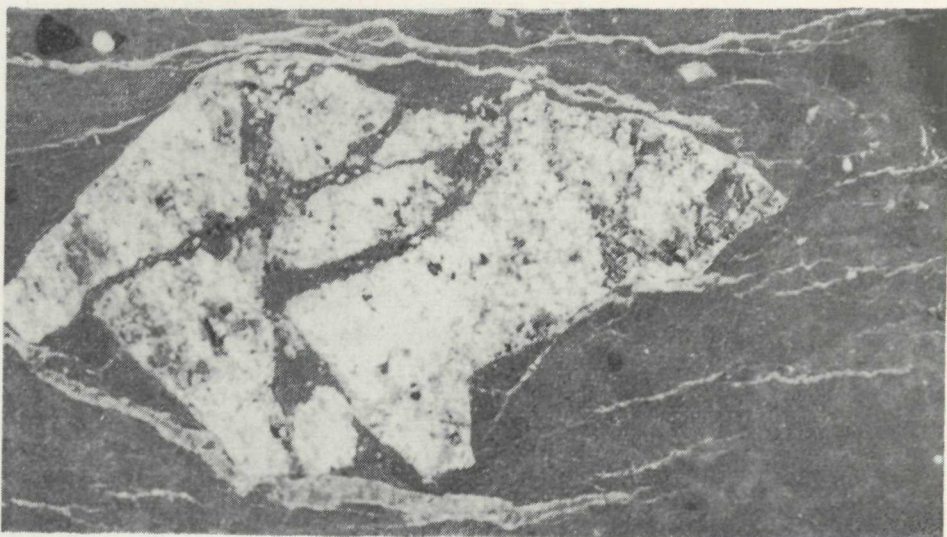
Obr. 1. Ostrohranné xenolity spinelových peridotitov v bazanite. Zväčš. 1,8×.

Fig. 1. Angular xenoliths of spinel peridotite in basanite. Magn. 1,8×. All photographs by L. Osvald.

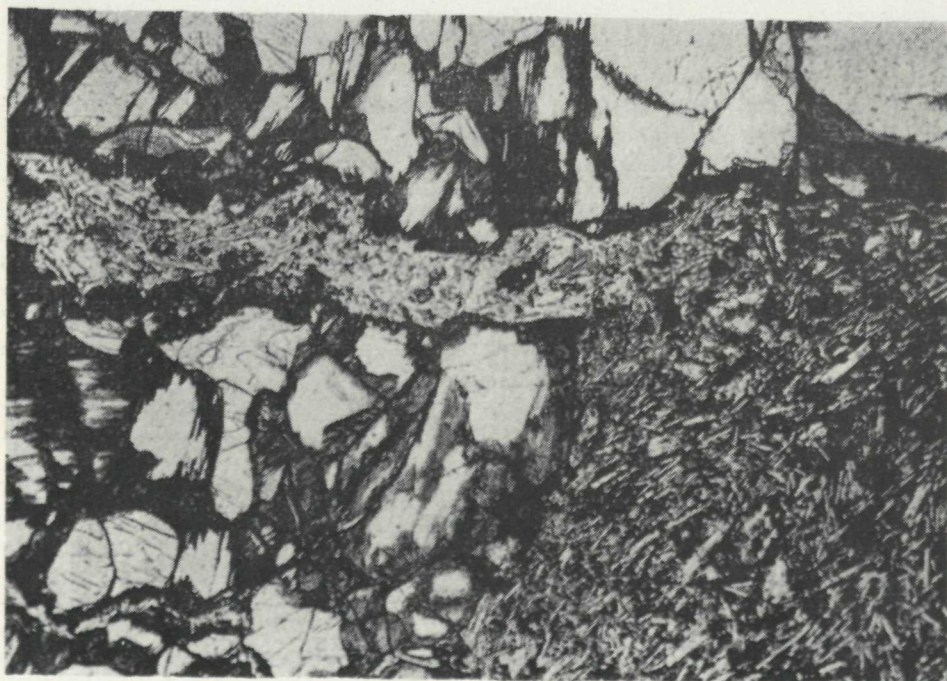
nelových peridotitov mikroskopických rozmerov (0,1—0,5 mm). Pri orientačnej prehliadke výbrusov ich možno pokladať za porfyrické výrastlice. Charakteristické je však polymineralné zloženie, pričom fázami sú minerály uzavrenín makroskopických rozmerov. Jednoznačne determinujúcim je v takýchto útvaroch Cr-spinel, príp. niektoré charakteristické znaky olivínu a pyroxénov (pozri ďalej). Je pravdepodobné, že aj časť individualizovaných „porfyrických“ olivínov, príp. pyroxénov, má „xenokryštalický“ pôvod (výrazná undulozita a zrazy niektorých porfyrických olivínov a i.).

