

GLAUKONIT IZ DOLINE HRČAVKE U PODRUČJU TJENTIŠTA

S 2 slike i 1 tabelom u tekstu

Za monomineralne nakupine glaukonita nađene u dolini Hrčavke kod Tjentišta dana je diferencijalnotermička krivulja, zatim podaci rendgenografskoga ispitivanja po metodi praška i kvantitativna kemijska analiza sa kristalokemijskom formulom. Mineral se javlja kao pratilac srednjetrojasko vulkanogeno-sedimentne serije stijena; nastao je pri dijagenetskim procesima fino uslojenih sedimentata u geosinklinali. Obilat izvor kalija i drugih elemenata potrebnih za postanak minerala dale su sub-marinske ofuzije lave.

1. UVOD

Prilikom terenskih istraživanja g. 1967. i 1968. na širem prostoru Tjentišta i Sutjeske sakupili smo, pored primjeraka vulkanskih stijena, također i uzorke modrozelenoga minerala glaukonita odnosno seladonita, koji su u mineraloškom pogledu zapravo isto, kako je na to upozorio već K. Glinka (1895 i 1896). Jedan odnosno drugi od ta dva naziva upotrebljava se – kako je dosad bilo uobičajeno – u ovisnosti o tom, u kakvim se prilikama mineral javlja u prirodi. Naziv glaukonit primjenjuje se u slučajevima, kad se taj mineral nalazi u marinskim priobalnim sedimentima. Naglasiti treba pri tom ipak, da Djadženko & Hatunčeva (1956) opisuju taj mineral također u aluvijalnim i eluvijalnim tvorevinama kontinentalnih sedimentata Ukrajine u zoni hipergeneze. Ako se međutim taj mineral javlja kao produkt alteracije minerala, koji sadrže željeza, u eruptivnim ili metamorfnim stijenama, tad se govori o seladonitu. Spominju ga npr. u mandulama bazalta, navode se njegove pseudomorfoze po augitu itd. S obzirom na pretpostavku nekih istraživača, da je seladonit hidrotermalni analog glaukonita, upozorava Lazarenko (1956, p. 370 i 377), da seladonit može nastati uslijed trošenja bazalta, kako se to razabire u Brestovcu i Janovoj Dolini u Voliniji (Ukrajina, SSSR). U novije vrijeme na identičnost glaukonita i seladonita ukazuju Hendricks & Ross (1941), pa Lazarenko (1956) i Foster (1969). Lazarenko na temelju svojih kemijskih, rendgenometrijskih, termijskih i optičkih ispitivanja opsežnoga materijala zaključuje, da se kemijski sastav seladonita, glaukonita i skolita može predočiti istom formulom i da im je

struktura ista, a u optičkim svojstvima postoji velika analogija. On na temelju toga smatra, da se tu radi o mineralima, koje treba svrstati u skupinu glaukonita, u kojoj su krajnji članovi skolit (alumijski glaukonit) i seladonit (feriglaukonit). Nedavno je studijem 10 analiza seladonita i 19 analiza glaukonita sa visokim sadržajem kalija M. D. Foster (1969) slično zaključila, da seladonit i glaukonit predstavljaju hidrotinjce istoga izomorfno niza.

Monomineralne nakupine minerala, koji spada u taj niz, našli smo do sada na desnoj obali rijeke Hrčavke na mjestu, koje je na specijalnoj karti označeno kao Hrčava, a u neposrednoj blizini mosta. Na tom mjestu, nizvodno i uzvodno, javljaju se velike mase srednjetrojaskih porfirita, keratofira i spilita kao i njihovih tufova. Vulkanske stijene se ukazuju u karakterističnim oblicima jastučastih lava (pillow lavas) (Trubelja & Slišković 1967; Trubelja & Miladinović 1969).

Pored vulkanskih i piroklastičnih stijena na lijevoj i desnoj obali Hrčavke susrećemo fino uslojene rožnace i argilite, koji se u seriji izmjenjuju sa modrozelenim piroklastitima. Modrozelena boja tufogenih stijena je na terenu jasno uočljiva i potječe, kako su istraživanja pokazala, od glaukonita. Te stijene možemo i na ovom mjestu poistovetiti sa stijenama, koje se u literaturi opisuju pod nazivom »pietra verde«.

