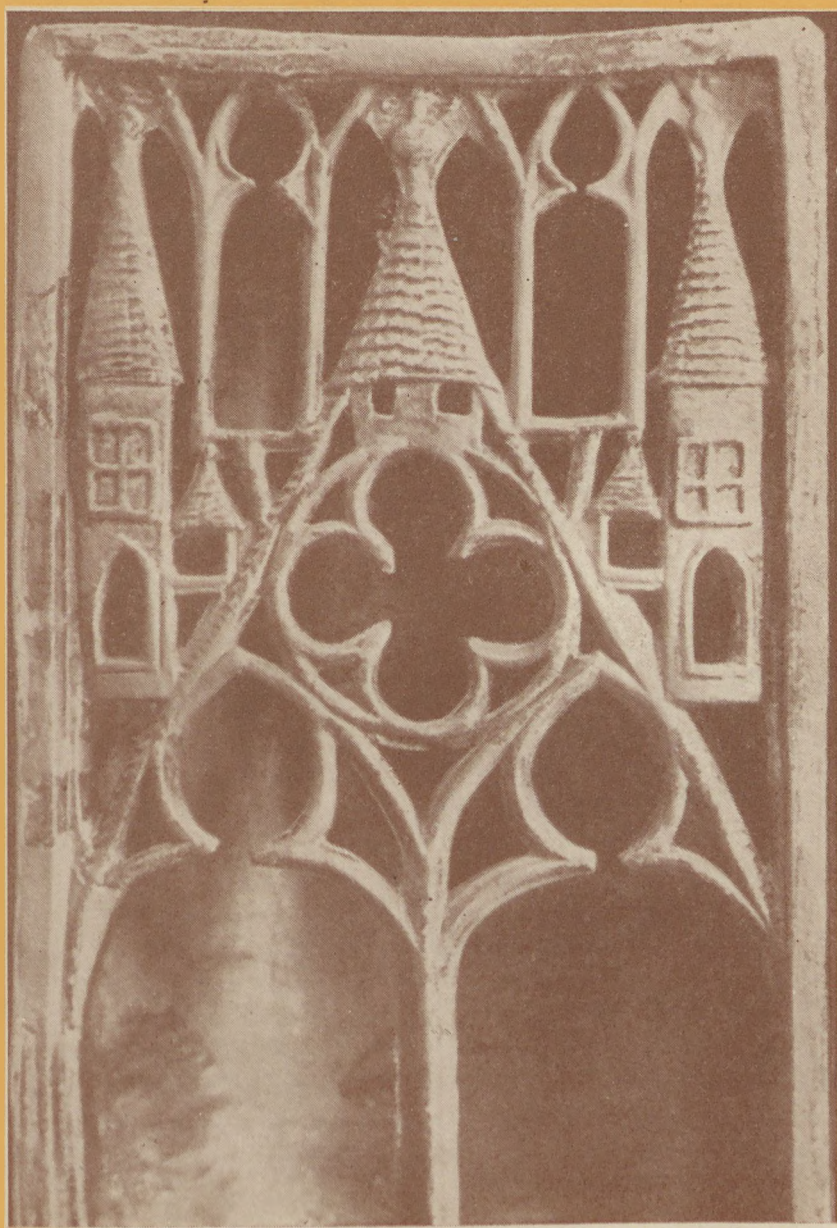


✓ 302.935
VVP

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

12. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámiu-, a téglu-, cserép-
és kőbányaiipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

★
Főszerkesztő:

dr. Korach Mór

★
Felelős szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

★
Szerkesztőbizottság:

Baritz Árpád

Beke Béla

Erdély Imre

Király Jenő

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

dr. Déri Márta

★
Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd u. 22

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★
Kiadója:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon: 113-450

★
Felelős kiadó:

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
<i>Dr. Korach Mór:</i> A szilikátipar helyzete Magyarországon	417
<i>Duma György és Galgóczy Béla:</i> Rézoxidral színezett ólomházak fizikai-kémiai tulajdonságainak vizsgálata, különös tekintettel a zöldmázras középkori kályhacsempékre	420
<i>Jugovics Lajos:</i> Néhány építésre és falazótömb előállítására alkalmas vulkáni tufaterületünk kőzetanyagának sajátosságai és bányászata	431
<i>Lőcsei Béla:</i> Olvasztott szilikátok előállításának szilikátkémiai alapjai	446
Lapszemle	459

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Д-р Мор Корач:</i> Положение силикатной промышленности в Венгрии	417
<i>Дьордь Дума, Бела Галгоци:</i> Исследование физико-химических свойств свинцовых глазурей, окрашенных с медной окисью, относительно печных изразцов с зеленой глазурью из среднего века.	420
<i>Лайош Йугович:</i> Выработка и свойства породы некоторых вулканических туфсовых месторождений, применимых в строительстве стеновых блоков.	431
<i>Бела Лэчеи:</i> Кремнехимические основы производства расплавленных силикатов.	446

I N H A L T

	Seite
<i>Dr. M. Korach:</i> Der Stand des Silikatgewerbes in Ungarn	417
<i>Gy. Duma und B. Galgöczy:</i> Die Untersuchung der physisch-chemischen Eigenschaften der mit Kupferoxyd gefärbten Bleiglasuren unter besonderer Rücksicht auf die mittelalterlichen Kacheln mit Grünglasur	420
<i>L. Jugovics:</i> Die Besonderheiten und die Gewinnung der zum Bauzweck und zur Herstellung von Mauerblöcken geeigneten vulkanischen Tuffsteine	431
<i>B. Lőcsei:</i> Die Grundprinzipien der Herstellung von Schmelzsilikaten	446

ÉPÍTŐANYAG

10. ÉVFOLYAM 12. SZÁM

A szilikátipar helyzete Magyarországon*

DR. KORACH MÓR

A szilikátipar mennyiségi fejlődése lényegesen nagyobb volt, mint a minőségi fejlődés. Visszatekintve a magyar szilikátipar fejlődésére, úgy érzem, hogy ma már a műszaki fejlődést nyitabb és bizakodóbb lélekkel szemlélhetjük, mint azelőtt és ebben nem kis része van annak, hogy szakembereink mind a SZU-ban, mind pedig a nyugati országokban szerzett tapasztalataikat felhasználják és továbbadják.

A brüsszeli kiállítás tapasztalatai alapján látjuk, hogy nyugaton a téglaiipar nemcsak hogy nem mutat visszaesést az egyéb építőanyagokhoz képest, hanem ellenkezőleg tovább fejlődik, meghazudtolva a nálunk eléggé elterjedt azon közhelyet, hogy a téglaiiparnak nincs jövője. A tendencia a nyugati országokban, amelyről a wiesbadeni kerámiai kongresszuson is meggyőződünk, az üreges, nagyméretű falazóelemek, valamint a mázas vagy tömörre égetett, vagy csak egyszerűen gondosabban gyártott burkolóelemek irányába mutat. Már a két évvel ezelőtt lezajlott bécsi kerámiai kongresszuson rámutattak e szempontból, hogy nyugaton a fődémek 95%-a készül üreges téglákból. Azóta különösen az olasz téglaiipar új megoldásokat hozott a héjboltozatok, sőt a rácsszerkezetek terén. Magyarországon az üreges téglagyártás tudvalevőleg visszafejlődött, a nagy elemek előállítására, amely szorosan összefügg a száraz sajtolással, még mindig nem indult meg. Az üreges nagyelemekből előregyártott fődémek úgyszólván ismeretlenek. E terén téglaiiparunknak igen sok a tennivalója.

A finomkerámiai ipar fejlődése Magyarországon minőségileg is, mennyiségileg is inkább

* Az Építőanyagipari Tudományos Egyesület 1958. évi közgyűlésén elhangzott előadás.

mondható kielégítőnek, bár a szanitéráru terén az ún. „vitreous-china” gyártásának hiánya évtizedes elmaradást jelent. Komoly az elmaradás a kerámia új ágaiban: a magas frekvenciás szigetelők és félvezetők terén, amely finomkerámiai szerkezeti anyagok fontosságát mi sem bizonyítja jobban, mint pl. az a tény, hogy nemrégiben az American Ceramic Society külön tagozatot állított föl ezen iparág összefogására, s a wiesbadeni kongresszuson egy színes filmen mutatta be a zirkonoxyd alapú hőálló szerkezeti anyagok előállítását és azok szerepét a modern repülőtechnikában. Ugyancsak messze elmaradtunk a Nyugat és a Szovjetunió mögött a csempegyártás terén, ha tekintetbe vesszük, hogy a legkorszerűbb csempegyártási technológia, a Kervit-csempegyártás, már kb. tíz üzemben működik nyugaton (részben az Óceánon túl), valamint a Szovjetunióban, míg nálunk azt még csak most tervezik.

A kötőanyagipar terén hazánk mennyiségileg még nem érte utól a legnagyobb ipari államokat az egy főre eső cement mennyiségében kifejezve. Minőségi szempontból nem lehet azt mondani, hogy különösebben elmaradtak lennének más országok mögött. Be kell azonban hoznunk a távolságot a külfölddel szemben a kohósalak-cement és a traszement gyártása tekintetében.

Az üvegyártás fejlődött viszonylag a leggyorsabban a technológia szempontjából Magyarországon automaták beállításával. Alig tettünk azonban valamit az optikai üvegek gyártása érdekében, holott fejlett műszeriparunk és elektronikánk jelentős valutafogyasztásra kényszerül e hiányosságok miatt.

Tűzálló anyagok terén nem állunk rosszul, sőt jelentős minőségi fejlődés előjelei mutat-

koznak, különösen a nálunk kiváló minőségben gyártott timföld felhasználásában. Az utóbbi években jelentősen fejlődött bázikus tégláexportunk, mert jóminőségű gyártmányainkkal részben visszaszereztük pozícióinkat a nyugati piacon. Sajnálatos módon kiváló minőségű magyar dolomit kincsünk még nem nyer megfelelő felhasználást. Hasonlóképpen sokatígérők a szigetelőanyagok gyártása terén folyó előtanulmányok, bár pl. az üvegszálgyártás ügye még nem áll valami jól.

Mindezek a negatívumok azonban távolról sem adnak okot aggodalomra önmagukban. Amit a magyar szilikátipar legsúlyosabb hiányosságának kell minősíteni, a jövő fejlődés előfeltételeire vonatkozik. Már hat évvel ezelőtt, mikor visszaérkeztem hazámba, első gondom volt a szilikátipar helyzetére vonatkozó statisztikai adatok összegyűjtése, s már akkor felhívtam az illetékesek figyelmét arra, hogy ez az iparág az utolsóelőtti helyen áll országunkban szakkáderek dolgában, arról nem is szólva, hogy átlagos szakkáder létszámunk a külfölddel, de különösen a Szovjetunióval szemben amúgyis alacsony. Ezt a hiányosságot, amely különösen nagy a szilikátkohászok s gépészek tekintetében, elkezdtük felszámolni egy megfelelő műszaki egyetemi és technológiai kiképzés megalapozásával: a kiképzés a múlt iskolaévben megindult a Budapesti Műszaki Egyetemen.

Közismert dolog, hogy a szilikátipar az egész világon zömében lokális jellegű, mert a szállítási költségek a szilikátipari termékek legnagyobb részének, az építőanyagoknak exportját majdnem lehetetlenné teszik egyrészt, másrészt az iparág nyersanyagai úgyszólván mindenütt rendelkezésre állnak. Az építőanyagipar alapja az építésnek, s az építkezés mennyisége legdöntőbb tényezője az életszínvonal emelésének. Építőanyagiparunk további elmaradása tehát alapjában fenyegetné életszínvonalunk emelkedését. Márpedig a technológia rohamos fejlődése az automatika irányában, amellyel másrészt a műszaki fejlesztés áll vagy bukik, parancsolólag követeli a műszakiak létszámának minél nagyobb emelését. Sajnos még mindig uralkodik itt-ott azon előítélet, hogy műszaki kádereképzésünk terén nincs baj, s az a másik előítélet, amely elsőrendű problémának nem a kádereképzést, hanem az ipartelepek fejlesztését tekinti. Még vannak akik úgy vélik, hogy ha egy korszerű gyárat fölépítettünk, akkor egy ilyen üzemmel elértük a megfelelő színvonalat függetlenül attól, hogy az üzemben felállított modern gépek mellett beállíthatók-e min-

den üzem legkényesebb, legdrágább és leghosszabb kiképzési időt igénylő készülékei: a szakemberek. Még mindig elfelejtik egyesek, hogy az üzemekben is a legfőbb érték az ember, s hogy egy jóminőségű szakembert nem lehet sorozatgyártásban, hetek alatt előállítani, mint egy gépet. Az Építőanyagipari Tudományos Egyesületnek meggyőződésem szerint egy pillanatig sem szabad elfelednie, hogy ha szakemberállományunk utánpótlása nincs biztosítva, a fejlődés lehetetlen. Az Egyesület hazafias kötelessége, hogy védje meg a rendelkezésre álló szakemberállományt s követelje annak nagystílú, a szocializmus építéséhez elengedhetetlen továbbfejlesztését.