Tvar uzavrenín je veľmi variabilný. Charakteristická je prevaha ostrohranných typov, pričom podstatnú časť rohov tvoria plochy zvierajúce ostrý uhol. Často možno pozorovať „zhluk“, resp. „roj“ menších (cm rozmery) uzavrenín, ktoré od seba oddeľujú len úzke zóny bazanitovej lávy, preniknutej do puklín v pôvodne jednotnej uzavrenine. Fragmenty uzavrenín tohto typu sa miestami zoraďujú prednostne v jednom smere — v smere pohybu lávy po efúzii. Vo všetkých študovaných uzavreninách je ich styk s okolným bazanitom makroskopicky ostrý. Pritom v prevažnej väčšine prípadov sú styčné plochy jednoduché, rovné.

Kontaktné plochy uzavrenín s bazanitom majú jednoduchý priebeh aj vo výbrusoch. Reakcie medzi uzavreninami a bazanitovou lávou sú veľmi nevýrazné, reakčná zóna je spravidla mocná len 0,1 mm. Charakteristický je jej selektívny vznik, vyvinula sa vždy medzi zrnami pyroxénov nachádzajúcimi sa na okraji uzavrenín a bazanitovou lávou. Medzi olivínovými zrnami a lávou sa reakčná



Obr. 2. „Roztrhaný“ xenolit spinelového peridotitu tmelený bazanitom. Zväčš. 2,4×.
 Fig. 2. „Tored“ xenolith of spinel peridotite cemented by basanite. Magn. 2.4×.



Obr. 3. Prienik bazanitovej lávy do xenolitu spinelového peridotitu. Sekundárna premena minerálov xenolitu na intergranulárach. Zväčš. 45×. // nikoly.
 Fig. 3. Intrusion of basanite lava into the xenolith of spinel peridotite. Alteration of xenolith mineral assemblage on intergranular surfaces. Magn. 45×, parallel nicols.

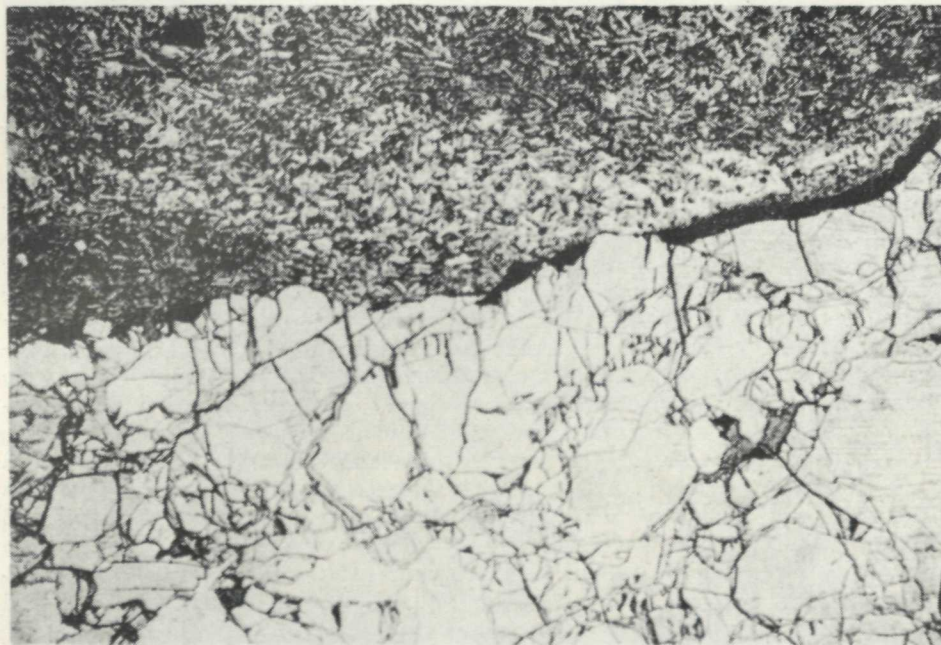
zóna nevyvinula. Podobné vzťahy medzi minerálmi uzavrenín a alkalickými bazaltmi opísal aj B. M. Vladimirov et al. (1976).

