

PROBLEM POJAVE KREMENA U OLIVINSKOM BAZALTU OD KUTJEVA*

Dr. Miroslav Tajder

Mišo Kišpatić publicirao je u »Glasniku« hrvatskog prirodoslovnog društva Sv. XXVIII. god. 1916. radnju pod naslovom »Eruptivgesteine des Krndija Gebirges«. U tom se radu nalaze i rezultati istraživanja kremenog olivinskog bazalta od Kutjeva, kupa Lončarski Vis. Nakon punih 30 godina mi ćemo ponovno osvježiti rezultate njegovih istraživanja, ne možda da odamo počast čovjeku, koji se može bez daljega uvrstiti među najjače petrografe toga vremena, nego da upoznamo jednu od njegovih ideja, jednu od njegovih pretpostavki, koju tek nakon dugogodišnjeg napretka petrografije možemo potpuno shvatiti i konačno eksaktnim putem potvrditi.

M. Kišpatić je osnivač moderne petrografije u Hrvatskoj, no koji nije shvaćao petrografiju kao nauku koja treba samo skupljati podatke o kamenju i klasificirati ih u pojedine sisteme. Iako se u ovoj grani petrografije pokazao kao precizan opažatelj i egzaktni istraživač, on ide za ono doba u nepoznate sfere svoga omiljenog predmeta, da bi sintetizirajući svoje dobivene rezultate smionim idejama spoznao i dokučio važnije i bitnije probleme petrografije, a to je postanak, genezu kamenja.

U mnogo slučajeva on se suprostavio u svojim hipotezama najvećim autoritetima službene petrografije toga vremena i nije se ustručavao kritizirati njihove zaključke, niti se ustručavao da sa najvećom naučnom ozbiljnošću polemizira sa njihovim shvatanjima pojedinih problema. Takovu jednu polemičnu raspravu pretstavlja i gore navedena radnja o kremenom olivinskom bazaltu.

* Predavanje održano u stručnom kolokviju Mineraloško-geološke sekcije Hrvatskog Prirodoslovnog društva 18. II. 1947.

Bazalt je bazična stijena koja osim redovnih i bitnih mineralnih sastojaka bazičnog plagioklasa i piroksena, može sadržavati, i to vrlo često, mineral olivin. Ovaj je mineral značajan za vrlo bazično kamenje, a imaju ga sarno bazičnije vrste bazalta. Kiselije vrste bazalta koje se približuju andezitima nemaju u svom sastavu olivina.

Nasuprot olivinu mineral kremen je karakterističan isključivo za najkiselije vrste eruptiva i to granite i granodiorite, odnosno riolite i dacite. Razumljivo je, da kremen kao anhidrit kremične kiseline, dakle zapravo čista kremična kiselina, ne dolazi u bazičnom kamenju, jer bi konačno prisustvo kremenena automatski povisilo aciditet dotičnog kamena. S druge strane osnovni principi petrogeneze, koje razvitak promatramo tek u novija doba, isključuju mogućnost kombinacije kremenena sa mineralima bazičnih eruptiva, a naročito isključuju mogućnost kombinacije olivina i kremenena. Ta se dva minerala međusobno isključuju, kažemo, oni su antagonistički minerali. To su uostalom već davno poznate činjenice koje su petrografi upoznali čisto iskustvenim putem.

Međutim M. Kišpatić istražujući bazalt Lončarskog Visa nalazi u njemu osim redovitih sastojaka bazičnog plagioklasa i piroksena još i olivin, karakterističan za bazičnije vrste bazalta. Ovoj mineralnoj agregaciji pridružuje se još i kremen, koji je u kamenju ove vrste posve neobičan i zato vrlo upadljiv. Do tada su ovakovi izuzeci bazalta sa kremenom bili poznati u svega nekoliko nalazišta. Naravno da je ova uočljiva pojava bila predmet velike pažnje. H. Rosenbusch tadanji najveći autoritet u petrografiji da bi razjasnio ovu neobičnu pojavu, postavio je svoju hipotezu asimilacije. I u najnovijem izdanju njegove »Petrografije« isključivo se tom hipotezom tumači postanak kremenog olivinskog bazalta.