Prosljoci glaukonita debljine nekoliko centimetara (mjestimično i preko jedan decimetar) koncentrirani su naročito na kontaktu sa vulkanskim stijenama. Glaukonit (seladonit) smo našli i u šuplinama vulkanskih stijena.

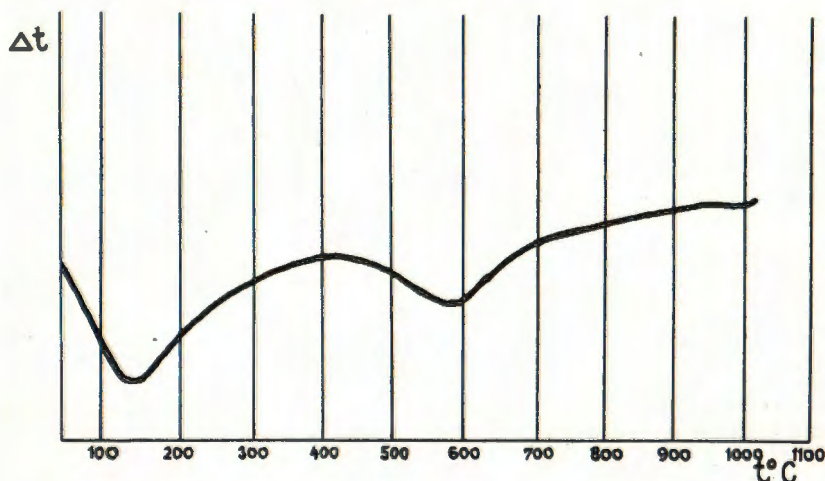
2. LABORATORIJSKO ISPITIVANJE GLAUKONITA

Za laboratorijsko ispitivanje pažljivo smo odabrali potpuno čistu glaukonitnu supstanciju modrozeleno boje. Termičko i rendgenografsko ispitivanje izvršila je na našu molbu Mlle S. Caillère u Mineraloškom laboratoriju Prirodoslovnoga muzeja u Parizu, kojoj i ovdje najljepše zahvaljujemo na ukazanoj nam ljubaznoj pomoći. Radi upoznavanja kemijske prirode minerala načinili smo i kvantitativnu kemijsku analizu. Rezultate navedenih ispitivanja donosimo u nastavku teksta.

Diferencijalnotermička krivulja (Sl. 1) karakteristična je za gotovo tipski glaukonit. Ona ilustrira dva obojena endotermna pika, jedan pri temperaturi između 150–200° C, a drugi kod 550–600° C, što karakterizira procese koji su u vezi sa gubitkom adsorbirane odnosno strukturno vezane vode.

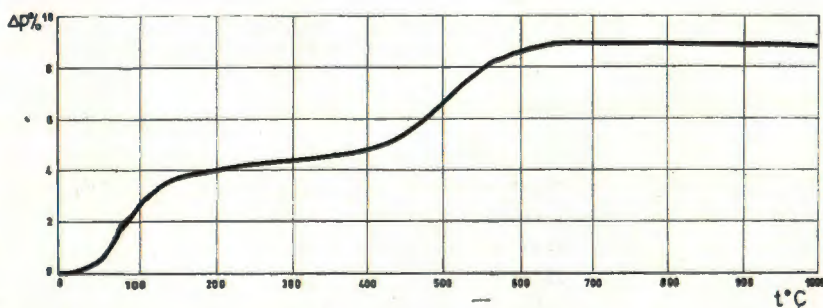
Termogravimetrijska krivulja (Sl. 2) pokazuje totalni gubitak težine, koji iznosi nešto preko 9%. Krivulja također u potpunosti odgovara

krivuljama za glaukonit. Na njoj se jasno opažaju dvije odvojene stepenice, koje označavaju gubitak vode uslijed zagrijavanja. Prva stepenica karakterizira gubitak adsorbirane vode; on se završava nešto iznad 300° C. Druga stepenica odgovara gubitku strukturno vezane vode u temperaturnom intervalu od 380–700° C. Zagrijavanjem uzorka glaukonita na višu temperaturu oblik krivulje se više ne mijenja.



