

WINCHELLOV SISTEM POLUVALJKA ZA OPTIČKO ODREĐIVANJE MINERALA

Ljudevit Barić

Sa 2 slike u tekstu

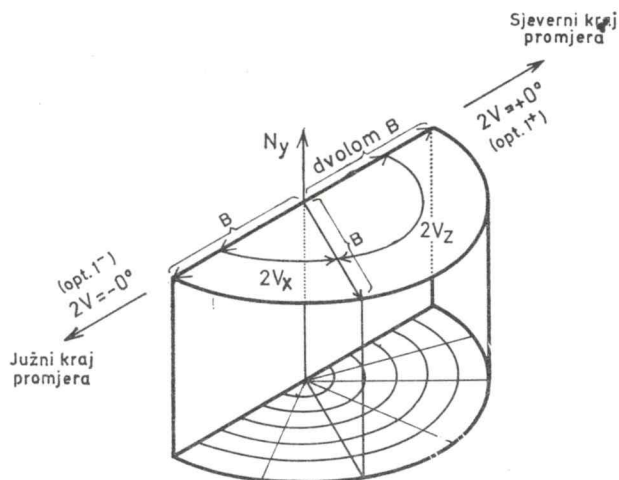
Za određivanje kamenotvornih (petrogenih) minerala pomoću njihovih optičkih svojstava postoji priličan broj tablica i udžbenika, koji su svakom stručnjaku koji se služi polarizacionim mikroskopom dobro poznati. Od novijih takvih tabelarnih pregleda spomenimo npr. Trögerove tablice, koje su 1959. godine izašle u trećem izdanju. Uz te tablice izašao je pred dvije godine — 1967 — opsežni opisni dio. U Českoj postoje tablice od Dudeka, Fediuka i Palivcove (1962). Od velike su pomoći i kraći ili opširniji udžbenici, u kojima su opisana mikrofiziografska svojstva, kao npr. onaj od Wahlstroma (1955), Heinricha (1965), Kerra (1959), Chudobe (1932), Hejtmana i Konte (1959), Barića i Tajdera (1967) itd.

Treba li međutim odrediti drugi neki prozirni ili providni mineral, tad pomoću spomenutih tablica ili udžbenika nećemo moći doći do cilja. Minerali, koji ne izgrađuju stijene, nisu naime u njima navedeni. U tom slučaju moramo se za određivanje poslužiti ili kompletnom nekom sistematskom mineralogijom, što će često biti skopčano sa velikim gubitkom vremena, ili pak tablicama, u kojima su sadržani svi poznati prozirni ili providni minerali. Od njih ćemo podsjetiti na tablice, koje je 1921. godine objavio Larsen; one su 1934. izašle u drugom izdanju, koje je Larsen priredio zajedno sa Bermanom. To je djelo izašlo u ruskom prijevodu u drugom izdanju sa dopunama, koje je priredio Petrov (1965). Spomenuti treba i tablice od A. N. Winchella (1939), u koje su unijeti i neprozirni minerali.

Samo se po sebi razumije, da su kako Larsenove, tako i Winchellove tablice prilično opsežne. Ruski prijevod prvih iz 1965. godine obuhvata 464 strane, a opseg Winchellovih iznosi 231 stranu. Ta opsežnost smeta ponešto lakom i brzom snalaženju u njima. Radi toga je lako shvatiti nastojanja, da se konstruiraju tablice, kojima bi opseg bio manji, a da uza sve to one mogu poslužiti za mikroskopsko određivanje svih poznatih prozirnih ili providnih minerala. Pred nedugo vrijeme to je

— mislim — pošlo za rukom H. Winchellu (1965). Pokušat ćemo, da ukratko prikažemo zamisli, koje je on unio u konstrukciju svojih tablica.

S obzirom na optička svojstva, koja su pri određivanju prozirnih ili providnih minerala pomoću polarizacionoga mikroskopa veoma važna, H. Winchell je došao na pomisao, da bi se svi takvi minerali mogli zgodno porazmjestiti u poluvaljak (sl. 1) na ovaj način. Duž osi poluvaljka nanese se u određenom mjerilu međuvrijednosni indeks loma N_y za optički dvoosne odnosno indeks loma ordinarnoga vala za optički jednoosne minerale ili indeks loma optički jednolomnih minerala na taj način, da porastu indeksa loma odgovara sve veća udaljenost od središta donjega polukruga prema središtu gornjega polukruga, koji predstavljaju bazalne presjeke poluvaljka. Početna najniža vrijednost indeksa loma je 1,300; u kategoriju sa završnom najvišom vrijednosti indeksa loma ulaze svi minerali, kojima je indeks loma veći od 2,500.