Po njegovoj su se hipotezi dvije magme ekstremno različitog aciditeta, bazaltska i dacitska, kretale prema istom cilju noseći u sebi intratelurno izlučene minerale. Bazična je magma nosila među inim olivin, dok je dacitska magma nosila u sebi već kristalizirani kremen. Još u nutrinj kamene kore obje se magme sastaju i međusobno pomiješaju. Iz te hibridne magme nastaje po njemu »dacitski bazalt« koji u sebi nosi utruske obiju magmi, dakle i olivin i kremen. Kako je u svim do tada poznatim

slučajevima kremen podlegao djelomičnoj resorpciji, to Rosenbusch tvrdi, da je to posljedica novih uvjeta pod kojima se kremen kao stranac u novim prilikama nalazi.

Kišpatic na osnovu svojih istraživanja stavlja ovome shvaćanju dva prigovora. Prvo, tvrdi on, »mikroskopskim bi se putem posljedice ovakovog miješanja morale konstatirati«, a to on nije mogao. S druge strane utvrdio je on, da su i drugi minerali prve generacije koji sastavljaju ovaj bazalt: glinenac, olivin i rogovača, manje više resorbirani. S time obara Rosenbuschov dokaz, da je kremen stranac u ovome bazaltu, koji radi promjene uvjeta u koje je navodno asimilacijom unišao, mora pretrpjeti promjene što se očituje djelomičnom (a možda i posve mašnjom) resorpcijom.

Zato Kišpatic i stoji na stanovištu, da je kremen autigeni mineral t. j. da se kristalizirao u bazaltskoj taljevini, završivši svoj rad ovim riječima: »... teško je rastumačiti, kako može doći u jednoj bazičnoj magmi do stvaranja autigenog kremen. Samo, čini se sigurnim, da se kremen može izlučiti iz bazične magme!«

Kišpaticevo stanovište nije doduše najodlučnije, jer je on kao kritički znanstveni radnik bio svjestan težine samoga problema. Ali uza sve to ipak je njegov stav jasan, jer ga njegova istraživanja dovode do uvjerenja, da je kremen u bazaltu Lončarskog Visa autigen t. j. da je nastao kristalizacijom iz bazične bazaltske magme. Ovo je svakako smion zaključak koji je vodio do direktne kolizije ne samo sa mišljenjem tadašnjeg najvećeg autoriteta u petrografiji, nego i sa tako reći osnovnim pretpostavkama tadašnje petrografske nauke.

Pogledamo li kemijski sastav bazalta sa Lončarskog Visa, pa izračunamo li iz njega normativni sastav (metoda CIPW) t. j. onaj mineralni sastav koji bi se u nekim idealnim prilikama mogao iz magme odgovarajućeg kemizma kristalizirati, odmah zapažamo jednu vrlo značajnu stvar, a to je, da se u tako izračunatom mineralnom sastavu pojavljuje olivin (oko 4%). Prema tome kutjevački je bazalt bazičan i to toliko bazičan, da nikako ne možemo pretpostaviti, da je on rezultat miješanja kisele i bazične magme.

Plagioklasi toga bazalta spadaju u red bitovnita, dakle su tipični plagioklasi bazalta. Da je bazalt Lončarskog Visa rezultat miješanja dviju magmi koje su u sebi već nosile iskrista-

lizirane minerale, onda bi se u njemu osim kremenca trebao svakako pojaviti još i drugi glavni sastojak dacita, a to je jedan kiseli plagioklas, recimo oligoklas. Međutim osim kremenca u tom bazaltu nema niti jednog minerala, kojeg bi mogli smatrati sastavnim dijelom dacitske a ne bazaltske magme. Prema svim danas poznatim pravilima teško bi bilo pretpostaviti, da se u dacitskoj magmi kristalizirao prvi i jedini kremen. S druge strane nebi nikako mogli pretpostaviti, da su kisel plagioklasi dacitske magme potpuno resorbirani, a da je ostao samo kremen.

Još bi stavili jedan prigovor Rosenbuschovoj hipotezi, a to je, da je teško zamisliti dvije magme kemijski posve različite, koje bi se nalazile istodobno u neposrednoj blizini.

