

METAMORFOZIRANI PORFIRIT-KERATOFIRI U SREDNJOBOSANSKOM ŠKRILJAVOM GORJU

S 1 tabelom u tekstu i 3 table u prilogu

U geosinklinalnoj seriji predevonskih sedimentnih stijena i regionalno metamorfoziranih kristalastih škriljaca Srednjobosanskog škriljavog gorja konstatirana su po prvi put interkalirana manja efuzivna tijela metamorfozirana u mineralnu asocijaciju albit-(klinocoisit)-epidot-klorit-stilpnomelan-muskovit-kvarc-Ti magnetit.

Paraškriljci pripadaju različitim temperaturnim nivoima grnšist facijesa. Metamorfni procesi koji su zahvatili ishodne efuzive dijelom su katalastične deformacije a dijelom kemijske izmjene. Novo nastala mineralna asocijacija odgovara nižem temperaturnom nivou grnšist facijesa.

UVOD

Centralni dio srednjobosanskog škriljavog gorja izgrađuju klastične sedimentne i regionalno metamorfozirane stijene, zatim karbonatne stijene i eruptivi, u literaturi poznati kao kvarcporfiri (Foullon 1892, Katzer 1926, Jurković & Majer 1954). Paleontološki je utvrđena starost jedino karbonatnih naslaga koje izgrađuju vrhove ili gorske kose Metenice (1428 m), Roga (1729 m), Dobruške planine (1892 m), Vranice (2107 m), Zeca (1872 m) i Pogorelice (1432 m). U vapnencima Gobelića ravni, na sjeverozapadnim padinama Metenice, nađen je koralj *Favosites graffi* Penecke (Živanović, 1963), koji je karakterističan za eifelien (donji dio srednjeg devona). U klastičnim sedimentnim i kristalastim stijenama nisu nađeni fosili, a po superpoziciji se smatra da pripadaju starijem paleozoiku, vjerojatno ordoviciju i siluru, možda dijelom i kambriju (Katzer 1926, Ćirić & Gaertner 1962, Živanović 1963). Kvarcporfire smatraju neki autori permskim (Katzer 1926, Jurković & Majer 1954), neki opet starije-paleozojskim (Ćirić & Gaertner 1962).

PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE I STRATIGRAFIJA PREDEVONSKE SERIJE

Predevonske klastične sedimentne stijene i regionalno metamorfozirani kristalasti škriljci čine zajedno jedan kompleks naslaga. Kristalasti škriljci su metamorfozirani do stupnja grnšist facijesa. Višetemperaturne

nom nivou grinšist facijesa pripadaju stijene otkrivene u potocima iznad izletišta Tisovca jugozapadno od Busovače, te u okolici Fojnice. Vjerojatno grade usku suvislu zonu pružanja sjeverozapad – jugoistok. Jugozapadno, južno i jugoistočno odatle, u gornjem toku potoka Kozice, u izvorišnom dijelu Fojničke rijeke, u gornjem toku potoka Željeznice, na Pogorelici, te u srednjem toku potoka Neretvice i u izvorišnom dijelu Vrbasa, otkrivene su stijene nižeg nivoa grinšist facijesa. Dalje prema jugozapadu, u gornjem toku Vrbasa ispod Dobruške planine, nalaze se predevonske klastične, uglavnom metamorfozirane stijene. Intenzitet metamorfizma dakle opada, idući od sjeveroistoka prema jugu i jugozapadu.

Metamorfozirane stijene višeg nivoa grinšist facijesa predstavljene su škriljcima pelitskog porijekla i zelenim škriljcima. Bitni sastojci škriljaca pelitskog porijekla su kvarc, muskovit i klorit, te u varijetetima bogatijim željezom, kloritoid i magnetit. Kao akcesorni sastojci javljaju se epidot i turmalin. Zeleni škriljci sadrže kao bitne sastojke kvarc, aktinolit, klorit, epidot i magnetit. Akcesorni sastojci su albit i rutil, te u nekim varijetetima kalcit.

Kloritoid se javlja u kvarc-muskovit-kloritskim škriljcima kao porfirblast veličine do 2 mm (Tabla I, sl. 1). Pločastog je habitusa smjerom baznog pinakoida. Pod mikroskopom pokazuje plavozeleni pleohroizam, sraslace smjerom baze, dobro izraženu kalavost, visoki lom, i u konvergentnom svjetlu jaku disperziju $r > v$. Rasprostranjenost škriljaca s kloritoidom (otrelitom), detaljno je prikazao K a t z e r (1926, p. 109).

Amfibol zelenih škriljaca je zelenoplavi pleohroitičan *aktinolit*. Ovaj željezom bogati aktinolit blizak je zelenoplavoj hornblendi epidot-amfibolitskog facijesa, koja se od takvog aktinolita odlikuje povećanim sadržajem aluminijske i natrijske. Budući da se ta dva varijeteta amfibola međusobno mikroskopski ne mogu sa sigurnošću razlikovati, to postoji mogućnost, da škriljci s amfibolom pripadaju epidot-amfibolitskom facijesu, a ne grinšist facijesu. No s obzirom na paragenezu škriljaca pelitskog porijekla s kojima su udruženi, ova mogućnost nije vjerojatna. U škriljcima s amfibolom često se obilno pojavljuje *magnetit* u kristalima oktaedrijskog habitusa veličine preko 1 mm. Teške frakcije dobijene ispiranjem nanosa potoka Zagrađe kod Tisovca, sadržavale su preko 90% magnetita.

Klorit zelenih škriljaca predstavljen je zelenim pleohroitičnim varijetetom koji interferira u anomalnoj smeđezelenkasto ili maslinastozeleonoj boji. Vjerojatno pripada željezom bogatom prokloritu. Po navedenim karakteristikama a donekle i po habitusu, jasno se razlikuje od bljedozelenog klorita škriljaca pelitskog porijekla.

Epidot zelenih škriljaca nalazimo u nepravilnim, katkada krupnim zrnima zamjetljivog pleohroizma, a kalcit također u krupnim alotriomorfnim zrnima. Dolazi u škriljcima bogatijim kalcijem, koji ne sadrže epidot.

U svim stijenama višetemperaturnog nivoa grnišist facijesa, *kvarc* je potpuno prekrystaliziran, ujednačene veličine zrna.

Filiti Fojničke rijeke i otrelitski škrljci Čemernice, Povitine i Banje koje opisuje K a t z e r (1926, p. 111), predstavljaju jugoistočni produžetak zone škrljaca višeg nivoa grnišist facijesa koja se dovle pruža od sjeverozapada tj. od Tisovca, Pridolaca i Kozice. Ova zona prema jugu i jugozapadu postepeno prelazi u škrljce nižeg nivoa grnišist facijesa. Postepeni prelaz može se lijepo pratiti idući uz potok Kozicu od Luka prema Luškim stajama.

Kvarc-muskovit-kloritski škrljci gornjeg toka potoka Kozice su također potpuno prekrystalizirani, ali su listići *muskovita* i *klorita* u njima mnogo sitniji nego u ranije opisanim škrljcima. *Klorit* je predstavljen blijedozelenkastim varijetatom, koji interferira u sivim bojama I reda, ili u anomalnoj indigomodroj boji, pa se po tome jasno razlikuje od klorita opisanih zelenih škrljaca višeg nivoa grnišist facijesa. U škrljcima potoka Kozice često se kao akcesorni mineral zapaža *turmalin*. Pojavljuje se u idiomorfim kristalima dužine 0,08–0,2 mm. Pleohroizam mu je jasno izražen, blijedoružičast – tamnozelen.