Dalej uvádzame základnú charakteristiku minerálnych fáz uzavrenín. Identifikáciu sme vykonali na rovinnom stolíku mikroskopu a röntgenometricky.

Uzavreniny sú z týchto minerálnych fáz: olivín, ortopyroxén, klinopyroxén a Cr-spinel (picotit). Kvantitatívny pomer najmä silikátových minerálov uvedenej asociácie nie je v jednotlivých uzavreninách rovnaký. Celkove medzi uzavreninami možno vyčleniť dva krajné horninové typy: a) typ s prevládajúcim olivínom, pričom pomer olivín : pyroxény je najčastejšie okolo 80 : 20; b) typ, v ktorom prevládajú pyroxény (najmä klinopyroxény) — pomer olivín : klinopyroxén = 30—40 : 70—60. V zmysle klasifikácie IUGS (Montreal 1972) typ *a* zodpovedá lherzolitu, a typ *b* je najbližší wehrlitu až olivinickému klinopyroxenitu. Stála prítomnosť charakteristického Cr-spinelu vo všetkých uvedených typoch je predpokladom pre ich označenie ako „spinelové lherzolyty, spinelové wehrlity a spinelové olivinické klinopyroxenity“.

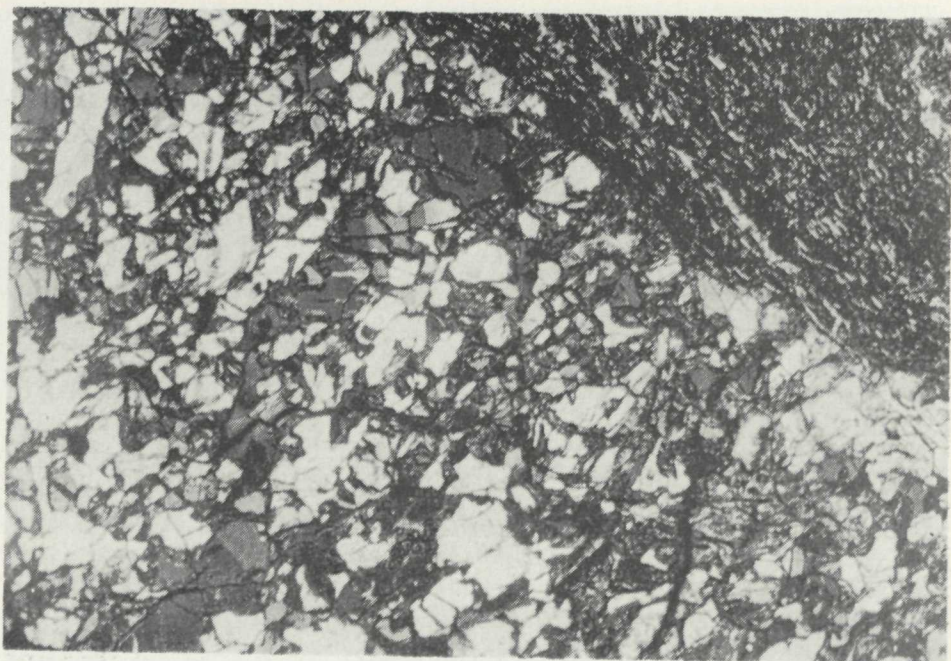
Zrnnosť uzavrenín lherzolitov a wehrlitov výrazne prevyšuje zrnnosť uzavierajúceho bazanitu — pohybuje sa v medziach 0,5—3 mm. Uzavreniny majú makroskopicky masívnu textúru. Sú svetlozelené až trávovozelené.

Štruktúry peridotitových uzavrenín sú najčastejšie výrazne porfyroklastické s porfyroklastmi olivínu a pyroxénov. Pre mikroskopický obraz peri-



Obr. 4. Selektívny vznik reakčného lemu na styku xenolit — bazanitová láva. Lem je vyvinutý pri zrnách pyroxénov, pri olivíne chýba. Zväčš. 20×, // nikoly.

Fig. 4. Selective reactional rim generated on the xenolith — basanite boundary. Reactional rim developed on pyroxene grains whereas it lacks on olivine. Magn. 20×, parallel nicols.