Szilikátiparunk fő gondjának tehát az elsőszámú készülékek, a szakemberek hiányát kell tekinteni. A második rangban mindjárt utána következő nehézség ezen iparunk egész technológiai koncepciójára vonatkozik. A fejlettebb ipari államokban már rendszeresen bevezetett módszerek nálunk még nehezen tudnak behatolni a technológiába. Legyen elég néhány példa: az alagútkemence már mindenütt kiszorította a körkemencét, nálunk a téglaiiparban egyetlen alagútkemence sem működik. Az alagútkemence technológiája időközben maga is egyre inkább a gyorségetés felé mutat, vagyis egyre inkább bebizonyosodik, hogy az Olaszországban már egy évtizede bevezetett gyorségetési technológia elkerülhetetlenül ki fogja szorítani a mai nehézkes, drága, rossz hatásfokú és túlméretezett kemencéket. A wiesbadeni kongresszus egyik legnagyobb feltűnést keltett előadása egy gyorségető alagútkemencére vonatkozott, amelyben a tetőcserepeket legrosszabb esetben is 20 óra alatt égetik ki. De Olaszországban már egy évtizeddel ezelőtt működtek olyan alagútkemencék, amelyek 32 óra helyett 4 óra alatt égetik ki tökéletesen a fehér-ésérpedényt, s már akkor bebizonyosodott kísérletileg, hogy a téglát szendvicskemencékben 4 óra alatt tökéletesen ki lehet égetni. Azóta Olaszországban olyan kemencék működnek, amelyek a mozaiklemezeket $\frac{3}{4}$ óra alatt égetik ki, míg Németországban pl. ugyanilyen lemezeket még mindig 60 órás égetéssel állítanak elő, holott azonos minőségű termékről van szó. A Kervit-csompét kísérletileg pereek alatt sikerült kiégetni. A gyorségetés forradalmasítani fogja az egész szilikátipart, s nyugaton csupán a hatalmas kemenceépítő vállalatok anyagi érdekei gátolhatják annak elterjedését. A népi demokráciákban ez az érdekeltség elesik s éppen ellenkezőleg, minden eszközzel fejleszteni kellene ezt az irány-

zatot, ami mind a befektetéseket, mind pedig az üzemi költségeket (főleg a tüzelőanyagfogyasztást) meglepő mértékben esökkenti. Magyarországon etekintetben mindmáig semmit sem sikerült elérni.

Egy másik fel nem tartható irányzat az automatika fejlődése. Míg a Német Demokratikus Köztársaságban a szilikátiparnak saját automatizálási kutatóintézete van 300 főnyi létszámmal, addig nálunk az Építőanyagipari Központi Kutató Intézetnek automatizálási osztálya még nincs. Hogy az automatika mennyire fejlődik, arra éppen most szemléltető oktatást kaptunk Nyugat-Németországban, például a finomkerámia terén. Angliában már több mint két éve megindult egy teljesen automatizált téglagyár, mégpedig a világ legnagyobb téglagyára. A jénai automatizálási kutatóintézet már ugyancsak két éve kidolgozta az egész szilikátipar automatizálásának műszaki feltételeit és tudtommal egy ottani cementgyár már egy év óta ilyen berendezéssel működik. A wiesbadeni kongresszus utolsó előadása ugyancsak az automatikára vonatkozott, amellyel a faenzai főiskola kerámiai osztálya foglalkozott.

Ez a kérdés átvezet a magyar szilikátipar viszonylagos elmaradásának utolsó, de sorsdöntő jelentőségű okához: a kutatóapparátus elégtelenségéhez. Az egy évvel ezelőtt lezajlott nemzetközi szilikátipari konferencia, amelyet Budapesten tartottunk, visszhangot keltett az összes népi demokráciákban és kicsengése a wiesbadeni kongresszuson is érezhető volt az ott résztvevő szovjet, lengyel, csehszlovák és egyéb szakemberek körében. Az ÉaKKI megalapításával s annak ku-

tatási metodikájában megvalósított intézkedésekkel — amelyek pl. korszerűbbek, mint a wiesbadeni kongresszus alkalmával meglátogatott világhírű Max Planck Institut für Silikatforschung technológiai metodikája, annak ellenére, hogy viszont műszerellátottság dolgában az ÉaKKI eltörpül a nevezett intézet mellett — a magyar kormány elhatározó lépést tett a szilikátipari kutatás terén. Az Építésügyi Minisztérium tervbevett újabb intézkedései remélhetőleg tovább fogják fejleszteni e munkaterületet. Gyökeres revíziót igényel azonban itt is a még uralkodó hibás felfogás a kutatási profilok helyes kialakítására, a műszaki kuruzslásra, a kutatás irányítására vonatkozólag. A fejlődés az egész világon olyan irányban mutat, hogy a kutatómunka ma már nem lehet szubordinált, hanem csak koordinált a hatósági munkához képest: ez a követelmény testesül meg mindjobban a Szovjetunióban, Csehszlovákiában, a Német Demokratikus Köztársaságban és Nyugat-Németországban, Angliában, sőt az Egyesült Államokban is, mint azt a wiesbadeni kongresszuson tartózkodó, magyar származású, egyik keramikus kartársunk kifejtette.

Összefoglalólag: gondoskodjunk a káderutánpótlásról és a káderlétszám, valamint a korszerű kutatás fejlesztéséről elsősorban, a termelési egységre eső mind kisebb befektetési és termelési költségekkel járó, tehát gyors termelésű és automatizált üzemek felállításáról másodsorban, és akkor szilikátiparunk s ezzel — nem kis mértékben — életszínvonalunk jövője biztosítva van. A Tudományos Egyesület feladata érvényt szerezni ez irányelvnek.

Rézoxiddal színezett ólomházak fizikai-kémiai tulajdonságainak vizsgálata, különös tekintettel a zöldmázás középkori kályhacsempékre

DUMA GYÖRGY és GALGÓCZY BÉLA

Az a körülmény, hogy a zöld színű rézzel színezett ólomházas kerámiák gyakoriak a legrégebb emlékek között is, arra mutat, hogy a mázakba és üvegekbe bevitt réznek (rézoxidnak) a színező hatását már igen régen ismerték.

A zöld szín előállítására a kerámiában főleg a krómoxid megjelenéséig, de azután is, mindenhol minden időben elterjedten használták.

Nálunk elég későn, csak a XIV. században kezdik alkalmazni elsősorban kályhacsempékhez, a XV. században azonban már edényeken is látható. Általánosan a XV. századtól használják. A középkortól napjainkig túlnyomóan rézzöld kályhacsempékkel találkozunk. A budai vár területén folytatott ásatások során felszínre került leletanyagban is nagyszámmal vannak zöldmázás kályhacsempék [1], (1., 2., 3., 4. ábra).

Később a népi kályhásság jellegzetes korongon készült mázas színes kályha csempéi is csaknem kizárólag rézzöld mázzal készültek. Gyakran alkalmazták az idők folyamán korsók, tálak vagy épületdíszekhez. Népi fazekasságunk legkedveltebb zöld színt képző anyaga engobokhoz és mázakhoz ma is a rézoxid.

A legtöbb kályhacsempén és fazekaskészítményen az ólmos rézzöld mázak jellegzetes transzparens meleg fűzöld színűek. Vannak azonban közöttük olyan darabok is, melyeken az ólmos rézzöld mázak a többitől határozottan eltérő kékeszöld árnyalatot mutatnak. A budai vár területén végzett ásatások során felszínre került XIV. sz. és XV. sz.-i kályhacsempék között jól

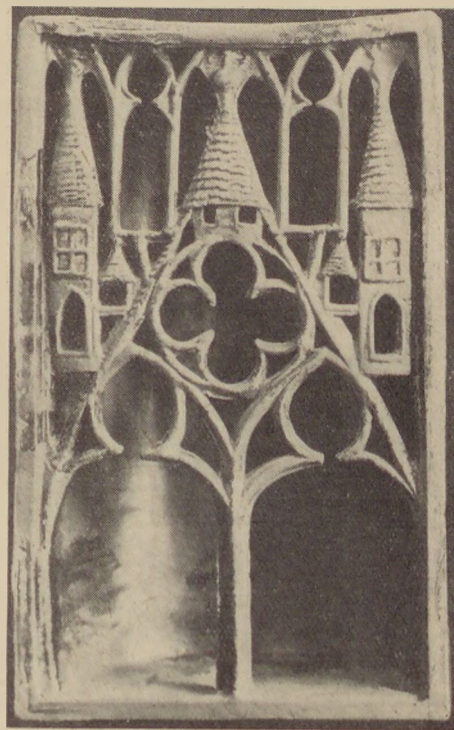
elkülöníthető V. László-kori csempecsoporthoz különösen szembevetendő ez az eltérés! A korábbi vizsgálatok alapján kétségtelenül összetartozó, azonos formákat mutató csempék máza nagyrészt az említett jellegzetes fűzöld, de közöttük néhány kékeszöld színű darab is akad [1, 2].

A rézzöld szín változását, illetve kialakulását befolyásoló tényezők vizsgálatával úgy a kerámia, mint az üveg területén számosan foglalkoztak, s azok általánosan ismertek. Így többen megfigyelték ólomtartalmú üvegek saját sárgás színének elszínező hatását [3, 4]. Ugyancsak ismert, hogy sárgászöld árnyalatot ad az üvegek színének az alumínium és vasoxid, valamint a bórsav is [4]. A kékes színt a réz az alkáli ólmos üvegekben, türkiskékéket az ólommentes alkáli mázakban főleg nátrium és calcium mellett ad [5]. A zöld színének, az üvegek összetételétől való erős befolyásolását azzal magyarázzák, hogy a rézoxid különböző egyszerű és komplex ionokként is oldatba mehet [6]. A vizsgálatok egybehangzóan megállapították, hogy a mázak vagy üvegek színe azonos rétegvastagságnál kis mértékben a réz koncentrációjától, főleg azonban az üvegek összetételétől függően változik.

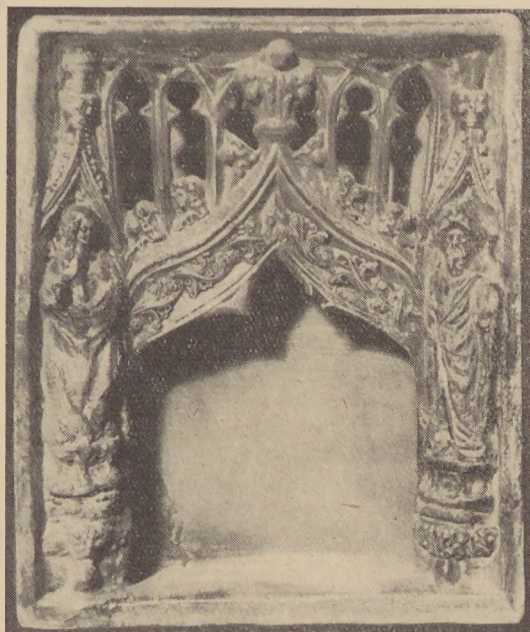
Kétségtelen, hogy az említett irodalmi adatok csaknem mind az általunk vizsgált mázaknál



1. ábra. Zöldmázás kályhacsempé griff madárral. Budai vár, XV. sz. eleje (mérete: 23 × 23 cm)



2. ábra. Zöldmázás mór műves kályhacsempé. Budai vár, Zsigmond kora (mérete: 36,5 × 22,7 cm)



3. ábra. Zöldmázos szentek alakjával díszített kályha-csempe. Budai vár, XV. sz. (mérete: 24,5 × 20,3 cm)

lényegesen magasabb hőmérsékleten Sk 6a-12 körül olvasztott üvegekkel kapcsolatosak, de tapasztalatból tudjuk, hogy azok a megállapítások az Sk 07a—05a között, tehát alacsonyabb hőmérsékleten használt mázakra is helytállóak.

Az említett V. László-kori csempecsoport kékeszöld és meleg fűzöld színű mázainak kémiai vizsgálata során azonban kitűnt, hogy a csempeket borító mázak kémiai összetétele egyrészt csaknem azonos, másrészt pusztán ólomoxidból, kovasavból és a színező rézoxidból, valamint kevés szennyező vasoxidból állnak.

Később hasonló eredményre jutottunk néhány kékeszöld fazekasmáz vizsgálata során is.