Škrljci nižeg nivoa grnišist facijesa, zatim djelomično ili skoro nemetamorfozirane stijene u kojima nije došlo do potpune prekrystalizacije, nego se tek formirao klivaž, uz početnu kristalizaciju listićavih minerala uzduž površina klivaža, izgrađuju teren južno i jugozapadno od Tisovca i Fojnice u području Vranice, te izvorišnog dijela Vrbasa i potoka Neretvice. Ovi škrljci se sastoje od *kvarca*, *sericita* i blijedozelenog *klorita*. Kao akcesorni sastojci pojavljuju se *albit*, *turmalin*, *rutil* i *pirit*. U izvorišnom dijelu Vrbasa, sadrže mjestimično *kalcit* (do 15% CaCO_3) i dolomit. Najčešće su tamnosive do crne boje, u gornjem toku Neretvice mjestimično crvenkasti. Tamni škrljci sadrže obično dosta pirita. Crvenkasti škrljci sadrže fino dispregirani *hematit*.

U izmjeni s najslabije metamorfoziranim škrljcima najnižeg nivoa grnišist facijesa, pojavljuju se u ovom području i krupnozrnastije klastične stijene, pješčenjaci grauvaknog tipa i siltne pješčenjaci istog sastava, a mjestimično se mogu naći i tanji slojevi karbonatnih sedimentata. Arenitske i siltne stijene imaju također izražen frakturni klivaž, pa ih se može smatrati semiškrljcima. U ovim stijenama se pored fenomena kataklaze, zapaža ponekad i početak segregiranja kvarc-feldspatskih i tinčastih lamina. Semiškrljci predstavljaju prelazni stadij u razvoju škrljaca iz pješčenjaka (Tabla I, sl. 2).

Za pješčenjake grauvaknog tipa u području Vranice, kao i u izvorišnom dijelu Neretvice karakteristično je, da kao detritične čestice sadrže pretežno fragmente kvarca i rožnjaka, dok feldspate i fragmente stijena sadrže u količini manjoj od 10%. Zbog toga ovi pješčenjaci pripadaju tipu kvarcnih grauvaka, sedimentološki zrelijih stijena od grauvaka u užem smislu, litoidnih grauvaka.

Kataklazirani pješčenjaci grauvaknog tipa vezani su čvrstim matriksom, koji po sastavu odgovara sastavu škriljaca s kojima se izmjenjuju. Matriks se sastoji od sitnih listića *sericita* i *klorita*, te sitnih, zaobljenih ili proraslih zrna *kvarca*. Nastao je od originalnog glinovitog detritusa kompakcijom i dijagenetskom prekrizacijom. U matriksu nekih pješčenjaka potoka Neretvice i Željeznice primijećeni su i karbonatni minerali, *kalcit* i *ferodolomit*. Karbonati potiskuju matriks, a negdje i sama detritična zrna. Dolomit se obično pojavljuje u idiomorfim romboedarskim kristalima, dok kalcit dolazi u zrnima nepravilnog oblika.

Škriljavi siltni pješčenjaci su sitnozrni ekvivalenti opisanih pješčenjaka kvarc-grauvaknog tipa. Sastoje se pretežno od *kvarca* dimenzija silta i planarno orijentiranih listićavih minerala. Zrna kvarca su često izdužena i također planarno orijentirana. Jednako su orijentirane i izdužene nakupine sitnih kristala piritita. Škriljavi siltni pješčenjaci imaju obično mnogo bolje izražen klivaž, nego njihovi arenitski ekvivalenti.

U proslojcima karbonatnih stijena izražen je također dobro frakturni klivaž, koji siječe slojevitost. Slojevitost je markirana izduženim, paralelno orijentiranim kristalima kalcita, koji se izmjenjuju s planarno orijentiranim listićima klorita i sericita. Može biti naglašena i izmjenom proslojaka sastavljenih od krupnijih i sitnijih kristala kalcita, kao i planarno orijentiranim nakupinama sitnog piritita (Tabla I, sl. 3). Piritom su naročito bogati crni vapneni škriljci gornjeg toka potoka Neretvice.

Pored navedenih klastičnih stijena i metamorfoziranih škriljaca sedimentnog porijekla, predevonska serija sadrži škriljce nesumnjivo eruptivnog porijekla. Ovi ortoškriljci nađeni su unutar niskometamornog dijela predevonske serije na više mjesta i to u gornjem toku Vrbasa ispod Dobruške planine, u potoku Neretvici uzvodno od rudnika pirofilita Parsovići i u potoku Željeznici uzvodno od rudnika Bakovići, dakle na međusobno dosta udaljenim lokalitetima (vidi tablu III). To pokazuje, da su ove stijene možda regionalno razvijene i vjerojatno će se detaljnim istraživanjem naći još i na drugim mjestima. Ortoškriljci dolaze unutar niskometamorfizirane arenitsko-lutitske serije kao konkordantno uložene manje mase. U potoku Neretvici njihova debljina ne prelazi tridesetak centimetara. U potoku Željeznici uzvodno od Bakovića otvorene su znatno veće mase, koje se mogu pratiti u usjeku puta na dužini od 250–300 metara.

U geološkoj preglednoj karti BiH 1 : 200.000 list Sarajevo označeni su na ovom mjestu kvarcporfiri. Mineraloško i kemijsko istraživanje tih škriljaca kao i ortoškriljaca iz potoka Neretvice i izvorišta Vrbasa, koji do sada nisu bili izdvojeni pokazuju, da se ovdje ne radi o metamorfoziranim kvarcporfirima, već o ortoškriljcima koji su nastali iz drugih tipova eruptivnih stijena.

FIZIOGRAFIJA I KEMIJSKI SASTAV ORTOŠKRILJACA

1. Škriljac iz potoka Neretvice

Stijena se nalazi u središnjem toku potoka Neretvice, uzvodno od rudnika Parsovići.

Teksture je homogene, guste, afanitske. Boje je sivozelene. Pokazuje dobro razvijenu škriljavost u nepravilne ali tanke pločice. Pojedine veće plohe škriljavosti ispunjene su limonitnom supstancom.

Škriljavost sijeku pod različitim kutom tanje ili deblje žice ispunjene sekundarnim leukokratskim ili melankratskim mineralima. Najdeblja takva žica, leukokratskog karaktera, široka je oko 2 mm.

Struktura je mikrokristalna kristaloblastična. Veći kristalni individuali vrlo su rijetki. To su zapravo reliktni utrusci, porfiroklasti albita, koji metamorfozom prelazi u sitnozrnasti agregat matriksa. Nije isključeno da je više takvih većih kristala prešlo u sitnozrnasti matriks. U matriksu se ponegdje zapažaju svjetlija mjesta koja su vjerojatno nastala dezintegracijom feldspata. U unutrašnjim dijelovima takvih polja često je zaostalo po koje veće zrno albita. Mjestimično se javljaju veće opacitizirane nakupine Ti-magnetita kao pseudomorfoza po biotitu, u kojoj je jasno sačuvan tipični pseudoheksagonski habitus baznog listića biotita, ili nešto izduženi četverokut presjeka paralelnog s glavnom kristalografskom osi tog minerala.

U presjecima okomitim na škriljavost zapažaju se subparalelni nizovi klinocoisita kao i paralelno orijentiranje listićavih minerala, naročito stilpnomelana.

