

IDDINGSITESEDÉS A KABHEGYI BAZALTBAN

DR. VÖRÖS ISTVÁN*

(XVII. táblával)

Összefoglalás: A bazalt lávaárak kőzetanyagában az olivin jellemző elváltozását figyelhetjük meg; a lávaár felső és középső szintjének közeiteiben vékonyabb-vastagabb sárgásbarna gyűrű vonja be az olivint. Ez a kutatók által iddingsitnek nevezett termék a felsőbb szinteket opak, az egész olivint behálózó, majd felemészítő pszeudomorfózába megy át. A vizsgálatok szerint a lávaárban hidratációs-oxidációs folyamat megy végbe annak felszínrekerülése után, de a kőzet teljes megmerevedése előtt. A folyamat eredményeként a nagyobb hőmérsékletű és nyomású szintekben részleges goethitesedés történik, az olivin Mg- (s feltehetően Si) tartalmának kezdődő kioldásával. Az erős oxidációs körülmények miatt az iddingsitesedési folyamat a felső szinteken a legteljesebb: az olivin helyén kevés magnetitet tartalmazó goethit-pszeudomorfóza keletkezik. A középső szinteken kedvező pt-viszonyok mellett újabb olivinkiválás történhet az iddingsites sávon kívül. Egyes megfigyelések arra utalnak, hogy a vizsgált bazalt lemezes magnetitje is felszíni kiválás eredménye, ellentétben az eddig elfogadott elsődleges, mélységi származás feltételezésével.

A kabhegyi bazaltban porfiros beagyazású olivinen jellemző elváltozás figyelhető meg. Az olivinkristály peremén sárgásbarna öv húzódik, ez a kisebb olivineken az egész kristályra kiterjedhet. Az elváltozott öv optikai orientációja eltérő a kristály belsejétől (0–15°-os ferde kioltású). Az olivin elváltozott részét iddingsitnek nevezik, azonban a szakirodalom nem ad sem pontos vegyi és ásványtani definíciót, sem meggyőző képződési magyarázatot.

Eddigi kutatások

A hazai szakirodalomban először Hofmann K. írta le meglepő pontossággal az említett jelenséget [5], később az elváltozást Reichert R. [10, 11] már iddingsit néven tárgyalta. Mauritz B. [7], Szepesházy K. [16] és Pojják T. [9] bazaltvizsgálataik során szintén észlelték, részletes vizsgálatával azonban főként a külföldi szakemberek foglalkoztak.

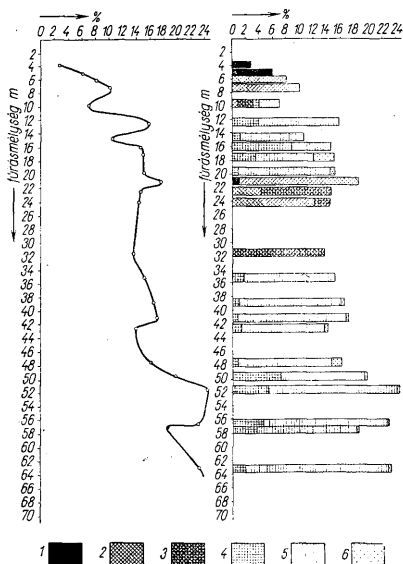
Az iddingsit-név Lawsontól származik [12], aki Iddings 1892-es leírása után adja ezt az elnevezést. Koss és Shannon [17] már a láva végső megmerevedése elé helyezik keletkezését. Edwards [3] ép olivin-peremet ír le az iddingsites öv körül. Dzenidze [2] felszíni mállással magyarázta az iddingsit keletkezését. Sun [14] már figyelembe veszi a könnyenillók szerepét, Wilshire [17] röntgenvizsgálatok segítségével kísérli megadni a pontos vegyi és ásványtani összetételt. Smith [12, 13] a röntgen- és vegyelemzéssel kimutatott ásványos alkotórészek orientációs viszonyait vizsgálja. Brown és Stephen [1] szerint az olivinből hidratáció–oxidációval keletkező goethit teljesen, a kimutatott rétegszilikát pedig részben örökli az olivin-szerkezet oxigénhálózatát, vagyis a változás lényegét csak a kationmozgásban látja. Gay és LeMaitre [4] szintén már arra utal, hogy az iddingsit lényegileg kationcserre terméke.

Vizsgálati eredmények

A kabhegyi bazaltvulkánosság területéről 91 kőzetmintát polarizációs mikroszkópban, 13-at pedig ércmikroszkópi módszerrel vizsgáltunk (a minták részint felszíni törmelékek vagy köfajtók anyagából, részint a Bauxitkutató Vállalat kutatófúrásaiból

* Előadta a Magyar Földtani Társulat 1962. január 24-i szakülésén.

származtak). A grúziai harmadkorú doleritek anyagából 16 mintát vizsgáltunk meg. Vizsgálatainkhoz két részletes vegyelemzés készült, ezen kívül felhasználtuk a hazai szakirodalom idevonatkozó adatait (III. táblázat). A II. sz. bauxitkutató-fúrás felszintől mért 17,5–18,6 m-e bazaltanyagából porítás, majd elektromágneses dúsítás után Debye–Scherrer röntgenfelvételt készítettünk.