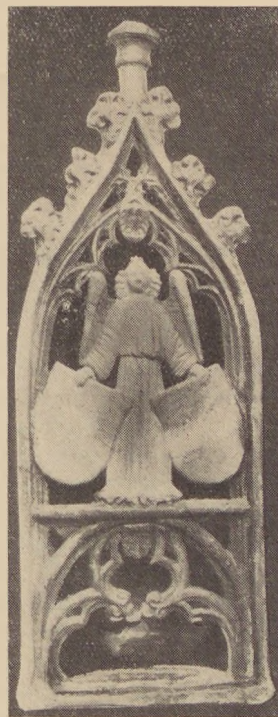
Mivel úgy a középkori zöldmázos kályhák, mint a fazekaskészítmények esetében a mázak színbeli eltérését kémiai összetételükkel megmagyarázni — az előzők szerint — nem lehetséges, ezért fel kellett tételeznünk, hogy az ólmos réz-zöld mázak színének kialakulását más tényezők is befolyásolhatják.

A kérdés tisztázására a középkori kályha-csempek és fazekaskészítmények mázain kívül, az általunk készített összehasonlító mázakat, valamint a mázak színezőanyagát, a rézoxidot is beható vizsgálat alá vettük.

A vizsgálatokat a Budapesti Történeti Múzeum (Vármúzeum) felkérésére végeztük.

Fémréz izzításával nyert rézoxid vizsgálata

Említettük már, hogy a vizsgálat tárgyát képező középkori kályha-csempekhez hasonlóan, a réz-zöld ólmos fazekasmázak között is megtalálhatók néha az azonos kémiai összetételű meleg fűzöld és kékeszöld mázak. A fazekasok szerint a kékeszöld mázak főleg abból az időből származnak, mikor még maguk készítették a mázakat és a színező rézoxidot is. E feltevést alátámasztani



4. ábra. Zöldmázos oromcsempe címertartó angyallal. Budai vár, 1454—57. (mérete: 54,5 × 19 cm)

látszott az a tény, hogy a régi fazekasáru között sokkal több a kékes, mint a fűzöld árnyalatú máz [7].

Mivel a kérdéses mázak ólomoxidon és kovasavon kívül csak a színező rézoxidot tartalmazzák, feltehető volt, hogy a mázak színbeli eltérését valami módon a felhasznált rézoxid befolyásolja. A kérdés tisztázására ezért először vizsgálat alá vettük a fazekasok által követett technológia szerint készített rézoxidokat.

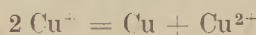
Ma már az egész országban gyárilag előállított, tehát kész mázakkal dolgoznak a fazekasok (8), de a színező oxidokat, különösen a rézoxidot sokan maguk állítják elő napjainkban is.

Tudjuk, hogy az ókori népek réz izzításával nyerték a rézoxidot [9]. Ez az ősi technológia mai napig fennmaradt a fazekasok között, kik oly módon készítik a rézoxidot, hogy vörösréz darabokkal megtöltenek egy mázatlan cserépedényt, és azt az áru között kiégetik. Az égetés után a réz felületéről leütögetik a keletkezett oxidréteget (revét), a visszamaradó fémrezt azután ismét kiizzítják, hogy megint rézoxidhoz jussanak.

Az ily módon készített rézoxid szemmel is láthatóan az egy és kétértékű rézoxid keverékéből, valamint kevés fémrézből áll.

Ezért a rézoxid vizsgálatához olyan megfelelő analitikai módszerre volt szükség, mellyel ennek a terner rendszernek három komponense biztonságosan meghatározható. Ilyen racionális elemzés elvégzése nem volt problémamentes. Az ismert réz meghatározási módszerek minden további nélkül nem alkalmazhatók erre a feladatra. Mindenekelőtt a fémréz elválasztását kellett megoldani a

rézoxidtól. Számos kísérlet alapján erre az 1 : 1 arányban hígított sósav felelt meg. Pro analisi minőségű, a gyakorlatban elemzésre kerülő réz-oxidok granulometriájával egyező fémrészecskék és rézoxidok előre meghatározott keverékének analízise során kapott értékek azt mutatták, hogy az 1 : 1 arányban hígított sósav szobahőmérsékleten 1 óra alatt a rézoxidok 100%-át oldatba viszi, míg a jelenlevő fémrezt az analízisben megengedett hibahatáron belül érintetlenül hagyja. Ennek fogva a fémreze vonatkozóan correctio alkalmazása szükségtelen volt. Az elválasztás során kapott oldatok réztartalmát kénsavas közegben elektrogravimetrikusan határoztuk meg. A kétféle réz-oxid egymás melletti meghatározását a szelektív kioldás után oldatból azért nem lehet biztonság- gal végezni, mivel az egyértékű rézionok oldatban diszproporcionálódni képesek :



Ezért a jodometriás meghatározási módszert nem alkalmazhattuk. Szóba jöhetett még ferriszulfát erősen kénsavas oldatának használata, melyet Bertrand a redukáló cukrok meghatározásánál alkalmazott az egyértékű rézoxid feloldására, majd az egyértékű rézoxiddal egyenértékben keletkezett ferroszulfát permangaometrikus meghatározása. A diszproporcionálódásból eredő hibákon kívül használhatatlan ez a módszer a fémréz jelenléte miatt is, mivel a kénsavas közegben a fémréz is oldódik átmeneti oxidképződés közben ; továbbá éppen ennek következtében ellenőrizhetetlen oxidáció és redukció mehet végbe ; a keletkező kén-dioxid akár a ferriszulfáttal, akár a kétértékű rézvegyülettel is reagálhat.

Olyan módszert kellett ezért választanunk, amely ha minden vonatkozásban nem is direkt, azonban pontossága a megengedett hibahatáron belül van. A minták elemzését a következő módon végeztük :

A megfelelően előkészített mintákból 6—8 párhuzamos bemérést végezve, először a leírt módon elválasztottuk a fémrezt és a szennyezéseket az oxidokból. A szűret és a szüredék réztartalmát elektrogravimetrikusan határoztuk meg. A szennyezések súlyát külön bemérésekből állapítottuk meg. Ily módon kvantitatíve elválasztottuk a fémrezt, a szennyezéseket és az oxidokat egymástól. A kétféle rézoxid mennyiségét úgy állapítottuk meg, hogy számos bemérésből porceláncsónakban elektromos csökemencében a mintákat oxigénáramban 30 percig 800 °C körül tartottuk, majd a teljes oxidációkor fellépő súlygyarapodást mértük. Előzetesen pro analisi rézforgáccsal megállapítottuk, hogy ilyen körülmények között teljes oxidáció következik be.

A minta összes súlya, a fémréz súlya, az oxigénhez kötött réz súlya, továbbá a teljes oxidációkor fellépő súlynövekedés ismeretében a kétféle rézoxid és a fémréz mennyisége meghatározható.

Az ismertett analitikai módszerünk segítségével legelőször az ország különböző helyeiről begyűjtött, fazekasoktól származó fémréz izzítá-

sával nyert rézoxidmintákat vettük vizsgálat alá. Összesen 10 mintát vizsgáltunk meg, melyek közül jellegzetes típust képviselő oxidösszetételt az I. táblázatban adunk :

I. táblázat

Sz.	Cu %	Cu ₂ O %	CuO %
1.	2,95	52,96	44,09
2.	1,60	58,29	40,11
3.	1,40	31,68	66,92
4.	1,80	16,65	81,55

A legtöbb rézoxid az 1—2. sz., a többi a 3. és 4. sz. mintát közelítette meg. Az elemzések sok hasonlóságot és emellett több eltérést mutattak, melyek jól egyeztek az azonos vagy eltérő égetési körülményekkel.

A fémréz égetésével nyert rézoxid vizsgálatánál szerzett tapasztalatainkon kívül a fizikai kémia elméleti megállapításaira, továbbá a szakirodalomban talált adatokra támaszkodtunk.

Fizikai kémiai szempontból itt heterogén rendszer egyensúlyáról van szó, amely felírható



egyenlet formájában. Figyelembe vettük a heterogén egyensúlyokra érvényes megfontolásokat. A tiszta anyagok kémiai potenciálja adott nyomáson és hőmérsékleten rájuk jellemző állandó, és az aktivitások tiszta anyagok esetében 1-gyel egyenlők. Ha pedig feltételezzük, hogy a reakció nem a kondenzált, hanem a gázfázisban játszódik le és a kondenzált halmazállapotban levő komponens gőzalakban reagál, aktivitása gőzállapotban is 1, mivel a kondenzált fázisban levő anyag és gőze között megoszlási egyensúlynak kell fennállnia. Racionális aktivitások használata mellett az egyensúly feltétele :

$$\mu_{\text{O}_2} + RT \ln a_{\text{O}_2} = \mu_{\text{Cu}_2\text{O}} + RT \ln a_{\text{Cu}_2\text{O}}$$

mivel a standard kémiai potenciálok (μ_0) függetlenek a halmazállapottól, kiesnek az összefüggésből. Ebből következik, hogy

$$a_{\text{O}_2} = a_{\text{Cu}_2\text{O}}$$

azaz az aktivitás a kondenzált halmazállapotban egyenlő az aktivitással a gázban. Ily módon erre az egyensúlyra alkalmazható a homogén egyensúlyok termodinamikája, azzal az egyetlen változtatással, hogy miután 1-nek bármilyen hatványa szintén 1, a fenéktestként előforduló komponensek aktivitását az egyensúlyi állandóból elhagyhatjuk.

Ily módon viszonylag alacsony nyomásokon az oxigén fugacitását parciális nyomásával véve egyenlőnek, a felírt reakció szerint :

$$K_p = p_{\text{O}_2}$$

azaz az egyensúlyi állandó egyenlő az oxigén parciális nyomásával, mely az ismertett egyensúlyban a disszociációs nyomással azonos.

A heterogén gázreakciók egyik fontos csoportjánál a szilárd vegyületek hevítésre szétbomlanak és a bomlástermékek egyike vagy másika gáz. Ilyenkor a hőmérséklettől függő egyensúlyi diszszociációs nyomások állnak be. Feltételeztük, tapasztalataink alapján, hogy a heterogén egyensúlyok olyan speciális esetével állunk szemben, amikor bizonyos hőfokintervallumban a reakció a nyíl egyik irányában, más hőmérsékleti tartományban a nyíl másik irányában folyik le.

Mivel azonban egy reakció egyensúlyi állapotjából a keletkező termékek mennyiségi viszonyaira lehet következtetni, az egyensúlyi állandó, illetőleg a disszociációs nyomás hőfok függvényében való változásából egy ilyen reakció várható lefolyásának iránya meghatározható volna. Ideális esetben a keletkező termékek mennyiségi viszonyai is kiszámíthatók lennének, és ebből feltételezéseink megalapozottságára következtetéseket vonhatnánk le. Ez az összefüggés kiszámítható a fajhőfüggvények, a normálaffinitás és a képződéshők ismeretében a következőképpen :

$$\Delta' H^\circ = \Delta' H_0 + \Delta' \alpha T + \frac{\Delta' \beta}{2} T^2 + \frac{\Delta' \gamma}{3} T^3$$

ahol a $\Delta' H^\circ$ = képződéshő
 a $\Delta' H_0$ = integrációs állandó
 a $\Delta' \alpha, \Delta' \beta, \Delta' \gamma$ = a fajhő függvények együtthatóinak stöchiometrikus egyenlet szerint képezett algebrai összege.

Ebből kifejezve a $\Delta' H_0$ -t és behelyettesítve a következő egyenletbe :

$$\Delta' \mu^\circ = \Delta' H_0 + \Delta' \alpha T \ln T - \frac{\Delta' \beta}{2} T^2 - \frac{\Delta' \gamma}{6} T^3 - IRT$$

ahol a $\Delta' \mu^\circ$ = a normálaffinitás,
 az I = integrációs állandó,
 az R = gázállandó.

Innen I integrációs állandót kifejezve és behelyettesítve az egyensúlyi állandóra érvényes összefüggésbe :

$$\ln K_p = - \frac{\Delta' H_0}{RT} + \frac{\Delta' \alpha}{R} \ln T + \frac{\Delta' \beta}{2R} T + \frac{\Delta' \gamma}{6R} T^2 + I$$

Az egyértékű rézoxid fajhőfüggvénye a kritikus 1073 K° és 1273 K° között az irodalomban nem szerepel, csak szobahőmérsékleten : 273—376 K° ($C_p \text{ Cu}_2\text{O} = 14,34 + 6,2 \cdot 10^{-3} T$) [11].

Ily módon ezekből az összefüggésekből nem kaphattunk olyan számadatot, amely kutatásunkat előmozdította volna, illetőleg feltételezéseinket igazolná.