Dezintegracija ishodnih plagioklasa je u prvom redu posljedica kemijskih promjena, ali je prouzročena i kataklastičnom deformacijom.

Mineralni sastav je albit, kvarc, klinocoisit, epidot, stilpnomelan, klorit, Ti-magnetit, hematit, kalcit, apatit. Veliki kristali epidota javljaju se u nekim žicama. Albit, klinocoisit, kvarc i stilpnomelan su glavni sastojci stijene.

Klorita je malo, a agregiran je na mjestima gdje je vjerojatno bio nekad biotit. Javlja se i u ponekim žicama. U ovom drugom slučaju relativno veći listići klorita položeni su okomito na stijenke žice, zelene su boje, jasnog pleohroizma, a pokazuju anomalnu indigoplavu interferencijsku boju. Vjerojatno pripada peninu.

Najinteresantniji mineral koji se javlja u većoj količini, te pripada glavnoj grupi minerala, je *stilpnomelan*. Naročito je stilpnomelan lijepo razvijen u tanjoj žici stijene u mineralnoj asocijaciji s epidotom, kvarcom, kloritom i kalcitom. Javlja se u radijalnotrakastim agregatima, te često u svinutim pločicama i listićima. Granične plohe baznog pinakoida su prilično nejasne. Intenzivnog je pleohroizma, X je svjetlosmeđa stožut, katkad gotovo bezbojan, dok su titrajni smjerovi paralelni s baznim pinakoidom Y i Z tamnosmeđi do zelenkastosmeđi. Po svemu bi odgo-

varao feristilpnomelanu. U matriksu se stilpnomelan razvio u sićušnim listićima intenzivna pleohroizma, X je zlatnožut, a Y i Z tamnosmeđ. U pojedinim partijama stijene čini se da je razvijen ferostilpnomelan, jer njegovi tanušni listići pokazuju također jak pleohroizam, ali u drugim bojama, X je slabozelenkast do bezbojan dok je Y i Z zelen. Žuta boja stilpnomelana (titrajni smjer X) se u matriksu jako ističe.

Albit je u većim individuima vrlo rijedak, uglavnom njegova sitna zrna izgrađuju matriks.

Kvarc se javlja u sitnom zrnju dok je u žicama prilično krupnog zrna. Tada pokazuje undulozno potamnjenje, a ponegdje na rubovima i početnu fazu fine granulacije.

Klinocoisit je u sitnom zrnju često grupiran u nakupine i nizove. Veća zrna klinocoisita pokazuju zelenkastožutu interferencijsku boju.

Epidot se javlja u krupnim gotovo idiomorfim zrnima isključivo u žicama koje presjecaju stijenu. Interferira u živim bojama.

Ti-magnetit je uglavnom vezan u agregat koji čini pseudomorfozu po biotitu. Ponegdje se zapažaju praškasti nizovi tog minerala.

Kalcita je vrlo malo i nejednoliko je raspoređen po stijeni.

Apatit se javlja u većim stubičastim idiomorfim kristalima smeđaste boje, a po koji kristal pokazuje vrlo slabi pleohroizam.

Kemijska analiza prikazana je u tabeli I, broj 1.

U ovoj su stijeni vrlo karakteristične žice, manje više pravilne pukotine, ispunjene s nekim mineralnim agregatom. Najdeblja zapažena pukotina je preko 2 mm široka, ona je i najpravilnija. Druge su tanje i različitih širina.

Značajna je velika varijabilnost u mineralnom sastavu tih žica:

1. kvarc,
2. kalcit,
3. kalcit-klorit,
4. kalcit-kvarc-stilpnomelan,
5. kvarc-epidot-kalcit, dok je stilpnomelan rijedak,
6. kvarc, s malo kalcita, stilpnomelana, epidota i klorita,
7. klorit-epidot-stilpnomelan,
8. stilpnomelan-epidot-klorit, s malo kalcita i kvarca.

Struktura mineralnog agregata žica pokazuje izraziti sekrecioni karakter. Uzduž stijenke pukotine mineralni je agregat sitnijeg zrna, dok je u središnjim dijelovima krupnijeg zrna. Kod kompleksnog mineralnog sastava obično se uz stijenku nalazi epidot, a ponekad i stilpnomelan. Vrlo su često ti minerali položeni svojom dužinom okomito na stijenke žice. U središnjim se partijama nalazi tada krupnozrnastiji agregat, većim dijelom kvarca i kalcita (Tabla I, sl. 4).

Sekrecioni karakter žica pokazuje da njihov mineralni agregat predstavlja ekstrakt stijene. U vrijeme niskotermalne metamorfoze, oslobođeni kationi i anioni cirkulirali su sami ili u otopinama u prostore kemijski niže aktivnog potencijala, dakle iz minerala u otvorene pukotince, gdje su kristalizirali. Dio tih mineralnih otopina mogao je posvema izaći iz stijene.

Na osnovu tih zapažanja izvodi se zaključak, da su u uvjetima nisko-temperaturne metamorfoze efuziva primarnu mineralnu asocijaciju napustili uglavnom kalcij, djelomično silicij, a mnogo manje aluminij, magnezij i željezo.

Raznoliki mineralni agregat tih žica upućuje nadalje na zaključak da metamorfozu možemo shvatiti kao višestapni proces, i da je istiskivanje nekog elementa za određenu etapu bilo naročito značajno. Cio se proces metamorfoze vršio u najnižem nivou grinšistfacijesa, za koji su stilpnomelan i kalcit naročito karakteristični.

Krupna zrna kvarca u žici pokazuju intenzivno undulozno potamnjenje, djelomično pucanje zrnja i mjestimično periferno drobljenje u sitnozrnasti rubni agregat. Kataklastične deformacije utjecale su dakle na stijenu i nakon hidrotermalnog formiranja mineralnog agregata žica. Utjecaj stresa je prema tome bio vrlo dug i trajao je prije, u vrijeme, i nakon niskometamorfni procesa. Na isti se način može pretpostaviti dugotrajno djelovanje niske temperature grinšistfacijesa.

Sedimentna je dakle serija stijena, u kojoj su se nalazile manje leće efuziva porfiritskog karaktera, bila zahvaćena regionalno-metamorfni procesima koje su prouzrokovali dugotrajnija niska temperatura i relativno jači stres. Usljedila je uz kataklastične deformacije i promjena kemijske ravnoteže. Uz popratno uškriljavanje stijene i nastanka tenzionih pukotina nastupila je metamorfoza primarnih mineralnih sastojaka ishodnog efuziva. Tada se formirala i difuzna faza i mineralne otopine onih kationa koji nisu bili vezani u minerale nove kemijske ravnoteže. Leukokraski i melanokraski minerali su u toj fazi izdvajali gotovo sav kalcij, koji je djelomično ulazio u novo nastali klinocoisit, a dijelom je migrirao u otvorene pukotine gdje je kristalizirao u formi epidota i kalcita, dok je dio kalcija vjerojatno izašao iz stijene. Tu dekalifikaciju pojedinih minerala, plagioklasa i hornblende, pratilo je i izvjesno osiromašenje s kremičnom kiselinom, koja je u sekrecionim pukotinama kristalizirala kao kvarc. Kremična kiselina oslobođena metamorfozom primarnih minerala mogla je manjim ili većim dijelom također napustiti stijenu.

Paralelno tome koncentracija alkalija fiksiranih za nove minerale se je povećala. Slično se moglo desiti i s aluminijem.

