

ULTRABÁZICKÁ HORNINA OD SEDLÍČ A HADCE NAJBLIŽŠIEHO OKOLIA

(Tab. XXXI—XXXIX, ruské a nemecké resumé)

Otázka hadcových hornín v Spišsko-gemerskom rudohorí bola oddávna stredom pozornosti geologov a petrografov. Išlo najmä o tie výskyty serpentinitov, ktoré dávaly podklad k ťažbe azbestu alebo k výrobe ohňovzdorného materiálu (forsteritové tehly, *Andrusov*, 1950).¹ Najnovšie sa venoval otázke serpentinitov Spišsko-gemerského rudohoria *Kamenický* (1950). Jeho práce majú značný podiel na poznatkoch o tejto veci.

V *Andrusovovom* (1950) podaní tvoria serpentinitové, resp. peridotitové horniny Spišsko-gemerského rudohoria väčšie alebo menšie bochníkovité alebo šošovkovité telesá uprostred vrstiev spodného triasu. Ide o verfénske bridlice s vložkami pieskovcov, slieňov alebo vápencov. Boly to peridotitové horniny intruzívneho charakteru, ktoré sa súčasne alebo po intrúzii zmenily na serpentinity. Pri mladších horotvorných pochodoch byly telesá serpentinitov porušené, a preto dnes ležia často v dislokačnom styku s okolitými horninami.

Výskyty serpentinitov s prípadnými zvyškami peridotitov nájdeme vo východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria v *Sedliciach*, *Jaklovciach* a *Gottestale* pri *Margecanoch*, ďalej v okolí *Rudníka*, *Jasova* a *Hodkoviec*. V západnej časti Spišsko-gemerského rudohoria je na severe výskyt hadca v *Dobšinej* a pri *Dankovej* neďaleko *Čuntavy* a na juhu v *Kobeliarove* (pozri mapku).

O azbestonosných hadcoch z *Dobšinej* a okolia a z *Jakloviec* je početná literatúra. Chýba však petrografická analýza hornín z lokality *Sedlice* ako aj z celej širokej oblasti *Rudníka*. I keď charakter serpentinitov Spišsko-gemerského rudohoria je so stránky petrogra-

¹ Práca bola spracovaná z podnetu prof. Dr. *Andrusova*, ktorý mi dal sossbieraný materiál všetkých serpentinitov Spišsko-gemerského rudohoria. Touto cestou ďakujem mu za vysvetlenia, mapky a rukopisný posudok o serpentinitoch, ktorý mi dal k dispozícii.

fickej a genetickej značne jednotný, predsa treba venovať zvýšenú pozornosť najmä tým horninám, ktoré možno považovať za málo zmenenú materskú horninu. Takou je práve ultrabázická hornina z okolia Sedlíc. Moja práca sa bude týkať najmä tejto horniny a jej pomeru k ostatným spišsko-gemerským serpentinitom. Štúdium horniny pri Sedliciach pomôže čiastočne vyriešiť otázku materskej horniny hadcov, pretože uvedený výskyt je len v začiatočnom štádiu serpentinizácie a má všetky primárne minerály zachované.

Ultrabázická hornina pri Sedliciach tvorí menší hrebeň, označený v mape ako Skalka. Leží na sever a severovýchod od obce. Hornina je vo flyšovom pásme a len zo štúdia širšieho okolia vysvitá analogická geologická pozícia s ostatnými hadcami Spišsko-gemerského rudohoria. Jej vzťah ku kryštalickeému podkladu nemožno študovať pre flyšovú prikrývku.

Sedlická ultrabázická hornina je čierna až černosivá, dobre zachovaná, v začiatočnom štádiu serpentinizácie. Na miestach intenzívnejšej premeny alebo vetrania dostáva červeno-hnedú farbu so zeleným nádychom. Hornina má miestami početné žilky nepravidelne sa križujúce, vyplnené uhličitanmi na rozdiel od ostatných serpentinitov Spišsko-gemerského rudohoria, kde sú žilky vyplnené chryzotilom alebo inými modifikáciami serpentínu. Na viacerých miestach má hornina brekciovitý charakter, pričom jednotlivé ostrohranné tmavozelené úlomky ležia celé v uhličitanovej mase (tab. XXXVII, obr. 1). Je zaujímavé, že ani tieto brekciovité fácie tmelené kalcitom neprejavujú v dostatočnej miere serpentinizáciu, pretože možno v nich nájsť zrnká olivínu. Sedlická ultrabázická hornina je pomerne jemnozrnná, a len nezreteľne poznať kryštalky romnických pyroxénov. Hustota peridotitu je 3,057, viac serpentinizovanej horniny 2,755 a brekciovitej horniny s kalcitovými žilkami 2,529.

Pod mikroskopom sa skladá z olivínu a z malého množstva enstatitu (cca 5%). V jednom prípade sa zistil dialág, a to vo fácií, ktorá mala iné percentuálne zastúpenie minerálov. Rombických pyroxénov bolo asi 10—15%, dialágu asi 3—5%. V tomto prípade rombické pyroxény sú až 2 mm veľké. Podľa mikroskopovaných vzoriek ide pravdepodobne o anomálnu koncentráciu pyroxénov.

Z akcesorických minerálov je prítomný magnetit a granát. Zo sekundárnych minerálov minerály serpentínovej skupiny, ďalej magnetit, limonit, kalcit a chloritové minerály.

Olivín je najpodstatnejšou súčiastkou horniny. Tvoril pôvodne 95 i viac percent horniny. Sú výbrusy, kde enstatitické pyroxény sa vôbec nenájdú. Zrnká olivínu majú veľkosť až 1,5 mm, sú

viacmenej izometrické, nepravidelne zrnito vyvinuté. Keď sú pretiahle, dosahujú dĺžky i nad 2 mm a ich šírka sa pohybuje medzi 1,5–0,4 mm. Zhášajú rovnobežne, v niektorých výbrusoch však prejavujú undulózne zhášanie. Olivín je vo výbruse bezfarebný alebo má celkom slabý odtieň do žltozelena. Je bez zdvojčatenia. Charakter minerálu a charakter zóny je kladný, čo svedčí o malom obsahu železa (dľa analýzy 6,47 % FeO). Index lomu pre n_{α} až n_{γ} sa pohybuje v medziach 1,659 až 1,675. Veľkosť dvojlohu sa blíži hodnote 0,03. Všetky olivínové zrnká prejavujú serpentinizáciu. Tvorí sa v nich puklinky a žilky v podobe slučiek, v ich strede sú olivínové jadrá (s l u č k o v á š t r u k t ú r a, tab. XXXI, 1, XXXII, 1). Serpentinové žilky vytvárajú sieť v olivínoch. Olivínové jadrá sú niekedy pomerne veľké (0,2–0,3 mm) a obyčajne guľaté. Medzi skríženými nikolmi početné malé skupiny olivínových jadier v serpentinovej sieti zhášajú naraz, sú teda rovnako orientované a indikujú pôvodnú veľkosť olivínu. V tých miestach horniny, kde serpentinizácia prebieha za zvýšených tlakov, očká serpentinovej siete nie sú izometrické ako obyčajne, ale žilky sa križujú pod ostrým uhlom. Ľahko poznať usmernenie žiliel (tab. XXXII, obr. 1).¹ V takom prípade olivíny zhášajú undulózne. V miestach, kde serpentinizácia pokročila, rozpadne sa veľké zrno olivínu na malé granulky o priemere 0,05–0,02 mm (tab. XXXI, obr. 2). Tento pochod deje sa zhusťovaním serpentinovej siete a neskoršie rozširovaním jednotlivých pukliniek na úkor jadier olivínu. V ďalšom štádiu prevláda serpentinová hmota nad olivínovou, až sa zrnká olivínu úplne stratia, alebo ostanú po ňom len stopy. Serpentin, vzniklý v prvých štádiách serpentinizácie olivínu, má charakter amorfnej hmoty temer izotropnej.

Druhou hlavnou složkou peridotitickej horniny sú r o m b i c k é p y r o x é n y, ktoré sa nachodia v nepravidelných zrnkách veľkosti 0,5 mm. Vo fácií s vyšším percentom pyroxénov dosahujú veľkosti 1–2 mm. Zrnká sú často pretiahle so zreteľnou hranolovou štiepaťnosťou. Sú úplne bezfarebné a bez pleochroizmu, zhášajú rovnobežne, majú pomerne nízky dvojlom 0,09. Charakter minerálu i zóny je pozitívny. Index lomu je o niečo nižší ako u olivínu, n_{α} až n_{γ} je 1,652 medzi 1,665. Ide teda o e n s t a t i t s malým percentom železa.

Množstvo rombických pyroxénov je obyčajne menšie ako 5 %, v sedlickej hornine len anomálne dosahuje i vyššie hodnoty. V jednom prípade som ho zistil cca 10–15 %, pričom sa objavily i monoklinické pyroxény (dialág). Spolu výskyt dialágu a enstatitu v tých fáciách horniny, ktoré obsahujú vyššie percento rombických pyroxénov, možno pozorovať v serpentinitoch Spišsko-gemerského rudohoria všeobecne. Pritom dialágu je málo (2–5 %), ak nejde o anomálne koncentrácie.

Vo väčšine prípadov je enstatit sedlickej horniny úplne zachovaný, zriedka javí serpentinizáciu. V zónach silne serpentinizovaných mení sa na bastit alebo čiastočne na chloritové minerály. Z uvedeného je vidieť, že rombické pyroxény ťažšie podliehajú serpentinizácii ako olivín. Bastitická serpentinizácia rombických pyroxénov šíri sa postupne v smere štiepných trhlín, alebo zachvacuje spontánne celý kryštál enstatitu, neponechávajúc jadrá a zvyšky po materskom mineráli. Na miestach silných tlakových účinkov je vidieť, že rombický pyroxén sa rozpadne na podlhovasté trieštičkovité xenoblasty. Taký enstatitický jedinec zháša undulózne v dôsledku posunutej optickej orientácie xenoblastov. Toto pozorovanie nám umožňuje vysvetliť zjav, pozorovaný pri hadcoch z Hodkoviec, kde serpentinizáciou rombických pyroxénov nevznikajú bastity, ale priamo vláknitý serpentín metaxitového charakteru. Ako sa zmienim neskoršie, hodkovský serpentinit má charakter nanajvýš tlakove porušenej horniny, so značnejším percentom rombických pyroxénov. Monoklinické pyroxény v sedlickom peridotite sú zriedkavé, no lokálne sa môžu skoncentrovať vo väčšej miere a potom treba o nich hovoriť medzi podstatnými minerálmi (tab. XXXIII, obr. 1).

Z mikroskopie ostatných spišsko-gemerských hadcov vysvitá, že diopsidický pyroxén možno nájsť takmer vo všetkých hadcoch ako súčiastku, ktorá najťažšie podlieha serpentinizácii. To mohlo viesť v minulosti k nesprávnemu a prehnanému hodnoteniu percentuálneho zastúpenia monoklinických pyroxénov v hornine. Toto sa dialo obyčajne na úkor minerálov, najmenej odolných proti serpentinizácii, najmä na úkor olivínu. Jednoklonné pyroxény tvoria zrnká hypidiomorfného vývoja, niekedy až 2 mm veľké. Sú bezfarebné, majú zreteľnú štiepatelnosť podľa 110 a pozorovateľnú deliteľnosť podľa 100, ktorá nasvedčuje dialágu. Maximálny uhol zhášania je $c/\gamma = 39$. Index lomu je vysoký, pričom n_β sa blíži hodnote 1,694. Hodnota dvojlomu je 0,023 a svedčí o zvýšenom percente železa v diopsidickom pyroxéne. Nasvedčuje tomu aj zvýšený podiel rudnej pigmentácie najmä v štiepných trhlínkach dialágu pri jeho premene (tab. XXXIII, obr. 1, 2). S týmto zjavom sa stretáme najmä pri dialágových reliktoch v rudníckom serpentinite, ktorý je takmer nepriehľadný od jemného železného a leukoxenického pigmentu. Diopsid sedlickej ultrabázickej horniny nepodľahol nijakej chemickej premene. Pritomnosť leukoxénu v dialágu nasvedčuje alebo zvýšenému obsahu titánu v magnetite, alebo titán tvorí izomorfnú prímes v stavebných molekulách dialágu.