A szakirodalomban a felírt reakció disszociációs nyomásaira a hőfok függvényében levegő atmoszférán, azonban kísérleti úton mért adatokat találtunk ; melyeket W. Stahl szerint [12] az alábbi táblázatban közlünk :

II. táblázat

T C°	500	1000	1500	1600	1700	1800	1900
p_{O_2} atm	0,0237738	0,075404	0,01402	0,06822	0,2774	0,9708	2,9929

— Ez azt jelenti, hogy a reakció csak 1600 C° körül tolódik el az egyértékű rézoxid képződése felé. Foote és E. K. Smith [13] a disszociációs nyomásokra levegőatmoszférán az alábbi táblázatot adja meg :

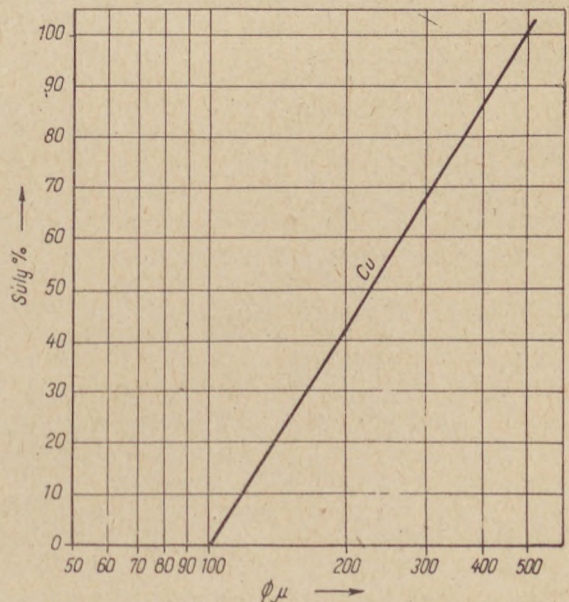
III. táblázat

T C° ...	900	950	1000	1010	1020	1030	1040	1050
p_{O_2} Hgmm	15,8	37,5	99	121	143	171	204	239

Ez azt jelenti, hogy 1025 C° felett már csak az egyértékű rézoxid a stabilis.

Ezek az adatok nem egyértelműek, sőt egymásnak ellentmondók. Azt azonban világosan mutatják, hogy a szóban forgó folyamat egyensúlyának alakulása a hőfok függvényében történik.

Az említett probléma megoldásához kísérletsorozatot kellett végeznünk. Erre azért is szükség volt, mivel az elméleti összefüggések csak ideális körülmények között, zárt rendszer esetén érvényesek. Kísérleteinket közel olyan



5. ábra. Az izzításra használt rézoxid szemcsemegoszlása

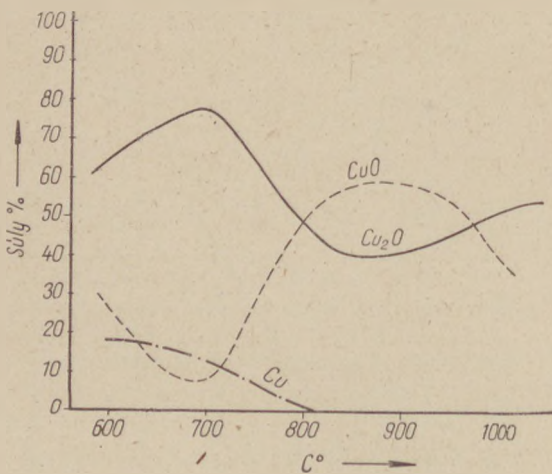
körülmények között kellett folytatni, amely az említett, fazekasok által ma is használt, a régi időkben is követett technológiának megfelel. Mivel az izzítást levegőatmoszférán végezték, a reakció termésetét ugyancsak levegőatmoszférán kellett vizsgálat tárgyává tenni.

Kísérleteinket a következőképpen végeztük: mázatlan porceláncsónakokba bemértünk pro analisi minőségű, azonos granulometriájú fémrezt, azonos mennyiségben és rétegvastagságban. A réz granulometriáját az 5. ábra mutatja. Minden esetben 6,000 g rezt mértünk be. A mintákat az első kísérletünknel 30 és 120 percig égettük, ejtőkengyeles műszerrel vezérelt kantálszálas elektromos kemencében, 600, 700, 800, 900 és 1000 C°-on. A kemence a hőmérsékletet ± 5C° pontos-sággal tartotta.

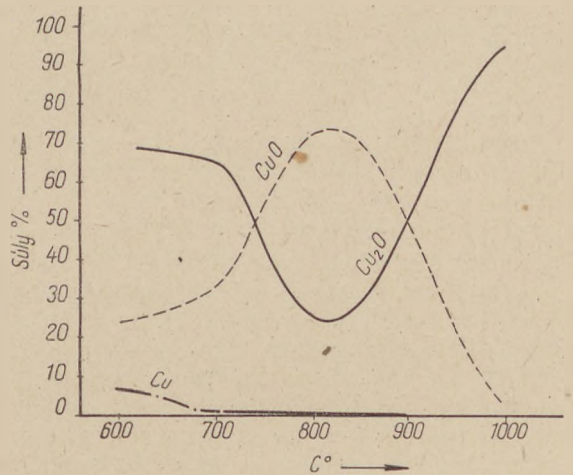
Nyilvánvaló volt, hogy a beálló egyensúlyra nemcsak az égetési hőfok fog döntően kihatni, hanem a kapott eredményekre a reakciókinetika tényezői: az égetési idő, a minták szemcseeloszlása és rétegvastagságán keresztül a diffúzió-sebesség is befolyással lesz. Ezért volt szükség arra, hogy azonos rétegvastagságot, szemcseeloszlást és égetési időt tartssunk be. Feltételeztük azonban, hogy a beálló egyensúly elsősorban a hőfoktól függ, a többi tényező csak kisebb vagy nagyobb eltolódást okozhat az egy bizonyos hőfokon stabilis termék átalakulásának mértékében. Feltételeztük azt is, hogy egy bizonyos idő elteltével a beálló egyensúlyok már gyakorlatilag nem változnak.

A mintákat kiegészítés után az ismertetett módon elemeztük meg. A kapott értékeket a IV. táblázatban, ill. a 6. és 7. ábrákban adjuk meg; a komponensnek átalakulási %-át a hőfok függvényében ábrázoljuk.

Az eredmények azt mutatták, hogy 900° körül döntő változás következik be; 800°-on a kétértékű rézoxid a stabilis, viszont 1000° körül már az egyértékű. Eredményeink igen közel állnak a Foote és E. K. Smith által közölt adatokból levonható következtetésekhez [13].



6. ábra. Az egy- és kétértékű rézoxid, valamint fémrezt rendszer összetételének %-os megoszlása, a hőfok függvényében. Izzítási idő 30 perc



7. ábra. Az egy- és kétértékű rézoxid, valamint fémrezt rendszer összetételének %-os megoszlása, a hőfok függvényében. Izzítási idő 120 perc

IV. táblázat

Égetés hőfoka C°	Égetés időtartama					
	30 perc			120 perc		
	Cu	Cu ₂ O	CuO	Cu	Cu ₂ O	CuO
600	18,67	65,38	15,75	7,14	69,17	23,69
700	13,42	77,29	9,29	1,58	65,71	32,71
800	0,88	49,36	49,76	0,26	26,47	73,27
900	Nyom.	41,80	58,20	Nyom.	50,32	49,68
1000	Nyom.	50,80	49,18	Nyom.	95,90	4,11

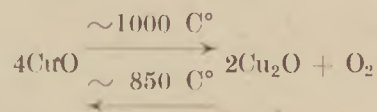
Összehasonlítva a 30 és 120 perces égetési időtartam befolyását a minták összetételére, azt látjuk, hogy bizonyos idő eltelte után kizárólag az azon a hőfokon stabilis termék teljes vagy részleges konverziója következik be, a hőmérséklet által megszabott irányban.

Megállapításunkat alátámasztja a réznek azonos hőmérsékleten az idő függvényében való égetése, melynél kitűnt, hogy 800 C° hőmérsékleten idővel az azon a hőfokon stabilis termék teljes konverziót mutat (8. ábra).

IV/a táblázat

Égetési idő	Égési hőfok: 800 C°		
	Cu	CuO	Cu ₂ O
30 perc	0,88	49,76	49,36
60 perc	0,34	58,00	41,66
120 perc	0,26	73,27	26,47
300 perc	0,20	73,38	26,42
600 perc	0,10	75,48	24,42

Ennek alapján az ismertetett egyensúly felírható az alábbi szimbolikus formában:



Tehát a kétértékű rézoxid disszociációs nyomása 850 és 1000°C között haladja meg az oxigén parciális nyomását a levegőatmoszférában.

Utalnunk kell itt még néhány irodalmi adatra, melyek megállapításainkat igazolják [14]:

Bradford szerint normál légköri nyomáson 1050°C körül, illetőleg felett kétértékű rézoxidból kvantitatíve egyértékű keletkezik.

E. Duhme szerint [15] egyenirányítókhoz és fényelektromos célokra egyértékű rézoxidot fémrézlemez 1000°C-on való hevítésével lehet előállítani.

L. Czernski [16] szerint fémréz hevítésekor 0,07—0,35% fémréztartalommal egyértékű rézoxid keletkezik.

M. Tomita, S. Uyeo [17] szerint analitikai célokra használt kétértékű rézoxid 0,3—0,7 mm átmérőjű fémrézdrót 830—860°C-on való izzításával állítható elő.

Raymond E. Kirk és Donald F. Othner egyetemi tanárok szerint [20]: „Minden hőmérséklet-hez tartozik egy egyensúlyi oxigénnyomás, amely megfelel egyrészt a fémréz — egyértékű rézoxid, másrészt az egyértékű oxid — kétértékű oxid egyensúlyának. A beálló egyensúly függ a hőmérséklettől és az alkalmazott égetési technológiától.

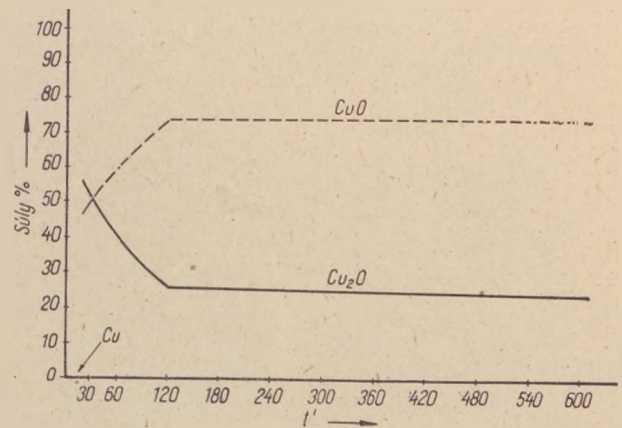
Ia egyértékű rézoxidhoz kívánunk jutni, a kiindulási nyersanyagot (fémréz, kétértékű rézoxid) magasabb hőmérsékletre kell hevíteni, olyan hőmérsékletre, amelyen a kétértékű rézoxid disszociációs nyomása meghaladja az oxigén parciális nyomását a levegőben. A nyert terméket célszerű inert atmoszférában lehűteni, vagy a hűtést hirtelen végezni. Ia a fémrezt kemencében oxidáló atmoszférában égetjük hosszabb ideig, mérsékelt hőmérsékleten, fekete, kétértékű rézoxidot nyerünk.”

Annak vizsgálata, hogy az egyensúlyi állapotok a szemcseeloszlás, rétegvastagság, ezeken keresztül a diffúziósebesség, továbbá az égetési idő függvényében milyen mértékben állnak be, folyamatban van, így például sikerült 860°C hőmérsékleten 39,90% tisztaságú kétértékű rézoxidot előállítanunk.

A mázak színének vizsgálata

A rézoxid színezőhatásának tanulmányozására változó PbO—SiO₂ tartalommal mázsorozatot készítettünk. Ezeket a mázakat színező oxid nélkül és rézoxiddal színezve is vizsgáltuk. A középkori kályhacsempék vizsgálat tárgyát képező mázai [2] a fazekasmázakhoz hasonlóan a PbO·SiO₂ összetételt közelítik meg. A készített mázsorozat első, legtöbb ólmot tartalmazó tagja 2PbO·SiO₂ összetétellel már nem használható gyakorlatilag mázként. A sorozat utolsó tagja a legkevesebb ólmot tartalmazza: PbO·1,5 SiO₂ összetételnek felel meg, és azt a mázat képviseli, mely a kívánt legalacsonyabb hőmérsékleten, a meghatározott idő alatt még simán kiolvad.

A mázak égetését ejtőkengyeles műszerrel vezérelt laboratóriumi elektromos kemencében végeztük, melynek hőfokemelkedése 15°C/perc volt. A rézöld ólmos mázak égetését 800°C és 1000



8. ábra. Az egy- és kétértékű rézoxid és fémrézrendszer összetételének változása azonos hőfokon (800°C) az idő függvényében

°-nál végeztük, egy-egy hőfokon minden esetben 120 perc időtartammal. A mázak égetésére azért választottuk e két hőmérsékletet és időtartamot, mert egyrészt így tudtuk a kályhás és fazekasmázak gyakorlati égetési körülményeit a legjobban megközelíteni, másrészt a rézoxid festőhatásának tanulmányozására, a fémréz izzításával nyert rézoxid vizsgálata alkalmával nyert adatok szerint is legalkalmasabbnak látszott [6, 7]. 800°C körüli hőmérsékleten a rézoxid kétértékű rézoxid tartalma maximumot, az egyértékű minimumot, 1000°C körül a kétértékű rézoxid tartalma minimumot, az egyértékű maximumot mutat.