Stijena je ne samo mineralno, već i kemijski dobivala karakter metamorfita, škriljca niskog stupnja metamorfoze grinšist-facijesa. Taj orto škriljac mogli bi nazvati albit-epidot-stilpnomelanskim škriljcem.

2. Škriljac iz potoka Neretvice

Stijena se nalazi u središnjem toku potoka Neretvice uzvodno od rudnika Parsovići, nešto iznad škriljca pod br. 1.

Tamnosive je boje, kompaktna, afanitska. Razvijene su oštre dijaklaze (litoklaze) ispunjene s agregatom kalcita i s limonitom. Odlomljena je površina neravna i vrlo je oštih bridova.

Strukture je sitnozrnaste kristaloblastične sa slabo sačuvanim tragovima reliktnih porfirne strukture. Reliktna zrna prijašnjih fenokristala plagioklasa su rijetka. Posve su rijetki relikti fenokristala feromagnetskih minerala potpuno kloritizirani u sitnozrnasti agregat klorita. Prevlađujuću masu čini mikrokristalini matriks, koji je produkt metamorfoze ishodne osnove i bivših fenokristala.

Prema svjetlijim i tamnijim partijama matriksa, vidi se da je ishodni efuziv sadržavao veliku količinu fenokristala, naročito plagioklasa, a manje amfibola.

Fine pukotinice ispunjene su uglavnom kalcitom i kloritom.

Stijena je sastavljena od albita, klorita, muskovita, Ti-magnetita, apatita, kalcita i piritita.

Albit je rasprostranjen u formi sitnih štapića u matriksu, a rijetko u manje-više idiomornim reliktnim kristalima bivših utrusaka. *Klorit* se javlja u sitnolističavim agregatima zelenkaste boje. *Muskovit* je u sitnim listićima, kalcit je nejednoliko rasprostranjen po stijeni, čini se da je uglavnom vezan za pukotinice. *Ti-magnetit* se javlja u mnoštvo sitnog zrnja, a rjeđe čini krupnije nakupine. Apatit je česti u većim kristalima.

Stijena je prema tome ortoškriljac niskometamornog stupnja, koji bi mogli nazvati albit-klorit-muskovitni škriljac, grinšist-facijesa.

Kemijska analiza: tabela I pod br. 2.

3. Škriljac iz potoka Željeznice

Stijena je zelenkaste boje, homogene teksture. Mjestimično su razvijene partije s vidljivom škriljavosti. Na mjestima jačeg trošenja vidljivi su brojni utrusci melanokratskih minerala.

Strukture je porfirne, koja zbog metamornih procesa prelazi u reliktnu blastoporfirnu strukturu. Još se jasno zapažaju relikti bivših fenokristala plagioklasa i vjerojatno bivših amfibola (Tabla II, sl. 5).

U stijeni su rijetko razvijene uske pukotinice ispunjene agregatom klorita, kalcita i kvarca, dok su na njih gotovo okomito položene fine lamelice izgrađene od klorita i muskovita.

Matriks, uglavnom bivša osnova ishodnog efuziva, sastoji se od mikrokristalinskog mineralnog agregata, u kojem se sa sigurnošću mogu odrediti klorit, muskovit, feldspat (prema kemijskoj analizi albit) te akcesorni minerali.

Mineralni sastav je sekundarno-metamorfnog porijekla: albit, klorit, muskovit, kalcit, klinocoisit, Ti-magnetit, pirit, apatit, kvarc. Prva tri minerala čine glavnu masu stijene, kalcita i magnetita je relativno mnogo, dok je ostalih minerala vrlo malo.

Albit se javlja u brojnim reliktnim fenokristalima, zapravo, porfiroklastima, ali je nesumnjivo i važan sastojak matriksa. Veličina porfiroklasta je oko 1 mm. Porfiroklasti albita pokazuju ponegdje izvorne polisintetske sraslačke lamele, a mogu se katkad opažati i prvotne kristalne forme. Pretpostavljamo da su nastali albitizacijom bazičnijeg plagioklasa, najvjerojatnije deuteričkog karaktera, nakon kojeg procesa nije slijedila prekristalizacija nastalog albita. Albiti nisu homogena zrna što se očituje u nejednolikom potamnjenju, djelomično su granulirani u slabo izraženi zrnasti agregat, neravne su površine koja bez oštih kontura prelazi u matriks. To je posljedica metamorfnih procesa, i kataklastične deformacije. U pojedinim slučajevima zapaža se prijelaz fenokristala albita u mikrokristalini agregat koji se s poteškoćom razlikuje od matriksa.

U fazi metamorfoze plagioklasa nastali su u njemu i tanušni listići muskovita. Istodobno kroz nastale pukotinicu prodrle je mineralna otupina iz koje je kristalizirao klorit.

Mjerenjem Fjodorovljevom metodom na univerzalnom mikroskopskom stoliću utvrđena je količina anortitske tvari u prosjeku od 20% an, s kolebanjem od 0-5% an. Sraslački su zakoni albitski, karlovarski i kompleksni albitsko-karlovarski. Te sraslačke karakteristike su zbog njihove kompleksnosti vrlo vjerojatno reliktni primarnih bazičnih plagioklasa.

Klorit je produkt niskotemperaturne metamorfoze primarnih fero-magnezijskih fenokristala. Pošto su se forme primarnih minerala prilično sačuvala to nastali kloritni agregat, gotovo redovito asociiran s kalcitom, predstavlja pseudomorfozu klorita po hornblendu.

Da je primarni melanokratički mineral bio hornblenda zaključujemo po produktima metamorfoze, po izduljenim štapičastim formama, a ponegdje prema poprečnim presjecima u kojima se zapaža kombinacija prizme i pinakoida, te kut prizme vrlo bliz karakterističnom kutu za amfibole od 124°.

U nekim rjeđim reliktnim *klorit* je jedini produkt pseudomorfoze. U tom se slučaju može pretpostaviti potpuno odvođenje kalcijeve komponente u matriks ili čak izvan stijene, no nije nevjerojatna pretpostavka da je ishodni mineral bio biotit. Klorit je u takvim pseudomorfozama većih listića, zelene boje, jasnog pleohroizma u zelenkastim nijansama.

U pravilu interferira u anomalnoj smeđoj boji. Vjerojatno pripada željezom i aluminijem bogatom prokloritu. Posve je istog postanka i istih svojstava klorit matriksa, samo što su listići mnogo sitinji. Klorit kojemu su pukotine kalavosti položene poprečno na stijenke žice treba smatrati produktom kristalizacije hidrotermalnih otopina pri niskoj temperaturi. Potrebni mineralni sastojci predstavljaju ekstrakt stijene, a po strukturi kloritom ispunjene žice su sekrecionog karaktera.

Uz klorit u tim žicama nalazi se još kalcit i kvarc. Taj sastav ukazuje na kemizam otopina koje su u vrijeme metamorfoze cirkulirale kroz fine kapilare i pukotinicu stijene.

Muskovit se javlja u sićušnim bezbojnim listićima živih interferencijskih boja, kako u albitu, tako i u matriksu. Često je izmiješan s kloritom.

Kalijska komponenta koja je vezana za muskovit potječe nesumnjivo iz kalijske komponente feldspata, koji je bio ravnomjerno raspoređen po primarnoj osnovi, a dijelom je bio komponenta primarnih fenokristala plagioklasa, hornblende i biotita, u koliko je taj mineral bio sastojak ishodne eruptivne stijene.