Sl. 1. Iz slike se razabire, kako se u poluvaljku nanosi indeks loma N_y , jakost dvoloma B i kut optičkih osi $2V$.

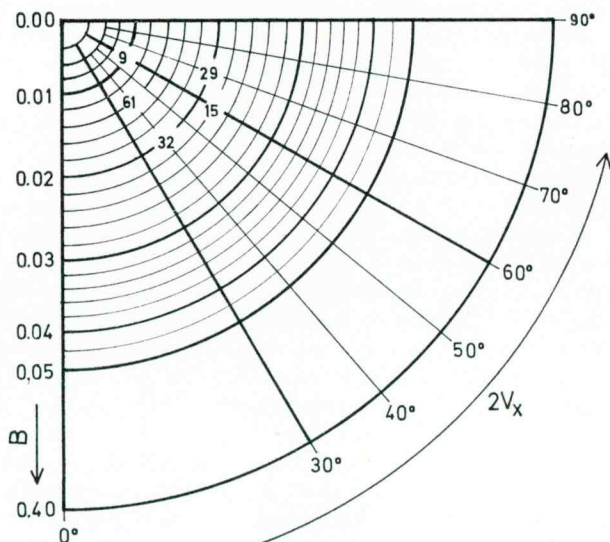
Jakost maksimalnoga dvoloma B predočena je većom ili manjom dužinom na polumjeru poluvaljka (sl. 1). Veličina kuta optičkih osi za optički negativne minerale (tj. oko glavnog vibracionog smjera X) nanosi se od južnoga kraja polumjera poluvaljka u smislu protivno kretanju kazaljke na satu. Slično se veličina kuta optičkih osi za optički pozitivne minerale (tj. oko glavnog vibracionog smjera Z) nanosi od sjevernoga kraja promjera poluvaljka u smislu kretanja kazaljke na satu.

Zamisli li se, da se poluvaljak razreže ravninama paralelnim sa bazom u tanje slojeve, tad će u svakom takvom sloju biti sadržani svi oni minerali, kojima indeks loma koleba između vrijednosti, koja odgovara donjoj bazi sloja i vrijednosti, koja odgovara gornjoj bazi sloja. Winchell je čitav poluvaljak podijelio u 31 sloj. U najdonji sloj uneseni su minerali

s indeksom loma $N_y = 1,300 - 1,399$, u prvi sloj iznad njega minerali kojima je $N_y = 1,400 - 1,459$, u daljnji viši sloj minerali s indeksom loma $N_y = 1,460 - 1,479$ itd. Zamislimo li svaki takav tanak sloj stisnut u jednu ravninu, bit će svi minerali, sadržani u njemu, s obzirom na jakost loma, visinu dvoloma, optički karakter i veličinu kuta optičkih osi grafički predočeni u jednom polukrugu, kojih će ukupno biti toliko, koliko ima i slojeva, tj. ukupno 31. U središtu polukruga, tj. na presjeku promjera, koji ima smjer sjever—jug i na to okomitoga polumjera, kojemu je smjer istok—zapad, nalaze se optički jednolomni minerali (vidi sl. 2). Optički jednoosni minerali bit će smješteni na okomitom promjeru (smjera sjever—jug) to dalje od središta, što im je maksimalni dvolom B snažniji; optički pozitivni od središta prema gore, optički negativni od središta prema dolje.

Na svakom od koncentričnih krugova, kojima je središte na presjeku vertikalnoga promjera i horizontalnoga polumjera, nalaze se minerali istoga dvoloma. O tom, koliki je kut optičkih osi, ovisi na kojem polumjeru će se dotični mineral nalaziti. Na horizontalnom polumjeru u smjeru zapad—istok nalazit će se minerali, kojima je kut optičkih osi $2V = 90^\circ$.

Svaki polukružni dijagram i njemu pripadni tekst otisnuti su na dvije nutarnje strane jednoga lista. Otvorimo li na bilo kojem mjestu tabele, gledat ćemo radi toga istodobno na desnoj strani lista dijagram, a na lijevoj strani lista dijagramu pripadni tekst. Svaki mineral u dijagramu



Sl. 2. Dio dijagrama sa str. 37 iz tabelarnoga djela H. Winchell: Optical properties of minerals, 1965. New York and London. U tom dijagramu su navedeni minerali sa $N_y = 1,620 - 1,639$. Brojem 15 označen je karfolit.

označen je određenom brojkom. U tekstu na lijevoj strani pod istom brojkom navedeno je ime minerala, kojemu optički karakter, visina dvoloma i veličina kuta optičkih osi odgovaraju mjestu, na kojemu se on — označen brojkom — u dijagramu nalazi. U tekstu su svi jednolomni minerali — poredani abecednim poretком — označeni brojkom 1 pred svojim imenom odnosno sa lijeve strane imena, koja se brojka prema onomu, što smo gore spomenuli, u svakom polukrugu od njih 31 mora nalaziti u središtu. Nakon jednolomnih minerala poredani su u tekstu abecednim redom i svi dvolomni minerali, svaki označen brojkom (različitim od 1), kojom je određeno njegovo mjesto u tablici. O brojkama iza imena minerala govorit ćemo kasnije.