1. ábra. Az olivin mennyiségi és minőségi változása a II. fúrásban. Magyarázat: 1. Goethit-pseudomorfoza olivin után, 2. Goethit-pseudomorfoza olivinnel, 3. Átmenet iddingsites olivin és goethit-pseudomorfoza között, 4. Teljesen iddingsites olivin, 5. Iddingsites olivin, 6. Ép olivin

Рис. 1. Количественное и качественное изменения оливина в буровой скважине № II. Легенда: 1. гетитовые псевдоморфозы по оливину, 2. гетитовые псевдоморфозы с оливином, 3. переход между иддингситовым оливином и гетитовыми псевдоморфозами, 4. полностью иддингситизированный оливин, 5. иддингситовый оливин, 6. цельный оливин.

A iddingsitesedés vizsgálatát főként a kabhegyi II. sz. mélyfúrásban harántolt felső lávaár anyagfeldolgozása tette lehetővé (1. ábra).

A lávaár jól elkülöníthetően három részre oszlik: a felső rész 10 m-ig (felszintől mért távolság), a középső kb. 19–20 m-ig húzódik, az alsó szint pedig vékony, hozzávetőlegesen 1–2 m. Az egyes szinteken az olivin iddingsitesedése a következőképpen alakul:

Alsó és középső szint: az olivinkristályok iddingsitesek, leggyakrabban az idiomorf kristály külső pereme változott el: a jellegzetes sárgásbarna öv mindenütt pontosan követi a kristály határvonalát (tehát a korrodált olivineknél is!). Az idding-

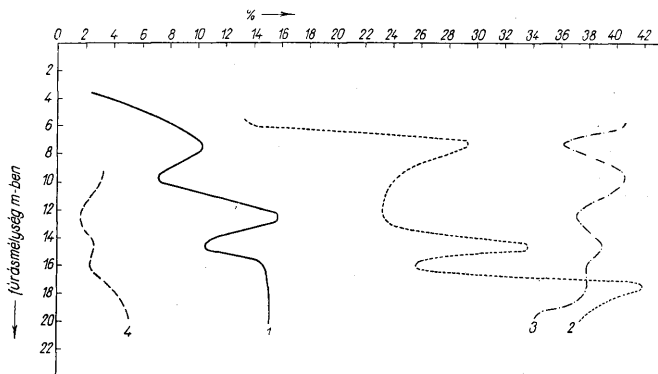
sites övből vékony, sárga, sárgásbarna rostok haladnak a kristály ép belsejébe, sőt gyakran megtalálhatók ott, függetlenül az iddingsites övtől is (XVII. tábla, 1). A rostok mindenütt egy irányt jeleznek, így természetesen nem merőlegesek mindenütt a kristály felületére. Az iddingsites öv átlagos vastagsága 35–40 mikron. A kisebbmértetű olivinek gyakran teljesen iddingsitesek, máskor az idiomorf, ép olivin magja iddingsites (XVII. tábla, 2). A sárgásbarna öv anyaga túlnyomórészt, a rostok anyaga kizárólag goethit. A goethit mellett szól a belső, ép olivinhez képest növekvő kettőtörési is [1, 14], mely természetesen az ideális goethit kettőtörési értékét nem éri el, legfeljebb megközelíti. Az elváltozott övben kimutatott egyéb ásványos anyagok (főként rendszertanilag bizonytalan helyzetű rétegszilikátok) tulajdonképpen az olivinből visszamaradó, nem goethisedett Mg-Fe²⁺-³⁺-tartalmú hidroszilikátot jelzik. Az iddingsites öv és az elváltoztalan belső részek a bevezetőben említett optikailag eltérő orientációját éppen ennek a hidroszilikátnak az olivintől eltérő orientációja okozza. Smith szerint [13]:

$$a_R \parallel b_F \parallel b_G$$

$$c_R \parallel a_F \parallel a_G$$

ahol R = rétegszilikát, F = forsterit, G = goethit.

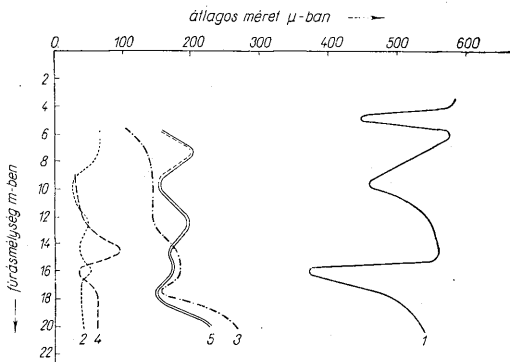
Gyakran találhatunk az iddingsites övön kívül ép olivint, ennek optikai orientációja, s így interferenciaszíne pontosan egyezik a belső elváltoztalan olivinnel, vagy esetenként kettőtörése — tehát Fe²⁺-tartalma — valamivel nagyobb annál (XVII. tábla, 3). Ezeknél a kristályoknál az iddingsites öv belső és külső határfelülete nem egyforma, a külső mindig éles, a belső, mint említettük, legtöbbször rostos átmenetet mutat az olivin elváltoztalan belseje felé. A belső és külső ép olivinrészek közvetlenül is érintkezhetnek. A külső részből hiányoznak a belsőre jellemző pikotit-zárványok. Kismértetű, elváltoztalan, gyakran idiomorf oli-



2. ábra. Az olivin, augit, földpát és magnetit mennyiségi eloszlása a 11. fúrás felső lávaarában. Magyarázat: 1. Olivin, 2. Augit, 3. Földpát, 4. Magnetit