Kalcit se razvio u brojnim velikim zrnima agregiran s kloritom kao produkt metamorfoze primarnih fenokristala hornblende. Rjeđi je u matriksu, a značajan je sastojak uskih žica, u kojima s kloritom i kvarcom čini sekrecioni mineralni agregat stijene. Važno je spomenuti da u porfiroklastima albita nije u pravilu prisutan, na osnovu čega se može zaključiti da su u vrijeme metamorfoze plagioklasi bili vrlo kiseli, a možda su pripadali albitu.

Ti-magnetit se javlja u većim nepravilnim zrnima uglavnom vezanim uz nakupine klorita i kalcita nastalih pseudomorfozom primarnih fenokristala hornblende. Nastao je dakle izdvajanjem titanskoželjezne komponente iz hornblende u vrijeme njegove kloritizacije.

Kvarc se nalazi u žicama.

Klinocoisit, *apatit* i *pirit* javljaju se u neznatnoj količini.

Istraženi ortoškrljac bi prema mineralnom sastavu bio albit-klorit-muskovitski škrljac. Metamorfni facijes je grinšistfacijes.

Kemijska analiza: tabela I, br. 3.

4. Škrljac s izvorišta Vrbasa

Stijena je afanitska, fino-zrnasta, sivkasto-zelenkaste boje, prilično je uškrljena, te se cijepa u tanje neravne pločice. Slična je filitu.

Pokazuje dobro sačuvanu reliktnu porfirnu strukturu, koja je u prvoj fazi nestajanja utjecajem metamorfoze i kataklastične deformacije (Tabla II, sl. 6). Brojni fenokristali poprimaju lice porfiroklasta, a izvorna

osnova prelazi u metamorfni matriks povećan s metamorfnim produktima bivših utrusaka. S obzirom na potpunu albitizaciju bivših ferokristala plagioklasa, njihovu djelomičnu metamorfozu u sitnozrnasti agregat, i napokon potpuno sekundarni mineralni sastav matriksa, stijena unatoč mikroskopski vrlo uočljive reliktna porfirne strukture dobiva karakter kristaloblastične strukture, zapravo blastoporfirne strukture.

U presjeku okomitom na škriljavost naročito se jasno zapaža kataklastična paralelna struktura filonita sa subparalelnim mikroznastim agregatom albita u alternaciji s finolističavim agregatom klorita. Unutar tih subparalelnih nizova leže zaostali porfiroklasti albita, rjeđe krupnozrnasti agregati klorita ili krupnozrnasti agregati kalcita (Tabla II, sl. 7).

Osnovni mineralni sastav je albit i klorit. Njima se pridružuju Ti-magnetit, kalcit, apatit, epidot.

Albit sačinjava porfiroklaste i veći dio matriksa. Porfiroklasti albita javljaju se u većim pločastim zrnima oko 1 mm veličine. Polisintetske sraslačke lamele i sraslaci dvojci su gotovo redovito razvijeni. Sraslački su zakoni albitski, karlovarski i kompleksni albitsko-karlovarski. Sadrže 1-3% an. Sredina iz 7 mjerenja teodolitnom metodom iznosi 2% an.

Vanjske konture porfiroklasta albita većim su dijelom zbog kataklastičnih deformacija, a i zbog kemijskih metamorfoza, korodirane. Zrna su puna nepravilnih pukotinica i pokazuju znakove jače ili slabije granulacije. U pukotine je vrlo često infiltrirana kloritska tvar.

U presjecima paralelnim sa škriljavosti dobro se zapaža ovaj oko porfiroklasta albita, koji se sastoji od sitnozrnastog agregata albita i klorita. Taj je ovaj redovno nešto svjetliji od ostalog matriksa zbog specijalnog odnosa bezbojnog albita i klorita. U ovoj ima klorita mnogo manje nego u ostalom dijelu matriksa. Postoji izvjestan paralelizam zrnaca albita i klorita.

Klorit se najvećim dijelom javlja u sitnolističavim agregatima matriksa, i infiltriran u pukotinicu porfiroklasta albita. Mjestimično čini agregate većih listića utisnute u plohe škriljavosti. Tada se lako zapaža njihova zelena boja, te anomalna indigomodra interferencijska boja. Neki od tih listića pokazuju anomalnu smeđu interferencijsku boju. Vjerojatno pripadaju željezom i aluminijem bogatom prokloritu.

Ti-magnetit se javlja u brojnim neprozirnim, ponekad slabo providnim smeđastim zrnima. *Kalcit* se samo mjestimično razvio u sitnozrnastim agregatima, koji vjerojatno čine manje pukotine u stijeni. *Epidot* i *apatit* su vrlo rijetki.

Stijena je albitsko-kloritski škriljac grinšist facijesa.

Kemijska analiza: tabela I br. 4.

5. Škriljac iz gornjeg toka potoka Neretvice

Uzorak je uzet od većih blokova na sekundarnom ležištu u gornjem toku potoka Neretvice, kojih 3 km uzvodno od škriljaca br. 1 i 2.

Stijena je zelenkastosive boje, pokazuje jasnu škriljavost. U položaju okomitom na škriljavost megaskopski se zapažaju manja ili veća okruglasta zrna porfiroklasta feldspata.

Strukture je izrazito reliktno porfirne, koju s obzirom na metamorfoze možemo smatrati blastoporfirnom (Tabla II, sl. 8). Mjestimice se jasno zapažaju posljedice klastične deformacije.

Velike količine porfiroklasta, bivših fenokristala uglavnom feldspata, leže u sitnozrnastom matriksu bivše osnove. Čini se da su primarni fenokristali feromagnezijskih minerala bili izvanredno rijetki.

Matriks predstavlja metamorfozom izmijenjenu primarnu strukturu i mineralni sastav bivše osnove, prešavši u agregat sekundarnih minerala, uglavnom klorita, albita i muskovita. Prema sastavu matriksa može se zaključiti da su primarni feromagnezijski minerali bili sastojak ishodne osnove efuziva. Matriks se u vrijeme metamorfnih procesa uvećao na račun ishodnih fenokristala.

Stijena je izgrađena od albita, klorita, muskovita, Ti-magnetita, s vrlo malo kalcita, dolomita i apatita. Kaolinit je produkt atmosferskog trošenja.

Albit je uglavnom vezan za velike porfiroklaste, koji su ponegdje zadržali svoje kristalografske elemente, kristalne plohe i sraslačke lamele primarnih plagioklasa. Klastične deformacije prouzrokovale su djelomično svijanjanje kristalnih ploha i sraslačkih lamela, djelomičnu granulaciju i djelomičnu površinsku abraziju. Površina tih zrna je neravna zbog paralelne metamorfoze u sitni agregat albita i muskovita. Sitni listići muskovita nalaze se i unutar zrna albita. Velika zrna albita su prilično kaolinizirana. Mjerenja na teodolitnom mikroskopu pokazuju kod velikih kristala albita sraslačke lamele po albitskom, karlovarskom i kompleksnom albitsko-karlovarskom zakonu. Količina anortitske komponente je 1-9% an, sa srednjim sadržajem od 7% an iz 7 mjerenja. Albit se nalazi i u matriksu u formi vrlo sitnog zrnja.

Karakteristična je velika količina *klorita*, koji u formi povezanog sitnolistićavog agregata okupira veći dio matriksa. U mikroskopskom je preparatu otvoreno zelene boje, jasnog pleohroizma u zelenkastim i žučkastosmedim tonovima. Interferira u anomalnoj zelenosmedoj boji. Odgovara vjerojatno prokloritu bogatom aluminijem i željezom.