Obr. 5. Paralelné usporiadanie lištových plagioklasov okolo xenolitu. Sekundárna premena xenolitu na intergranulárach. Zväčš. 20 $\times$, // nikoly.

Fig. 5. Parallel arrangement of plagioclase laths around the xenolith. Alteration of the xenolith composing minerals on intergranulars. Magn. 20 $\times$, parallel nicols.

dotitov je charakteristická intenzívna protokláza silikátových minerálov. Prejavuje sa ich intenzívnym popraskaním (pričom pukliny prenikajú spravidla cez niekoľko rozličných minerálnych zŕn uzavreniny), výraznou optickou undulovitou olivínu a pyroxénov, príp. aj ich členením na opticky rozlične orientované časti (protogranulárna štruktúra v zmysle J—C. C. Merciera — A. Nicolasa 1975). Lokálne možno vo výbrusoch pozorovať aj ekvigranulárnu a mozaikovito-ekvigranulárnu štruktúru (náplň týchto štruktúr v zmysle uvedených autorov, l. c.). Len ojedinele badať páskované usporiadanie pretiahnutých olivínových kryštálov, resp. páskované zoradenie Cr-spinelov.

Olivín je veľmi čerstvý. Tvorí porfyroklasty (do 3 mm) i nepravidelné zrná v matrice. Časté sú mnohonásobné zrasty a výrazné undulózne zhášanie, najmä pri väčších zrnách. Má xenomorfné obmedzenie. Pri časti zŕn sa dá pozorovať protoklastické členenie na agregát opticky rozlične orientovaných jedincov. Vo výbrusoch sa vyznačuje slabým pleochroizmom žltkastého odtieňa. Podľa difrakčných záznamov ide o olivín s podielom okolo 90 % Fo-zložky. Miestami uzatvára Cr-spinel, ale zistili sa aj drobné uzavreniny olivínu v Cr-spineli.

Ortopyroxény majú zloženie blízke bronzitu. Majú nezreteľný pleochroizmus žltého odtieňa. Ak sa uplatnili sekundárne premeny, sú ortoproxény postihnuté najvýraznejšie. Charakteristické sú „lamely odmiešania“ (exsolution lamellae; obr. 6), t. j. odmiešané lamely klinopyroxénov v ortoproxénovom hostiteľovi, pričom sú lamely orientované paralelne s (100). Takéto typy pyro-

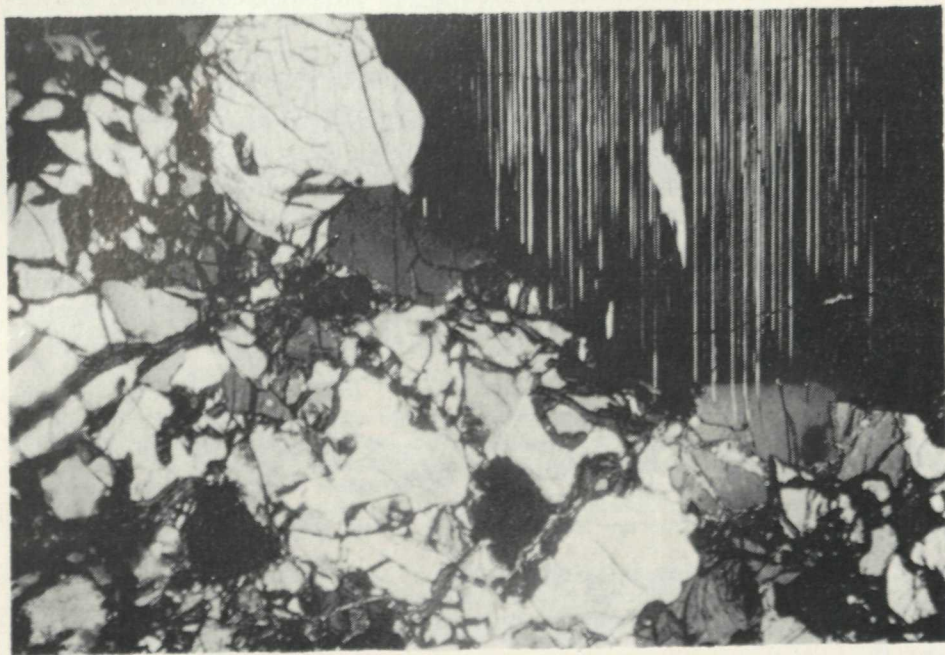
xénov (vznikli pri vysokom tlaku) sa označujú aj ako „pyroxény bushweldského typu“ (A. Poldervaart — H. H. Hess 1951).