Najdôležitejšou akcesorickou súčiastkou sedlickej horniny je magnetit. Nachádza sa ako súčiastka, ktorá prvá kryštalizovala.

Preto je magnetit vyvinutý v idiomorfných tvaroch štvorcového prierezu. Zriedkavejšie tvorí xenomorfné zrná. Veľkosť zrn je približne 0,2 mm. Tento magnetit neprejavuje srast s ilmenitom, ako to obyčajne býva u báziických hornín. Väčšina magnetitu je však sekundárneho pôvodu. Sekundárny magnetit je xenomorfný, celkom drobný alebo i veľký, koncentruje sa obyčajne v serpentínových žilkách. Býva aj rovnomerne rozptýlený po celej hornine. Vznikol pri premene molekuly olivínu na serpentín, vylúčením izomorfného železa olivínu v podobe Fe_3O_4 .

Granát sa našiel iba v jednom výbruse, a to tam, kde boli prítomné enstatity a dialág. Nachádza sa v podobe xenomorfných tmavohnedých zrn veľkosti cca 0,03 mm.

Najdôležitejším sekundárnym minerálom študovanej horniny je serpentín v rôznych modifikáciách. Jednotlivé modifikácie sú štádiálnymi premenami amorfného serpentínu, ktorý vznikne ako prvý produkt serpentinizácie olivínu. Dehydratáciou a kryštalizáciou tejto hmoty za rôznych podmienok vzniknú rôzne modifikácie serpentínu kryštaloidného i kryštalického charakteru. Keď takto chápeme vznik rôznych modifikácií, neprekvapí nás veľká pestrosť tvarov serpentínu, ani rôznosť ich optických a mechanických vlastností. Organizovanie amorfnej hmoty serpentínu smeruje do dvoch vyhradených typov, spočívajúcich v celkom rôznej stavbe molekúl. Typ antigoritický má stavbu blízku sľudám a blíži sa aj mechanickými vlastnosťami týmto minerálom, naproti tomu typ vláknitý blíži sa stavbou amfibolom. V spišsko-gemerských serpentínoch možno nájsť najrôznejšie prechody, naznačujúce vývoj z amorfného štádia do štádia antigoritu a chryzotilu a k jeho odrodám, najmä meta-xitu. Podstatné množstvo serpentínu v spišsko-gemerských hadcoch je vyvinuté v modifikácii antigoritu a jeho rôznych vývojových štádiách (tab. XXXVI, obr. 1). To spôsobuje, že štruktúra hadcov je často mriežková, a nie slučková, aká vzniká v prvých štádiách serpentinizácie (tabuľka XXXIII, obrázok 2 a tabuľka XXXIV, obrázok 1). Pri ďalšej rekryštalizácii, najmä za pôsobenia tlakových účinkov, stráca sa i tento druhý vývojový typ mriežkovej štruktúry a mení sa na agregát nu, zrnitú štruktúru, tvorenú xenoblastmi serpentínu rôznych tvarov, veľkosti a rôzneho usporiadania (tab. XXXVI, obr. 2). Takáto štruktúra zrnito-xenoblastická už nejaví stopy po primárnych štruktúrach alebo mineráloch. Sedlická ultrabázická hornina nemá toto posledné štádium serpentinizácie a nemá ani chryzotil, ktorý je konečným produktom vývoja vláknitých modifikácií serpentínu. Mikroskopiou sedlickej horniny možno práve pozorovať, ako prebieha serpentinizácia v prvých

štádiách premeny, kedy žilky a puklinky v olivine boli vyplnené amorfným, izotropným serpentínom (tab. XXXI, obr. 1). Možno pozorovať postupné nadobúdanie optickej orientácie amorfnej serpentínovej hmoty bez toho, že by nastalo individualizovanie výplne puklinky v samostatné kryštalické agregáty. Možno sledovať po získaní optickej orientácie amorfnej hmoty postupné zväčšovanie sa indexu lomu a veľkosti dvojlomu serpentínovej hmoty v puklinke, ktorá i potom ako jeden celok zháša rovnobežne. Pritom vývoj optickej orientácie hmoty ide dvojakým smerom, v antigorit a chryzotil, často bez toho, že by sme pozorovali vznik kryštálov. Už R a k u s z (1924) opísal tzv. α a β serpentín. Raz hmota puklinky ako celku sa opticky orientuje tak, že maximum optickej pružnosti sa shoduje so smerom puklinky. Vtedy má puklinka pozitívny charakter zóny. Takýto serpentín sa nazýva α serpentín, ($c = \alpha$). Ak je smer puklinky smerom minima pružnosti serpentínu, žilka má negatívny charakter zóny a je vyplnená obyčajne γ serpentínom, kde $c = \gamma$. V tomto prípade ide o vývoj na vlákňitý serpentín (chryzotil), ktorý sa začína tvoriť vláknami kolmými ku stenám trhlinky. V predošlom prípade sa tzv. serpentín vyvíja často na typický antigorit, u ktorého kryštalická os „c“ je kolmá na smer pukliny, ale je totožná s optickým smerom α . Veľkosť dvojlomu α serpentínu je vyššia ako γ serpentínu. Žilky α serpentínu pod účinkami tlakov začnú undulózne zhášať a deliť sa trhlkami kolmými k puklinke v dôsledku tvorenia sa samostatných xenoblastov. Žilky γ serpentínu takéto členenie pod účinkami tlakov neprejavujú. Pri dlhšom pôsobení dynamických účinkov členitosť α serpentínu stáva sa výraznou a jednotlivé individua začínajú sa zreteľne kryštalicky osamostatňovať a prerastať cez pôvodné hranice puklinky do jadriec slučiek, tvorených obyčajne amorfným serpentínom. Tým sa mení postupne slučková štruktúra na mriežkovú. Serpentinizácia ultrabázických hornín nedeje sa naraz, ale postupne, fázovite. Svedčí o tom сложitosť trhliniek, ktoré sú často vyplnené viacerými modifikáciami serpentínu (pozri obr. 3). V sedlickej hornine sú najčastejšie žilky jednoduché, vyplnené iba amorfným serpentínom. Ale často sa nájdu žilky, ktorých stred je z amorfného serpentínu a okraje z vyššie lomného a dvojlomného antigorického α serpentínu (tab. XXXII, obr. 1). Keď sa mení amorfný serpentín v strede žiliiek na modifikáciu γ , vytvoria sa žilky, ktorých stred tvorí γ serpentín a okraje α serpentín. Stavba žiliiek môže byť niekedy ešte komplikovanejšia a závisí od serpentinizáčnych intervalov.

Amorfný až kryštaloidný serpentín je viac alebo menej žltkavý, menlivého indexu lomu, ktorý závisí od kryštalizačného štádia a obsahu vody, pohybuje sa medzi hodnotami 1,549

a 1,565. Dvojlom práve tak závisí od stavu kryštalizácie a pohybuje sa od úplnej izotropie až k hodnote 0,006. Amorfny serpentín vyplňuje okrem najmladších trhliniek v olivínoch i jadrá v slučkách, ktoré predstavujú najneskôr serpentinizované zvyšky olivínu.

Antigoritický serpentín je najčastejšie sa vyskytujúci serpentínom v Spišsko-gemerskom rudohorí. Pribúda ho postupne s dynamickými účinkami na hadce. Od týchto účinkov závisí i tvar antigoritových jedincov. Jedince skutočne listkovitého, aspoň približne izometrického tvaru sa v našich hadcoch málo nachodia (tab. XXXIV, obr. 2 a tab. XXXVI, obr. 1). Obyčajne prechádzajú do tvaru nepravidelných trištičiek, tyčiniek, alebo sa menia na hrubo vláknité agregáty (tab. XXXIV, obr. 1, tab. XXXV, obr. 1 a 2). Jedince uvedených tvarov, keď sú na seba kolmo orientované, tvoria mriežkovú štruktúru. S mriežkovou štruktúrou sa stretneme aj u sedlickej horniny v jej silno serpentinizovaných vzorkách. Tento fakt potvrdzuje názor, že mriežková štruktúra nemusí vzniknúť iba serpentinizáciou prevažne pyroxenických hornín, ako sa to myslelo predtým, ale že môže byť aj výsledkom serpentinizácie olivínu za mohutných tlakových účinkov.

Veľkosť antigoritových xenoblastov je rôzna a pohybuje sa priemerne blízko hodnoty $0,05 \times 0,008$ mm. Osové obrázky možno pozorovať len u veľkých jedincov. Charakter minerálu je záporný, charakter zóny pozitívny. Dvojlom pohybuje sa v medziach 0,009 až 0,012. Index lomu je vyšší ako u amorfného serpentínu a n_α až n_γ sa pohybuje v medziach 1,549 až 1,575. Medzi antigoritické serpentíny patrí aj bastit, ktorý vznikol serpentinizáciou enstatitu. Optickými hodnotami sa podobá antigoritu, ale hodnota n_α až n_γ je medzi 1,559 až 1,575. Je bez farby a bez pleochroizmu, štiepatel'ný podľa 100. V silne stlačených partiách javí undulózne zhášanie. Jeho percento je kolísavé a sedlická ultrabázická hornina ho má málo (cca 5%).

Z ostatných sekundárnych minerálov prídu do úvahy minerály chloritovej skupiny, ktorých pribúda úmerne s množstvom pyroxénov. Celkove je ich málo, pribúda ich však v horninách celkom serpentinizovaných.

V opisovanej sedlickej hornine nachádzajú sa početné žilky kalcitu, najmä v brekciovitých zónach. Tento kalcit nemožno pokladať za produkt premeny peridotitickej horniny, ale ide o minerál, ktorý priniesly cirkulujúce roztoky. Zaujímavé sú štruktúry, ktoré kalcit a uhličitany vytvárajú v žilkách. Jemné úlomky horniny sú kokardovite obalené radiálnymi, vláknitými agregátmi kalcitu, usporiadanými kolmo na povrch úlomku (tab. XXXVII, obr. 1). Ďalšiu výplň žilky tvorí kryptokryštalický alebo hrubokryštalický kalcit s cha-

rakteristickým zdvojitím. Nezistilo sa, či vláknitá odroda nie je aragonitom.

Z uvedenej mikroskopie sedlickej ultrabázickej horniny vyplýva, že ju možno nazvať dunitom s malým množstvom enstatitu, až enstatitickým dunitom s malým množstvom dialágu. Dunit dľa Trögera (1935) má 97% olivínu a 3% magnetitu. Enstatitický dunit (enstatit peridotit) má mať 85% olivínu a 15% enstatitu. Petrografický výskum dokazuje minerálnu a genetickú príbuznosť sedlickej horniny s ostatnými hadcami Spišsko-gemerského rudohoria a dáva obraz o materskej hornine slovenských serpentinitov a o ich postupnej serpentinizácii. Podstatný rozdiel materských hornín serpentinitov väzí najmä v percentuálnom zastúpení rombických a monoklinických pyroxénov, pričom ale vždy najpodstatnejším minerálom je olivín, ktorý môže dosahovať až stopercentné zastúpenie (Sedlice). Množstvo pyroxénov len zriedkavo presahuje 40% minerálov horniny. Avšak nájdú sa i anomálne koncentrácie enstatit-diopsidové alebo diopsidové, ktoré obsahujú až 100% pyroxénov. Takéto partie v serpentinitoch sú najmenej serpentinizované a vo výbruse možno často tieto shluky rozoznať od normálnej serpentinizovanej olivinickej horniny. Tam, kde sú pyroxény rovnomerne rozptýlené v hornine, ich percento nie je také veľké. Percento pyroxénov mení sa do značnej miery i na jednej lokalite. Tvorenie koncentrácií často znemožňuje určiť v serpentinitoch priemerné percento pyroxénov. Keď berieme do úvahy všetky výskyty serpentinitov v Spišsko-gemerskom rudohorí, ich mikroskopia poukazuje na to, že materskou horninou boli peridotity, ktorých charakter sa pohyboval medzi dunitom s málo enstatitom, diopsidickým enstatit-dunitom a lerzolitom, ktorý predpokladá i Kamenický (1950).