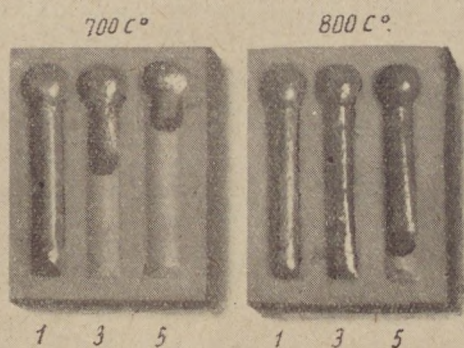
A kísérleteinkhez használt mázak összetételét az V. táblázat tünteti fel.

V. táblázat

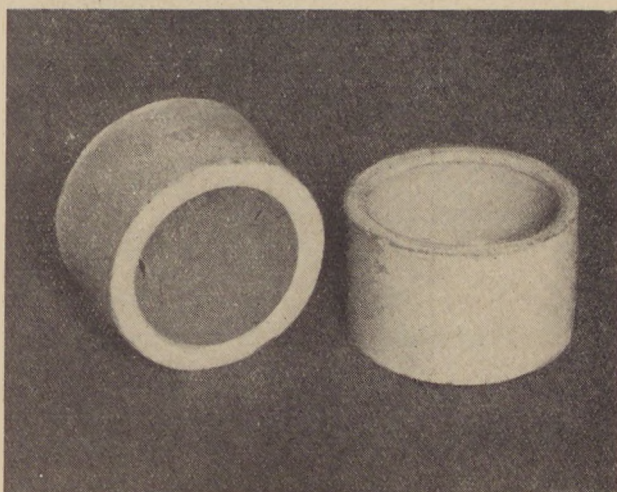
Sz.	PbO : SiO ₂	PbO + SiO ₂ %
1.	2 PbO · SiO ₂ — (PbO · 0,5 SiO ₂) —	88,1 + 11,9
2.	1,3 PbO · SiO ₂ — (PbO · 0,75 SiO ₂) —	83,4 + 16,6
3.	PbO · SiO ₂	78,8 + 21,2
4.	PbO · 1,25 SiO ₂	74,6 + 25,4
5.	PbO · 1,50 SiO ₂	71,2 + 28,8

A fenti mázakat általában mint nyers mázakat alkalmaztuk, de ellenőrzésként fritteket is készítettünk mindegyikből. Az ólomoxidot mindig minium formájában, purum minőségben, a kovaszavat —60 mikron szemcséjű örlött, nemesített iszkaszentgyörgyi üveghomok alakjában használtuk a mázkeverékekben. A homoknak mindössze 0,04% vasoxid szennyezése volt. A mázak színezőanyagaként egy- és kétértékű rézoxidot p. a. minőségben, illetve p. a. fémréz izzításával nyert keverék rézoxidot alkalmaztunk. A vizsgálatainkhoz használt 1—5. sz. szintelen mázából készült zöld mázak 1% kétértékű, ill. ennek megfelelő mennyiségű egyértékű rézoxidot vagy fémréz izzításával nyert keverékrézoxidot tartalmaztak.

E rézoxid mennyiség a mázakat olvadákonnyabbá tette és viszkozitásukat erősen csökkentette. Az ismert módon Endel és Wens-féle — jó gyakorlati értékeket adó — csatornás viszkoziméterrel való vizsgálatnál kitűnt, hogy már 800



9. ábra. Az 1., 3. és 5. sz. mázak folyáspróbbái Emdel és Wens-féle csatornás viszkoziméterben.



10. ábra. A mázak olvasztásánál használt tégelyek. A baloldali tégely alja a mázig lecsiszolt állapotban látszik.

$^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet eléréseivel a legkevesebb ólmot tartalmazó — (legkeményebb) — 5. sz. máz is simán kiolvad. A 9. ábra az 1, 3, és 5. sz. mázakat mutatja $15^{\circ}\text{C}/\text{perc}$ hőmérsékletemelkedés mellett, 700°C , illetve 800°C elérésekor.

A mázak színváltozását áteső fényben, a cseréptől függetlenül akartuk tanulmányozni. Mivel a megolvastott mázakból üveglapoknak öntéssel (préssel) való szokásos készítése nem vált be, új eljárást kellett kidolgoznunk, melyet a következőkben ismertetünk.

A színtelen és színes mázkeverékek azonos mennyiségét egy-egy kis köralapú 47 mm átmérőjű, 30 mm magas, 5 mm falvastagságú tégelyben olvasztottuk meg. A megolvadt mázak kb. 5 mm vastagságban borították be a kis tégelyek fenekét. — Az előzetes kísérletek tanúsága alapján a tégelyek anyagát iszapolt zettlitz kaolinból készítettük, s azokat Sk 05a-nál kb. 20% látszólagos porozitásig kiégettük. Az így készült tégelyeket a mázak alig tárták fel és azok úgy a gyors hűtésnek, mint a későbbi mechanikai igénybevételnek jól megfeleltek. A tégelyekben levő megolvadt mázakat a kívánt hőfok elérése, illetőleg idő eltelte után megmerevedésükig hirtelen, onnan igen lassan hűtöttük. Lehűlésük után a tégelyek fenekét azonnal a mázrétegig lecsiszoltuk. Ily módon egy kerámia gyűrűbe foglalt kb. 3 mm vastag mázréteget (üvegréteget) kaptunk, melyet később a kívánt vastagságra becsiszolhattunk.

A 10. ábra a máz olvasztására szolgáló tégelyeket mutatja, az egyiknek az alja már becsiszolt állapotban látható.

Ismertetett vizsgálati módszerünknek több előnye van. Lehetővé vált a kerámiai úton cserépre égetett mázak tetszőleges vastagságú rétegének úgy ráeső, mint áteső fényben való vizsgálata. Biztosítani tudtuk minden esetben az optikai vizsgálatok relatív jóságához szükséges egyenletes rétegvastagságot. A cserép és máz határfelületén levő feltáródás nem zavart. Égetés alatt a megolvadt mázak rétegvastagsága és felülete a mázak viszkozitásától függetlenül gyakor-

latilag minden mintánál azonos lehetett, végül a lehűtést követő csiszolás után a cseréptől elválasztott vékony mázhártyán repedések nem keletkeznek.

Tekintettel arra, hogy üvegek transzparenciája az egyes hullámhosszakon a rétegvastagsággal erősen változik, az optikai vizsgálathoz közel azonos vastagságra csiszoltuk a mázrétegeket. A megfelelően előkészített 1—5. sz. színtelen és rézzel színezett mázaknak Pulfrich-rendszerű Stanko universal szakaszos fotométerrel áteső fényben meghatároztuk az abszorpciós spektrumait.

Az abszorpciós spektrumok értékeinek meghatározásánál használt összefüggéseket az alábbiakban adjuk.

Lambert törvénye szerint :

$$\log \frac{I_0}{I} = \beta_{\lambda} \cdot l$$

ahol I_0 = belépő fény intenzitása

I = az l -rétegen való áthaladás után lecsökkent fényintenzitás

l = rétegvastagság

β_{λ} = Bunsen-féle extinkciós koefficiens
Beer módosítása szerint :

$$\beta_{\lambda} = \gamma_{\lambda} \cdot c$$

ahol γ_{λ} = moláris extinkciós koefficiens

c = koncentráció.

Ha bevezetjük az alábbi jelölési módot :

$$\log \frac{I_0}{I} = E_{\lambda}$$

ahol E_{λ} = extinkció,

úgy a fentiek figyelembevételével, az egyesített Lambert—Beer-féle törvény a következő formát ölti :

$$E_{\lambda} = \log \frac{I_0}{I} = \gamma_{\lambda} \cdot c \cdot l$$

$$B\% = \frac{I}{I_0} \cdot 100$$

ahol B = transzparencia

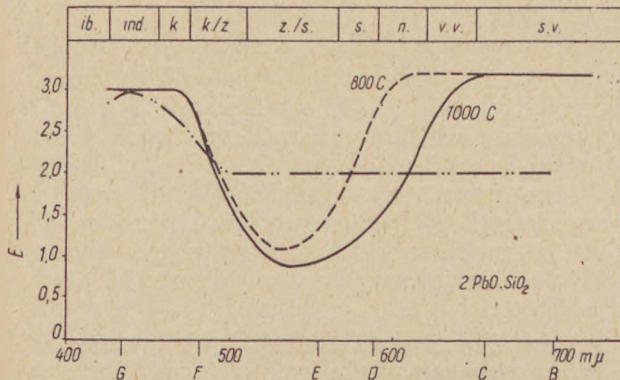
$$A\% = \frac{I_0 - I}{I_0} \cdot 100$$

ahol A = abszorpció

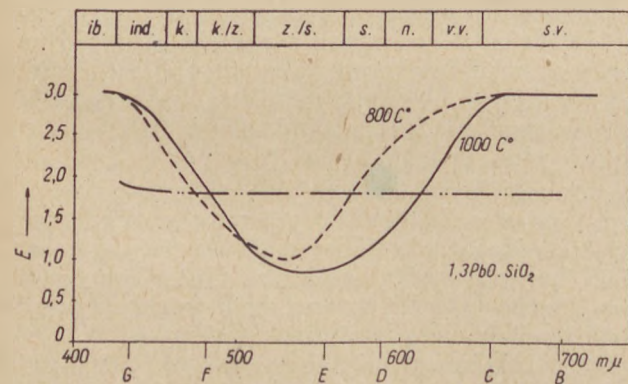
$$E = \log \frac{100}{B} = \log \left(1 - \frac{100}{A} \right)$$

A fotométer diafragmákat állító mikrométer csavar dobján a transzparencia közvetlenül olvasható le, amiből a számított extinkcióérték:

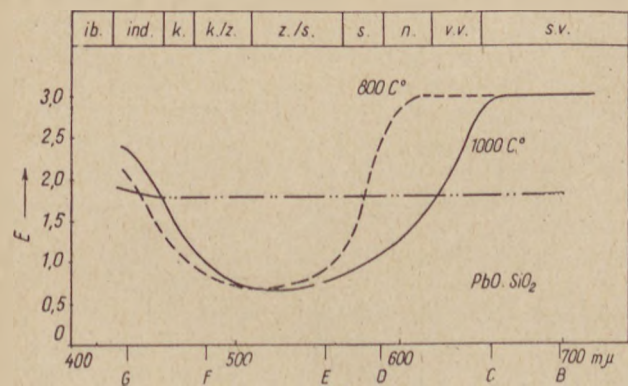
$$E_\lambda = \log \frac{100}{B}$$



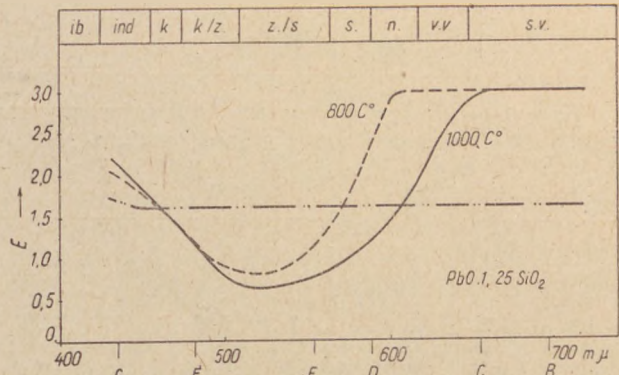
11. ábra. Rézöld mázak abszorpciós görbéi, 800 és 1000 C°-nál



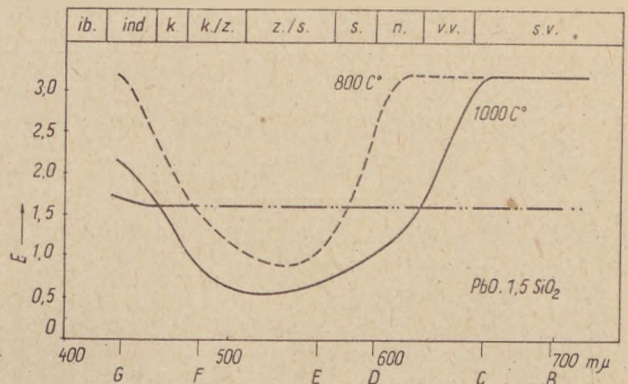
12. ábra. Rézöld mázak abszorpciós görbéi, 800 és 1000 C°-nál



13. ábra. Rézöld mázak abszorpciós görbéi, 800 és 1000 C°-nál



14. ábra. Rézöld mázak abszorpciós görbéi, 800 és 1000 C°-nál



15. ábra. Rézöld mázak abszorpciós görbéi, 800 és 1000 C°-nál

A vizsgálatnál kapott értékeket a VI—X. táblázatok, az ezek alapján felvett extinkciós görbéket pedig a 11—15. ábrák szemléltetik.