Рис. 2. Количественное распределение оливины, авгита, полевого шпата и магнетита в пределах верхнего лавового потока скважины № 11. Легенда: 1. оливин, 2. авгит, 3. полевой шпат, 4. магнетит.

vineket is találhatunk ebben a lávaár-szintben. Interferenciaszínük általában megegyezik az iddingsites olivinek külső, ép peremének interferenciaszínével. Egyes esetekben az iddingsites olivinen átnőtt, orientált magnetitlemezsört figyelhetünk meg (XVII. tábla, 4), a lemezek párhuzamosak az iddingsitrostokkal. A nagy mértékben iddingsites olivinek körül néhány esetben kis méretű ($10 \times 20 - 30$ mikron; biotit vagy amfibol) rudacsokkákat találhatunk. Ezekben a lávaár-szintekben ép, elváltoztatlan olivinek is vannak, méretük azonban majdnem egy nagyságrenddel kisebb a többi olivinnél. Lényegileg kevés a különbség szemcseméretre és ásványos összetételre a lávaár alsó és középső szintje közt (2, 3. ábra).



3. ábra. Az olivin, augit, földpát és magnetit átlagos méreteinek alakulása a 11. fűrés felső lávaárában.
Magyar ábrázát: 1. Olivin, 2. Augit, 3. Földpát, 4. Magnetit, 5. Átlag

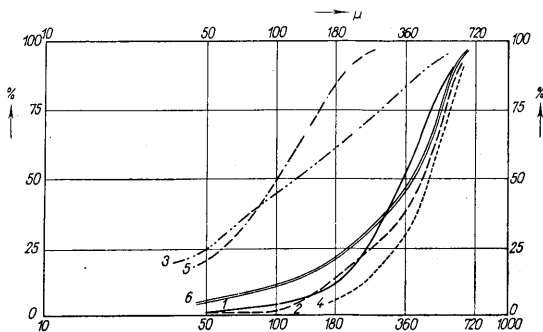
Рис. 3. Средние размеры оливина, авгита, полевого шпата и магнетита в верхнем лавовом потоке скважины № 11. Легенда: 1. оливин, 2. авгит, 3. полевой шпат, 4. магнетит, 5. средняя величина.

Felső szint: 9–10 m-nél a barna, iddingsites gyűrű gyors átmenettel opakká változik, sűrű rácsozathoz lesz hasonló. Ilyenkor az olivin belseje még ép, elváltozást nem mutat, legfeljebb kis méretű, fonalasan, sokszor rendszertelenül elhelyezkedő opak ásványok sora hálózta be. Az opak anyag kevés magnetitet (feltehetően titanomagnetitet) tartalmazó goethit. Az interferencia szín alapján ebben a szintben az olivin inkább forsterites típusú. A külső, ép olivinperem itt már nincs meg, viszont gyakori a hematit, az olivinben néha párhuzamosan orientált lemezek, orsók formájában. A felső szint felszínközeli részein az olivin ép magja már teljesen eltűnik, olivin-utáni goethit-pseudomorfóza keletkezik, mely az eredeti kristály belsejét is sűrűn átszövi sötétbarna, vagy opak anyagával. A 11. sz. fűrészt 21,0–66,6 m-ig részletesen nem értékeltük: ebben a részben az olivin a leirtakkal azonos módon változik, azonban az egyes elváltozott típusok eloszlása nem mutat biztosan két lávaárat. Feltételezhető, hogy kb. 50 m-nél az együttes olivin-mennyiség megnövekedése lávaár-határt jelez.

Az ásványos elegyrészek eloszlási viszonyai

A lávaár szelvényében a mélyebb részeken jelentősen megnövekedik az olivin és augit mennyisége (2. ábra, I. táblázat), a magnetit gyarapodása ezekhez képest nem

számottevő. Az alsó szinteken — nyilván az olivin és augit gravitációs dúsulása miatt — viszonylag kevesebb a földpát. Az augit és földpát mennyisége fordítottan változik. Ennek oka: a láva magmában kivált, uralkodó tömegű ásványa az augit, ennek mennyisége korlátot szab a felszínen legnagyobb mennyiségben képződő földpátnak. Az olivin mennyiségi adatai nem túlságosan megbízhatóak, hiszen porfíros méretű elegyrészről lévén szó, a mérésnél 1–2 szemcsével több vagy kevesebb, már jelentős számszerű változást okozhat. A földpát és magnetit mennyisége egyenes arányban változik, itt az okot az előbbiekhöz hasonlóan a piroxén mennyiségében kereshetjük (a későbbiekben utalunk a magnetit felszíni képződési lehetőségére).

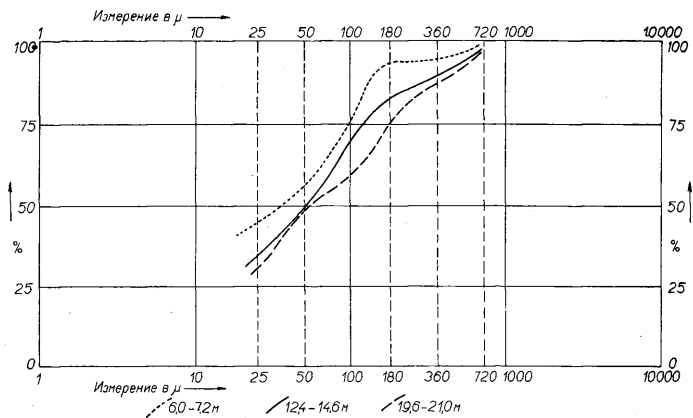


4. ábra. Az egyes olivinfélék szemmagysági átlaggörbéje a 11. fúrás felső lávaárában. Маг у а р а з а т : 1. Gemitit-pseudomorfóza olivin után, 2. Gemitit-pseudomorfóza olivinnel, 3. Teljesen iddingsites olivin, 4. Iddingsites olivin, 5. Ép olivin, 6. Átlag olivin