V súvislosti so štúdiom sedlickej horniny je zaujímavé, z akých príčin sa neserpentinizovala táto hornina s vysokým percentom olivínu. Serpentinizáciou hornín a štúdiom jej príčin zaoberali sa početní autori v SSSR. Sobolev (1946) zisťuje závislosť serpentinizácie ultrabázických hornín najmä od neskorších intrúzií a orogenetických procesov, pričom sa serpentinizácia javí ako složitý, prerušovaný, prestávajúci a znovu sa obnovujúci proces, úzko súvisiaci s magmatickou činnosťou danej oblasti. Často to boli hydrotermálne roztoky, viazané na kyslé intrúzie, ktoré vykonalý serpentinizáciu. Inokedy mohla nastať serpentinizácia pod účinkom vody a prchavých látok vlastnej magmy, ktoré sa sústredily najmä vo vrchných častiach intrúzie. V takomto prípade nemožno očakávať serpentinizáciu v hĺbke. Miestami serpentinizácia nastáva vtedy, keď sa diala intrúzia do sedimentárnych serií so značným obsahom vody. Vodonosná séria dodávala potrebnú

vodu k serpentinizácii ultrabázických hornín. V takomto prípade badať minimálny kontaktný účinok bázeickej magmy na okolité sedimenty, pretože pohyblivé a účinné roztoky sa pohybovaly smerom k intrúzii, a nie opačne. Tatarinov zistil, že stupeň alometamorfnej serpentinizácie nezávisí od hĺbky alebo od vzdialenosti bázeickej horniny od magmatického zdroja, ale od menšej alebo väčšej vzdialenosti od tých zón a zlomov v intrúzii, ktorými prúdili serpentizačné roztoky.

Ak chceme zisťovať príčinu silnej alebo slabej serpentinizácie spišsko-gemerských ultrabázických hornín, musíme predpokladať rôzne možnosti a príčiny uskutočnenia tohto procesu. Môže prísť do úvahy i autometamorfna serpentinizácia v štádiu tuhnutia magmy, i alometamorfna, viazaná na účinky cirkulujúcich vôd, ktoré sú v celej oblasti pozorovateľné. Ak sa intrúzia diala do triasových serií, ktoré sú značne vodonosné, môžeme predpokladať serpentinizáciu pri tuhnutí magmy adsorbovaním vody z okolitých hornín. Ak sa intrúzia sedlickej bázeickej magmy diala do málo vodonosných kryštalických bridlíc, boli by sme oprávnení práve tento fakt pokladať za hlavnú príčinu slabej serpentinizácie. Úložné pomery sedlickej horniny nemožno priamo poznať, pretože leží v mladších flyšových seriách. Z geologie širšieho okolia možno však predpokladať podobné úložné pomery ako u ostatných hadcov.

Najpravdepodobnejšie hlavnou príčinou serpentinizácie našich hadcov bola alometamorfna fáza, viazaná na hydato-gennú, resp. hydrotermálnu činnosť blízkeho okolia. Serpentizačný proces sa dial vo viacerých fázach. Mylonitizácia serpentinitov a účinky cirkulujúcich vôd v blízkom okolí poukazujú na súčinnosť obidvoch faktorov pri metamorfóze. Sedlická ultrabázická hornina bola vystavená podobným účinkom. Rozdiel je len v tom, že roztoky pôsobiace na sedlický peridotit mali značné množstvo kalcitu. Aj prítomnosť vápnika, ktorý neutralizoval acidný účinok roztokov, bola pravdepodobne príčinou nedostatočnej serpentinizácie. Nasvedčuje tomu pozorovanie pod mikroskopom. Často nie sú dostatočne serpentinizované ani úlomky peridotitu, ktoré sú v žilke kalcitu, teda priamo v prúde serpentizačného roztoku.

V druhej časti práce dotknem sa petrografických pomerov jednotlivých výskytov hadcov. Podrobnejší opis serpentinitu Rudníka podá do značnej miery i charakteristiku ostatných hadcov. V podstate nejde mi o detailný opis jednotlivých minerálov a modifikácií serpentínu, ale skôr o podanie určitých spoločných znakov, ktorými sa serpentinity Slovenska vyznačujú. Ako som už spomenul, väčšina hadcov nemá už primárne minerály. Len zried-

kavo sa zachovali z nich tie minerály, ktoré najťažšie podliehajú serpentinizácii (dialóg a rombické pyroxény). Preto opis serpentinitov je v skutočnosti opisom rôznych modifikácií serpentínu, rôznych štádií serpentinizácie a rôznych štruktúr, ktoré sú zase výsledkom dynamických a chemických účinkov prostredia. Ako môžeme nájsť v sedlickom peridotite zóny pomerne pokročilej serpentinizácie a prejavy rôzne silnej tlakovej premeny, tak u ostatných serpentinitov nájdeme často blízko seba alebo i na jednej vzorke najrozmanitejšie stupne pokročilosti serpentinizácie. Preto opis hadca z jednej lokality do značnej miery možno aplikovať aj na ostatné výskyty. Rozdiel je iba v tom, ktorá modifikácia serpentínu kde prevláda a ktoré sú prevládajúce štruktúry hadca a najúčinnější faktory, pôsobiace pri serpentinizácii na jednotlivých náleziskách. Na prvom mieste podmienili dynamické účiny a chemizmus roztokov vlastnosti a zloženie jednotlivých serpentinitov. Druhým faktorom, ovplyvňujúcim variabilnosť serpentinitov z jednotlivých nálezísk, je rôzne pomerné zastúpenie pyroxenických minerálov, čosiahneď pozná podľa množstva bastitu a metaxitu. Miestami možno pozorovať i nevelkú chemickú a fyzikálne optickú rôznosť minerálov. Najmä rôzne percento železa v olivíne, v rombických pyroxénoch a v diopside spôsobuje rozdielne fyzikálne vlastnosti minerálnych komponent. Badať napr., že rombický pyroxén z Hodkoviec je slabo hnedožltý na rozdiel od bezfarebných enstatitov sedlickej a rudnickej horniny. Ide o enstatit-bronzit, spomínaný i staršími autormi z iných lokalít.

Výšku percenta železa v serpentinite možno odhadnúť zhruba i podľa množstva magnetitového pigmentu. Iste zaujímavý pohľad podávajú chemické analýzy, ktoré som urobil z najdôležitejších výskytov hadcov. Z uvedených hodnôt vidieť, že všetky serpentinity majú pomerne nízke a približne rovnaké percento železa. Hodnoty s vysokým percentom železa, vzorky VIII—Jaklovce (pri cintoríne) a IX—Rudník pri kóte 310, nie sú serpentinity a ani nemajú s nimi petrograficky nič spoločného. Stupeň serpentinizácie a odnos železa v jednotlivých serpentinitoch udáva už aj farba horniny.

	FeO %
I. Jaklovce (Gottestal), žltý, so zrnkami magnetitu	5,09 %.
II. Jaklovce, žltozelený.	4,39 %.
III. Jaklovce, tmavozelený	7,11 %.
IV. Dobšiná, žltkavozelený	7,19 %.
V. Dobšiná, tmavozelený	8,19 %.
VI. Rudník, zelený	5,81 %.

- VII. Sedlice, sivočierny 6,47 %,
- VIII. Jaklovec, sivočierny diabáz 11,07 %,
- IX. Rudník, metamorfovaný zelený gabroamfibolit . . 9,99 %.

Výkyvy percenta železa u jakloveckého serpentínu sú spôsobené do značnej miery sekundárnym odnesením železa za serpentinizácie. Preto pre jakloveckú materskú horninu smerodajná približná hodnota je 7,11 %. Percento železa v sedlickej hornine je o niečo vyššie, pretože analyzovaná vzorka mala i žilky kalcitu. Môžeme predpokladať, že priemerne primárna hornina spišsko-gemerských hadcov obsahovala približne 6—8 % FeO.

Podľa vzhľadu sú serpentinity Spišsko-gemerského rudohoria horniny svetlozelené, žltozelené, zelené, sivé až čierne. Farba horniny závisí od stupňa serpentinizácie a odnesenia železa za jej priebehu. Čierne zafarbenie závisí od magnetitového pigmentu, a preto najmenej porušené horniny sú najtmavšie. Opačne, silná serpentinizácia má obyčajne za následok odnesenie celého množstva železa, čím dostáva hornina žltozelenú a svetlozelenú farbu. Často už makroskopicky rozoznať v takýchto svetlých hadcových fáciách rozptýlené čierne, pomerne veľké zrnká magnetitu. Miestami sa magnetit natoľko skoncentruje do puklín a poruchových zón, že spôsobí ich sčernenie. Niekedy majú pukliny pomerne pravidelný priebeh, sú na seba kolmé a vytvárajú štvorce veľkosti až 10 cm (Rudník). Inokedy pukliny a žilky v serpentinite majú nepravidelný priebeh, majú rozmanitú hrúbku a ich výplň môže tvoriť chryzotil a iné modifikácie serpentínu. Poruchové zóny majú brekciovitý charakter, sú sekundárne vybielené a tvoria drvinu, v ktorej je mnoho vláknitej modifikácie serpentínu, ako aj početné povlaky amorfných hydrosilikátov magnézia. V serpentinitoch, kde je väčšie percento bastitu, môžeme voľným okom rozoznať 1—6 mm veľké listkovité jedince, ktoré robia dojem porfyrických vyrastlíc.

Hadce z oblasti Rudníka sa nachádzajú na troch miestach: pri samotnom Rudníku, pri Jasove a pri Hodkovciach. Všetky tri výskyty sú si podobné s tým rozdielom, že serpentinit z Hodkoviec prejavuje stopy najsilnejšej tlakovej premeny a má 30—35 % pyroxénov, na rozdiel od vzoriek z Rudníka, kde je ich 15—20 %. Najväčší význam má ložisko azbestonosného serpentinitu pri Rudníku. Geologickým a petrografickým výskumom možno zistiť, že teleso serpentinitu je sprevádzané inými vyvrenými horninami diabázového a gabro-dioritického charakteru, ktoré petrograficky nemajú nič spoločného so serpentinitmi a omylom boli za ne pokladané. O týchto horninách bude ešte zmienka.

Pod mikroskopom sa hadce rudníckej oblasti v podstate skladajú zo serpentínových minerálov shodných optických a morfológických vlastností ako u sedlickej horniny. Ako akcesórie sú prítomné: magnetit, granáty, ilmenit, leukoxén, chlorit a limonit. Z primárnych minerálov podarilo sa mi nájsť nepatrné zvyšky olivínu, rombické pyroxény, dialóg s typickou štiepatelnosťou a žltohnedé granáty. Tieto minerály materskej horniny sa v podstate shodujú s opísanými minerálmi sedlického peridotitu. Rozdielnu farbu prejavuje rombický pyroxén zo serpentinitu z Hodkoviec. Jeho optické hodnoty svedčia, že ide o enstatit-bronzit. Zaujímavá je serpentinizácia tohto pyroxénu. Začína v štiepných trhlinkách a len postupne zachvacuje celý kryštál. Často má takto vzniklý bastit v svojom strede nerserpentinizované lamely pyroxénu. Inokedy sa nemení tento pyroxén na bastit, ale na vláknité jedince metaxitového charakteru (tab. XXXV, obr. 1 a 2). Takýto typ serpentinizácie je podmienený silnými dynamickými účinkami a serpentinizáciou pyroxénu, rozpadnutého v pretiahle xenoblasty. Rombické pyroxény serpentinitov z Rudníka a z Jasova sa premenili na modifikáciu bastitovú. Opisované horniny rudníckej oblasti sú vo veľmi p o k r o č i l o m š t á d i u s e r p e n t i n i z á c i e a okrem už opísaných modifikácií serpentínových minerálov v sedlickej hornine je prítomná i vláknitá odroda, ako chryzotil, metaxit a zriedkavo pikotit. Žilky chryzotilu dosahujú až 1 cm šírky. Sú usmernené kolmo na priebeh puklín, ale nájdú sa i také vlákna, ktoré sú postavené diagonálne. Tento zjav možno vysvetliť pôsobením tlaku na chryzotilovú výplň pukliny. Keď porovnáваме serpentínové žilky v hornine s opísanou serpentinizáciou a stavbou žiliek v sedlickej hornine, môžeme zistiť oveľa väčšiu komplikovanosť stavby žilnej výplne. Je vidieť početnejšie fázy serpentinizáčnych intervalov. Pukliny, ktoré vznikly najneskoršie, sledujú stred starších puklín alebo majú smer úplne nezávislý a vyplnily sa amorfným serpentínom. Takýto serpentín neobsahuje, na rozdiel od ostatných žiliek, nijaký železný pigment. O najmladšom charaktere žiliek svedčí to, že prerážajú i zrnká magnetitu, ktorý vznikol sekundárne v prvých štádiách serpentinizácie. Výplň žiliek starších serpentinizáčnych fáz je zväčša rekryštalizovaná a zriedkavejšie nájdeme žilky, ktoré zháňajú naraz ako jeden celok. Tvoria ju užshluky rôzne orientovaných agregátov. Menej často sa vyskytuje neporušená slučková štruktúra v hadcoch okolia Rudníka. Táto štruktúra predstavuje prvú fázu serpentinizácie olivínu. Pritom žilkovina, ktorá má vo svojom strede amorfný serpentín, môže byť rekryštalizovaná a vyplnená xenoblastickými listkovitými a trieštičkovitými agregátmi. Tieto individualizované jedince v žilkách neprerastajú za okraj žilkoviny a zachováva