Az ordinátán az extinkciós értékek, az abszcisszán a hullámhosszak vannak millimikronban feltüntetve. A jobb áttekinthetőség céljából a mért hullámtartomány vizuális felosztását is megadtuk, az alábbiak szerint [18]:

Szín	Rövidítés	Hullámhossz, m
Ibolya	Ib.	400—425
Indigó	Ind.	425—455
Kék	K.	455—475
Kékeszöld	K/z.	475—510
Sárgászöld	Z/s.	510—565
Sárga	S.	565—590
Narancs	N.	590—620
Világos vörös	V. v.	620—650
Sötétvörös	S. v.	650—750

A rézoxidot nem tartalmazó 2—5. sz. mázak extinkciós értékei azonosak a mért 430 mmikron és 720 mmikron között, s így grafikus ábrázolásban a színtelen anyagokra jellegzetes egyenest adnak. Az 1. sz. máz extinkciós görbéjén 500 mmikron körül törés látszik, az erős kék és ibolya abszorpció miatt. Ez a máz zöldes sárga színével szemre is erősen elüt a többi színtelen máztól. Mivel a zöld mázak extinkciós görbéi minden esetben a rezet nem tartalmazó mázakra vannak vonatkoz-

VI. táblázat

Máz: 2 PbO · SiO₂

Hullám-hossz mmikron	Transzparencia			Extinkció		
	rézzel színezett máz		színtelen máz	rézzel színezett máz		színtelen máz
	1000 C°	800 C°		1000 C°	800 C°	
720	0,10	0,10	1,00	3,00	3,00	2,00
660	0,10	0,10	1,00	3,00	3,00	2,00
610	0,80	0,10	1,00	2,096	3,00	2,00
570	6,50	1,40	1,00	1,185	1,854	2,00
530	11,80	7,75	1,00	0,928	1,110	2,00
500	2,25	1,50	0,85	1,647	1,824	2,072
470	0,10	0,10	0,30	3,00	3,00	2,522
430	0,10	0,15	0,10	3,00	2,824	3,00

VII. táblázat

Máz: 1,3 PbO · SiO₂

Hullám-hossz mmikron	Transzparencia			Extinkció		
	rézzel színezett máz		színtelen máz*	rézzel színezett máz		színtelen máz*
	1000 C°	800 C°		1000 C°	800 C°	
720	0,10	0,10	1,60	3,00	3,00	1,796
660	0,10	0,10	1,60	3,00	3,00	1,796
610	1,80	0,20	1,60	1,744	2,699	1,796
570	8,90	1,50	1,60	1,051	1,824	1,796
530	14,20	9,78	1,60	0,845	1,010	1,796
500	5,30	4,90	1,60	1,276	1,310	1,796
470	0,60	1,25	1,60	2,221	1,895	1,796
430	0,10	0,10	1,40	3,00	3,00	1,866

* PbO · SiO₂

VIII. táblázat

Máz: PbO · SiO₂

Hullám-hossz mmikron	Transzparencia			Extinkció		
	rézzel színezett máz		színtelen máz	rézzel színezett máz		színtelen máz
	1000 C°	800 C°		1000 C°	800 C°	
720	0,10	0,10	1,60	3,00	3,00	1,796
630	0,10	0,10	1,60	3,00	3,00	1,796
610	2,80	0,10	1,60	1,552	3,00	1,796
570	12,00	5,40	1,60	0,921	1,267	1,796
530	24,50	20,50	1,60	0,611	0,6875	1,796
500	16,10	20,10	1,60	0,792	0,6964	1,796
470	3,70	6,00	1,60	1,431	1,221	1,796
430	0,30	0,70	1,40	2,522	2,155	1,866

IX. táblázat

Máz: PbO · 1,25SiO₂

Hullám-hossz mmikron	Transzparencia			Extinkció		
	rézzel színezett máz		színtelen máz*	rézzel színezett máz		színtelen máz*
	1000 C°	800 C°		1000 C°	800 C°	
720	0,10	0,10	2,35	3,00	3,00	1,628
660	0,10	0,10	2,35	3,00	3,00	1,628
610	2,50	0,10	2,35	1,602	3,00	1,628
570	10,30	3,00	2,35	0,987	1,522	1,628
530	22,50	14,45	2,25	0,647	0,840	1,648
500	16,20	10,20	2,35	0,790	0,991	1,628
470	4,30	4,00	2,25	1,352	1,398	1,648
430	0,60	1,10	1,90	2,223	1,959	1,720

* PbO · 1,5 SiO₂.

X. táblázat

Máz: PbO · 1,5 SiO₂

Hullám-hossz mmikron	Transzparencia			Extinkció		
	rézzel színezett máz		színtelen máz	rézzel színezett máz		színtelen máz
	1000 C°	800 C°		1000 C°	800 C°	
720	0,10	0,10	2,35	3,00	3,00	1,628
660	0,10	0,10	2,35	3,00	3,00	1,628
610	3,20	0,10	2,35	1,494	3,00	1,628
570	14,80	1,95	2,35	0,829	1,710	1,628
530	28,00	12,30	2,25	0,553	0,910	1,648
500	24,20	6,18	2,35	0,616	1,210	1,628
470	6,50	1,25	2,25	1,188	1,903	1,648
430	0,75	0,10	1,90	2,124	3,00	1,720

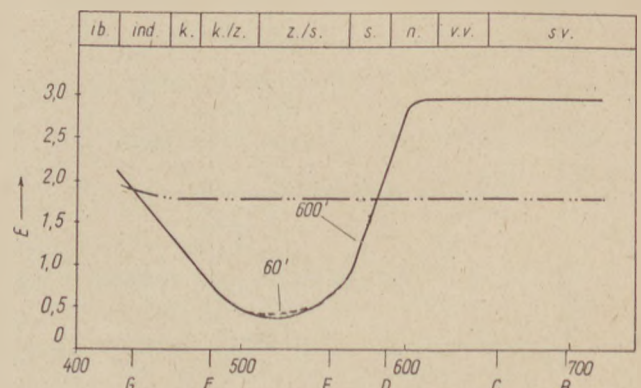
tatva, azért minden ábrán feltüntettük a nekik megfelelő szintelen máz extinkciós értékeit is.

A 11—15. ábrákon jól látható, hogy úgy a kékeszöld, mint a fűzőld színű mázak extinkciói 530 mmikron körül minimumot mutatnak. A rézzöld üvegekre jellemző, hogy fényáteresztő képességük maximuma 500 mmikron körül van és 650 mmikron körül az abszorpció csaknem teljes [6, 19]. A 700 mmikron körüli vöröset teljesen abszorbeálják és így jellegzetesen vörösemésztők (rot-fresser") [6].

A kétféle zöld máz között a különbség az, hogy a magasabb hőmérsékleten égetett máz extinkciós görbéje minden esetben a hosszabb hullámok felé tolódik el! A mázaknak ez a kékeszöldből sárgászöldbe való átalakulása az 1. sz. mázminta kivételével szemre is igen jól megfigyelhető. Bár az 1. sz. mázminta saját sárgás színe kedvezőtlenül befolyásolja alacsonyabb hőmérsékleten a kékeszöld szín kialakulását, az extinkciós görbék azonban itt is a többi máznál talált jellegzetességeket mutatják.

A mázak színének említett alakulása úgy az egy-, mint a kétértékű, valamint a fazekasok által készített, a kettő keverékét tartalmazó réz-oxid bevitele esetén is azonos volt. Ugyancsak nem okozott eltérést az sem, ha a mázakat a réz-oxid bevitele előtt lefritteltük.

Az alacsonyabb hőmérsékleten kékeszöld színű mázak magasabb hőmérsékleten újraégetve, meleg fűzőld színűek lesznek [2]. A magasabb hőmérsékleten kialakult fűzőld színűket a mázak



16. ábra. Rézzöld máz abszorpciós görbéi 800 C°-on az égetési idő függvényében

alacsonyabb hőmérsékleten való újabb égetés után sem veszítik el.

Kísérleteink jól mutatták, hogy a kékes színárnyalat kialakulása valóban az égetési hőmérséklettől függ és az égetés idejétől független (16. ábra, XI. táblázat).

XI. táblázat

Máz: $\text{PbO} \cdot 1,25 \text{SiO}_2$
Égetési hőfok: $800 \text{ }^\circ\text{C}$

Hullám- hossz mmikron	Transzparancia			Extinkció		
	rézzel színezett máz, égetési idő		színtel- len máz*	rézzel színezett máz, égetési idő		színtel- len máz*
	1 óra	10 óra		1 óra	10 óra	
720	0,10	0,10	1,60	3,00	3,00	1,796
660	0,10	0,10	1,60	3,00	3,00	1,796
610	0,10	0,10	1,60	3,00	3,00	1,796
570	8,50	8,50	1,60	1,0704	1,0704	1,796
530	32,5	29,5	1,60	0,488	0,530	1,796
500	32,5	29,0	1,60	0,488	0,5376	1,796
470	9,5	9,0	1,60	1,022	1,0457	1,796
430	1,0	1,0	1,40	2,00	2,00	1,866

* $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$

Összefoglalás

A középkori kályhacsempék között, az ólmos rézöld mázakra jellegzetes fűzöld színű darabok mellett kis számmal kékeszöld színű csempék is találhatóak. A mázokon végzett elemzések azt mutatták, hogy a színben eltérő mázak összetétele azonos, $\text{PbO} - \text{SiO}_2 - \text{CuO}$ komponensekből állnak. Hasonló jelenséget a fazekas készítményeknél is tapasztaltunk.

A kérdés megoldására vizsgálat tárgyává tettük a $\text{PbO} - \text{SiO}_2 - \text{CuO}$ komponensekből álló rézöld mázak színének kialakulását $800 \text{ }^\circ\text{C}$ és $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, azonos égetési idő alatt. Ugyancsak vizsgáltuk az ősi technológia szerint fémréz izzításával nyert terner rézoxidrendszerben az egy- és kétértékű rézoxid, valamint fémréz mennyiségének változását a hőfok és az idő függvényében.

A mázokon végzett vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a $2\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{PbO} \cdot 1,5 \text{SiO}_2$ összetételek között a rézöld mázak alacsonyabb hőmérsékleten kékes, magasabb hőmérsékleten meleg fűzöld színűek.

Az egy- és kétértékű rézoxid és fémréz terner rendszer hőfok és idő függvényében való beható vizsgálata azt mutatta, hogy a kétértékű rézoxid maximuma a kékes, az egyértékű rézoxid maximuma a fűzöld szín kialakulásának hőmérsékletével egyezik. A mázak színének változása tehát kétségtelenül összefügg a mázakban levő réz oxidációs fokával. A $\text{PbO} - \text{SiO}_2 - \text{CuO}$ felépítésű mázak színbeli eltérését így nem a mázak összetétele vagy az égetési idő, hanem kizárólag a hőmérséklet befolyásolja [16].

Kitűnt, hogy a mázak színének alakulása független a mázkeverékbe bevitt réz kezdeti oxidációs fokától. Azonos eredményt kaptunk az egy- és kétértékű, vagy a kettő keverékből álló rézoxid alkalmazása esetén is, mivel megfelelő idő után meghatározott hőmérsékleten az egy- és

kétértékű rézoxid megoszlása mindig ugyanaz lesz, a beálló egyensúly következtében (6. és 7. ábra).

A mázak szemre is látható, hőfok függvényében való színváltozása optikai vizsgálatok során pontosan követhető. A mázak abszorpciós spektrumai 530 mmikron körül a rézöld üvegekre jellegzetes extinkciós minimumot mutatják, e jellegzetesség mellett azonban az égetési hőmérséklet emelkedésével a hosszú hullámok felé tolódnak el.

Vizsgálataink során egyrészt ésszerű eljárást dolgoztunk ki az egy- és kétértékű rézoxid és fémréz terner rendszer komponenseinek egymás melletti meghatározására, másrészt az egyértékű és kétértékű rézoxid kémiai egyensúlyára vonatkozóan olyan megállapításokra jutottunk, melyek jól kiegészítik az ezen a téren hiányos szakirodalmi adatokat, továbbá új eljárást dolgoztunk ki, mellyel a mázak kívánt módon való égetése, valamint azok optikai vizsgálata lehetővé vált.