Muskovit se javlja u relativno velikoj količini, a sadržan je u matriksu u finolistićavim agregatima. Listićavi agregati u pravilu su orijentirani po plohama škriljavosti. Vjerojatno je sav kalij kojeg pokazuje kemijska analiza stijene vezan za muskovit.

Ti-magnetita ima vrlo mnogo. Opak je, neproziran. Mjestimično crveno providna zrna vjerojatno su hematit.

Apatit i *kalcit* su rijetki minerali.

Dolomit se javlja vrlo rijetko, u većim romboedrijskim kristalima. Stijena je albit-klorit-muskovitski škriljac. Metamorfni facijes odgovara najnižem stupnju grinšistfacijesa.

Kemijska analiza: tabela I br. 5.

Tabela I

	1	2	3	4	5
SiO ₂	62,98	55,62	55,60	53,82	50,37
TiO ₂	1,25	1,79	1,07	0,96	0,72
Al ₂ O ₃	16,43	19,22	19,41	19,41	22,25
Fe ₂ O ₃	3,05	1,55	3,15	0,49	2,93
FeO	2,24	8,73	4,92	7,16	4,85
MnO	—	0,15	—	tr	0,12
MgO	1,19	1,91	4,51	6,47	5,62
CaO	3,19	0,89	0,89	0,77	0,41
Na ₂ O	3,77	4,29	5,17	6,22	5,19
K ₂ O	2,84	2,20	1,37	0,38	2,79
P ₂ O ₅	0,50	0,21	0,12	0,13	0,25
CO ₂	1,01	0,78	0,35	0,36	0,20
S	0,19	0,07	0,19	0,03	0,04
H ₂ O ⁺	1,32	2,64	3,14	3,67	4,24
H ₂ O ⁻	0,15	0,11	0,22	0,13	0,03
	<u>100,23</u>	<u>100,01</u>	<u>100,11</u>	<u>100,15</u>	<u>99,89</u>
— 0	0,04	0,01	0,04		
	<u>100,19</u>	<u>100,00</u>	<u>100,07</u>		

Analitičari: Miroslav Tajder i Dragica Sarvan.

OSVRT NA KEMIZAM ORTOŠKRILJACA

Iz priloženih kemijskih analiza tab. I, ne može se sa sigurnošću utvrditi primarni kemizam ortometamorfita tog područja. Istraživanja ukazuju da je u uvjetima regionalne metamorfoze niskog stupnja nastupilo uspostavljene nove kemijske ravnoteže zamjenom primarnog mineralnog agregata s novom mineralnom asocijacijom. S tim u vezi neki metali iz konstitucije primarnih minerala nisu bili fiksirani za minerale nove asocijacije, nego su u otopini cirkulirali kroz kapilare i pukotine, ispunjavali ponegdje prazne prostore, ili su definitivno napustili stijenu. Postoje jake indicije po kojima zaključujemo da je takav proces zahvatio u prvom redu kalcij, donekle i silicij, a u maloj mjeri neke druge metale npr. aluminij. Dekalcifikacija je dakle najznačajnija kemijska promjena kojoj je bila podvrgnuta primarna stijena.

Paralelno s procesom odilaženja pojedinih metala iz primarne stijene automatski se povećala koncentracija preostalih komponenata. Prema

mikroskopskim i kemijskim istraživanjima najveću koncentraciju postigli su alkalije i aluminijski. U niskotemperaturnim uvjetima metamorfoze presudnu je ulogu imala voda, i ona bilježi znatno i apsolutno povećanje. Ta je komponenta ušla u konstituciju najvažnijih sekundarnih minerala, klorita, muskovita i stilpnomelana. Voda je ujedno i jedina komponenta za koju se sa sigurnošću može tvrditi da je u toku metamorfoze uništila u stijenu iz vanjskih izvora.

Na osnovu navedenog zaključka proizlazi da se kemizam metamorfiranog efuziva iz središnjeg toka potoka Neretvice (podaci pod br. 1), koji sadrži najviše kremečne kiseline i kalcija a najmanje vode i aluminijska, najviše približava kemijskom sastavu primarnih efuziva ove serije stijena. Po istom kriteriju ortoškrljac iz gornjeg toka potoka Neretvice (podaci pod br. 5) je stijena koju su najviše zahvatili procesi kemijskih promjena. Najvjerojatniji redoslijed stupnja kemijskih promjena idući od najnižeg do najvišeg nivoa pokazuju kemijske analize cijele serije u tabeli I, idući od broja 1 do 5.

Kako je iz tabele vidljivo, kemijske promjene očituju se u sukcesivnom smanjivanju količine SiO_2 i CaO , a porastu H_2O i Al_2O_3 .

Primarni efuzivi iz kojih su formirane navedene metamorfne stijene pripadali su neutralnim do slabo kiselim eruptivima s relativno većom količinom alkalija. Plagioklasi grupe albit-oligoklas, eventualno andezin, biotit i hornblenda bili su nesumnjivo glavni sastavni minerali tih stijena. Kvarc je vrlo vjerojatno više-manje bio prisutan u osnovi. Prema mikroskopskim zapažanjima čini se također da je manja količina kalijskog feldspata sudjelovala u izgradnji osnove. Primarni efuzivi su prema tome najvjerojatnije pripadali grupi porfirit-keratofira. Manje razlike u njihovu mineralnom i kemijskom sastavu bile su moguće i vjerojatne.

Karakterističan je kemizam ortoškrljca iz središnjeg toka potoka Neretvice (br. 1).

Nigglijeve vrijednosti jesu:

Si	256
al	39
fm	25
c	14
alk	22
k	0,33
mg	0,90
ti	3,9
p	1,0
qz	+68

Magmatski tip: natronsijenitski (maenaitski)

Stijena je kisela, salska, srednje alkalijska, c – siromašna do normalna. Kemizam te stijene odgovarao bi najviše alkalijskoj kiseljoj

leukokraskoj stijeni. Veća količina natrija, približava tu stijenu grupi keratofira – kvarceratofira.

U metamorfiziranim efuzivima od br. 2 do broja 5 odnos alkalija – kalcij se znatno mijenja.

Dekalcifikaciju pratio je istodobno gubitak silicija, pa metamorfozom stijene dobivaju postepeno bazičniji karakter.

Da li je veća količina magnezija u bazičnijim varijantama rezultat bilo kakve progresivne koncentracije, ili je naprosto to posljedica veće količine primarnih feromagnezijskih minerala, za sada nije moguće utvrditi. Promjene kompletnog kemizma su tolike, da su preostale četiri stijene izgubile tipični karakter eruptiva. Izračunane Nigglijeve vrijednosti iz njihovih analiza ne odgovaraju niti jednoj eruptivnoj stijeni. Kemizam metamorfnih eruptiva postao je tako kemizam metamorfita.

ZAKLJUČAK

Predevonske klastične sedimentne stijene i regionalno metamorfizirani kristalasti škriljci centralnog dijela srednjebosanskog škriljastog gorja čine zajedno jedan kompleks naslaga. Ovaj kompleks ima sve karakteristike geosinklinalnih serija kao što su velika debljina, dobra uslojenost, stalna izmjena škriljaca, pješčenjaka i siltnih pješčenjaka grauvaknog tipa, slabo učešće karbonatnih sedimentata, te pojave efuzivnih stijena.