Рис. 4. Кривая средних величин гранулометрического состава отдельных разновидностей оливины в верхнем лавовом потоке скважины № 11. Легенда: 1. гemitовые псевдоморфозы по оливину, 2. гemitовые псевдоморфозы с оливином, 3. полностью идингситизированный оливин, 4. идингситовый оливин, 5. цельный оливин, 6. средний оливин.

A méretviszonyokat tekintve az olivinnél szabályszerű változást nem észlelünk (3. 4. ábra, II. táblázat). Az egyes olivin-félék közt legnagyobbak a részben iddingsitesedett és átmeneti (iddingsites-pseudomorfóza) típusok, az átlagosnál valamivel kisebbek a goemitit-pseudomorfózáék, s jóval kisebbek a teljesen iddingsites, valamint az ép, nem iddingsitesedett olivinek. A lávaár felső részében általában az átlagosnál nagyobb méretű augit is található: kioltási szög $n_p/c = 46^{\circ}09'$, míg a középső és alsó részben ennél valamivel kisebb $n_p/c = 45^{\circ}40'$. Az augit és magnetit méretei fordított arányban változnak: okát szintén a felszíni magnetit-, s esetleg részleges felszíni augitképződés lehetőségében kereshetjük. A felső szintben, valamint az egykori kitörési centrum területén az igen apró opak anyaggal telehintett bazalt-anyagban a sűrű zárva-nyosság miatt a földpátok is javarészt felismerhetetlenek, ellenben néhány, az alapanyaghoz képest nagyméretű földpát jelenik meg. Optikai viselkedése hozzávetőleg oligoklászra, a bazaltösszlet középső szintjében oligoklász-andezitre, az alsóban pedig andezitre utal. Az alsó szint nagyméretű földpátja tehát a legelső földpát-kiváláshoz tartozik, s így a még híg lágában kismértékű s kis távolságú (2–3 m lefelé) gravitációs dúsulása elképzelhető.

Az átlagos szemcseméret-változás megfelel a lávaár hőmérsékleti viszonyainak. A 3. ábrán a felszínen képződő földpát és magnetit méretmaximumai a lávaár hőmérsékleti csúcspontjait jelzik. Az 5. ábrán a felső, középső és legalsó szint méreteloszlását ábrázoltuk (25 mikron alatt az üveg és a nem mérhető kristályos anyag szerepel): jól látható a mélység felé a kristályosság növekedése, ami kissé rendellenesen a legalsó szintnél a legnagyobb; ez a minta feltehetően nem a lávaár legaljáról származik, hanem 0,5–1 m-el feljebből; ellenkező esetben, mint hideg alappal érintkező résznek, kisebb kristályossági fokot, kisebb szemcseméreteket kellene mutatnia a középső részénél.



5. ábra. A 11. sz. fúrás felső lávaára felső, középső és alsó részének szemnagysági görbéje.
1. 6,0–7,2 m, 2. 12,4–14,6 m, 3. 19,6–21,0 m.

Рис. 5. Гранулометрическая кривая верхней, средней и нижней части верхнего лавового потока, прошедшего в буровой скважине № 11 на горе Кабхель.

Vegyi összetétel, röntgenelemzés

Szembetűnő a Fe_2O_3 mennyiségének túlsúlya a FeO -hoz képest (III. táblázat, 1–6 elemzés), ami nyilván a jelentős iddingsítesedéssel függ össze. Megjegyezzük, hogy az irodalomban közölt [8] vegyelemzések kőzetmintáinak pontos lelőhelye nem ismeretes, így azokat csak összehasonlítási alappul vehettük. Az iddingsítesedést, valamint a lávaár szintjeiben észlelt ásványos eloszlás változásait figyelembevéve azt mondhatjuk, hogy egy lávaárra nem jellemző annak egyetlen kőzetmintájából készült vegyelemzés.

A magnetitről készült röntgenfelvételek adatai jól egyeznek az irodalmi értékekkel, részletesebb elemzésükkel külön feladatként szándékozunk foglalkozni. Anyit már

most megemlítünk, hogy az ilmenit jelenléte biztos, a magnetit-rács Ti- és Mg-helyettesítése az eddigi mérési adatokból még nem volt becsülhető, mert ellenkező irányban módosítják a rácsállandó méretét.

Az iddingsitesedés kérdése

Az olivin ismertetett elváltozását többféleképpen értelmezték a kutatók. Az iddingsit-keletkezést háromféle módon magyarázzák: 1. közettévalás előtti, 2. utóvulkáni, 3. mállási folyamat.

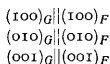
1. Elméletek a közettévalás előtti képződésre

A magmás főkristályosodás során elsők között kristályosodó olivin magma-áramlások hatására oxidatív körülmények közé kerülhet, s létrejöhet az iddingsitesedés. Ez elképzelésnek főként az iddingsites-öv jelentéktelen fizikai ellenállóképessége, valamint a goethit (OH)-tartalma mond ellent.