sa tým pôvodná slučková štruktúra. V rudníckom hadci sa častejšie vyskytuje to štádium rekryštalizácie serpentínu, v ktorom antigoritické jedince už prerástly hranice žiliek slučkového priebehu a svojimi výbežkami značne zatlačili amorfný serpentín v jadrách slučiek. I v tomto štádiu je slučková štruktúra dobre poznateľná. Niekedy listkovité antigority celkom zatlačia stred amorfnej výplne slučiek často radiálnymi jedincami, takže celé očko má tvar sferoidu s radiálnou stavbou (tab. XXXIV, obr. 2). Veľmi často rekryštalizácia prebieha tak, že antigoritové agregáty serpentínu sledujú primárny priebeh žiliek. Sú listkovité a tyčinkovité, vrastajú do amorfného serpentínu v pôvodnom smere, aký mali v žilkách. Pritom sa celkom stratí primárna slučková štruktúra. Pretože väčšia časť antigoritických jedincov si ponechá pôvodné usmernenie, aké mali v žilkách, tvoriacich slučky, vznikne mriežkové križovanie pretiahlych jedincov v amorfnej základnej hmote (tab. XXXIII, obr. 2, tab. XXXIV, obr. 1). Vznikne opisovaná mriežková štruktúra v hadcoch oblasti Rudníka. K výraznému vzniku mriežkovej štruktúry je ešte potrebné, aby primárna slučková štruktúra vytvárala slučky izometrické a aby sa žilky križovali približne pod 90° uhlom. Najrozšírenejším typom štruktúry hadcov je to štádium rekryštalizácie, v ktorom pod tlakovými účinkami celý amorfný serpentín rekryštalizoval na xenomorfné zrná (tabuľka XXXVI, obr. 2). Ba i väčšie jedince antigoritu a zriedkavejšie bastitu sa xenoblasticky rozčlenili. V takom prípade je ťažko poznať azda prv existujúce slučkové a mriežkové štádium serpentinizácie. Členenie často ide až do nepravidelných, drobných, ba niekedy až prachovitých ťažko rozoznateľných agregátov. Vzniká tak xenoblasticko zrnitá štruktúra — veľmi častá v hadcoch.

Serpentíny pokročilých štádií serpentinizácie a rekryštalizácie sú obyčajne bezfarebé, na rozdiel od amorfného serpentínu sedlického peridotitu, ktorý je žltkavý a žltozelenkavý. Bastity, ktoré v rudníckej oblasti tvoria cca 15 % minerálov horniny, pomerne dlho odolávajú tlakovej rekryštalizácii a udržujú sa ako veľké jedince i vtedy, keď všetky antigoritické a amorfné formy serpentínu vytvorili agregátnu základnú hmotu. Rozpad rombických pyroxénov na vláknité jedince nedeje sa vláknitým členením bastitu, ale primárneho minerálu. Magnetitový pigment a jeho percentuálne zastúpenie mení sa v spiško-gemerských serpentinitoch od miesta k miestu. Niekedy tvorí jemné, dymovité až prachovité tieňovanie, ktoré sa zahusťuje smerom k pukline. Inokedy metasomaticky zatlačí celé časti najmä amorfného serpentínu, vyplniac tak jadrá slučiek alebo celé žilky. Často je rovnomerne rozptýlený po celej hornine.

Pri porovnaní ostatných sekundárnych minerálov hadcov s mine-

rálmi sedlickej horniny vidno, že v hadcoch je väčšie percento minerálov chloritovej skupiny, leukoxénu alebo sekundárneho kalcitu. Nespozoroval som kalcit, ktorý by bol prinesený serpentinizujúcimi roztokmi.

V súvislosti s hadcami Rudníka spomína sa ešte výskyt serpentinitu na juh od dediny v blízkosti kóty 310. Podľa vzoriek a ich mikroskopického výskumu nejde o serpentíny ani o nijaké olivinické horniny, ale o jemnozrnný epimetamorfovaný uralitický gabroamfibolit, ktorý možno klásť geneticky do súvislosti s paleozoickými diabázovými eruptívami. Uvedený výskyt má faciú hrubozrnnjšiu, menej metamorfovanú, mikroskopicky homogennejšiu a viac metamorfovanú (amfibolicko-chloritickú). Makroskopicky sú obidve zelené a masívne, u gabroamfibolitu s rozoznatelnými kryštalmi amfibolov. Amfibolicko-chloritická bridlica má žilky vyplnené spekularitom, čo je charakteristické pre amfibolické horniny v zrudnených oblastiach diabázovej serie Spišsko-gemerského rudohoria. Pod mikroskopom majú horniny xenblasticko-nematoblastickú štruktúru.

Podstatnými minerálmi sú amfiboly, uralitické amfiboly, plagioklasy. Akcesórie: magnetit, titanit, titanomagnetit, apatit, kremeň. Sekundárne minerály: chlorit, epidot, albit, kremeň a submikroskopické produkty rozkladu plagioklasov (saussurit).

Podstatné minerály metamorfovaného gabrodioritu sú živce amfibolitu pomerne kyslého charakteru, oligoklas — andezíny až strednobázické andezíny. Zriedka sú lamelované a do značnej miery sú rekryštalizované vo väčší počet drobných xenblastov. Podliehajú sericitizácii a saussuritizácii. Pomerne malá bázicita plagioklasov je pravdepodobne sekundárna v dôsledku albitizácie za metamorfózy horniny.

Amfibol je uralitického vzhľadu, zeleného (pre α) až modrozeleného (pre γ) pleochroizmu. Uhol zhášania 15° , tvar trieskovitý. Vznikol pravdepodobne uralitizáciou primárnych amfibolov za epizonálnej metamorfózy alebo je výsledkom uralitického vývoja amfibolu za tuhnutia magmy. Niet náznakov na prítomnosť pyroxénov, ani dôvod k predpokladu, že by uralitický amfibol vznikol uralitizáciou pyroxénov. Amfibol sa mení na zelený chlorit celkom slabého pleochroizmu. Kremeň má undulózne zhášanie a drvenú štruktúru.

Podobné složené má i makroskopicky homogenná zelená hornina, ktorá je metamorfným alebo súčasne faciálnym derivátom spoločnej gabroidnej horniny. Líši sa od nej len tým, že má iba sekundárne minerály. Amfiboly sa zmenily na chlorit alebo na aktinolit a rozložené živce vytvorily spolu s chloritom živcovú albiticko-chloritovú základnú hmotu. Hornina je v pokročilejšom štádiu epizonálnej metamorfózy ako amfibolický gabrodiorit

a podľa petrografického složenia je to uraliticko-chloriticko-aktinolitická bridlica.

Opis uvedených hornín sa v mnohých prípadoch shoduje s amfibolickými horninami diabázovej serie, čo je dôkazom, že nemajú geneticky ani stratigraficky nič spoločného s hadcami. Tým sa zároveň musia zamietnuť staršie mienky, že hadce sú diferenciátmi paleozoických dioritov a gabier. Styk hadcov a uvedených hornín je tektonický.

25. III. 1951

*Mineralogicko-petrografický ústav
Slovenskej univerzity v Bratislave*

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

- Andrusov D., 1950: Výskyty peridotitov a serpentinitov na Slovensku. Posudok — rukopis.
- Kamenický J., 1950: Bázické eruptíva spodného triasu v oblasti Spišsko-gemerského rudohoria. Geologický sborník I, č. 1, Bratislava.
- Kamenický J., 1950: Zpráva o hadci pri Čuntave na SZ od Dobšinej. Posudok — rukopis.
- Kordíuk B., 1941: Über das alter der slowakischen Serpentine. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abteilung B, Stuttgart.
- Rakusz G., 1924: Über den Serpentin von Dobschau. Földtani Közlöny 53, Budapest.
- Rakusz G., 1925: Der Asbest von Dobschau und seine Verbreitung. Földtani Közlöny 54, Budapest.
- Roth S., 1881: Jekelsdorfer und Dobschauer Diallag-Serpentin. Földtani Közlöny 11, Budapest.
- Rozložník P., 1935: Die geologischen Verhältnisse der Gegend von Dobsina. Geologica Hungarica 5, Budapest.
- Schönnenberg R., 1946: Geologische Untersuchungen am Nordwestrand des Zips-Gömör Erzgebirges (Karpaten), Zeitschrift d. Deutsch. geolog. Gesellschaft 98, Stuttgart.
- Sobolev N. D., 1946: O serpentinizácii. Voprosy mineralogii, geochimii i petrografii. Akademia nauk SSSR, Moskva.
- Šuf J., 1930: Nález triasu u Kobeliarova sev. od Rožňavy na Slovensku. Věstník St. geol. úst. VI, Praha.
- Tröger W. E., 1935: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Berlin.
- Voit F. W., 1900: Geognost. Schilderung d. Lagerst. von Dobschau. Jahrb. d. K. k. geol. Reichsanstalt, Wien.

УЛЬТРАОСНОВНАЯ ПОРОДА И ЗМЕЕВИКИ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛ. СЕДЛИЦЫ (SEDLICE)

(Резюме)

Серпентиниты, заключающие иногда остатки перидотитов, наблюдаются в Спишско-Гемерских Рудных горах в нескольких местах.

Изучение под микроскопом породы, выступающей недалеко от сел. Седлицы, показало, что она состоит из оливина и небольшого количества анстатита (приблизительно 5%); местами наблюдается и диаллаг. Из второстепенных минералов самым важным является магнетит.

Среди вторичных минералов описываемой породы главную роль играет серпентин. Он представлен несколькими модификациями, возникшими при разных стадиях серпентинизации оливина. Первым продуктом его замещения является аморфный серпентин; при его дегидратации и кристаллизации в разных условиях получают различные кристаллоидные и кристаллические модификации, которые осуществляют переход к антигориту или хризотилу и его разновидностям, в частности к метакситу. Значительное количество серпентина спишско-гемерских змеевиков представлено разновидностями антигорита, соответствующими различным стадиям замещения; это является причиной того, что структура змеевиков бывает часто решетчатая, а не петельчатая, возникающая при первых стадиях серпентинизации. При дальнейшей рекристаллизации, в особенности если она сопровождается давлением, исчезает и решетчатая структура, и масса превращается в агрегат ксенобластов разной формы, величины и расположения. В такой зернисто-ксенобластической структуре уже нельзя различить следов первичных структур или минералов. Серпентинизация ультраосновной породы окрестностей сел. Седлицы не достигла этой стадии, и хризотила — конечного продукта изменений волокнистых модификаций серпентина — не наблюдается. Изучая породу под микроскопом, можно установить как происходила серпентинизация в первых стадиях, когда трещинки в оливине заполнялись аморфным изотропным серпентином. Видно как постепенно меняется ориентировка серпентиновых масс, заполняющих трещинки, хотя эти „шнуры“ не индивидуализируются в самостоятельные кристаллические агрегаты. Можно проследить последовательное увеличение показателя преломления и величины двупреломления серпентиновой массы в трещинке, которая целиком угасает параллельно краям. Если максимум оптической упругости массы, заполняющей трещинку, соответствует направлению этой последней, то характер зоны положительный. Старые авторы называли этот серпентин серпентином α ($c = \alpha$). Когда направление трещинки соответствует минимуму оптической упругости серпентина, и, следовательно, характер зоны отрицательный, мы имеем дело с серпентином γ ($c = \gamma$).