U fazi punjenja geosinklinale, dolazilo je do povremenih submarinskih efuzija lave. Tako su među sedimentima interkalirana manja efuzivna tijela s tipičnom strukturom i sastavom porfirit-keratofira.

Prema raspoloživim podacima izlazi da je kemijski sastav tih efuziva bio manje-više nalik kemijskoj analizi najkiselijeg ortoškriljca (potok Neretvica br. 1), dok je mineralni sastav uz stanovita kolebanja pojedinih tijela odgovarao leukokraskim efuzivima s većom količinom alkalija. Relativno brojni utrusci bili su iz serije kiselih plagioklasa, a možda i iz deuteričnog albita. Relativno dobro sačuvani porfiroklasti albita u kasnije metamorfiziranim škriljcima, a posebno ponekad dobro sačuvani sraslački elementi, sraslački šavovi, sraslačke lamele, i napokon brojnim mjerenjima konstatirani albitski, karlovarski i kompleksni albitsko-karlovarski sraslački zakoni, potvrđivali bi takvu hipotezu. U svakom slučaju porfiroklasti albita predstavljaju ostatak ishodnih feldspata, a nipošto produkt naknadne prekrystalizacije bazičnijeg plagioklasa u albit.

U orogenetskoj fazi kompletna je serija sedimentata s interkaliranim efuzivima došla pod usmjereni tlak, stres, i pod povišenu temperaturu. Stijene su bile podvrgnute klastičnoj deformaciji i kemijskoj metamorfozi.

Djelovanjem ovih faktora, sedimentne stijene su pretvorene u kristalaste škrljave grnšist facijesa. Prema mineralnim asocijacijama i stupnju kristaliniteta možemo razlikovati, unutar PT-područja grnšist facijesa, dva subfacijesa. Višeterturni, karakteriziran asocijacijama s kloritoidom i aktinolitom i nižeterturni, karakteriziran muskovitom (sericitom) i kloritom. Škrljci nižeterturnog subfacijesa neprimjetno prelaze u nemetamorfozirane stijene.

Usmjereni tlak je u efuzivnim tijelima izmijenio teksturu, pretvorio ih u manje-više škrljave stijene. Škrljavost je negdje jače, a negdje slabije izražena. Istodobno mijenjala se i struktura. Stijene sve više gube karakteristike porfirne strukture, iako je ona mjestimično vrlo dobro usčuvana kao reliktna, blastoporfirna struktura. Javlja se postepena granulacija bivših fenokristala, rotacija pojedinih zrna, usmjeravanje listićavih minerala i konačno formiranje tipične filonitske strukture. Izbrusak jedne te iste stijene brušen paralelno sa škrljavosti pokazuje dobro sačuvanu reliktnu porfirnu strukturu, a u izbrusku okomito na škrljavost pokazuje strukturu tipičnog filonita.

Povišena, ali ne visoka temperatura, prouzročila je formiranje novog metamorfnog agregata najnižeg metamorfnog stadija. Osnovna karakteristika te metamorfoze je dekalifikacija i djelomična desilifikacija ishodnih eruptiva, kalcij i silicij u otopinama napuštaju ishodnu stijenu. Dokaz su tome brojne žice sekrecionog karaktera, ispunjene uglavnom kvarcom, kalcitom i epidotom, a mjestimično i stilpnomelanom.

Formirani metamorfni agregati pojedinih istraženih stijena su vrlo slični, ali kvantitet pojedinih mineralnih vrsta prilično koleba. U nekim ortoškrljcima je klinocoisit-epidota mnogo, a u drugim stijenama tih je minerala vrlo malo. U nekim se ortoškrljcima pojavljuje u većoj količini stilpnomelan, a u drugim ga uopće nema itd.

U globalu u ortoškrljcima razvijena je ova metamorfna mineralna asocijacija: albit - (klinocoisit) - epidot - klorit - stilpnomelan - muskovit - kvarc - Ti magnetit. Od tih minerala, albit, klorit, klinocoisit-epidot, Ti-magnetit su redovni sastojci svih navedenih ortoškrljaca.

Novostvorena mineralna asocijacija odgovara također nižeterturnom nivou grnšist facijesa.

Primljeno 14. 11. 1966.

*Mineraloško-petrografski zavod
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta,
Univerzitet Zagreb, Demetrova 1
Institut za geološka istraživanja
Zagreb, Kupaska 2*

LITERATURA

- Ćirić, B. & Gaertner, F. (1962): O problemu varisijskog ubiranja u Jugoslaviji. Vesnik zavoda za geol. i geof. istraž. 20 (279-288). Beograd.
- Foullon, H. (1892): Über Goldgewinnungsstätten der Alten in Bosnien. Jahrb. Geol. Reichsamst. 42 (1-52). Wien.
- Jurković, I. & Majer, V. (1954): Riolit (kremeni porfir) Vranice planine i albitski riolit Sinjakova u srednjobosanskom rudogorju. Vesnik zavoda za geol. i geof. istraž. 11 (207-233). Beograd.
- Katzer, F. (1926): Geologija Bosne i Hercegovine. Sv. 1, Sarajevo.
- Zivanović, M. (1963): Prilog stratigrafiji srednjobosanskih škrljastih planina. Geol. glasnik 7 (195-198). Sarajevo.

M. TAJDER and P. RAFFAELLI

ALTERED PORPHYRITE-KERATOPHYRE IN THE CENTRAL BOSNIAN
SCHISTS-MOUNTAINS

Predevonian clastic sediments and regional metamorphosed schists of the middle part of the Central Bosnian Schists-Mountains form a complex of layers having the characteristics of a geosynclinal series, such as: considerable thickness, marked bedding a regular alternation of schists, siltstones and sandstones of the graywacke type, a minor participation of carbonate sediments, and the appearance of extrusive rocks.

Submarine lavas extruded periodically during the stage of the filling of the geosyncline. Therefore, between sedimentary layers smaller extrusive bodies intercalated, with a typical porphyritic texture and composition of porphyrite-keratophyre.

The chemical composition of these extrusive rocks seems to be similar to the chemical analysis of the most acid orthoschist, the brook Neretvica No 1. The mineral composition of extrusives corresponds, more or less, to leucocratic extrusive rocks, with a greater amount of alkalis. Comparatively numerous phenocrysts belong to highly sodic plagioclases, and perhaps to deuteric albite. Well preserved porphyroclasts of albite in subsequently altered schists, a well preserved twinning of these porphyroclasts, according to the albite law, Carlsbad law, and complex albite-Carlsbad law, corroborate this hypothesis.

During the orogenic stage the whole series of sediments with the intercalated extrusives were submitted to the action of stress and higher temperature. The consequence of these processes was a cataclastic deformation and chemical metamorphism.

Sedimentary rocks have been transformed into low-grade schists of greenschist facies. According to the mineral assemblages and to the degree of grain size, there are two subfacies of greenschist facies. Mineral assemblage in schists of higher temperature subfacies is characterized by chloritoid and actinolite. Mineral assemblage in schists of lower temperature subfacies is characterized by moscovite and chlorite. Schists of lower temperature subfacies pass unperceivably into unaltered sedimentary rocks.

Directed pressure changed the structure in extrusives and transformed them into more or less schistose rocks. At the same time the texture was also changed. Volcanic rocks gradually lost the characteristics of the porphyritic texture, although it has been very well preserved, here and there, as a relict, blastoporphyrific texture. Shearing

stress was manifested by the granulation of former phenocrysts, the rotation of some grains, the parallel arranging of chloritic and micaceous minerals, and finally, the development of the typical phyllonitic texture.