Klinopyroxény sú reprezentované typmi blízkymi diopsidu. Už makroskopicky je nápadná smaragdovozelená farba klinopyroxénových zŕn. Ide o typ označovaný ako „chrómdiopsid“, resp. „endiopsid“. Podobne ako predchádzajúce minerály aj klinopyroxény tvoria porfyroklasty i súčasť matrixu. Majú nepravidelný, len ojedinele hypautomorfný habitus.

Cr-spinel má červenohnedé sfarbenie (picotit). Vyznačuje sa výrazne nepravidelným obmedzením, najčastejšie má členený amébovitý prierez. Je len ojedinele (na okrajoch zŕn) sekundárne premenený, pričom premenená zóna nepresahuje zlomok priemeru daného zrna. Veľkosť Cr-spinelu je rádovo 0,1 mm. Miestami spinely zoradené do paralelných pruhov podmieňujú páskovanú stavbu uzavreniny (resp. jej časti).

V prípade, že uzavrenina peridotitu je sekundárne premenená (za vzniku agregátne polarizujúcej vláknito-lupenitej hnedastej hmoty), má premena selektívny priebeh. Uplatňuje sa najmä na intergranulárach zŕn.

V tomto štádiu premeny vzniká úzky opakný lem okolo zŕn spinelu. Iným typom premeny je karbonatizácia (hydrotermálno-postvulkanická, resp. hypergénna ?). Má podobný priebeh ako predchádzajúci typ premeny. Na záver treba zdôrazniť, že intenzita sekundárnych premien uzavrenín peridotitov nepresiahla 10 % obj.



Obr. 6. Porfyroklastická štruktúra peridotitového xenolitu. V porfyroklastickom ortopyroxéne lamely odmiešania klinopyroxénu. Zväčš. 25 $\times$, X nikoly.

Fig. 6. Porphyroclastic structure of a peridotite xenolith. Segregation lamellae of clinopyroxene occur in porphyroclastic orthopyroxene. Magn. 25 $\times$, crossed nicols.

Záver

1. Uzavreniny spinelových peridotitov v alkalických efuzívach sú zo strednej Európy známe z podkrkonošskej oblasti Českého masívu (F. Fediuk 1976) a z predpolia Východných Álp (G. Kurat 1971, W. Wichter 1971). Opísaný výskyt spinelových lherzolitov, spinelových wehrlitov až spinelových olivinických klinopyroxenotov je v oblasti karpatského oblúka a panónskeho bloku doteraz jediným výskytom uzavrenín hornín uvedeného typu. Sú však dôvody predpokladať, že sa uzavreniny spinelových peridotitov vyskytujú aj na ďalších lokalitách vystupovania alkalických olivinických bazaltov v mladokenozoickej alkalickéj (postorogénnej) provincii Karpát a panónskeho bloku.

2. Zistenie prítomnosti vrchnoplášťových spinelových peridotitov v mladokonozoickej provincii alkalických efuzív Západných Karpát (v alkalických olivinických bazaltoch s. l.) je doteraz jediným dôkazom o ich vzniku pod plochou Moho, t. j. vo vrchnej plášti Zeme.

3. Na stavbe študovaných uzavrenín sa zúčastňujú minerály, ktoré sa v obklopujúcich alkalických efuzívach doteraz nezistili (horečnatý olivín, chrómdiopsid, Cr-spinel). Pritom mikroskopické štúdium niekoľkých výbrusov samotných bazanitov z jedinej lokality (Mašková) signalizuje možnosť vystupovania „uzavreninových“ asociácií aj vo formách, ktoré sa doteraz chápali ako „porfyrické výrastlice“, resp. ako minerály intratelurického štádia.

4. Aj keď sme na pomenovanie študovaných minerálnych asociácií uzavrenín používali nomenklatúru magmatických hornín, treba zdôrazniť, že ide o tektonicky intenzívne ovplyvnené minerálne asociácie (porfyrroklastické a protoklastické štruktúry, ohnutie až ruptúry minerálov, intenzívna indolozita olivínov a pyroxénov, tlakové zdvojčatenie a i.), pri ktorých by už bolo možno použiť terminológiu metamorfovaných hornín.