Под влиянием давления жилки серпентина α приобретают волнистое угасание и оказываются рассеченными мелкими трещинками перпендикулярными к их направлению.

При продолжительном действии давления расчлененность серпентина становится более выраженной, отдельные индивиды начинают кристаллически

обособляться и распространяться за пределы первоначальной трещинки в ядра петель, образованных обычно аморфным серпентином. Иногда петельчатая структура заменяется таким образом решетчатой. Серпентинизация ультраосновных пород происходит постепенно, проходит через различные фазы. Об этом свидетельствует сложность трещинок, заполненных часто несколькими различными модификациями серпентина.

Аморфный и криптокристаллический серпентин бывает желтоватый, с непостоянным показателем преломления; он заполняет не только самые юные трещинки в оливинах, но и ядра петель, которые являются скорее всего серпентинизированными реликтами оливина.

В Спишско-Гемерских Рудных горах чаще всего встречаются разновидности серпентина близкие антигориту, между прочим бастит, который представляет из себя продукт серпентинизации энстатита.

Изучение ультраосновной породы окрестностей сел. Седлицы под микроскопом показывает, что ее можно отнести в дунитам, содержащим мало энстатита с переходами к энстатит-дуниту (Трёгер — Tröger 1935).

Описание серпентинов разных местонахождений представляет по существу не что иное, как описание различных модификаций серпентина разных стадий серпентинизации и разных структур, возникших в результате динамического и химического воздействия окружающей среды.

Различное соотношение минералов в породе, а также иногда разница в их химическом составе, в особенности в содержании железа, являются другими факторами, которые обуславливают разнообразие видов серпентинов различных местонахождений. Все это приводит к заключению, что материнской породой эмевиков надо считать породу между дунитом, содержащим энстатит в небольшом количестве, энстатит-дунитом с диопсидом и лерцолитом.

Структура этих серпентинов чаще всего ксенобластическо-зернистая, возникшая в результате рекристаллизации всего аморфного серпентина в породе. Петельчатую и решетчатую структуры, которые существовали первоначально часто нельзя различить.

25. III. 1951

*Минералогическо-петрографический кабинет
Словацкого университета — Братислава*

Объяснение таблиц XXXII—XL.

Таб. XXXII, фиг. 1. Серпентинизация крупного зерна оливина. Возникновение петельчатой структуры, Николи +, увеличение 180. Сел. Седлицы. а — ядра оливина, б — аморфный изотропный серпентин.

Фиг. 2. Дальнейшая стадия серпентинизации оливина. Расчленение серпентина на маленькие ядра в густой сетке аморфного серпентина. Николи +, увеличение 60. Сел. Седлицы. а — серпентин, б — оливин.

Таб. XXXIII, фиг. 1. Серпентинизация оливина. Прожилки серпентина имеют определенную ориентировку, обусловленную давлением, и сложную структуру. Сел. Седлицы. Николи +, увеличение 180. а — зерно оливина в положении угасания, б — при максимальной интерференции, с — края жилки, состоящие из анизотропного серпентина, d — центральная часть жилки, представленная аморфным серпентином.

Фиг. 2. Моноклинический пироксен, сопровождаемый ромбическим пиро-

ксеном в змеевике. Образец взят близ сел. Якловцы (Jaklovce). С одним поляризатором. Увеличение 180. а — моноклинический пироксен, б — ромбический пироксен, с — рудная пигментация.

Таб. XXXIV, фиг. 1. Концентрация моноклинических пироксенов в змеевике. Сел. Рудник. С одним поляризатором. Увеличение 60. а — серпентин, б — моноклинические пироксены, с — рудный пигмент.

Фиг. 2. Решетчатая структура змеевика из окрестностей сел. Рудник, возникающая из петельчатой структуры серпентинизированного оливина. Николи +, увеличение 60. а — аморфный серпентин в ядрах петель, б — серпентин типа антигорита с более сильным двупреломлением, образующий прожилки.

Таб. XXXV, фиг. 1. Решетчатая структура породы из окрестностей сел. Седлицы, возникающая когда серпентиновые прожилки образуют густую сетку. Николи +, увеличение 60. а — петли, заполненные антигоритом, б — жилки, пигментированные рудами.

Фиг. 2. Петельчатая структура. Из аморфного серпентина, заполнявшего ядра петель, образовался агрегат антигорита сложной радиальной структуры. Николи +, увеличение 180. Серпентинит окрестностей сел. Якловцы.

Таб. XXXVI, фиг. 1. Серпентинизация ромбического пироксена при сильном давлении. Возникновение метакситовой модификации серпентина. Сел. Годковцы (Hodkovce). Николи +, увеличение 60. а — полоска энстатит-бронзита, незатронутая серпентинизацией, б — волокнистый серпентин.

Фиг. 2. Дальнейшая стадия возникновения серпентина в ромбических пироксенах. Индивиды серпентина расположены расходящимися лучами. Сел. Годковцы. Николи +, увеличение 60.

Таб. XXXVII, фиг. 1. Серпентин типа антигорита в змеевике месторождения Рудник. Николи +, увеличение 60.

Фиг. 2. Ксенобластическо-зернистая структура змеевиков месторождения Рудник. Реликтов структур, которые предшествовали серпентинизации, не наблюдается. Николи +, увеличение 60.

Таб. XXXVIII, фиг. 1. Брекчиевидная структура породы месторождения Седлицы. С одним поляризатором. Увеличение 60. а — серпентинизированный обломок дунита, б — кайма волокнистого кальцита, с — криптокристаллический и кристаллический кальцит, образующий жилки.

Фиг. 2. Схематическая геологическая карта месторождения перидотита (по Д. Андрусову). 1 — серпентин; 2 — суглинки; 3 — эоценовый флиш; 4 — эоценовый конгломерат.

Таб. XXXIX. Схематическая карта расположения главных месторождений серпентинитов в Спишско-Гемерских Рудных горах. 1 — Седлицы. 2 — Якловцы. 3 — Чунтава. 4 — Добшина. 5 — Кобелиарово. 6 — Ясов. 7 — Рудник. 8 — Годковцы.

Таб. XL. Схематическая геологическая карта месторождений серпентинитов в районе сел. Рудник (по Андрусову) 1 — филлит; 2 — серпентин; 1—2 — нижний палеозой; 3 — темный известняк; 4 — доломит; 5 — светлый известняк; 3—5 — триас; 6 — галечники и пески; 7 — гончарные глины; 6—7 — олигоцен; 8 — суглинки и осыпи; 9 — наносы ручьев.

DAS ULTRABASISCHE GESTEIN VON SEDLICE UND DIE SERPENTINITE DER NÄCHSTEN UMGEBUNG

(Zusammenfassung des slowakischen Textes)

Das Vorkommen der Serpentine mit eventuelle Überresten der Peridotite finden wir auf mehreren Stellen des Zips-Gömörer Erzgebirges (Spišsko-gemerské rudohorie).

Mikroskopisch besteht das Gestein aus der Umgebung der Gemeinde Sedlice aus Olivin und einer kleinen Menge von Enstatit (cca 5%), stellenweise kommt auch Diallag vor. Magnetit ist von den accessorischen Bestandteilen der wichtigste.

Das bedeutenste sekundäre Mineral des beschriebenen Gestein ist der Serpentin in verschiedenen Modifikationen. Die einzelnen Modifikationen sind stadiale Umwandlungen des amorphen Serpentin, welcher als das erste Produkt der Serpentinisierung des Olivins entsteht. Durch die Dehydratation und Kristallisation dieser Masse unter verschiedenen Umständen entstehen verschiedene Modifikationen des Serpentin von kristalloidischen und kristallinen Charakter, welche die Entwicklung von dem amorphen Stadium zum Stadium des Antigorits oder Chrysotils und seiner Abarten, hauptsächlich des Metaxits, anzeigen. Die wesentliche Menge des Serpentin in den Serpentiniten des Zips-Gömörer Erzgebirges ist in der Modifikation des Antigorits und seiner verschiedenen Entwicklungsstadien entwickelt. Dadurch ist die Struktur der Serpentine oft gitterartig und nicht maschenartig, wie sie in den ersten Stadien der Serpentinisierung entsteht. Bei der weiteren Rekristallisation verschwindet, besonders durch das Einwirken des Druckes, auch dieser zweite Entwicklungstyp der Gitterstruktur und verwandelt sich in aggregate, körnige Struktur, die durch Xenoblaste verschiedener Formen, Größen und Anordnung gebildet ist. So eine körnig-xenoblastische Struktur zeigt schon keine Spuren der primären Strukturen und Minerale mehr. Bei dem ultrabasischen Gestein von Sedlice fehlt dieses letzte Stadium der Serpentinisierung und so auch der Chrysotil, welcher das Endprodukt der Entwicklung faseriger Modifikationen des Serpentin darstellt. Durch mikroskopische Untersuchung des Gesteins von Sedlice kann man beobachten, wie gerade die Serpentinisierung in den ersten Stadien der Umwandlung, in welchen die Äderchen und Risse im Olivin mit amorphen isotropischen Serpentin ausgefüllt waren, verlaufen ist. Man kann die optische fortschreitende Orientation der Serpentinmasse, ohne der kristallinen Individualisation der Ausfüllung der Äderchen in selbstständige Kristallaggregate, beobachten. Auch kann man die fortschreitende Vergrößerung des Brechungsquotienten und der Doppelbrechung der Serpentinmasse im Spältchen, die als ein Ganzes eine parallele Auslöschung zeigt, verfolgen.

Wenn sich die Spältchenmasse optisch so orientiert, daß das Maximum der optischen Elastizität mit der Spältchenrichtung übereinstimmt, hat die Zone einen positiven Charakter. So einen Serpentin bezeichnen ältere Autoren als α -Serpentin ($c = \alpha$). Falls die Spältchenrichtung mit dem Minimum der optischen Elastizität des Serpentin identisch ist, hat das Äderchen einen negativen Zonencharakter und ist gewöhnlich durch γ -Serpentin ($c = \gamma$) ausgefüllt.

Die Äderchen des α -Serpentins beginnen unter dem Einfluß des Druckes undulös auszulöschen und zerteilen sich durch Risse, die senkrecht zu den Spältchenwänden stehen.

Bei längerem Einfluß des dynamischen Einwirkens wird die Gliederung des Serpentins deutlicher und die einzelnen Individuen beginnen sich kristallisch zu isolieren und überwachsen aus den ursprünglichen Spältchengrenzen in die Maschenkerne, die gewöhnlich aus amorphen Serpentin bestehen. Dadurch ändert sich manchmal die Maschenstruktur in Gitterstruktur. Die Serpentinisierung der ultrabasischen Gesteine geht also nicht auf einmal, sondern Schritt für Schritt, in Phasen vor sich. Dies bezeugt die Mannigfaltigkeit der kleinen Spalten, welche mit mehreren Modifikationen des Serpentins ausgefüllt sind.

Der amorphe bis kristalloide Serpentin ist mehr oder weniger gelblich gefärbt und hat einen veränderlichen Brechungsquotienten. Er füllt außer den jüngsten Spältchen in Olivinen auch die Kerne der Maschen, welche die allerletzten serpentinierte Olivinreste vorstellen, aus.

Der Antigoritserpentin ist der am häufigst vorkommende Serpentin des Zips-Gömörer Erzgebirges.

In die Gruppe der Antigoritserpentine gehört auch der Bastit, der durch die Serpentinisierung des Enstatits entstand.