Temperature caused the change in the chemical composition of former extrusive rocks, and the formation of a new mineral aggregate of the lowest metamorphic grade. Chemical components as Ca, partially Si, and, less Mg were carried away by diffusion or solution. At that time secretion veins were formed filled with calcite, epidote, quartz, and sometimes stilpnomelane.

In such orthoschists the metamorphic mineral assemblage of lower grade of greenschist facies was developed as follows: albite-(clinocoisite)-epidote-chlorite-stilpnomelane-muscovite-quartz-Ti magnetite. Among these minerals albite, chlorite, clinocoisite-epidote and Ti-magnetite are regular constituent minerals in these orthoschists.

The orthoschists are:

1. albite-epidote-stilpnomelane-(chlorite-quartz) schist
2. 3. 5. albite-chlorite-muscovite schist
4. albite-chlorite schist.

As to the corresponding chemical analyses 1-5, see Tab. I in Croatian text.

Received 14th November 1966.

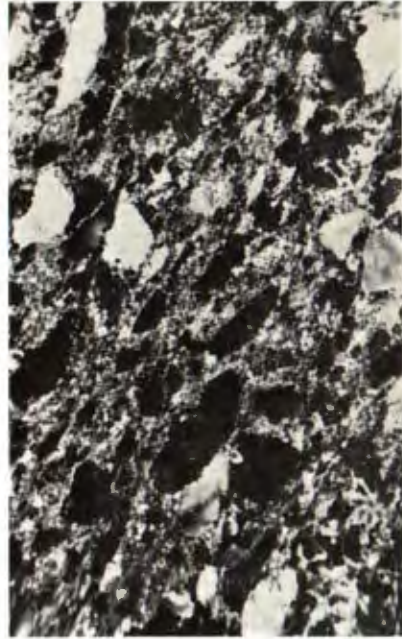
*Institute of Mineralogy and Petrography,
Faculty of Science,
Zagreb, Demetrova 1.
Institute of Geology,
Zagreb, Kupuska 2.*

TABLA - PLATE I

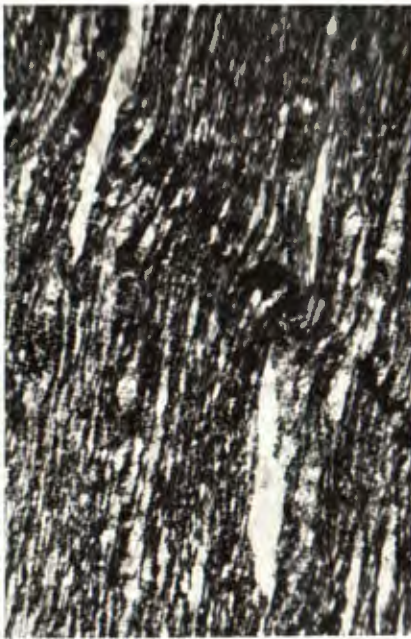
- Sl. 1. Porfiroblasti kloritoida (otrelit) u kvarc-muskovit-kloritskim škrljicama. Potok Kozica. Bez analizatora, povećanje 25 puta.
Porphyroblasts of chloritoid (ottrelite) in quartz-muscovite-chlorite schist. Brook Kozica. Plane polarized light $\times 25$.
- Sl. 2. Struktura semiškrljaca, djelomično metamorfoziranih pješčenjaka grauvaknog tipa. Potok Neretvica. Nikoli ukršteni, povećanje 25 puta.
Texture of semischist, partially altered sandstone of graywacke type. Brook Neretvica Crossed Nicols. $\times 25$.
- Sl. 3. Struktura vapnenih škrljaca. Vrbas, gornji tok. Bez analizatora, povećanje 25 puta.
Texture of calc-schist. Vrbas, upper course. Plane polarized light. $\times 25$.
- Sl. 4. Sekreciona žica u albit-epidot-stilpnomelanskom ortoškrljicu. Potok Neretvica. Bez analizatora, povećanje 25 puta.
Secretion vein in albite-epidote-stilpnomelane orthoschist. Brook Neretvica. Plane polarized light. $\times 25$.



1



2



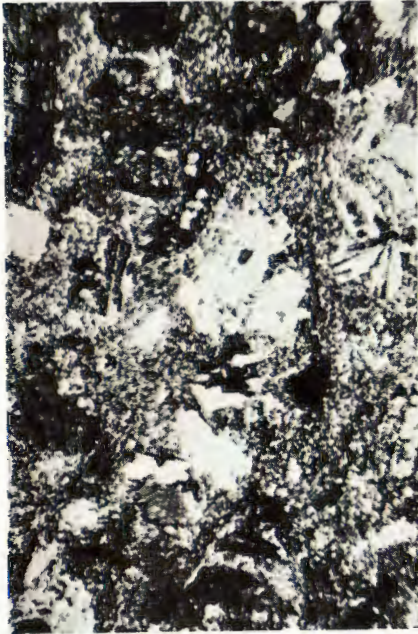
3



4

TABLA - PLATE II

- Sl. 5. Reliktna porfirna struktura. Albit-klorit-muskovitski ortoškrljac. Potok Željeznica. Nikoli ukršteni, povećanje 25 puta.
Relict porphyritic texture. Albite-chlorite-muscovite orthoschist. Brook Željeznica. Crossed Nicols. $\times 25$.
- Sl. 6. Kataklazirana blastoporfirna struktura. Albit-kloritski-škrljac. Presjek paralelno s škrljavosti. Vrbas, gornji tok. Nikoli ukršteni, povećanje 25 puta.
Sheared blastoporphyratic texture. Albite-chlorite schist. Section parallel to schistosity. Vrbas, upper course. Crossed Nicols. $\times 25$.
- Sl. 7. Albit-kloritski škrljac. Presjek okomit na škrljavost. Vrbas, gornji tok. Bez analizatora, povećanje 25 puta.
Albite-chlorite schist. Section perpendicular to schistosity. Vrbas, upper course. Plane polarized light. $\times 25$.
- Sl. 8. Blastoporfirna struktura. Albit-klorit-muskovitski škrljac. Potok Neretvica, gornji tok. Bez analizatora, povećanje 25 puta.
Blastoporphyratic texture. Albite-chlorite-muscovite schist. Brook Neretvica, upper course. Plane polarized light. $\times 25$.



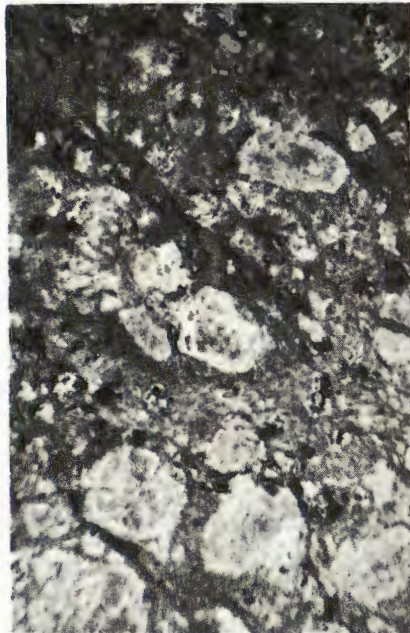
5



6



7



8



TABLA III. Centralni dio Srednjobosanskog škriljavog gorja. Brojevima 1-5 označeni su lokaliteti istraženih ortoškniljaca.

PLATE III. Middle part of Central Bosnian Schist-Mountains. Figures 1-5 are localities of investigated orthoschist.