Vizsgálataink alapján az olivin iddingsitesedését a következőképpen magyarázzuk:

Az iddingsitesedés nem új ásvány keletkezése, hanem hidratációs—oxidációs elváltozási folyamat, mely a lávaár felszínrejutása után, közvetlenül annak végső megmerevedése előtt megy végbe. Az iddingsitesedéshez szükséges vizet (goethit-keletkezés) a láva még a kürtőben, vagy mélyebben veheti fel, pozitív transzaporizáció történik. A láva felszínrejutásakor a nagy vízgőzmennyiség és a hirtelen lecsökkenő külső nyomás kedvező oxidációs feltételeket teremt. Az oxidatív hatás a lávaár alsó részén gyengébb, itt viszonylag kisebb a nyomáscsökkenés, mint a lávaár felső szintjeiben. A hőmérséklet csökkenése is lassúbb a lávaár mélyebb részein.

Az iddingsitesedés első szakaszában az olivinrács Fe^{2+} -ionja Fe^{3+} -vé oxidálódik, az olivin oxigén-ionjainak egy része (OH)-vá változik, s goethit keletkezik. Smith [13] vizsgálatai szerint a goethit orientációja egyezik a forsteritével:



Az olivin és goethit oxigén-szerkezete gyakorlatilag azonos (mindkettő hexagonális legtömöttebb illeszkedésű), így a lényegét — külföldi szerzőkkel egyetértve [1, 4] — abban látjuk, hogy az iddingsitesedés folyamata során csak a kationokban van döntő változás. A ferro-ferri-oxidációval egyidőben megindul a Mg-ionok kiválása az olivinrácsból, s feltehetően még szabad Fe^{2+} -ionok lépnek be az így felszabaduló rácshelyek egy részébe. Sun [14] vizsgálatai szerint a Si helyzete sem annyira szilárd a rácspan mint eddig véltük, tehát már az iddingsitesedés kezdetén feltételezhetjük a SiO_2 később fokozódó kiválását az eredeti olivin-rácsból. Az iddingsitesedés első szakaszában (goethit-keletkezés) képződő barna öv tehát, mint említettük, goethittartalmú, Mg és SiO_2 -t veszített — esetleg a goethit mellett külön is felvett (OH)-t tartalmazó — az elváltozás fokától függően más-más összetételű szilikát, irodalmi adatok szerint [1, 12, 17] rétegszilikát. A lávaár felső szintjei felé az oxidatív hatás növekszik: erre távozik el a fel nem használt vízgőz,

tehát ennek mennyisége itt nagyobb, mint az alsó szinteken; így az iddingsitesedés itt gyorsabban és teljesebben is megy végbe: az olivin peremi része, majd a lávaár legfelső részében az egész olivinkristály átalakul kevés magnetittel, esetenként hema-tittal társult goethit-pszeudomorfózává.

Kérdés, hogy a ferro—ferri-oxidáció miért nem ment végbe már előbb, pl. a kürtő-ben? A nyomás növelése csökkenti az O_{Fe} -értéket, a hőmérséklet változása viszont ennél jóval kevésbé befolyásoló tényező. Tehát a mélyből felnyomuló, útközben vizet felvevő magva addig nem tud oxidálódni, amíg a felszínre lépve nagy belső nyomása hirtelen le nem csökken.

Köztudomású, hogy a Mg felszíni pt-viszonyok között mobilis elem [15]. Így a lávaár középső és alsó szintjében az olivin iddingsitesedő övéből kilépő Mg a nagyobb mennyiségű vizgőz eltávozása után (vagyis az iddingsitesedés megszűntével) újabb olivin-generáció képződését teszi lehetővé (a Fe^{2+} és kovasav-igényt a még részben olvadt láva elégíti ki). Tehát a fentiekben leírt külső, ép olivin-öv, ill. a kisméretű, ép olivinek egy második, felszínen képződő olivin-generációt jelentenek. A közös oxigén-szerkezetű belső, elváltoztatlan olivin iddingsites öv, vagyis goethit — második olivin-generáció — sorozat a morfotrópia jellemző példája. A lávaár felső szintjeiben a gyorsan csökkenő hőmérséklet nem teszi lehetővé ennek a második generációnak a képződését, így a Mg részint Mg-ban gazdag magnetit (magnezioferrit?) kristályosodását teheti lehetővé, részint az előbbieken említett, az átlagosnál nagyobb méretű piroxének (Mg—Fe-angitok) képződését is valószínűleg elősegíti.

Érdekesen alakul az olivin-szerkezet vázát alkotó SiO_2 sorsa. Az olivinből SiO_2 -szokként való kilépését feltehetően a láva alkáli (főként Na)-tartalmának lúgosító hatása teszi lehetővé. Ez annál is könnyebben végbemehet, mert az iddingsitesedés kezdetén már a bázisosabb földpátok kiváltak, tehát a maradék-lávéban a Na viszonylag feldúsul.

A lávaár középső szintjében a nagyméretű, iddingsites olivinek közelében megfigyelhető apró biotit (amfibol?)-táblák feltehetően az olivinből kilépő Mg és SiO_2 , valamint a hidratáció termékei. Ennek pontosabb leírása és értelmezése azonban még további vizsgálatokat kíván. A lávaár felső részein a pt-viszonyok miatt az olivinből nagyobb mennyiségben felszabaduló SiO_2 az utolsóként kiváló közetüvegbe kerül, esetleg az említett porfirós, savanyú plagioklászok képződését segíti elő.