Pokušajmo sada na jednom primjeru demonstrirati primjenu *Winchellovoga* tabelarnoga djela iz 1965. godine. Učinit ćemo to na jednom mineralu slamnatožute boje, čiji tanki prutići izgrađuju paralelne odnosno subparalelne agregate. Na prvi pogled čovjek bi mogao pomisliti, da se radi o nekom amfibolu. Imerzionom metodom odredio sam u Na-svjetlosti tri glavna indeksa loma $N_z = 1,638$, $N_y = 1,634$ i $N_x = 1,622$ (sve sa granicom tačnosti $\pm 0,001$). Na taj način raspolažemo međuvrijednosnim indeksom loma kao prvom optičkom konstantom, koja nas svojom veličinom upućuje na to, da se za odredbu spomenutoga minerala moramo poslužiti polukružnim dijagramom u kojemu su navedeni minerali, za koje N_y ima vrijednosti između 1,620 i 1,639 (*Winchell* 1965, pag. 37). Od raznih minerala u našem slučaju dolazi dakle u obzir samo jedan od minerala, koji su poimence navedeni na str. 36 u tekstualnom dijelu, kojim je popraćen spomenuti polukružni dijagram. U mikroskopskom izbrusku, čija je debljina iznosila oko 0,075 mm, utvrđena su ova svojstva: a) potamnjenje paralelno izduženju, b) paralelno izduženju ide glavni vibracioni smjer Z, zbog čega je optički karakter zone izduženja pozitivan, c) izraziti pleohroizam u smislu X izrazito žut, Y izrazito žut, Z bezbojan, d) mineral je optički negativan, e) mineral je optički dvoosan sa kutom optičkih osi $2V = -63,2^\circ$ (sredina iz 8 pojedinačnih određivanja, koja su se vrlo dobro podudarala), f) disperzija kuta optičkih osi oko X jaka $r > v$. Iz svojstva navedenog pod d) izlazi, da se u našem slučaju radi o jednom mineralu iz donjega kvadranta prije spomenutoga dijagrama (sl. 2). Veličina kuta optičkih osi spomenuta pod e) upućuje nas na polumjer, na kojemu je — tako da kažemo — proiciran mineral, koji želimo odrediti. Vidimo, da bi u obzir došli samo minerali označeni brojevima 9 i 15. Te brojeve odgovaraju, kako se iz tekstualnoga dijela razabire, arfvedsonitu (9) i karfolitu (15). Zagleda li se u koji udžbenik, lako će se razabrati, da arfvedsonit ne dolazi u obzir radi nižega dvoloma, kosoga potamnjenja, drugačije izraženoga pleohroizma itd. Izlazi dakle, da se radi o karfolitu. Ime toga minerala otisnuto je u tekstu kurzivom, što ukazuje na to, da se radi o rijetkom mineralu (*Winchell* 1965, pag. 6). Imena običnih minerala otisnuta su uspravnim malim slovima sa velikim početnim slovom. Velikim uspravnim slovima označeni su veoma obični minerali.

Primjena *Winchellovih* tablica zasniva se na optičkim svojstvima minerala. Na kojem će dijagramu biti neki mineral, to ovisi — kako je rečeno — o njegovom međuvrijednosnom indeksu loma. Pripadnici