5. Z opísaného minerálneho zloženia uzavrenín jednoznačne vychodí, že majú výrazne vyššiu mernú hmotnosť ako okolné bazanity. Tak prítomnosť veľmi veľkých uzavrenín v bazanite (váziacich niekoľko kg, ojedinele i viac ako 10 kg) svedčí o rýchlom výstupe bazanitovej lávy na zemský povrch (v opačnom prípade by sa uzavreniny pravdepodobne nahromadili v dôsledku gravitácie v spodných častiach magmatických rezervoárov). Prítomnosť uzavrenín peridotitov v bazanitovom lávovom prúde môže byť aj odrazom relatívne vyššej viskozity bazanitovej lávy.

6. Zistené štruktúry uzavrenín v bazanite pri Maškovej, ich minerálne zloženie, tvar, veľkosť a vysoký stupeň zachovania súhlasia s údajmi zo svetovej geologickej literatúry. Tieto vlastnosti sa všeobecne akceptujú ako charakteristické pre uzavreniny vrchnoplášťového pôvodu.

Doručené 10. 1. 1977

Odporučil F. Fediuk

LITERATÚRA

Fediuk, F. 1976: Uzavreniny v čedičových horninách podmoklickosmrčenských lávových proudů. In: Ultrabazika, závěreční zpráva. Ústav geol. věd KU (Praha), s. 20–22.

- Fiala, F. 1938a: Nefelinický bazanitoid od Podrečian (sz. Lučenca). Zbor. štát. ban. múzea D. Štúra v Banskej Štiavnici, 2, s. 36—52.
- Fiala, F. 1938b: Niekoľko petrochemických poznámok k čadiču Kalvárie pri Banskej Štiavnici. Zbor. štát. ban. múzea v Banskej Štiavnici, 2, s. 53—66.
- Fiala, F. 1952: Alkalické čediče (bazanitoidy) od Tekovské Breznice a Brehú u Nové Baně na Slovensku. Sbor. Národ. musea, Praha.
- Fiala, F. 1962: Chemism of the Neogene Volcanites of the Kremnické hory. Geol. práce, Spr. (Bratislava), 25—26, s. 5—58.
- Forgáč, J. 1970: Trace Elements in Basalts of Slovakia. Geol. zbor. Geologica carpath. (Bratislava), 21, s. 239—260.
- Forgáč, J. — Karolus, K. — Karolusová, E. — Konečný, V. — Kuthan, M. 1968: Subsequent and Final Volcanics in the West Carpathians (Central-slovakian Region), 23 — rd Int. Geol. Congr. (Praha), Proc. 2, p. 133—138.
- Forgáč, J. — Kupčo, G. 1973: Position basaltoid andesites from the standpoint of ferromagnesium elements (Fe, Mg, Cr, Ni, Co, V). Geol. zbor. Geologica carpath. (Bratislava), 24, 2, p. 255—274.
- Frey, F. A. — Green, D. H. 1974: The mineralogy, geochemistry and origin of lherzolite inclusion in Victorian basanites. Geochim. Acta, 38, p. 1023—1059.
- Green, D. H. 1964: The petrogenesis of the high-temperature peridotite intrusion in the Lizard area, Cornwall. J. Petrol., 5, p. 134—188.
- Green, D. H. 1970: The origin of basaltic and nephelinitic magmas. Trans. Leicester Liter. Philosoph. Soc. (Leicester), 64, 28—54.
- Hovorka, D. 1978: The West Carpathian Mesozoic and Cenozoic Basalts. Geol. zbor. Geologica carpath. (Bratislava), 29.
- Karamata, S. 1968: Zonality in Contact Metamorphic Rocks around the Ultramafic Mass of Brezovica (Serbia, Yugoslavia). 23-rd Int. Geol. Congr. (Praha), Proc. 1, p. 197—208.
- Karolus, K. 1970: Chemizmus eruptívnych fáz slovenských neovulkanitov. Zbor. geol. vied, rad ZK, 12, s. 85—113.
- Karolus, K. 1973: Chemical composition of neovolcanics in the region of Central Slovakia, the West- and East Carpathian arc. Geol. zbor. Geologica carpath. (Bratislava), 24, 1, p. 53—74.
- Kurat, G. 1971: Granat-Spinell-Websterit und Lherzololith aus dem Basalttuff von Kapfenstein, Steiermark. Tsch. Min. Petr. Mitt. 16, 4, S. 192—214.
- Kuthan, M. 1948: Undačný vulkanizmus karpatského orogénu a vulkanické štúdiá v sev. časti Prešovských hôr. Geol. práce, Zoš. 17 (Bratislava).
- Kuthan, M. 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape 1 : 200 000, list Nitra. Bratislava, Geofond. 171 s.
- Kuthan, M. 1967: Neovulkanity československých Karpat. In: Regionální geologie ČSSR. Díl 2, sv. 2 (T. Buday et al. 1967), Academia (Praha), s. 491—550.
- Lexa, J. 1971: Stratovulkán bazaltoidného andezitu v severnej časti kremnického pohoria. Geol. práce, Spr. (Bratislava), 55, s. 139—145.
- Kutolin, V. A. — Frolova, V. M. 1970: Petrology of ultrabasic Inclusions from Basalts of Minusa and Transbaikalian Regions (Siberia, USSR). Contr. Mineral. Petrol., 29, 2, p. 163—179.
- Mac Gregor, J. D. 1968: Mafic and ultramafic inclusions as indicator of the depoth origin of basaltic magma. J. Geophys. Res. 13, 12, p. 3737—3745.
- Mihaliková, A. 1966: Petrografická a petrochemická charakteristika bazaltov JV Slovenska. Zbor. geol. vied, rad ZK, 5, s. 151—187.
- Mihaliková, A. — Šimová, M. 1965: Final basalt volcanism in West Carpathian (Petrography and Petrochemistry). Geol. práce, Spr. (Bratislava), 36, p. 257—263.
- Mihaliková, A. — Šimová, M. 1969: Minerály magmatického stadia a kontaktní a xenogenní minerály výlevných hornín Západních Karpt. Neovulkanity. In: J. H. Bernard et al. 1969: Mineralogie Československa. Praha, Academia, s. 41—44.
- Mercier, J.—C. C. — Nicolas, A. 1975: Textures and Fabrics of Upper-Mantle Peridotites as Illustrated by Xenoliths from Basalts. J. Petrol., 16, 2, p. 454—487.
- O'Hara, M. J. 1973: Paragenesis of ultramafic nodules in basalts contrasted with of nodules in kimberlites. Intern. Conf. on Kimberlites. Cape Town, Abstr. volume, p. 255—257.