Az iddingsitesedés folyamatának közvetlenül a láva megmerevedése előtti bekövetkezését még a következő tényezők indokolják:

Jelentős lávamozgás esetén az iddingsites részek tönkrementek volna, tehát már csak igen lassú, feltehetően helyi jellegű lávamozgásra utalhatnak azok a megfigyelések, melyek szerint az iddingsites perem néha széttöredezik ugyan, de a letört darabok az olivin közelében maradnak. Ugyanezt bizonyítják a helyenként széttört, iddingsitesedett peremű olivineken átnövő földpátok is: ezek kiválása fejezte be a láva kikristályosodását, s mivel az olivin csak a kristály külső peremén iddingsitesedett, a széttörési felület mentén nem, tehát az iddingsitesedés a kristályosodás utolsó fázisát jelentő savanyú-plagioklász kiválása előtt ment végbe. Mint említettük, egyes esetekben az olivinen keresztül — az iddingsites rostokkal párhuzamosan — orientált, lemezes magnetitbenövés figyelhető meg: a lemezek az olivinen kívül érnek véget (XVII. tábla, 4). Ha ez a beépülés még a magmában történt volna meg, akkor az olivinen kívüli részek a felszínrejutás során feltétlenül letöredeztek volna. Az olivinben található pikotit elhelyezkedése arra utal, hogy valóban a legelső magmás kiválás terméke. Ellenben a bazalt tekintélyes mennyiségű, a pikotitnál átlag egy nagyságrenddel nagyobb, lemezes magnetitjének

kiválása eddigi vizsgálataink szerint a felszínen, mégpedig az iddingsitesedéssel párhuzamosan történt.

Egy lávaár felszínén és felszínközeli részein — szubaerális kitorést feltételezve — a vulkáni működés óta eltelt földtani idő során a felszíni mállás szerepét is figyelembe kell vennünk. Ezért feltételezhető, hogy a felső szintekben jellemzőnek leírt részleges, vagy teljes magnetites goethit-pszeudomorfoza képződést, valamint a kőzet erős elváltozását [sűrű „limonit”-híntés, hematit (hidrohematit?) esetleg a földpátok bomlása] befolyásolják, elősegítik a felszíni mállási tényezők. Ezek szerepét vizsgálataink szerint azonban főként a talajvízszintben lejátszódó bomlási folyamatokra kell korlátoznunk, ugyanis a jelenlegi felszínen gyűjtött minták egyáltalán nem mutatnak mállásra utaló elváltozásokat (anyaguk gyakran a lávaár középső és alsó részének kőzetével azonos), holott helyzetük miatt az aprózó és részint vegyi bomlásnak erősen ki vannak téve. Felszíni mintáink közül a fúrás-anyagban biztosan lávaár-felszínnek mondható anyaggal azok egyeznek meg leginkább, melyeket az egykori kitorési centrum területéről gyűjtöttünk. Ezek a bazaltminták erősen likacsosak „habosak”, vörös színűk a nagymennyiségű — s kisméretű szemcsék (néhány mikron) által okozott — goethit és magnetit-kiválástól ered.

2. Utóvulkáni iddingsit képződés feltételezése

Sok kutató kezdetben utóvulkáni működés eredményeként értelmezte az iddingsitesedést, így többen a szerpentinisedés egyik válfajának tekintették. Szerpentinisedett bazaltnál az elváltozás nem korlátozódik az olivinre, az alapanyagban is bőven megtalálható. Ugyanezt az iddingsitesedésről nem mondhatjuk el: az iddingsites bazaltoknál, így a kabhegyi bazaltnál utóvulkáni működést csak a vulkáni kürtőben közzettévált, s onnan lapilliként a piroklasztikumba került kőzetanyag mutat, ahol tipikus szerpentinisedést figyelhetünk meg, s emellett az olivin iddingsites. Természetesen vegyileg van összefüggés a két folyamat között: fayalitos olivin inkább iddingsitesedésre alkalmas, míg utóvulkáni működésnél szerpentinisedés inkább forsterites olivin esetében megy végbe.

3. Mállási elméletek

Az egyszerű felszíni mállással kapcsolatos (oxidáció = „limonitosodás”) elképzeléseket az 1. pontban felsoroltak megcáfolják.

Az olivin zónásságával meg lehet kísérlni az iddingsitesedés felszíni mállással történő értelmezését, azonban ennek lehetőségét szintén több tényező zárja ki. Az iddingsit-övön kívüli ép olivin forsterites—fayalitos—forsterites összetételű zónás olivint, vagyis megforduló képződési sorozatot jelent. Ez csakis helyi magmás sajátság lehet, márpedig ezt a jelenséget mások is említik [3], magunk is megfigyeltük a grúziai doleritben is. Ilyen zónás olivin felszíni mállásánál a középső, fayalitos öv ferro—ferri-oxidációjánál mindkét határfelület azonosnak mutatkoznék, ezzel szemben jelentősen eltérnek egymástól. Legdöntőbb érv azonban az a tény, hogy az iddingsites öv és a külső, ép olivingyűrű a rezorbeált olivinnél pontosan követi az új határfelületet. Márpedig ez a rezorbcio a tufa-anyagon végzett vizsgálataink szerint a láva felszínrejutása után történik meg (mélyebben, a híg folyós olvadékokban jelentéktelen az olivin fizikai bomlása, ezt igazolják az üveg-lapillik majdnem teljesen ép felületű olivinjei), így a zónás felépítésből eredő elváltozást csak annyiban fogadhatjuk el, hogy az első olivin-generáció kristályai külsőbb részükben feltehetően több vasat tartalmaznak; ez elősegíti az iddingsitesedést.