pojedinih velikih izomorfni skupina (plagioklasi, olivin, granat itd.) su radi toga navedeni na više raznih dijagrama. Za pouzdanu primjenu Winchellovoga tabelarnoga djela potrebno je što točnije odrediti optička svojstva ispitivanoga minerala. Pretpostavlja se pri tom, da su i dijagrami konstruirani na temelju dosadašnjih što točnijih podataka. Ako se radi o rijetkim mineralima, potreban je u tom pogledu izvjestan oprez, jer za njih postoje često tek rijetki podaci, zbog čega nije uvijek moguće kritički odabrati što pouzdanije vrijednosti. Kao primjer nam može poslužiti opet karfolit, za koji Winchell (1965, pag. 37) u konstrukcionu osnovu unosi za maksimalni dvolom N_z-N_x vrijednost 0,022. Vrijednost za taj dvolom za karfolit od Vrpskoga u Makedoniji je manja; ona iznosi 0,0161 (sredina iz dva pojedinačna određivanja 0,0160 i 0,0162, izvršena metodom kompenzatora). Ogledamo li se u literaturi, naći ćemo za N_z-N_x i niže vrijednosti 0,019 (Larsen i Berman 1965, pag. 290) i 0,018 (Otto 1936, pag. 119). To se bolje približava vrijednosti 0,0161, kakva je određena na makedonskom karfolitu. Iz toga primjera se razabire, da pri određivanju treba uzeti u obzir izvjestan okoliš u dijagramu oko one točke, koja odgovara izmjerenim optičkim svojstvima minerala, koji želimo odrediti. Nalazi li se u tom okolišu više raznih minerala, eliminirat ćemo one od njih, koji ne predstavljaju ispitivani mineral tako, da se poslužimo nekim udžbenikom ili priručnikom, u kojem su svojstva minerala prikazana opširnije nego u Winchellovom tabelarnom djelu. U slučaju potrebe poslužiti ćemo se i nekom drugom metodom za određivanje minerala kao npr. rendgenografskom, diferencijalnotermičkom itd.

Preostaje još, da kažemo nešto o brojkama, koje su u Winchellovom djelu navedene iza naziva minerala odnosno sa desne strane njegove. Prva brojka upućuje na stranicu u četvrtom izdanju udžbenika A. N. i H. Winchella (1951) o elementima optičke mineralogije, gdje je dan detaljniji opis minerala. Ukoliko se radi o nekom mineralu, koji je opisan nakon izdanja toga udžbenika, tad se u uglatim zagradama iza naziva minerala citira izvor, u kojemu se nalaze podaci o tom mineralu. Nakon toga se u okruglim zagradama navode međumrežni razmaci »d« za tri ili više najjačih linija u debajegramu i konačno broj kartona, na kojem su sadržani podaci za dotični mineral, kako ih je 1960. godine objavilo Američko društvo za ispitivanje materijala (American Society for Testing Materials, skraćeno ASTM).

Ugodna mi je dužnost, da se najljepše zahvalim autoru djela »Optical properties of minerals, 1965. New York and London« profesoru sveučilišta Yale u New Havenu (Connecticut, USA) H. Winchellu kao i poduzeću Academic Press, Inc., 111 Fifth Avenue u New Yorku, što su mi odobrili, da za ovaj svoj prikaz mogu iz netom spomenutoga djela uzeti sliku 1 F sa str. 4 i dio dijagrama sa str. 37.

LITERATURA

- Barić Lj. i Tajder M. 1967, Mikrofiziografija petrogenih minerala. Zagreb.
 Chudoba K. 1932, Mikroskopische Charakteristik der gesteinsbildenden Mineralien, Freiburg i. Br.

- Dudek A., Fediuk F., Palivcová M. 1962, Petrografické tabulky. Příručka petrografické mikroskopie s atlasem struktur a textur. Praha.
- Heinrich E. Wm. 1965, Microscopic identification of minerals. New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney.
- Hejtman B. a Konta J. 1959, Horninotvorné minerály. Praha.
- Kerr P. F. 1959, Optical mineralogy. New York, Toronto, London.
- Larsen E. S. 1921, The microscopic determination of the nonopaque minerals. Washington.
- Larsen E. S. and Berman H. 1934, The microscopic determination of the nonopaque minerals. Sec. ed. Washington.
- Larsen E., Berman G. 1965, Opređenje prozračných mineralov pod mikroskopom. Vtor. izd. Moskva.
- Otto H. 1936, Die Rolle des Mangans in den Mineralien. — Mineralog. u. petrogr. Mitt., neue Folge, 47, 89—140.
- Tröger W. E. 1959, Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1: Bestimmungstabellen. 3. Aufl. Stuttgart.
- Tröger W. E. 1967, Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 2: Textband. Mit Beiträgen von H. U. Bambauer, O. Braitsch, F. Taborsky und H.-D. Trochim. Stuttgart.
- Wahlstrom E. E. 1955, Petrographic mineralogy. New York-London.
- Winchell A. N. 1939, Elements of optical mineralogy. Part III: Determinative tables. Sec. ed., sec. printing. New York-London.
- Winchell A. N. and H. 1951, Elements of optical mineralogy. Part. II: Descriptions of minerals. Fourth ed. New York-London.
- Winchell H. 1965, Optical properties of minerals. A determinative table. — Academic Press, New York and London.