Sl. 1

Rendgenografske podatke navodimo u tabeli I. utvrđeni su karakteristični međuplošni razmaci (d) i intenziteti (I) za glaukonit. Dobivene vrijednosti smo usporedili sa podacima, koje za glaukonit navode Torre de Assuncao & Garrido (1953). Redgenografske podatke navodimo u tabeli I.



Sl. 2

TABELA - TABELLE I

No	1		2	
	d A	I	d A	I
1	10,01	2	10,01	2
2	4,52	10	4,50	10
3	3,66	2	3,64	2
4	3,33	10	3,29	10
5	3,07	1	3,07	1
6	2,59	10	2,57	10
7	2,40	7	2,38	7
8	2,13	1	2,13	1
9	2,05	1	—	—
10	1,66	2	1,64	2
11	1,51	8	1,49	8
12	1,30	5	—	—
13	1,25	1	—	—

U razdjelu 1 navedeni su u toj tabeli podaci iz literature za glaukonit ovoga kemijskog sastava: SiO_2 52,00; Fe_2O_3 18,90; FeO 4,40; Al_2O_3 6,60; MgO 2,66; K_2O 7,76; H_2O 7,00 (Torre de Assuncao & Garrido 1953). U dva desna stupca razdjela 2 dani su podaci za glaukonit iz doline Hrčavke.

Kemijsku analizu načinili smo od dijela iste supstancije, koja je ispitivana termičkom i rendgenografskom metodom. Pri tom smo dobili slijedeće podatke:

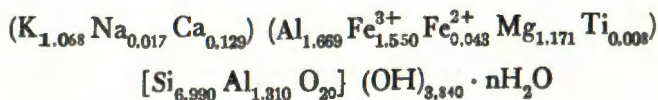
Analitičar: F. Trubelja

SiO_2	46,60
TiO_2	0,07
Al_2O_3	17,69
Fe_2O_3	14,45
FeO	0,36
MnO	0,03
MgO	5,45
CaO	0,84
Na_2O	0,06
K_2O	5,92
$\text{H}_2\text{O}^{+110}$	5,74
$\text{H}_2\text{O}^{-110}$	3,54
P_2O_5	0,03

100,78

Kemijska analiza glaukonita pokazuje vrlo jednostavan sastav. Tu su prisutni uglavnom silicij, trovalentno željezo i aluminij, magnezij, kalij i voda. Ostale komponente učestvuju u sastavu glaukonita iz doline Hrčavke u sasvim podređenoj količini. Općenito uzevši, analiza je u dobrom skladu sa podacima, koji se u literaturi navode za glaukonit iz različitih nalazišta svijeta (Hendricks & Ross 1941, p. 692 i 693; Deer, Howie & Zussman 1962, p. 38; Lazarenko 1956, p. 346 i 348; Foster 1969, p. F4-F6). Materijal iz doline Hrčavke po svom kemijskom sastavu veoma se približuje npr. glaukonitu iz harkovskih pijesaka sela Zolotarevke u Kirovogradskoj oblasti u Ukrajini, za koji Mahinin (1951, p. 224) daje ove podatke: SiO₂ 50,10; Al₂O₃ 14,50; Fe₂O₃ 17,40; FeO nije konst.; MgO 4,10; CaO 0,50; Na₂O 0,20; K₂O 4,10; H₂O⁺ 5,60; H₂O⁻ 3,90 — ukupno 100,40.