Svi su ovi prigovori toliko teški, da se postavlja pitanje, dali se Rosenbuschova hipoteza asimilacije može uopće uzeti kao podloga tumačenju pojave kremenca u olivinskom bazaltu. S druge strane nastaje pitanje, dali je Kišpatičevo stanovište ispravno, a u koliko je, postoji li neka egzaktna osnova kojom bi se njegovo stanovište moglo dokazati.

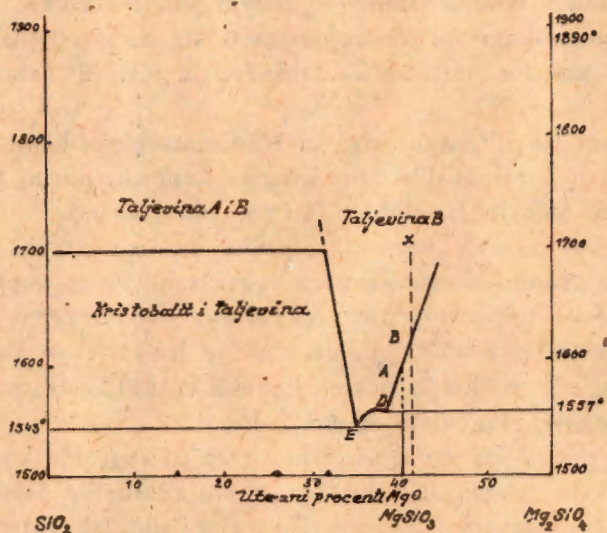
Baš početkom prvog svjetskog rata petrografija kao nauka dobiva nove temelje. Uz do tada posve analitičko proučavanje kamenja zadobivaju sve više i više maha i sintetska istraživanja. Petrografi laboratorijskim eksperimentima, nastoje reproducirati neko prirodno stanje, da bi se faktori koji su to stanje prouzročili mogli kontrolirati. U ovom stadiju razvitka petrografije fizička kemija odigrava odlučnu ulogu. Sintetiziraju se minerali koji sastavljaju prirodne eruptivne stijene i proučava se tok kristalizacije u platinskom lončiću, da bi se dobivena iskustva primjenila na produkte prirodnog laboratorija, na kamenje.

Međutim ova se istraživanja ne primjenjuju za rješenje nekih petrogenetskih problema sama. Ona moraju biti kombinirana sa rezultatima analitičkog (mikroskopskog, kemijskog i terenskog) istraživanja, i tek kada je nova hipoteza u potpunom skladu sa analitskim i sintetskim istraživanjima možemo vjerovati, da je ona ispravna i egzaktno postavljena.

Da bi se riješio petrogenetski problem, koji sastoji u pojavi kremenca u kutjevačkom olivinskom bazaltu, potrebno je dakle poslužiti se laboratorijskim istraživanjima kristalizacije onakvih jednostavnih i kombiniranih silikatnih sistema, koji bi po

svom kemijskom sastavu odgovarali našem bazaltu. Nakon toga treba razmotriti mogu li se ova istraživanja dovesti u sklad s analitskim istraživanjem M. Kišpatića.

Pogledajmo kako teče kristalizacija u jednostavnom sistemu SiO_2 — MgO (Sl. 1). Ovaj je diagram konstruiran na osnovu istraživanja Bowena i Andersena.

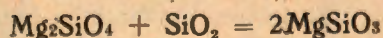


Sl. 1.

Uzmimo taljevinu kojega god sastava između D i E. Ona, kako vidimo iz dijagrama, odgovara potencijalnom sastavu piroksena (klinoenstatita) MgSiO_3 sa nešto malo kremenata SiO_2 . Ohlađivanjem taljevine sistem dolazi do temperature koja odgovara jednoj točki na krivulji D—E, kod koje započinje kristalizacije piroksena. Temperatura pada i sastav se otopine mijenja uzduž krivulje D→E. U času kada taljevina postigne sastav koji odgovara točki E, eutektičkoj točki, započinje istodobna kristalizacija kremenata, dok se cijela masa potpuno ne iskristalizira. Nastali mineralni produkt točno odgovara potencijalnom mineralnom sastavu ishodne taljevine. — Ovaj nam dio grafikona pretstavlja jednostavnu kristalizaciju sa eutektikom.