Aus der mikroskopischen Untersuchung des ultrabasischen Gesteins von Sedlice geht hervor, daß man sie als Dunit mit wenig Enstatit bis Enstatitdunit bezeichnen kann (Tröger 1935).

Die Beschreibung der Serpentine aus verschiedenen Lokalitäten ist in wirklichkeit eine Beschreibung verschiedener Serpentinmodifikationen, verschiedener Stadien der Serpentinisierung und verschiedenen Strukturen, welche wieder die Folge dynamischer und chemischer Einflüsse des Milieu sind.

Der zweite Faktor, welcher die Variabilität der Serpentine aus den einzelnen Vorkommen beeinflusst, ist das verschiedene Verhältnis im Auftreten der einzelnen Minerale und stellenweise auch ihre chemische Verschiedenheit, welche hauptsächlich ihren Eisengehalt betrifft. Nach mikroskopischer Untersuchung können als Muttergesteine der Serpentine diejenigen Gesteine, deren Charakter sich zwischen Dunit mit wenig Enstatit, Diopsidenstatitdunit und Lherzolit bewegt, betrachtet werden.

Die häufigste Struktur dieser Serpentine ist die xenoblastisch-körnige Struktur, welche durch die granoblastische Rekristallisation des ganzen amorphen Serpentins im Gestein entstanden ist. Oft ist dadurch die ursprüngliche Maschenstruktur resp. Gitterstruktur der Serpentine verloren gegangen.

25. III. 1951

*Mineralogisch-petrographisches Institut
der Slowakischen Universität in Bratislava*

Erläuterungen zu den Tabellen XXXI—XXXIX.

Tab. XXXI, Abb. 1. Serpentinisierung eines großen Olivinkorns. Entstehung der Maschenstruktur. Gekr. Nik., vergr. 180-fach. Sedlice. a) Olivinkerne. b) Amorpher isotropischer Serpentin.

Abb. 2. Vorgeschrittenes Stadium der Olivinserpentinisierung. Zerfall in kleine Kerne in einem dichten Netz des amorphen Serpentins. Gekr. Nik., vergr. 60-fach. Sedlice. a) Serpentin. b) Olivin.

Tab. XXXII, Abb. 1. Serpentinisierung des Olivins. Serpentinäderchen sind durch den Druck geregelt und zeigen komplizierten Bau. Sedlice. Gekr. Nik., vergr. 180-fach. a) Olivinkörnchen in der Auslöschungslage. b) Im Stadium der maximalen Interferention. c) Rand des Äderchens aus anisotropischem Serpentin. d) Mitte des Spältchens aus amorphen Serpentin.

Abb. 2. Monokliner Pyroxen des Serpentinits aus Jaklovce mit einem rhombischen Pyroxen. Parallele Nik., vergr. 180-fach. a) Monokliner Pyroxen. b) Rhombischer Pyroxen. c) Erzpigmentation.

Tab. XXXIII, Abb. 1. Konzentration monokliner Pyroxene im Serpentin. Rudník. Parallele Nik., vergr. 60-fach. a) Serpentin. b) Monokline Pyroxene. c) Erzpigment.

Abb. 2. Entstehung der Gitterstruktur im Serpentin von Rudník, aus vorhergehender Maschenstruktur des serpentinisierten Olivins. Gekr. Nik., vergr. 60-fach. a) Amorpher Serpentin in Maschenkernen. b) Antigoritischer Serpentin mit höherer Doppelbrechung in den Äderchen.

Tab. XXXIV, Abb. 1. Entstehung der Gitterstruktur im Gestein von Sedlice durch dichteres Netzwerk der Serpentinäderchen. Gekr. Nik., vergr. 60-fach. a) Maschen mit Antigoritausfüllung. b) Äderchen mit Erzpigmentation.

Abb. 2. Maschenstruktur, in welcher sich der amorphe Serpentin in den Maschen zu Antigoritaggregaten mit komplizierten radialen Bau veränderte. Gekr. Nik., vergr. 180-fach. Serpentin — Jaklovce.

Tab. XXXV, Abb. 1. Serpentinisierung des rhombischen Pyroxens unter kräftiger Druckwirkung. Entstehung einer Metaxitmodifikation des Serpentin. Hodkovce. Gekr. Nik., vergr. 60-fach. a) Unserpentinisierte Lamelle von Enstatit-Bronzit. b) Faseriger Serpentin.

Abb. 2. Fortgeschrittenes Stadium der Entstehung eines Splitterserpentins in rhombischen Pyroxenen. Divergente Anordnung der Serpentinindividuen. Hodkovce. Nik. gekreuzt, vergr. 60-fach.

Tab. XXXVI, Abb. 1. Antigorit-Serpentin des Serpentinits aus Rudník. Gekr. Nik., vergr. 60-fach.

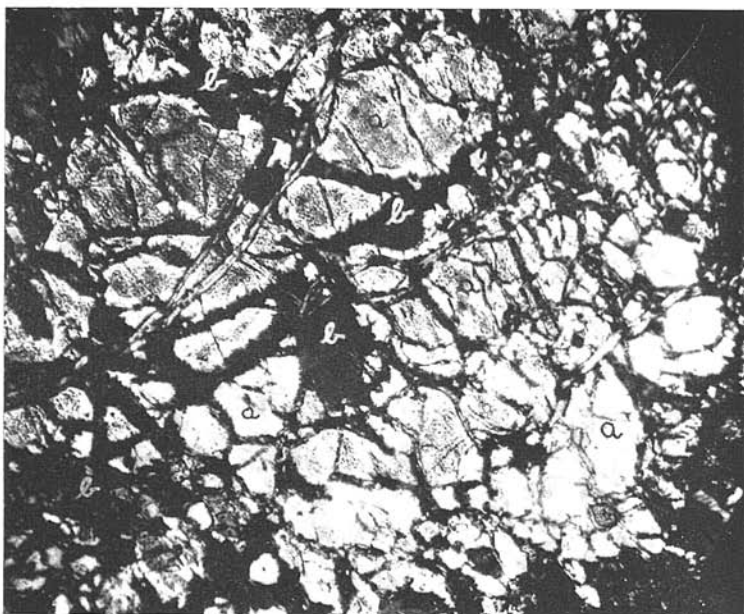
Abb. 2. Xenoblastisch-körnige Struktur der Serpentinite aus Rudník. Die Struktur zeigt keine Spuren der vorhergegangenen Strukturen bei der Serpentinisierung. Gekr. Nik., vergr. 60-fach.

Tab. XXXVII, Abb. 1. Breccien-Struktur des Gesteins von Sedlice. Nik. parallel, vergr. 60-fach. a) Serpentinisiertes Dunitbruchstücks. b) Umrandung aus faserigem Calciti. c) Kryptokristallische und kristallische Ausfüllung eines Calcitäderchens.

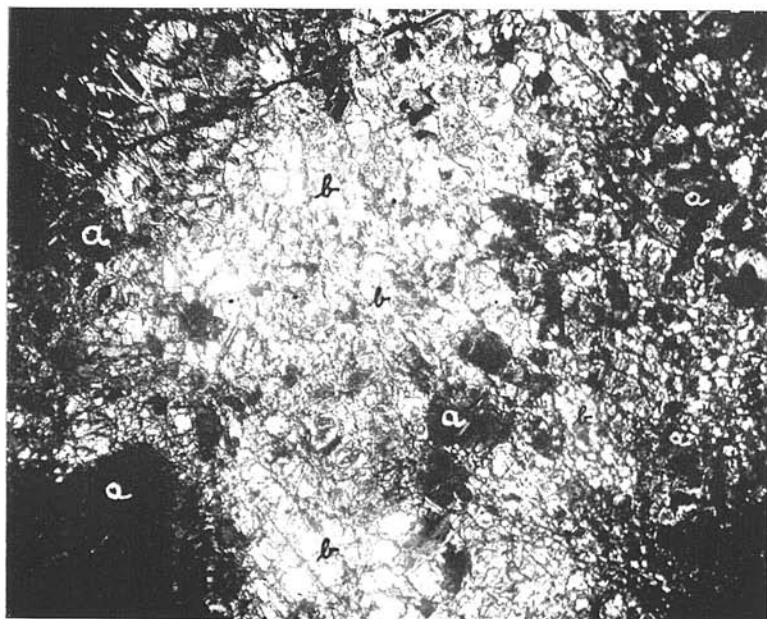
Abb. 2. Geologische Skizze des Peridotits von Sedlice (nach D. Andrusov). 1. Serpentin. 2. Lehm. 3. Eozäner Flysch. 4. Eozäner Konglomerat.

Tab. XXXIII. Geologische Skizze der bedeutendsten Vorkommen der Serpentinite im Zips-Gömörer Erzgebirge. 1. Sedlice. 2. Jaklovce. 3. Čuntava. 4. Dobšiná. 5. Kobeliarovo. 6. Jasov. 7. Rudník. 8. Hodkovce.

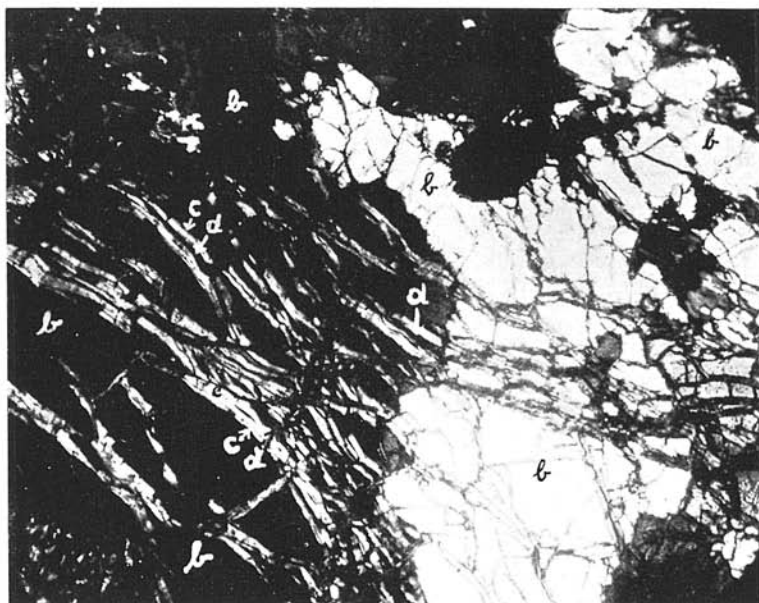
Tab. XXXIX. Geologische Skizze der Serpentinite der Gegend von Rudník (nach D. Andrusov). 1. Phyllit, 2. Serpentin; 1.—2. Altpaläozoikum. 3. Dunkler Kalkstein, 4. Dolomit, 5. Lichter Kalkstein; 3.—5. Trias. 6. Schotter und Sand, 7. Töpferton; 6.—7. Oligozän. 8. Lehm und Schutt. 9. Anschwemmungen der Bäche.



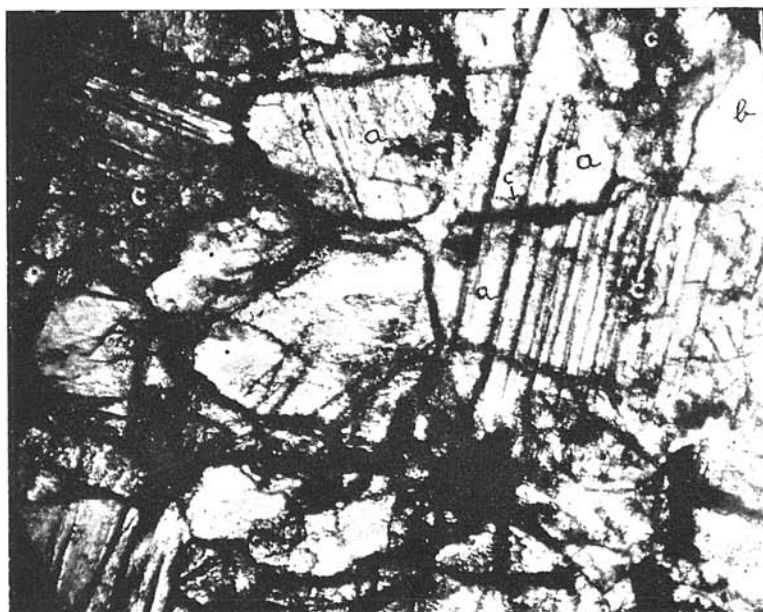
Obr. 1. Serpentinizácia veľkého zrna olivínu. Vznik slučkovvej štruktúry. Skrižené nikoly, zväčšenie $180\times$. Sedlice. a-jadrá olivínu, b-amorfný izotropný serpentín.