Iz podataka kemijske analize preračunali smo odgovarajuće brojeve iona, koji su ušli u kristalokemijsku formulu. Proračun smo izvršili na bazi 20 (O) 4 (OH), pri čemu smo sasvim proizvoljno uzeli, da je 4,0% H₂O⁺ ↔ 4 (OH). Ovakvu proceduru pri preračunavanju primijenili smo u skladu sa proračunom strukturno vezane vode prema Deeru, Howieu & Zussmanu (1962, p. 38). Ti autori navode kao razlog za ovakvu »normativno« preračunavanje relativno promjenljivu količinu adsorbirane vode u različitim uzorcima glaukonita. Preostalu vodu iznad 4% u formuli smo općenito izrazili sa nH₂O, što je i uobičajeno u literaturi. Na temelju toga za glaukonit iz doline rijeke Hrčavke izlazi ova kristalokemijska formula:



Iz te formule se vidi, da se ovdje radi o glaukonitu sa znatnim sadržajem aluminija, za koji se jasno razabire njegova dvojaka uloga. Jednim dijelom on se nalazi u tetraedrijskoj koordinaciji; većim dijelom on je međutim vezan u mineralu sa koordinacionim brojem 6 zamjenjujući ferizeljezo.

3. GENEZA

Relativno jednostavan kemijski sastav glaukonita je općenito u suglasnosti s njegovim postankom unutar fizikalnokemijski i geološki vrlo ograničenih sredina. U literaturi se obično navodi, da glaukonit nastaje od različitoga materijala dijagenezom u plitkoj morskoj vodi za vrijeme polagane sedimentacije. Glaukonit nalazimo obično u pješčenjacima, zelenom pijesku, tufovima, siltu i drugim klastičnim sedimentima, koji su obojeni zelenom ili modrozelenom bojom zbog njegovog prisustva.

Prema podacima u literaturi glaukonit nastaje uz umjereno redukcione uvjete, budući da sadrži kako feri- tako i feroželjezo. Pri tom znatnu ulogu mogu da igraju bakterije, koje provode redukciju. Postanak glaukonita neki dovode u vezu sa trošenjem biotita i drugih detritičnih minerala (ilit, feldspati, pirokseni, opal, vulkansko staklo), koji se s njim nalaze u asocijaciji. Hendricks & Ross (1941) smatraju, da materijal potreban za formiranje glaukonita potječe iz mulja, a kalij i magnezij vjerojatno iz morske vode. Drugi autori uzimlju, da glaukonit nastaje koagulacijom koloidnih čestica i njihovom prekrizalizacijom. Ove čestice mogu potjecati iz različitih izvora.

Za objašnjenje geneze glaukonita iz doline Hrčavke možemo primijeniti većinu iznijetih mišljenja. Već smo u uvodu istakli, da je glaukonit karakterističan pratilac srednjetrojanske vulkanogeno-sedimentne serije stijena. Tufovi i tufogeni pješčenjaci poprimili su u dolini Hrčavke zelenu boju od glaukonita. Fini listići ovoga minerala su dispergirani u tim stijenama, a mjestimice je došlo i do monomineralnih nagomilavanja u obliku glaukonitnih proslojaka. Nema sumnje, da je glaukonit sedimentnog porijekla, nastao pri dijagenetskim procesima fino uslojenih sedimenata u geosinklinali. Taloženje finoga mulja i klastičnih čestica odvijalo se polagano i u relativno plitkom moru. Submarinske efuzije lave bile su obilan izvor kalija i drugih elemenata potrebnih za njegovo formiranje. Što se tiče oksidaciono-redukcionih uvjeta, koji su vladali za vrijeme formiranja glaukonita, mogli bismo tvrditi, da je redukcija jedva došla do izražaja, budući da je skoro čitavo željezo sadržano u ferioobliku.