*

Ez úton mondunk köszönetet az alábbi intézeteknek, melyek vizsgálatainkat lehetővé tették és munkánkban segítségünkre voltak: Budapesti Történeti Múzeum (Vármúzeum), Bányászati Kutató Intézet Érc- és Kőzetosztálya, Ásványbányászati Központi Laboratórium és az Iparművészeti Főiskola kerámiai laboratóriuma.

IRODALOM

- [1] Budapest Régiségei XVIII. köt. 221. old. Holl Imre: Középkori kályhacsempék Magyarországon.
- [2] Budapest Régiségei XVIII. köt. 565. old. Duma György: Középkori mázas kerámiák vizsgálata.
- [3] P. P. Fedotieff—Lebedeff: Über die Absorption von gefärbten Gläsern. Zeitschrift, Anorg. Chemie, 1924. 134. 87.
- [4] E. Zschimmer: Signalgrün und die Absorption des Kupferoxides in verschiedenen zusammengesetzten Gläsern. Sprechsaal 1926. 49. 818. old.
- [5] G. Jakó: Keramische Materialkunde 58. old. V.: Theodor Steinkopff. 1928.
- [6] L. Stucker: Die Emailfabrikation. V.: Julius Springer 1941. 66. old.
- [7] A ma ismét gyakori kékes szín a felhasznált máz összetételére vezethető vissza.
- [8] A Budafoki Zománégyár két mázát használják. A mázak közül az egyik nyers ólmos, jele: FM 8, a másik ólmos bórsavas alkálitartalmú máz, jele: FM 3.
- [9] Plinius: Historia Naturalis 33. 23. fejezet.
- [10] 1. Tamás József, Szekszárd. 2. K. Sebestyén János, Mezőtúr. 3. Kántor Sándor, Karcag. 4. Tamás László, Kaposvár.
- [11] Karapetjan M. H.: Himieszerkezete termodinamika. 1951. 481. old.
- [12] W. Stahl: Gmelin's Handbuch der anorganischen Chemie. 1907.
- [13] Foote és E. K. Smith: Gmelin's Handbuch der anorganischen Chemie. 1907.
- [14] Bradford: Transactions of the American Institute of Mining Engineers, Philadelphia, 1902. Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Leipzig, 1902.
- [15] E. Duhme: Siemens & Halske A. G. német szabadalom: 601.086/1934.
- [16] L. Czernski: Roczniki Chem. 1949.
- [17] M. Tomita, S. Uyeo: Journal of Chemical Society, Japan, 1942. 929/31.
- [18] Agfa Lichtfilter. VEB. Wilhelm Knapp, Halle.
- [19] R. Zsigmondy: Absorption des Lichtes in Farbgelösungen. Annalen der Physik. 1901. 4. 50.

[20] R. E. Kirk és D. F. Othner: Encyclopedia of Chemical Technology. 1949. New York. 472. (A közölt 1—4. sz. ábrák Molnár János felvételei.)

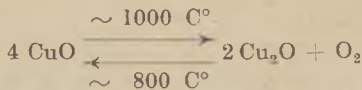
Duma György és Galgóczy Béla: Rézoxiddal színezett ólomázak fizikai-kémiai tulajdonságainak vizsgálata, különös tekintettel a zöldmázak középkori kályhacsempékre.

Vizsgálat tárgyává tettük a rézoxiddal színezett ólmos mázakat, melyeket hazánkban a XV. századtól napjainkig elterjedten használnak kályhacsempék és egyéb tárgyak színezésére. Ezek színe fűzöld, helyenként kékeszöld. A színek kialakulását a mázak összetételével magyarázzák. A színek eltérő mázak azonban minden esetben azonos $PbO \cdot SiO_2 + 1-2\%$ rézoxid komponensekből állnak. A tapasztalt jelenségek okát kutatva feltételeztük, hogy a színek változásának oka a bevitt rézoxidok ionos állapotától, illetőleg oxidációs fokától függ. Ezért kimerítően tanulmányoztuk a



heterogén kémiai egyensúly alakulását.

Elméleti megfontolások alapján, levegőatmoszférán számos kísérletet végeztünk fémréz izzításával az égetési hőfok és égetési idő függvényében. A kísérletek eredményeit általunk ésszerűsített analitikai módszerekkel kiértékelve megállapítottuk, hogy a fenti reakció



egyensúllyal jellemezhető.

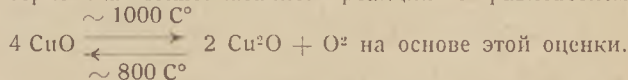
A kritikus hőfokokon $2 PbO \cdot SiO_2 - PbO \cdot 1,5 SiO_2 + 1\%$ rézoxid összetételű mázakat égettünk, a mázakat általunk kidolgozott új eljárással alkalmassá tettük optikai vizsgálatokra. A $800\text{ }^\circ C$ -on kiégetett mázak kékeszöld, az $1000\text{ }^\circ C$ -on kiégetett mázak fűzöld színűek lettek, tekintet nélkül a kiindulási rézoxid eredeti összetételére. A kapott mázak abszorpciós spektrumait felvettük, melyek igazolták feltételezéseinket, melyek szerint a rézoxiddal színezett mázak szinte kizárólag a rézoxid oxidációs fokától függ. A kialakult színt ezért az égetési hőfok és nem az égetési idő határozza meg.

Дьёрдь Дума, Бела Галгоци: ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВИНЦОВЫХ ГЛАЗУРЕЙ, ОКРАШЕННЫХ С МЕДНОЙ ОКИСЬЮ, ОТНОСИТЕЛЬНО ПЕЧНЫХ ИЗРАЦОВ С ЗЕЛЕННОЙ ГЛАЗУРЬЮ ИЗ СРЕДНЕГО ВЕКА.

Исследование свинцовых глазурей, окрашенных с медной окисью, применяемых в нашей стране с XV. века до настоящего времени для окрашения черных изразцов и других изделий. Эти изделия являются травяно-зеленого и местами — синезеленого цвета. Образование цветов объясняется составом глазурей. Однако глазури, различающиеся друг от друга в цветах, состоят в каждом случае из одинаковых $PbO \cdot SiO_2 + 1-2\%$ компонентов медной окиси. Изыская причину наблюдаемых явлений предполагали, что причина изменения зависит от ионного состояния введенных медных окисей, т. е. от их окислительной степени. На основе этого изучали формование $4 CuO \rightleftharpoons 2 Cu_2O + O_2$ гетерогенного химического равновесия.

Исследования на основе теоретических соображений в воздушной атмосфере с нагревом металло-

меди в зависимости от температуры и длительности обжига. Оценка результатов исследований с применением рациональных аналитических методов. Характеристика вышеуказанной реакции с равновесием

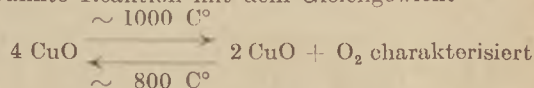


Обжиг глазурей с составом $2 PbO \cdot SiO_2 - PbO \cdot 1,5 SiO_2 + 1\%$ медной окиси при критической температуре. Применяемость глазурей для проведения оптических исследований с применением нового метода. Глазури, обожженные при температуре $800\text{ }^\circ C$ становились синезеленого цвета, независимо от исходного состава исходной медной окиси. Снимка адсорбционных спектров полученных глазурей, подтвердивших предположения, по которым цвет глазурей окрашенных с медной окисью зависит исключительно от окислительной степени медной окиси. По этому оформленный цвет определяется не с длительностью а с температурной обжига.

Gy. Duma und B. Galgóczy: Die Untersuchung der physikalisch-chemischen Eigenschaften der mit Kupferoxyd gefärbten Bleiglasuren unter besonderer Rücksicht auf die mittelalterlichen Kacheln mit Grünglasur.

Untersuchungen mit Kupferoxyd gefärbten Bleiglasuren, die in Ungarn vom XV. Jahrhundert bis heute zur Färbung von Kacheln und anderen Gegenständen verwendet wurden. Die Farbe der Glasuren ist grasgrün, manchmal blaugrün. Die Ausbildung der Farben wird mit der Zusammensetzung der Glasuren erklärt. Die Glasuren von verschiedener Färbung bestehen aber in allen Fällen aus $PbO - SiO_2 + 1-2\%$ Kupferoxyd-Komponenten. Wir nahmen bei der Untersuchung der Phänomene an, dass die Aenderung der Farbe mit dem Ionstand der beigemengten Kupferoxyde bzw. mit der Stufe der Oxydation zusammenhängen. Eben darum haben wir die Entfaltung des heterogenen chemischen Gleichgewichtes $4 CuO = 2 Cu_2O + O_2$ gründlich untersucht.

Wir haben in Luftatmosphäre auf Grund von theoretischen Erwägungen viele Versuche mit Glühen des Kupfers in der Funktion der Brenntemperatur und Brenndauer gemacht. Die Ergebnisse der Versuche wurden mit unsererseits rationalisierten analytischen Methoden ausgewertet und wir stellten fest, dass die oben erwähnte Reaktion mit dem Gleichgewicht



werden kann. Wir haben an den kritischen Temperaturen Glasuren mit einer Zusammensetzung von $2 PbO \cdot SiO_2 - PbO \cdot 1,5 SiO_2 + 1\%$ Kupferoxyd gebrannt und mit Hilfe unseres neuen Verfahrens zur optischen Untersuchung geeignet gemacht. Die bei $800\text{ }^\circ C$ gebrannte Glasur hat eine blaugrüne und jene bei $1000\text{ }^\circ C$ eine grasgrüne Farbe bekommen, ohne Rücksicht auf die originelle Zusammensetzung des Kupferoxydes. Das Absorptionsspektrum der erzeugten Glasuren hat unsere Voraussetzungen bestätigt, laut deren die Farbe der mit Kupferoxyd gefärbten Glasuren ausschliesslich von der Oxydationstemperatur des Kupferoxydes abhängt. Eben darum wird die Farbe der Glasur durch die Brenntemperatur und nicht durch die Brenndauer bestimmt.

Néhány építésre és falazótömb előállítására alkalmas vulkáni tufaterületünk kőzetanyagának sajátosságai és bányászatuk

DR. JUGÓVICS LAJOS

Hazai vulkáni tufaínek építés céljára való felhasználhatósága szempontjából, nem annyira ezek kőanyagának minőségében, mint inkább a szabványforma hiányában keresendő az akadály. Tufaínek sokfélesége, azok kőzettani változatossága, kiváló minőségük és nem utolsó sorban, a rendelkezésre álló hatalmas tömegeik, mind biztosíték arra nézve, hogy ezen természetes kőzettípusoknak az alkalmazása komoly lehetőség és fontos nemzetgazdasági érdek. Különösen a mai lakásépítési tervidőszakban kötelességünk arra törekedni, hogy felhasználjuk és értékesítsük mindazt, amit az anyaföld nekünk juttat.

A vulkáni tufák porózus szövetű, kicsi fajsúlyú és alacsony térfogatsúlyú kőzetek, melyek hővezető képesség, hőtágulási sajátosság és tűzállóság alapján elsőrendű építőközetek lehetnek. Gazdasági jelentőségüket emeli az a tény, hogy külszíni feltárásokban, kőbányákban egyszerűen, csákány, feszítővas és ékek segítségével fejthetők és kicsiny fajsúlyuk mellett a nagyobb szállítást is jól bírják és mindenképp előállításukhoz nincs szükség szénre.

A vulkáni tufák legjellegzetesebb sajátossága, ami felhasználásuk esetén különösen fontos és mindenekelőtt szem előtt tartandó az, hogy „heterogén, különemű” kőzetek. Ez a különeműség nemcsak ásványos-kémiai összetételükre, hanem szöveti-szerkezeti megjelenésükre is vonatkozik.

A vulkáni tufák nagymértékben porózus, likacsos kőzetek, (tufa név: tiphus = lyukaskő) melyeknek szerkezeti-szöveti kialakulása, keletkezési viszonyainak függvénye. Ezek a kőzetek a vulkáni működés folyamán, a robbanásszerű kitérések anyagából keletkeznek, az explozív kitéréseket megindító erők a föld belsejében helyetfoglaló magmamedencékből indulnak ki. A magma gázoktól, gőzöktől telített folyadék-elegy, mely óriási feszültség hatása alatt rendkívül érzékeny és a földkéregben végbement bármely mozgásra nyugalmi helyzetéből könnyen megindul és nagy erővel nyomul fölfelé. Útjában a földkéreg kőzeteit feldarabolja és azok törmelkeivel keveredve tör a felszín felé. Felfelé útjában a csökkenő nyomásváltozásra azután összetevőire; lávára és gázos komponenseire különül, ami többé-kevésbé heves robbanásos jelenség mellett megy végbe. E robbanás nyomán a magma szétfreccsen és a felszabaduló gázok annak részecskéit is magukkal ragadják. A belső feszítő erők az egész tömeget azután a kitérés csatornán át a levegőbe szórják, mely azután a nehézségi erő hatására visszahullva, a csatorna környékén finomabb szövetű vulkáni tufává tömörül, cementálódik. Ha az izzó magmából a kitéréskor kövőbb cseppek is szóródnak a levegőbe, ezek útközben megmerevedve, mint kerek kövecskék, lapillik, a többi kiszóródott anyaggal együtt a gyakran jól rétegezett „lapillis tufákat” alkotják. Az itt csak érintett jelenségek

nyomán olyan változatos a tufák szerkezete és szövege, sőt összetétele is és ezekkel függ össze ezeknek a kőzeteknek heterogén volta is.