- O'Hara, M. J. — Mercy, E. L. P. 1963: Petrology and petrogenesis of some garnetiferous peridotite. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, 65, p. 251—314.
- Poldervart, A. — Hess, H. H. 1951: Pyroxenes in the crystallization of the basaltic magma. *J. Geol.*, 59, p. 472—481.
- Řehánek, J. 1973: Petrografický charakter vulkanických hornin v oblasti Maškově. [Diplomová práce.] Manuskript — archiv Katedry petrografie PF UK, Bratislava.
- Richter, W. 1971: Ariégite, Spinell-Peridotite und Phlogopit-Klinopyroxenite aus dem Tuff von Tobaj in süddlichen Burgenland. *Tsch. Min. Petr. Mitt.*, 16, 4, S. 227—251.
- Ringwood, A. E. 1966: The chemical composition and origin of the earth. In: *Advances in earth science* (P. M. Hurley, Ed.), Cambridge: M. I. T Press, p. 287—356.
- Ross, G. S. — Foster, M. D. — Myers, A. T. 1954: Origin of dunites and of olivine-rich inclusions in basaltic rocks. *Amer. Mineralogist*, 39, p. 693—737.
- Sachno, V. G. — Denisov, E. P. 1963: K voprosu o preischozhdenii vkluchenij ultrasnovnych porod v bazaltach juga Daľnego Vostoka. *Izv. AN SSSR, ser. geol.*, 8, s. 43—55.
- Stille, H. 1953: Der tektonische Werdegang der Karpaten. *Geigh. Geol. (Hannover)*, 1 b, 8.
- Šimová, M. 1965: Finálny bazaltový neovulkanizmus Slovenského Stredohoria, *Acta geol. et geogr. univ. Comm., Geol. (Bratislava)*, 9, s. 9—91.
- Tolstoj, M. I. — Moljavko, V. G. — Gasanov, Ju. L. — Ostafijčuk, I. M. 1976: Schema orogennogo vulkanizma Karpat i Pannonskogo massiva. *Geol. ž. (Kyjiv)*, 36, 5, s. 38—42.
- Vladimirov, B. M. — Voljanjuk, N. Ja — Ponomarenko, A. I. 1976: Glubinnye vkluchenija iz kimberlitov, bazaltov i kimberlitopodobnyh porod. Moskva, Izd. Nedra. 284 s.
- White, R. W. 1966: Ultramafic inclusions in basaltic rocks from Hawaii. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 12, p. 245—314.