No uzmimo sada taljevinu x na našem dijagramu. U koliko se radi jednostavnosti momentano ne-bi obazirali na plagioklase,

taljevina bi odgovarala približno omjeru piroksena i olivina u kutjevačkom bazaltu. Ovaj se čas dakle uzimaju u razmatranje samo feromagnezijski minerali. Padom temperature cijeli se sistem nalazi u stadiju ohlađivanja, dok ne dođe do krivulje, točka B, kada započinje kristalizacija olivina. Izlučivanjem kristala olivina iz otopine, ona mijenja svoj sastav po krivulji prema točki D. Naročito upozoravam, da kemijski sastav taljevine u izvjesnom momentu postigne sastav koji odgovara točno teoretskom sastavu piroksena, klinoenstatita $MgSiO_3$ (točka A). Mi bismo možda očekivali, da će tada započeti kristalizacija piroksena, a prestati kristalizacija olivina. Međutim proces kristalizacije teče dalje svojim posebnim, malo čudnim tokom, što je ali za petrogenezu i za naš postavljeni problem od ogromnog značenja. Stvar je naime u tome, da iako imademo u izvjesnom momentu kristalizacije proučavanog sistema kemijski sastav taljevine, koji točno odgovara klinoenstatitu (piroksenu) $MgSiO_3$, svejedno će se dalje nastaviti kristalizacija olivina Mg_2SiO_4 . Kemijski će se sastav otopine mijenjati po krivulji od A-D. Posljedica ove pojave će biti, da se u otopini stalno povećava količina slobodnog SiO_2 . To je razumljivo jer se namjesto $MgSiO_3$ kristalizira Mg_2SiO_4 , dakle namjesto da se kristalizira spoj u kojemu na jedan MgO otpada jedan SiO_2 , kako to odgovara kemijskom sastavu taljevine, kristalizira se spoj u kojemu na dva MgO kristalizira samo jedan SiO_2 . Zato na svaku molekulu Mg_2SiO_4 koja ide u kristalnu mrežu olivina, ostaje jedna molekula SiO_2 u otopini slobodna. To znači, da će se daljom kristalizacijom olivina namjesto piroksena neprestano gomilati slobodna SiO_2 u taljevini. Kada kemijski sastav taljevine dosegne odnos koji odgovara točki D, dolazi do druge interesantne pojave, koja je također od velike važnosti. U tom naime momentu započinje resorpcija suvišno izlučenog olivina, a započinje kristalizacija piroksena. Sada zapravo taljevina u kojoj se nalazi suvišna kremična kiselina reagira sa olivinom izlučujući piroksen:



Ova reakcija traje dotle, dok se suvišna kremična kiselina posve ne istroši za tvorbu piroksena. Konačno se cijela masa iskrista-

lizira kao smjesa piroksena sa nešto olivina, kako to odgovara kemijskom sastavu ishodne taljevine.

Na gore izloženi način teče kristalizacija toga sistema, ako se ona vrši polagano, bez smetanja, kada se vrši »normalno«, točnije kažemo, kada je za cijelo vrijeme kristalizacije uspostavljena potpuno kemijska ravnoteža između taljevine i izlučenih kristala. No mi možemo pretpostaviti, da na bilo koji način resorpcija olivina bude posve ili barem djelomično spriječena, točnije kažemo, kada za cijelo vrijeme kristalizacije ne bude uspostavljena potpuna kemijska ravnoteža između taljevine i izlučenih kristala. O mogućnosti ostvarenja ove pretpostavke bit će kasnije govora.

Promatrajmo ponovo kristalizaciju taljevine x, koja će započeti u točki B izlučivanjem olivina. Kemijski se sastav taljevine mijenja uzduž linije B→A. U točki A/ kemijski sastav taljevine točno odgovara kemijskom sastavu klinoenstatita $MgSiO_3$, no unatoč toga nastavlja se kristalizacija olivina što ima za posljedicu nagomilavanje suvišne i slobodne kremične kiseline u taljevini. Kemijski se sastav taljevine mijenja dalje uzduž krivulje A→D. U točki D trebala bi nastupiti reakcija taljevine sa suviškom kremične kiseline i izlučivanje piroksena po gornjoj formuli. No po našoj pretpostavci ne dolazi do resorpcije olivina. Iz taljevine se sada kristalizira piroksen iz taljevine koja ima i nadalje sačuvanu slobodnu kremičnu kiselinu. Kemijski sastav taljevine mijenjati će se zbog kristalizacije piroksena niz krivulju D→E. U točki E, eutektičkoj točki, počinje uz kristalizaciju piroksena i kristalizacija kremične kiseline, kremenata, točnije kristobalita, dok se i zadnja kap taljevine ne istroši.