A 11. fúrás felső lávaarárt felépítő főásványok mennyiségi eloszlása a fűrásmélység függvényében
Количественное распределение главных минералов, слагающих верхний лавовый поток скважины № 11, в функции глубины скважины

I. táblázat – Таблица I

Fűrásmélység Глубина скважины ásvány – минералы	olivin оливин	augit авгит	magnetit магнетит	földpát полевой шпат	egyéb прочие mineralok
3,8 – 5,0	2,9	nem mérhető			
5,0 – 6,0	6,1				
6,0 – 7,2	8,1	14,0		40,5	37,4
7,2 – 9,6	10,1	29,4		36,2	24,3
9,6 – 12,4	7,1	24,4	3,2	40,5	24,8
12,4 – 14,6	15,7	23,2	1,6	37,1	22,4
14,6 – 16,0	10,5	33,7	2,6	38,9	9,3
16,0 – 17,0	14,6	25,6	2,3	37,8	19,7
17,5 – 18,6	15,0	41,8	3,7	37,8	1,7
19,6 – 21,0	15,1	32,9	5,0	34,2	12,8

A 11. fúrás felső lávaarárt felépítő főásványok átlagos méretváltozása a fűrásmélység függvényében (μ -ban)
Изменение средних размеров главных минералов, слагающих верхний лавовый поток скважины № 11, в функции глубины скважины (μ)

II. táblázat – Таблица II

Ásvány	Olivin-átlag	Goethit-pseu- domorfóza	Goethit-pseu- do- morfóza olivinnel	Átmeneti olivin	Iddingsites olivin	Teljesen idding- sítés olivin	Ép olivin	Magnetit-átlag	Magnetit ilmenit- szelvényedéssel	Titanomagnetit	Földpát	Augit
3,8 – 5,0	582	582	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,0 – 6,0	447	477	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,0 – 7,2	577	—	577	—	—	—	—	—	—	—	114	67
7,2 – 9,6	553	—	553	—	—	—	—	—	—	—	136	65
9,6 – 12,4	459	—	348	635	448	172	—	32	39	32	145	28
12,4 – 14,6	551	—	—	—	642	229	—	43	58	31	145	50
14,6 – 16,0	561	—	—	—	683	485	174	76	101	74	180	38
16,0 – 17,0	372	—	—	—	592	225	—	37	44	36	185	53
17,5 – 18,6	474	—	—	—	636	344	156	60	71	54	158	38
19,6 – 21,0	528	—	—	—	575	180	71	63	—	63	257	41

Vegyelemzési adatok – Данные химанализа

III. táblázat – Таблица III

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
SiO ₂	48,76	49,65	49,89	49,56	49,37	47,66
TiO ₂	2,03	2,30	2,29	2,30	2,30	1,11
Fe ₂ O ₃	8,10	1,85	2,64	3,98	3,98	6,5
FeO	1,90	7,77	6,93	3,77	3,70	3,88
Al ₂ O ₃	17,84	15,62	15,75	15,68	14,54	17,38
MnO	0,18	0,17	0,17	0,18	0,12	0,28
MgO	5,64	7,59	7,35	7,18	7,04	6,54
CaO	7,44	8,23	8,25	8,20	8,78	8,26
Na ₂ O	3,72	3,46	3,78	3,59	3,06	2,83
K ₂ O	1,70	1,90	1,81	1,96	1,45	1,96
H ₂ O ⁺	0,62	0,46	0,34	0,54	1,29	2,16
H ₂ O ⁻	1,35	0,32	0,15	0,28	1,49	0,6
P ₂ O ₅	0,58	0,61	0,61	0,64	0,50	0,83
CO ₂	0,44	0,03	0,03	0,01	0,50	—
Cl	—	0,02	0,06	0,05	nyom	—
F	—	—	—	—	—	—
S	—	nyom	nyom	nyom	0,01	—
Cr ₂ O ₃	—	0,01	0,01	nyom	0,01	—
V ₂ O ₅	—	0,03	0,03	0,03	0,03	—
NiO	—	0,02	0,02	0,02	0,02	—
SrO	—	0,08	0,06	0,06	0,06	—
BaO	—	0,07	0,07	0,06	0,06	—
Li ₂ O	—	nyom	nyom	nyom	nyom	—
	100,30	100,19	100,24	100,09	100,31	99,99

1. Kabhegy, a-minta. Elemző: dr. Simó B. — Kovács B.-né.
2. Kabhegy, padragi erdő 5. kutató. Elemző: L. S. Theobald [8].
3. Kabhegy, F.-bánya. Elemző: L. S. Theobald [8].
4. Kabhegy, Köleskepe-árok, III. nyíladék, M.-bánya. Elemző: L. S. Theobald [8].
5. Ócs-Pula árokpart. Elemző: L. S. Theobald [8].
6. 11. sz. fúrás, 22,5—24,1 m. Elemző: Barabásné Serényi E.
1. Кабхедь, образец. Проанализировали: Д.-р. Б. Шимо — В. Ковач.
2. Кабхедь, Падрягский лес, искусственное разведочное обнажение № 5. Проанализировал: Л. Ш. Теобальд [8].
3. Кабхедь, карьер. Проанализировал: Л. Ш. Теобальд [8].
4. Кабхедь, ущелье Кёлескене, просека III, карьер. Проанализировал: Л. Ш. Теобальд [8].
5. Эч-Пула, берег балки. Проанализировал: Л. Ш. Теобальд [8].
6. Сквжина № II, 22,5—24,1 м. Проанализировала: Э. Шереньи — Барабаш.