Xenoliths of spinel peridotite in basanite near Mašková (West Carpathians Mts.) — Upper Mantle residuum?

DUŠAN HOVORKA

Among the products of Late Cenozoic volcanic activity within the West Carpathian arch and the adjacent part of the Pannonian massif two basalt types have been differentiated (D. Hovorka 1978): a) basalts of calc-alkaline series (high alumina basalts), b) alkali olivine basalts. The origin of these two basalt types is a consequence of different tectonic conditions in the Late Cenozoic era in the Carpathian and Pannonian block regions. In spite of strong influence of stress during the formation of Miocene — Pliocene calc-alkaline rock series (compression of space in consideration), the formation of alkali olivine basalt clan is the result of dilatation of the area between Slovak and Pannonian blocks in uppermost Pliocene — Pleistocene.

One of the most characteristic features of alkali basalt effusives all around the world is the presence of peridotite and pyroxenite xenoliths in them. At time being such xenoliths from a basanite flow near Mašková (8 km WNW from Lučenec — Southern Slovakia) have been found.

The xenoliths in basanite have the diameter up to 25×18 cm; most common are those of 1—5 cm diameter. They are fine till middle grained, so their grain

size is markedly different from that of basanite. Xenoliths have always sharp boundaries with enclosing basanite.

The mineral composition of xenoliths is as follows: Mg-rich olivine, Cr-diopside, clinopyroxene, Cr-spinel. The proportion of these minerals allow to distinguish among them spinel lherzolites and spinel wehrlites (rock types in the sense of IUGS classification, Montreal 1972).

The textures of xenoliths are porphyroclastic (with olivine and pyroxene porphyroclasts), locally also equigranular till protogranular (in the sense of J—C. C. Mercier — A. Nicolas 1975). Locally also parallel orientation of elongated olivine grains or parallel arrangement of xenomorphic Cr-spinel grains have been observed in thin sections.

Mg-rich olivine (X-ray determination) is present in the form of porphyroclasts (up to 3 mm diameter) and xenomorphic grains. Olivine crystals are often twinned; undulatory extinction is very often observable especially on porphyroclastic grains. Orthopyroxenes have the composition near to that of hypersthene. Characteristic are the exsolution lamellae (= pyroxenes of the bushveld type — A. Poldervaart — H. H. Hess 1951). Clinopyroxenes are represented by Cr-rich types (chromdiopsides). Similar as the orthopyroxenes, also clinopyroxenes are present in the form of porphyroclasts and fine grained individuals in the xenolith matrix. Cr-spinel has characteristic red-brown colour (picotit) and irregular form.

In the case of secondary alteration of the xenolith mineral assemblage, the significant selective process of mineral alteration has been observed. The orthopyroxenes being the most altered mineral, olivines are very fresh. It must be stressed here, that secondary alteration is of very small extent, usually till 10 volume % of the xenoliths. Above described selective secondary alteration is clearly visible mainly in the contact zone between xenoliths and the enclosed basanite. The reaction zone being of 0,5 mm thickness is always developed on the orthopyroxene grains periphery and is simultaneously lacking in that of olivine.

The mineral composition and texture of spinel peridotite and spinel wehrlite and spinel wehrlite xenoliths in Late Cenozoic basanite near Mašková indicate their Upper Mantle origin. The presense of typical Cr-spinel in xenoliths simultaneously determinates the *pt* conditions of the basanite magma generation region within Upper Mantle. Microscopically determined small peridotite xenoliths (xenocrysts) in basanite from the mentioned locality indicate the possible presence of similar Upper Mantle xenoliths in other alkali olivine basalts — basanites occurrences within the Carpathian arch and Pannonian block.

Preložil autor