ZAVRŠNE NAPOMENE

Koliko nam je poznato, seladonit je prvi put u području Vanjskih Dinarida strogo dokazan u tufitima u Suvaji potoku zapadno od Sinja u Srednjoj Dalmaciji. Na materijalu, koji smo mu u tu svrhu poslali, izvršio je određivanje po našoj molbi u mineraloškim zavodima sveučilišta u Göttingenu g. 1961. dr Dreizler, o čemu je izvješteno na prvom kolokviju o geologiji Dinarida održanom u Ljubljani 1966 (Barić 1966; Barić 1968, p. 169). On je uz mnogo truda od prirednoga koncentrata načinio dva teksturna preparata i snimanjem pomoću rendgenskoga difraktometra dokazao, da zeleno obojenje tufita potječe od najfinijih seladonitnih listića. Da bi se u tom slučaju moglo raditi o seladonitu, na to je ukazivala zbog svoga značajnoga sadržaja K_2O prethodno izvršena kvantitativna kemijska analiza pietra verde iz spomenutoga nalazišta, kojom je za njezin sastav dobiveno ovo: SiO_2 73,29; TiO_2 0,14; Al_2O_3 9,47; Fe_2O_3 0,52; FeO 0,37; MnO 0,02; MgO 0,59; CaO 5,60; Na_2O 1,64; K_2O 3,62; H_2O^{+110} 1,72; H_2O^{-110} 0,74; CO_2 2,80; P_2O_5 tr. — Σ 100,52 (anal. F. Trubelj a).

U isto vrijeme izvijestio je o seladonitu u kristalnom tufu iz potoka Crne rijeke, između kote Bunik i Bukovi Vrh u sjevernom dijelu planine Kozare u Bosni, F. Trubelja (1966, p. 17). On je mineral definirao rendgenografski po metodi praška.

Na taj način je dosad u srednjetrojaskoj vulkanogenosedimentnoj seriji stijena u Dinaridima tri puta čvrsto dokazana prisutnost minerala iz skupine glaukonita. Razumije se samo po sebi, da je proširenost tih minerala znatno veća. Na njihovu prisutnost treba svesti jače ili slabije intenzivno obojenje Pietra verde u području Dinarida, kao npr. u Suvaji potoku zapadno od Sinja (Srednja Dalmacija), zatim kod Bečića nedaleko od Budve i u okolici Bara (Crna Gora), kod sela Oton (Sjeverna Dalmacija), u dolini Japre u Sjeverozapadnoj Bosni itd. Pietra verde iz svih tih nalazišta pokazuje u mineraloškom pogledu veliku analogiju (Barić 1968).

*Katedra za geologiju
Prirodno-matematičkog fakulteta
Sarajevo, Titova 114*

*Mineraloško-petrografski muzej
Zagreb, Demetrova 1*

Primljeno 10. 11. 1969.

LITERATURA

- Barić Lj. (1966): Mineraloški sastav Pietra verde u Vanjskim Dinaridima. Ref. - I. kolokvij o zunanjih Dinaridih. Ljubljana.
- Barić Lj. (1968): Mineraloški sastav Pietra verde u Vanjskim Dinaridima (The mineralogic composition of the Pietra verde from the Outher Dinarids). - Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, I. del, 165-175. Ljubljana.
- Deer W. A., Howie R. A. & Zussman J. (1962): Rock-forming minerals. Vol. 3. Sheet silicates. London.
- Djadčenko M. G. & Hatunceva A. Ja. (1956): Slučaj obrazovanja glaukonita v kontinentaljnih uslovijah (Cases of formation of glauconite in a continental environment). - Zapiski vsesojuz. min. obšč. 85, 49-57.
- Foster M. D. (1969): Studies of celadonite and glauconite. - Geol. surv. Prof. paper 614-F, F1 - F 17. Washington.
- Glinka K. (1895): Zur Frage nach der Entstehung des Glaukonits (Vorläufige Mitt.). - Sitzungsber. Soc. Nat. St. Petersburg. No. 8. Ref. Bibl. géol. de la Russie für 1895, p. 76. - Nach dem Referat von M. Bauer in N. Jb. Min., Geol. Pal., Jahrg. 1898, Bd. I, S. Ref. 20.
- Glinka K. (1896): Der Glaukonit, seine Entstehung, sein chemischer Bestand und die Art und Weise seiner Verwitterung. (St. Petersburg 1896. Russisch 116 p.). - Nach dem Referat von M. Bauer in N. Jb. Min., Geol. Pal., Jahrg. 1899, Bd. I. S. Ref. 29.
- Hendricks S. B. & Ross C. S. (1941): Chemical composition and genesis of glauconite and celadonite. - Amer. Min. 26, 683-708.
- Lazarenko E. K. (1956): Voprosy nomenklatury i klassifikacii glaukonita (Problems of nomenclature and classification of glauconite). - Voprosy mineralogii osadočnyh obrazovanij, knigi 3 i 4, 345-379. Lvov.