U ovome ćemo dakle slučaju, kada resorpcija suviše izlučenog olivina na neki način bude spriječena dobiti kao konačni rezultat smjesu minerala koja ne odgovara potencijalnom mineralnom sastavu ishodne taljevine. Ishodna se taljevina naime sastoji od potencijalnog piroksena sa nešto olivina, dok je u ovom slučaju konačni rezultat kristalizacije dotične taljevine: piroksen, olivin i kremen.

Vidimo dakle, da se eksperimentalnim putem iz neke umjetne taljevine, koja bi djelomično odgovarala našem bazaltu, može u izvjesnim prilikama kristalizirati i kremen, iako je ta taljevina zapravo vrlo bazična, jer sadrži u sebi potencijalni

olivin. Olivin je, kako smo rekli mineral, koji je karakterističan za vrlo bazično kamenje, odnosno za vrlo bazične magme u prirodi. To je dakle činjenica, koja bi nam mogla biti oslonac i kod proučavanja prirodnih tvorevina magme, eruptivnog kamenja.

Vratimo se sada konkretno na kutjevački bazalt. Postavlja se pitanje, da li bi ove rezultate fizikalno-kemijskog istraživanja umjetnog sistema $\text{SiO}_2\text{—MgO}$ mogli primjeniti za tumačenje pojave kremenca u olivinskom bazaltu od Kutjeva, čime bi egzaktno mogli utvrditi, dali je kremen u tom bazaltu autigen.

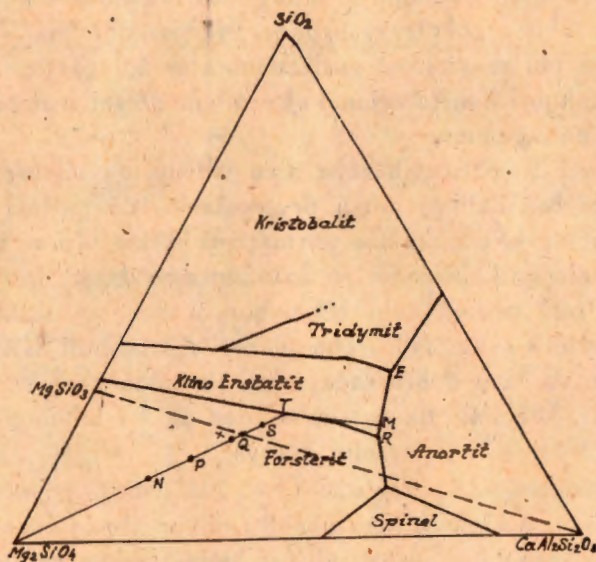
Činjenica je, da je kutjevački bazalt bazična stijena, u kojem bi se kako račun pokazuje kristaliziralo u normalnim uvjetima nešto malo olivina, ali se nikako nebi kristalizirao i kremen. Od Kišpatićevih opažanja istaknut ćemo ovo: »olivin nije rijeđak«, te nadalje »na dobro sačuvanim olivinima nailazimo na prve tragove započete resorpcije. Neposredno na rubovima kristalnih obrisa vidi se gusti mineralni agregat...« Nadalje treba istaknuti konstataciju, kakó olivin dolazi u nepravilnom zrnju u nakupinama.

Iz ovih Kišpatićevih zapažanja vidimo, da olivina ima dosta, te bi bez daljega mogli pretpostaviti, da ga ima više od 4%, količinu koju pokazuje normativni sastav. Tu se uostalom radi o malenim količinama pa zato možemo držati da i potpuni kvantitativni podaci nebi bili sigurniji dokazni materijal od same pretpostavke. No treba naročito istaknuti Kišpatićevo opažanje, da je u dobro sačuvanim olivinima zapažen početak resorpcije, kao i to, da se neposredno na kristalnim rubovima olivina nalazi gusti mineralni agregat.