Obr. 2. Pokročilejšie štádium serpentinizácie olivínu. Rozpad v malé jadrá v hustom sieťave amorfného serpentínu. Skrižené nikoly. Zväčšené $60\times$. Sedlice. a-serpentin, b-olivín.



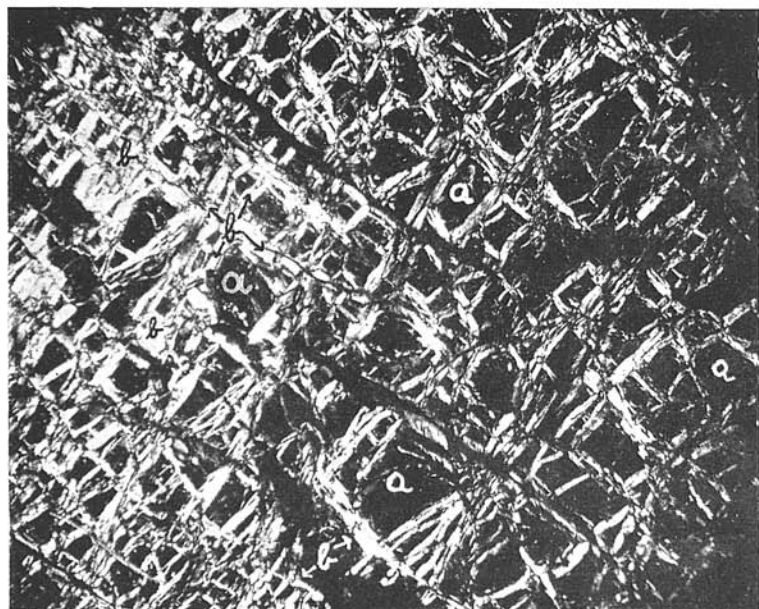
Obr. 1. Serpentinizácia olivínu. Žilky serpentínu sú tlakovo usmernené a javia složitú stavbu. Sedlice. Skrižené nikoly, zväčšené 180 $\times$. a-zrnko olivínu v polohe zhasnutia, b- v štádiu maximálnej interferencie, c-okraje žilky z anizotropného serpentínu, d-stred žilky z amorfného serpentínu.



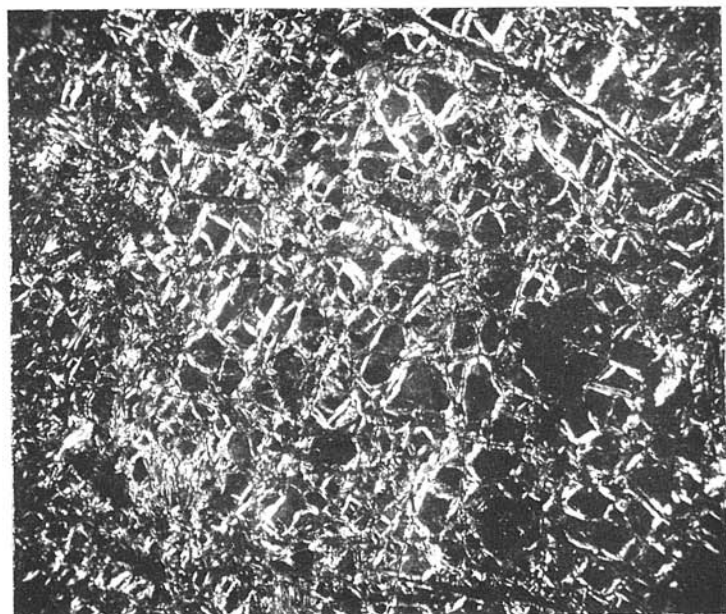
Obr. 2. Monoklinický pyroxén hadca z Jakloviec spolu z rombičkým pyroxénom. Pod jedným nikolom, zväčšené 180 $\times$. a-monoklinický pyroxén, b-rombičský pyroxén, c-pigmentácia rudami.



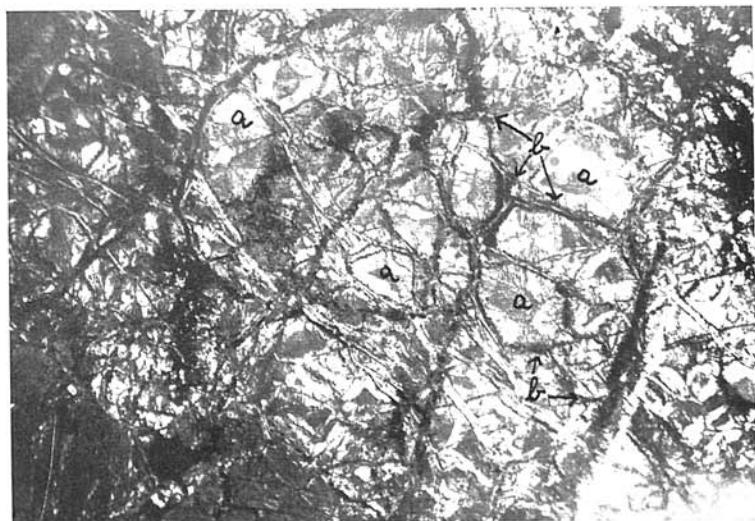
Obr. 1. Koncentrácia monoklinických pyroxénov v hadci, Rudník. Jeden nikol, zväčšené 60 $\times$. a-serpentin, b-monoklinické pyroxény, c-rudný pigment.



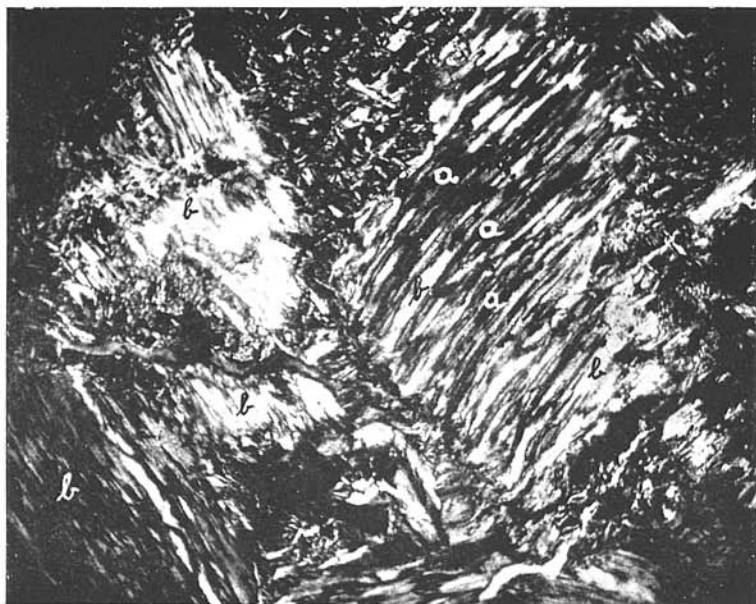
Obr. 2. Vznik mriežkovej štruktúry hadca z Rudníka, z predchádzajúcej slučkovej štruktúry serpentinizovaného olivínu. Skrižené nikoly, zväčšené 60 $\times$. a-amorfný serpentín v jadrách slučiek, b-antigoritický vyššie dvoj-lomný serpentín žíl.



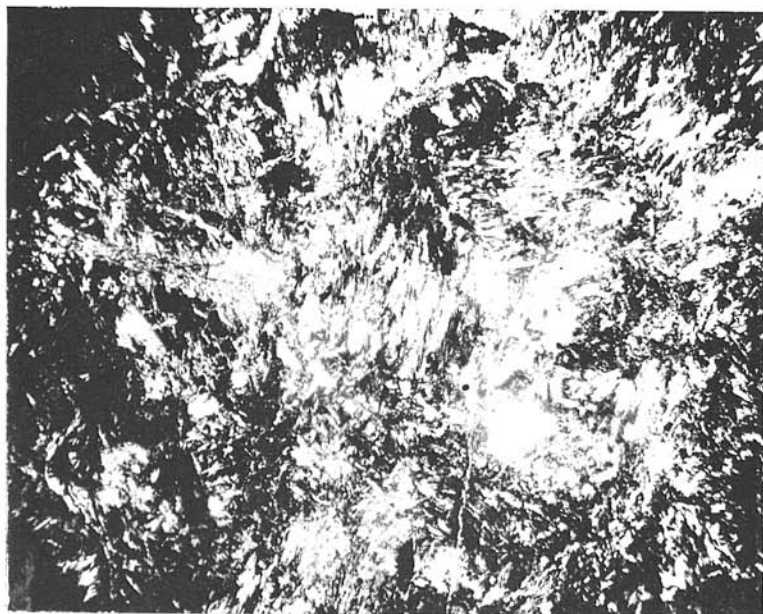
Obr. 1. Vznik mriežkovej štruktúry sedlickej horniny pri hustejšom sieťave serpentínových žíliak. Skrížené nikoly, zväčšenie 60 $\times$. a-slučky vyplnené antigoritom, b-žilky pigmentované rudami.



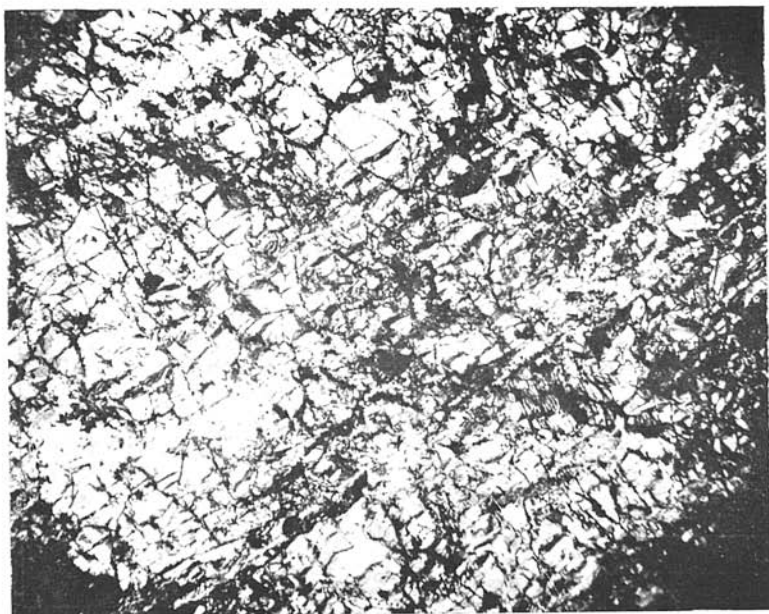
Obr. 2. Slučková štruktúra, kde amorfny serpentín jadier slučiek sa zmenil v agregáty antigoritu složitej radiálnej stavby. Skrížené nikoly, zväčšené 180 $\times$. Serpentin — Jaklovce.



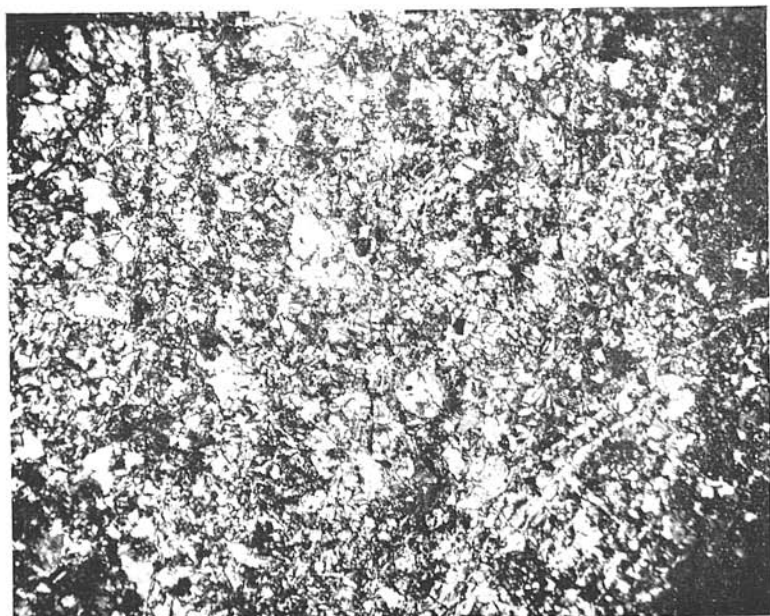
Obr. 1. Serpentinizácia rombického pyroxénu za silných tlakových účinkov. Vznik metaxitovej modifikácie serpentínu. Hodkovce. Skrižené nikoly, zväčšenie $60\times$. a) neserpentinizovaná lamela enstatit-bronzitu, b) vláknitý serpentín.