- Mahinin V. A. (1951): K mineralogii glaukonitov oligocenovih otloženij Ukrain-skogo kristaličeskogo massiva (Zu der Mineralogie der Glaukonite aus oligozänen Ablagerungen des Ukrainischen kristallinen Massivs). – Mineral. Sbornik Lvov. geol. obšč. 5, 219–226.
- Torre de Assuncao C. & Garrido J. (1953): Tables pour la détermination des minéraux au moyen des rayons X. Lisbonne.
- Trubelja F. (1966): Magmatske i piroklastične stijene sjevernog dijela planine Kozare (Igneous and pyroclastic rocks of the north part of the mountain Kozara, Bosnia). – Glasnik Zem. muzeja, prirodne nauke, 5, 1–21, Sarajevo.
- Trubelja F. & Slišković T. (1967): The stratigraphic position and mineralogical composition of the igneous rocks of Sutjeska National park. – Bull. scient., Cons. acad. yougosl. A, 12, No. 7–8, 182–183. Zagreb.
- Trubelja F. & Miladinović M. (1969): Pregled geološke građe šireg područja Tjentišta i Sutjeske u jugoistočnoj Bosni. – U »Osnovni prirodni uslovi, flora i vegetacija Nacionalnog parka Sutjeska«. Posebna izdanja Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Sarajevo (u štampi).

F. TRUBELJA und LJ. BARIĆ

GLAUKONIT AUS DEM TAL DES FLUSSES HRČAVKA
BEI TJENTIŠTE IN BOSNIEN

Monominerale Aggregate des Glaukonits wurden an der rechten Seite des Flusses Hrčavka unweit von der Brücke gefunden. Flussaufwärts und flussabwärts kommen hier in beträchtlicher Menge mitteltriassische Porphyrite, Keratophyre, Spilite und ihnen entsprechende Tuffe vor. Daneben finden sich in dünnen Schichten auch die Hornsteine und Argillite. Feine, einige Zentimeter (stellenweise sogar über ein Dezimeter) dicke Glaukonitschichten befinden sich besonders in unmittelbarer Nähe der Vulkangesteine. Glaukonit (Seladonit) wurde auch in Hohlräumen dieser Gesteine gefunden. Reines Mineral ist blaugrün. In der DTA-Kurve (Abb. 1) sind zwei Minima, das eine zwischen 150°–200° C und das andere bei 550°–600° C, sichtbar; das charakterisiert die Prozesse, welche dem Verlust des adsorbierten beziehungsweise des chemisch gebundenen Wassers entsprechen. In der Abb. 2 ist die thermogravimetrische Kurve gegeben, welche ebenfalls für den Glaukonit charakteristisch ist. Gesamtverlust bei der Erwärmung ist ein wenig von 9% höher; über 700° C läuft die Kurve horizontal und sie ändert sich nicht mehr. Pulveraufnahme hat die d- und I-Werte ergeben, welche den von Torre de Assuncao und Garrido (1953) für den Glaukonit gegebenen Werten (Tabelle 1) entsprechen.

Die chemische Analyse des Minerals ist gegeben; die ihr entsprechende Strukturformel wurde berechnet.

Durch feine, in den Tuffen und tuffogenen Sandsteinen verteilte Blättchen des Glaukonits, ist im Tal des Flusses Hrčavka die Grüne Farbe dieser Gesteine bedingt.

Das Mineral ist während der diagenetischen Umwandlungen in den fein geschichteten geosynklinalen Sedimenten entstanden. Das Kalium und die übrigen für die Entstehung nötigen Elemente stammten aus den submarinen Lavaergüssen her.

Naturwissenschaftlich-mathematische Fakultät
Lehrkanzel für Geologie,
Sarajevo, Titova 114

Mineralogisch-petrographisches Museum,
Zagreb, Demetrova 1

Angenommen am 10. Nov. 1969.