Na osnovu tih opažanja možemo bez daljega povući zaključak, da se i u kutjevačkom bazaltu olivin izlučio u većoj količini, nego što bito odgovaralo stehiometrijskim proporcijama kemizma magme, da je nadalje kristalizacija doduše dospjela do točke kada je započela resorpcija suviše izlučenog olivina, ali da je resorpcija barem djelomično spriječena gomilanjem onog gustog mineralnog agregata oko olivina. Ovaj mineralni plašt oko olivina svakako je barem djelomično spriječio magmu u momentu kada je ona trebala olivin resorbirati i pretvoriti ga u piroksen. Resorpcija je nadalje mogla biti djelomično spriječena radi sabiranja olivina u nakupine, jer su zrna u sredini

nakupine bila izvan dohvata djelovanja magmatske taljevine. Resorbirajuće djelovanje magme na ovakove nakupine olivina išlo je svakako sporije, nego da su zrna bila izolirana, svako za sebe.

Na taj smo način analitska opažanja M. Kišpatića obavljena mikroskopskim putem doveli u potpuni sklad sa kristalizacijom umjetnog sistema u laboratoriju, a vidjeli smo, da se u laboratoriju može kristalizirati kremen i iz vrlo bazične taljevine, naravno pod specijalnim prilikama. Mi nemamo nikakvog razloga sumnjati u ispravnost puta kojim smo pošli rješavajući ovaj problem. Zato i postavljamo tvrdnju, da je Kišpatić imao potpuno pravo, kad je na osnovu čisto analitičkih istraživanja ustvrdio, da je kremen u kutjevačkom bazaltu autigen.



Sl. 2.

Mogao bi netko primjetiti, da je ovaj specijalni tok kristalizacije olivina, njegov reakcioni odnos sa taljevinom, vezan isključivo za jednostavne sisteme kao što je to sistem SiO_2 — MgO . Mogao bi netko tvrditi da ovakav specijalni tok kristalizacije olivina, kojega je posljedica kristalizacija kremen a iz bazične taljevine, ne bi bio moguć u kompliciranijim silikatnim

sistemima, da ne govorimo o samoj magmi. Mi naravski ne možemo direktno kontrolirati kristalizaciju same magme, ali smo u mogućnosti kontrolirati kristalizaciju prilično kompliciranih silikatnih sistema, koji se bar donekle po svom kemijskom sastavu, a konačno i po mineralnom sastavu koji iz njih rezultira, približuju prirodnoj magmi. Kristalizacija olivina, njegov specijalni reakcioni odnos prema taljevini proučavan je do danas u nekoliko sistema i uvijek je dotična pojava bila konstatirana.

Evo takav jedan sistem: Mg_2SiO_4 — $CaAl_2Si_2O_8$ — SiO_2 u kojem se automatski pojavljuje i četvrta komponenta $MgSiO_3$ (Sl. 2). Imamo dakle pred sobom ternarni sistem olivin — anortit — kremen + piroksen, sistem koji se po svom sastavu približuje bazaltu. Ovaj je sistem istražio Andersen. Mi nećemo uzimati sve moguće kombinacije toka kristalizacije ovoga sistema, nego ćemo razmatrati samo onaj tok kristalizacije, koji odgovara našim potrebama.

Uzmimo opet taljevinu sastava, x , koja je dovoljno bazična, da uz potencijalni klinoenstatit i anortit sadrži i nešto olivina. Dakle taljevinu koja bi kvalitativno odgovarala našem bazaltu. Iz takove će se taljevine prvo kristalizirati olivin, pošto se taljevina x nalazi u polju olivina. Izlučivanjem olivina iz otopine kemijski će se sastav otopine mijenjati dok ne dođe do točke Q. Obzirom na stehiometrijske odnose toga se časa u taljevini više ne nalazi potencijalni olivin, nego samo piroksen i anortit. I opet bi se moglo očekivati, da će sada početi kristalizacija piroksena, zatim anortita, čime bi dobili mineralni agregat koji bi točno odgovarao potencijalnom mineralnom sastavu ishodne taljevine.