TÁBLAMAGYARÁZAT — ЛЕГЕНДА К ТАБЛИЦЕ

XVII. tábla — таблица XVII.

1. Iddingsitesedett olivin ||
1. Иддингситизированный оливин ||
2. Iddingsites magvú olivin ||
2. Оливин с иддингситовым ядром ||
3. Iddingsitesedett olivin ép külső peremmel +
3. Иддингситизированный оливин с цельным внешним краем +
4. Magnetitlemezek orientált átnövése iddingsitesedett olivin. ||
4. Ориентированный перерост магнетитовых пластинок в иддингситизированном оливине ||

IRODALOM — ЛИТЕРАТУРА

1. Brown, G. — Stephen, I.: A structural study of iddingsite from New South Wales, Australia. *Am. Mineral.* vol. 44. p. 251—260. 1959. — 2. Dzócsenidze, G. Sz.: Domicenovij effuzívnyj vulkanizm Gruzii. (oroszul). *Izd. Ak. Nauk. Gruz. SzSzR. Tbilisi*, 1948. — 3. Edwards, A. B.: The formation of iddingsite. *Am. Mineral.* vol. 23. p. 277—281. 1938. — 4. Gay, P. — LeMaitre, R. W.: Some observations on „iddingsite”. *Am. Mineral.* vol. 46. p. 92—111. 1961. — 5. Hofmann K.: A déli Bakony bazalt-közetel. Budapest, 1875—78. — 6. Koch S. — Sztrókaý K. I.: Ásványtan. Tankönyvkiadó. Budapest, 1955. — 7. Mauritz B. — Harwood, H. F.: A Tattkacsoport bazaltos közelei. *Mat. Term. Tud. Ért.* vol. 55. p. 75—103. 1937. — 8. Mauritz B.: A dunántúli bazaltok petrokémiai viszonyai. *Földt. Közl.* vol. 78. p. 134—169. 1948. — 9. Pojžák T.: Kőzetani megfigyelések nógrád-gömöri bazaltos közeteken. *Földt. Közl.* vol. 73—74. p. 21—47. 1944—45. — 10. Reichert R.: Újabb adatok a salgótarjánkőnyeki bazaltos közetek petrokémiai ismeretéhez. *Földt. Közl.* vol. 55. p. 181—196. 1925. — 11. Reichert R.: Petrográfiai megfigyelések a nógrádmezei bazaltokon. *Földt. Közl.* vol. 57. p. 201—208. 1927. — 12. Smith, W. W.: Pseudomorphs after olivine in Markie-basalt. *Min. Mag.* vol. 32. p. 324—331. 1959. — 13. Smith, W. W.: Structural relationships within pseudomorphs after olivine. *Min. Mag.* vol. 32. p. 823—825. 1961. — 14. Sun, M. S.: The nature of iddingsite in some basaltic rocks of New Mexico. *Am. Mineral.* vol. 42. p. 525—533. 1957. — 15. Szádeczky K. E.: Geokémia. Ak. Kiadó. Budapest, 1955. — 16. Szeregházy K.: A gömöri Ajnácskő környékének bazaltos közelei. *Mat. Term. Tud. Ért.* vol. 61. p. 1028—1069. 1942. — 17. Wilschire, H. G.: Alteration of olivine and orthopyroxene in basic lavas and shallow intrusions. *Am. Mineral.* vol. 43. p. 120—147. 1958.

Иддингситизация в базальтах горы Кабхедь*

Др. ИШТВАН ВЕРЕШ

В вещественном составе базальтовых лавовых потоков наблюдается характерное изменение оливина: в верхней и средней частях лавового потока оливин обдается более или менее толстым, желтовато-бурым кольцом. Данное вещество, называемое исследователями иддингситом, на высших горизонтах переходит в непрозрачные (опаковые) псевдоморфозы, сетчатообразно пронизывающие и в конечном итоге полностью вытесняющие оливин. Согласно данным исследований в лавовом потоке, после его выхода на дневную поверхность, но еще до затвердевания его, происходит гидратационно-окислительный процесс. В результате данного процесса в горизонтах с повышенными температурой и давлением имеет место частичная гётитизация, сопровождаемая начальным выщелачиванием содержания Mg (и предположительно Si) оливина. Вследствие условий интенсивного окисления процесс иддингситизации наиболее полно завершается в верхних горизонтах: при совершенном разложении оливина образуются гётитовые псевдоморфозы, содержащие небольшое количество магнетита. В средних горизонтах при благоприятных условиях может иметь место новое выделение оливина за пределами иддингситовой полосы. Некоторые наблюдения указывают на то, что пластинчатые магнетиты изученных базальтов тоже представляют собой результат поверхностного выделения, что противоречит принятой до настоящего времени теории о первичном, глубинном происхождении магнетитов.

* Доклад был оглашен на заседании Венгерского Геологического Общества 24 января 1962 г.