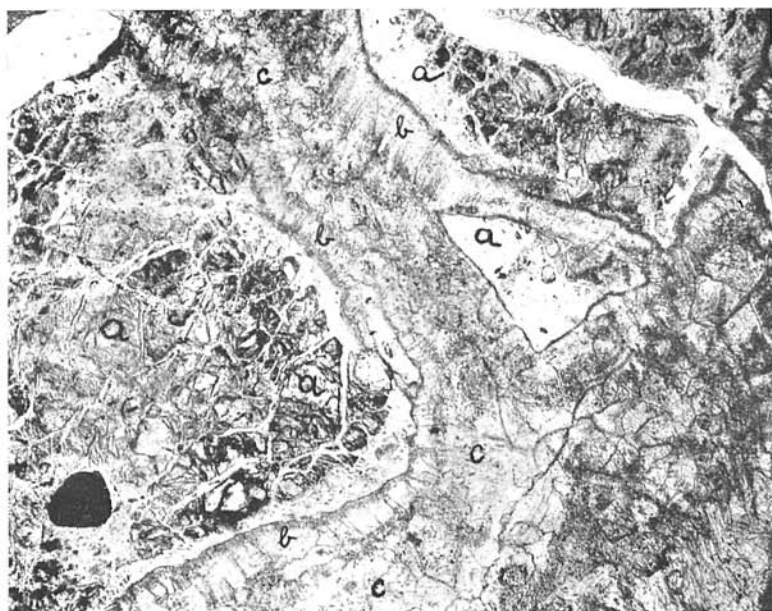
Obr. 2. Pokročilejšie štádium vzniku trieskovitého serpentínu v rombických pyroxénoch. Divergentné usporiadanie jedincov serpentínu. Hodkovce. Skrižené nikoly. Zväčšené $60\times$.



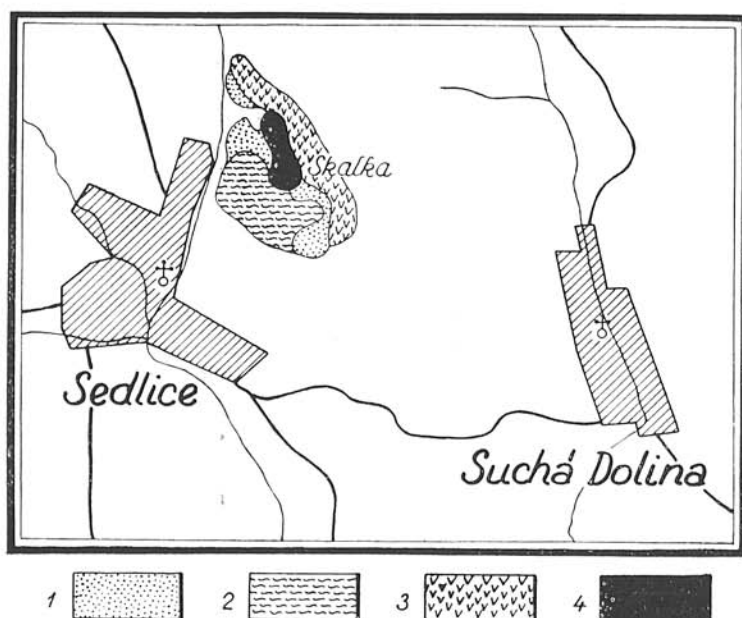
Obr. 1. Antigoritický serpentín hadca z Rudníka. Skřížené nikoly, zvětšené 60 $\times$.



Obr. 2. Xenoblasticko zrnitá struktúra hadcov Rudníka. Štruktúra nejavi stopy po predchádzajúcich štruktúrach pri serpentinizácii. Skřížené nikoly, zvětšené 60 $\times$.

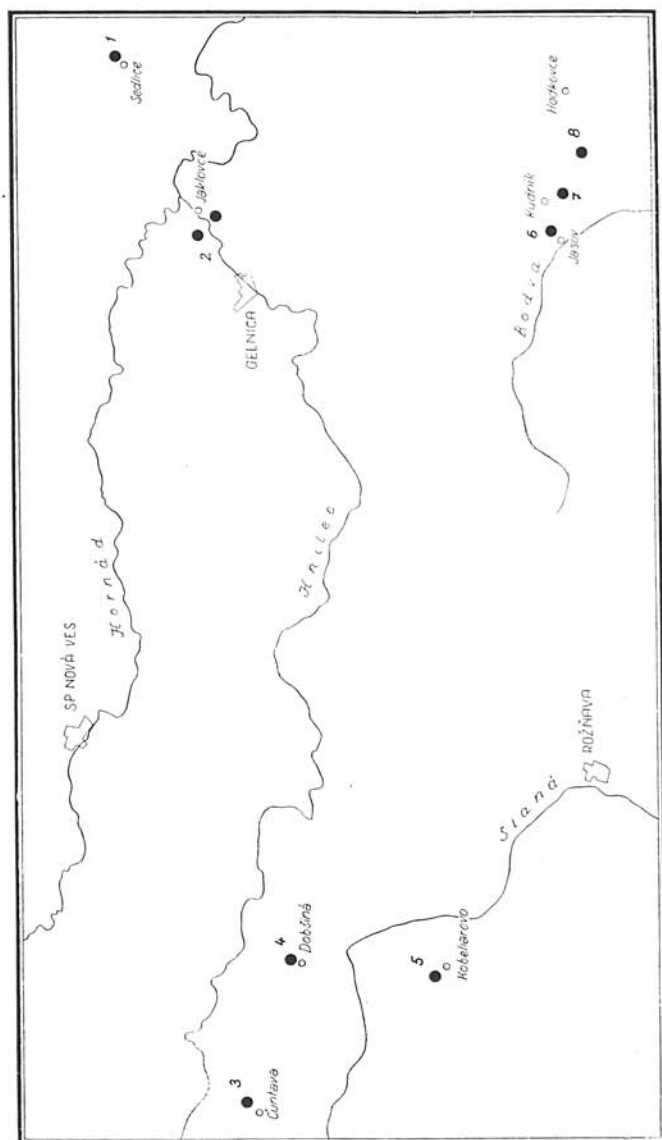


Obr. 1. Brekciovitá štruktúra sedlickej horniny. Pod jedným nikolom, zväčšené $60\times$. a) serpentinizovaný úlomok dunitu, b) lem vláknitého kalcitu, c) kryptokryštalická a kryštalická výplň žilky kalcitu.

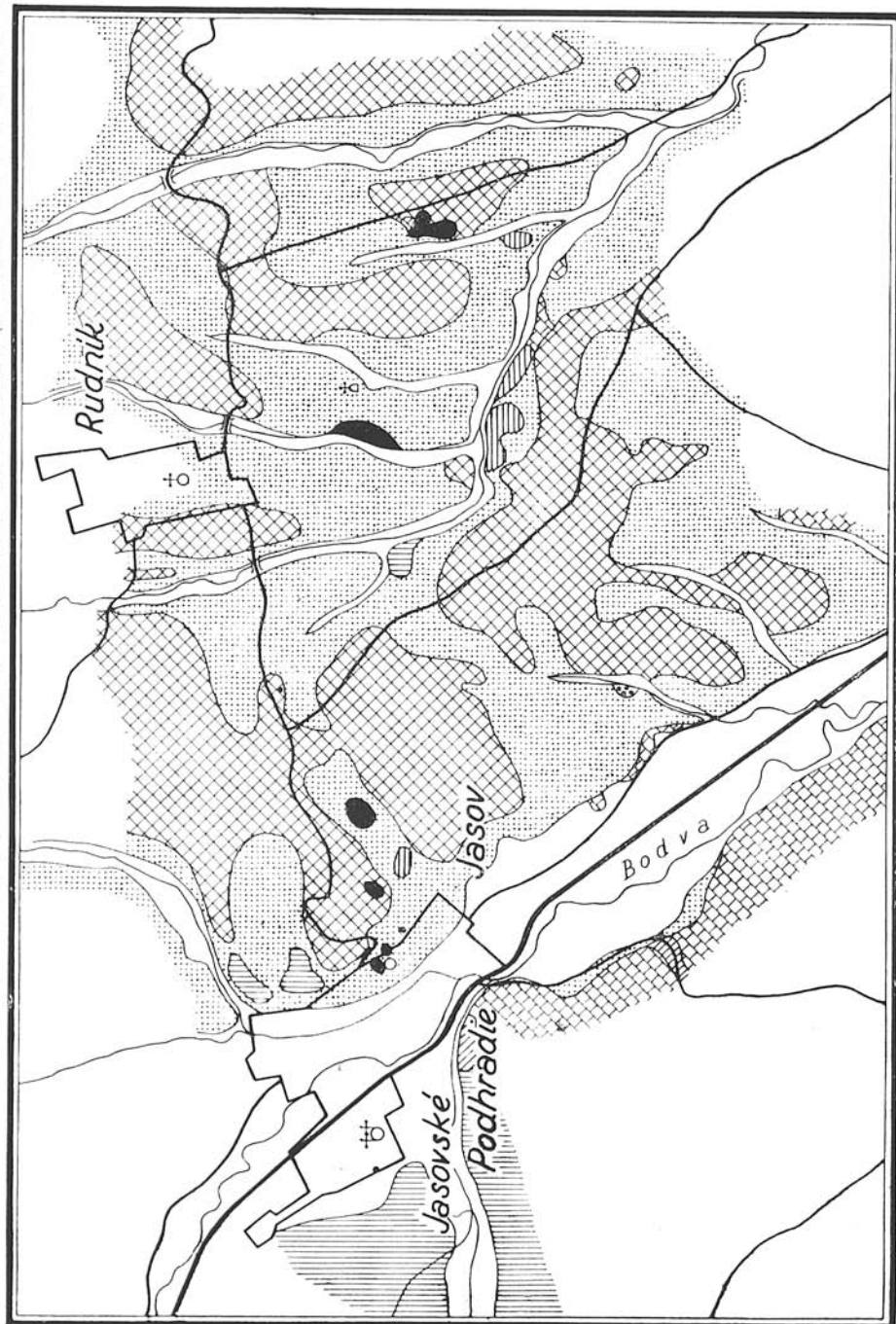
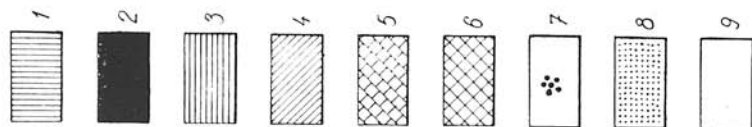


Obr. 2. Geologický náčrt peridotitu pri Sedliciach (podľa D. A n d r u s o v a).
1. Serpentin, 2. hlina, 3. eocenný flyš, 4. eocenný slepenec.

GEOLOGICKÝ NÁČRT HLAVNÝCH VÝSKYTŮ SERPENTINITŮV V SPÍŠSKO-
GEMERSKOM RUDOHOŘÍ



1. Sedlice, 2. Jaklovec, 3. Čuntava, 4. Dobšíň, 5. Kobeliarovo, 6. Jasov, 7. Rudník, 8. Hodkovce.



1. Fylit, 2. serpentín; 1.—2. staršie prvohory. 3. Tmavý vápenec, 4. dolomit, 5. svetlý vápenec; 3.—5. trias. 6. Štrky a piesky, 7. hrnciarske íly; 6.—7. oligocén. 8. Hlina a suliny. 9. Naplaveniny potokov.