Međutim dogodit će se ista pojava, koju smo promatrali kod prije navedenog sistema MgO — SiO_2 t. j. kristalizacija olivina će se nastaviti bez obzira, što u otopini nema više potencijalnog olivina. Istodobno će se otopina kao i prijašnjem slučaju bogatiti sa slobodnom i suvišnom kremičnom kiselinom. Kada kemijski sastav taljevine odgovara točki T na graničnoj crti piroksena započela bi resorpcija suvišno izlučenog olivina. Međutim pretpostavimo li opet, da se olivin barem djelomično spasio od resorpcije, kao što to tvrdimo da je bilo kod kutjevačkog bazalta, onda će se direktno nastaviti kristalizacija piroksena po liniji T→M. (Nemojmo zaboraviti, da postojeća talje-

vina ima u sebi slobodne kremične kiseline!). Dakle kristalizira se klinoenstatit t. j. piroksen, dok i onaj suvišno izlučen olivin ostaje u kristalnom stanju manje više netaknut, kao što ostaje i netaknuta slobodna kremična kiselina u otopini.

U točki M započinje kristalizacija anortita, kemijski se sastav otopine mijenja uzduž linije M→E. Na cijelom tom putu, kako se vidi iz dijagrama, odvija se istodobno kristalizacija piroksena i anortita. U točki E, eutektičkoj točki, kod stalne temperature i odgovarajućeg kemijskog sastava, kristaliziraju se istodobno uz klinoenstatit i anortit još i kremen, dok se i zadnja kap taljevine ne utroši. Konačni rezultat ovakovog toka kristalizacije (naročito ponavljam uz pretpostavku da je resorpcija suvišno izlučenog olivina bila spriječena) je dakle onakav kakav možda nebi očekivali a to je: olivin, piroksen, anortit i kremen. Isto kao u kutjevačkom bazaltu.

Vidimo dakle, da se u jednostavnom i u kompliciranom kemijskom sistemu može iz bazične taljevine kristalizirati kremen. Nema nikakvog razloga ustvrditi, da u prirodnoj magmi nije moguć takav slučaj, osobito kad smo u kutjevačkom bazaltu zapazili pojave, koje nam nesumnjivo govore o započetoj, ali ipak spriječenoj resorpciji olivina.

Držim da je ovim razmatranjem Kišpatićeva pretpostavka egzaktno potvrđena i da je kremen u kutjevačkom bazaltu zaista autigen.

PROBLEM OF APPEARANCE OF QUARTZ IN OLIVINE BASALT FROM KUTJEVO

Dr. Miroslav Tajder

M. Kišpatić published in his work »Eruptivgesteine des Krndija Gebirges« (lit. 1) his microscopical and chemical investigations of a quartz — olivine basalt from Lončarski Vis near the village Kutjevo in N. R. Croatia. He believed that quartz was autigen because he could not discover by his microscopical study the traces and affects of assimilation of two magma: a basaltic and a dacitic (the opinion of H. Rosenbusch).

In this work author discussed the possibility of autigene crystallisation of quartz from a basic solution and basaltic

magma. As the base of that theoretical discussion he used microscopical and chemical investigations of M. Kišpatić and physico-chemical investigations of Bowen and Andersen (lit. 2) of the binary system with a compound having an incongruent melting point: $\text{SiO}_2\text{—MgO}$, and also the ternary system having an incongruent point: $\text{SiO}_2\text{—CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{—Mg}_2\text{SiO}_4$.

It is shown that under the special conditions from such a basaltic magma free silica could crystallize on account of incongruent melting of forsterite. Crystal fractionation of forsterite which crystallizes in excess may result an amount of free silica in liquid, which crystallizes as quartz. Such a process happened in olivine basalt from Kutjevo.

LITERATURA:

- Kišpatić M.: Eruptivgesteine des Krndija-Gebirges. »Glasnik« Hrvatskog prirodoslovnog društva. Sv. XXVIII. Zagreb 1916.
Bowen N. L.: The Evolution of the Igneous Rocks. Princeton 1928.