A vulkáni tufák itt jellemzett keletkezési módja következtében azok az eruptív és üledékes kőzetek között foglalnak helyet; hiszen anyaguk vulkáni, melyek az üledékes kőzetek módján rakódtak le, alakultak ki. Éppen ezért a vulkáni törmelékes kőzetek karaktere, települése hasonló a valódi üledékes (szediment) kőzetekéhez és mindenképp gyorsan és erősen változó. A vulkáni tufák genezise bizony sok esetben nehezen fejthető meg, hiszen a csatornán kiszórt törmelék, gőzök és gázok keverékének közötté keményedése többféle kémiai átalakulással van egybekötve. Egyes tufatípusoknak hidraulikus tulajdonságai is ilyenszerű jelenségekkel függnek össze, bár a trasz-jelleg kialakulásának lényege még ma sem tisztázott kérdés.

A vulkáni tufák felhasználása és gyakorlati alkalmazásuk az építészetben általános, mert mint utépítő kőzetek nem használhatók. A legtöbb tufatípus már közvetlen építőanyag, felhasználásuknak legfeljebb az az akadály, hogy formálásuk körülményes.

A vulkáni tufáknak az építészetben való alkalmazása háromféle módon és különféle technológiával történhet.

a) Fűrészeléssel vagy faragással kialakított szabályos tömbökben, esetleg lemezekben. A leg egyszerűbb és nálunk egyedül elterjedt módja a „darabos falazókő” gyanánt, tehát szabálytalan alakban való alkalmazása.

b) Zúzott, törött állapotban, amikor e tufadarabokkal könnyű beton-blokkok, tehát előre gyártott elemek készülnek.

c) Egyes vulkáni tufatípusok, ásványos és kémiai összetételükből származó „hidraulikus sajátosság” alapján, mint trasz-cement használhatók fel.

Seregszemlét tartva a hazai tufaterületeinken, megállapítható, hogy hazánkban a gyakorlati felhasználásra alkalmas tufatípusok a

riolittufák,
dácittufák,
andezittufák,
bazalttufák,

melyek igen nagy tömegben találhatóak, tehát felhasználhatóságuk kérdése nemzetgazdasági érdek. Ezen tufák elterjedése tekintetében bizonyos megoszlás, elkülönülés figyelhető meg.

A riolittufák és dácittufák általában együtt jelennek meg és ugyanazon vulkáni területen találhatóak. Ezek a tufatípusok a Magyar Középhegység ÉK-i részén, a Tokaji-hegységben található a legnagyobb tömegben, de a Bükk-hegység és Mátra-hegység peremi részein is komoly mennyiségben jelennek meg. Ugyancsak megtalálni e tufatípusokat a Meesek-hegység északi felében is.

Andezittufáink még hatalmasabb tömegekben találhatóak, hiszen a Mátra-, Cserhát-, Börzsöny- és Dunazug-hegységek főtömegeit ezek a vulkáni törmelékek alkotják.

Bazalttufák legnagyobb tömegben a Dunántúlon; a Balaton mentén és a Kis Magyar Alföldön jelennek meg, míg az északi, a Salgótarján körüli bazaltterületen csak kisebb, elszórt tömegeik találhatók.

Építőiparunk a vulkáni tufákat ez ideig csak kis mértékben és helyenként alkalmazta. Csupán az utóbbi években figyelhető meg törekvés általános felhasználásuk érdekében. Komoly tudományos kutatások indultak meg és sorozatos laboratóriumi vizsgálatokkal igyekeznek használható technológiai eljárásokat kidolgozni, melyek alapján építőanyag-iparunkban tufáink alkalmazása, felhasználása gazdaságos fejlődésnek indulhasson. Az Építéstudományi Intézet, a Műszaki Egyetem Ásványföldtani Intézetében és más rokon kutatási laboratóriumokban sorozatos kísérletek beállítással törekednek a tufák építőipari felhasználhatóságát bővíteni. Ezekről a kísérletekről már értékes publikációk számolnak be. Az eredmények biztatóak és további folytatásra érdemes elindulások, melyek végeredményben a hazai vulkáni tufaelőfordulások lehető teljes kihasználására vezethetnek.

Az alábbiak ezeket a törekvéseket kívánják elősegíteni, amikor különféle tufatípusaink közül néhány olyan terület anyagának kőzettani, települési és termelési viszonyait jellemzi, amelyeken a tufatermelés már megindult, esetleg több évtizedes kőbányászatra tekinthet vissza. Kiindulva abból az elgondolásból, hogy ezeknek a tufatömegeknek alkalmazhatóságát a gyakorlat már minősítette! Ezeket a tufaterületeken többnyire jó bányafeltárások találhatóak, így azok anyagkészlete könnyen hozzáférhető és kikísérletezhető. Elgondolásom szerint a kialakult és üzemeltetett tufabányák anyagán a még hiányos technológiák fejlesztése, kidolgozása is könnyebben és olcsóbban megvalósítható.

Az alábbiakban tehát a petrográfus-geológus kíván segítséget nyújtani a kutatóintézetek ezen vizsgálataihoz, amidőn a tufaelőfordulások minőségi és vele párhuzamosan a települési viszonyait részletezi. A következőkben felsorakoztatott megfigyelések, vizsgálati eredmények és fényképbemutatók bőségesen érzékeltetik, hogy mindegyik vulkáni tufatípus elsősorban nagymértékben heterogén kőzettömeg, ami külsőleg azok szöveti és szerkezeti kifejlődésében megnyilvánul. Ennek következtében ugyanazon tufaterület egyik részén a tufa pl. fűrészselhető, de a másik felében már nem, pedig azok ásványos összetételében semmiféle változás nincsen, ezt pl. a „Tari-fehérekőbánya” kőanyagán is megfigyelhetjük. A keletkezési viszonyokon túlmenő inhomogenitása a tufáknak az, amikor ugyanazon tömegben eltűnik annak trasz-jellege, bár a kőzet külső sajátságaiban semmiféle eltérés nem mutatkozik. E tufatömeg kémizmusában jelentkező különbség már csak utólagos elváltozással magyarázható és érthető.

Hazánkban található tufatípusok közül főleg a riolittufák, illetve a dácittufák használata a legelterjedtebb. Tömegének kisebb arányához képest a dunántúli bazalttufák termelése, illetve építő-kőnek való felhasználása szintén igen komoly jellegű. Érdekes módon andezittufáink felhasználása sokkal szerényebb, pedig ebből a tufatípusból rendelkezünk a legnagyobb tömegekkel.

A hazai riolittufa és dácittufa előfordulások közül a következő súlyponti területek előfordulásainak kőzettani, települési és termelési viszonyait kívánom az alábbiakban jellemezni és bemutatni.

Bodrogkeresztúr-környéki riolittufaterület

Hazánkban a legismertebb építő-tufakötömegek a Tokaji-hegységben találhatóak. Ebben a nagy kiterjedésű vulkáni hegységben a riolittufadácittufa több mint 130 km²-nyi területen jelenik meg a felszínen, helyenként többszáz méter vastagságban. A Tokaji-hegység fehér tufái szövetük és szerkezetük alapján nagy változatosságot árulnak el, ami a vulkáni működés, illetve a törmelék-szórások erőbeli ingadozásait, anyagi és halmazállapotbeli változásait bizonyítja. Sőt ebben a vulkáni hegységben találjuk az utólag elváltozott riolittufa-dácittufatömegeket. A már közötté keményedett tufák, valószínűleg a környékükön végbement újabb vulkáni kitörések hatására elváltoztak. Ugyanis a későbbi kitörésekből származó gőzök, gázok és forró oldatok járták át a már kialakult tufákat és hatásukra azokból az ipar számára értékes nyersanyagok: bentonitok, kaolinok, tűzállóagyagok, kvarcitok, kovaföldek és részben talán a trasz-anyagok is keletkeztek.

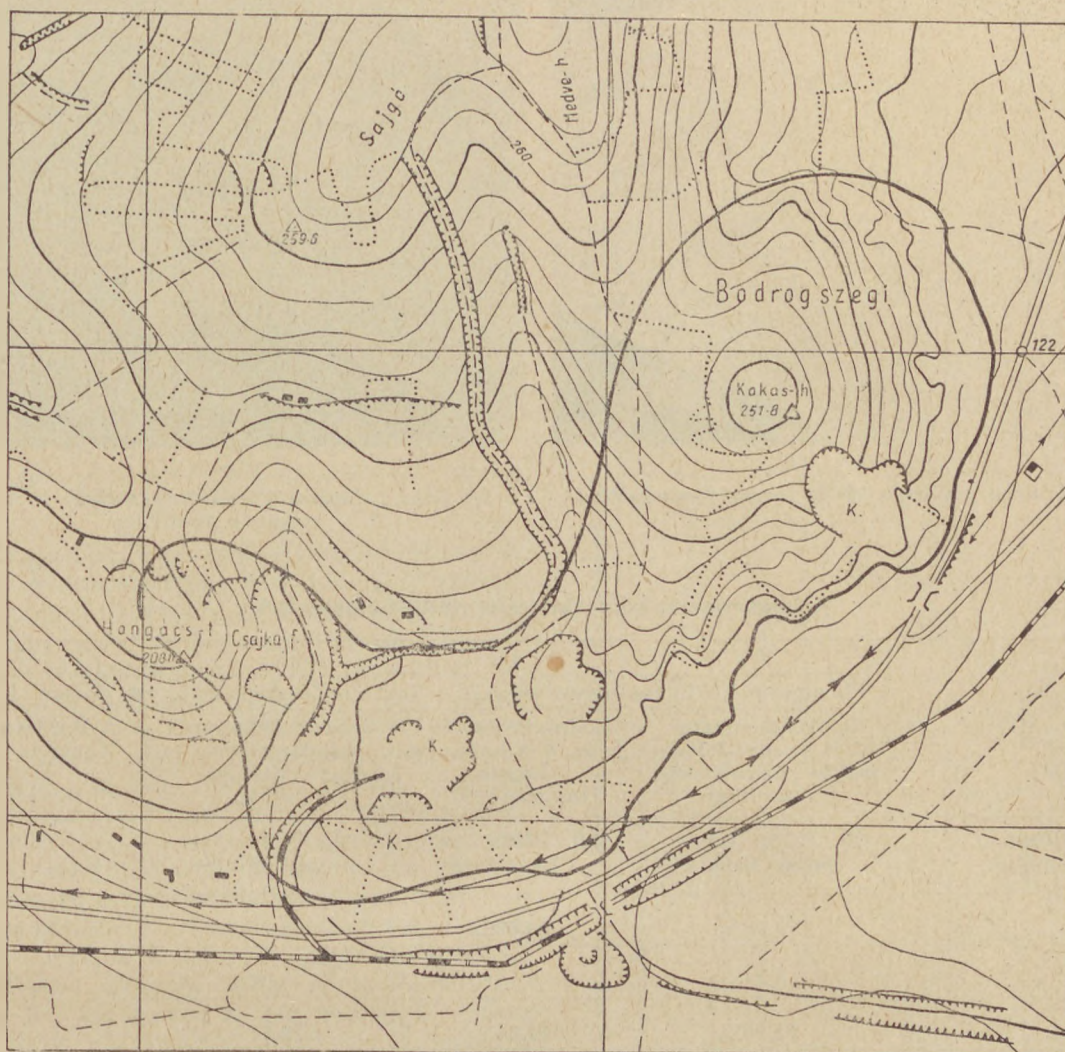
A további részletezés előtt szükséges annak megállapítása is, hogy *építés és falazás szempontjából csak az eredeti, tehát posztvulkáni hatásoktól nem érintett tufák használhatóak.*

Bodrogkeresztúr környéki nagy kiterjedésű riolittufaterületnek mintegy központi részét alkotják a *Kakashegy* (251,8 m), *Hangácstető* (208 m) és a *Medve-hegy gerincei*. A csatolt térképen körülhatároltam ennek a területnek azt a részét, amelyen a riolittufát posztvulkáni hatások nem érték (1. ábra). E határokon túl található riolittufák már több helyen elváltozást, főleg kovásodást szenvedtek. Ennek okai abban keresendők, hogy Bodrogkeresztúr tágabb környékén települő riolittufa-tömegekben 8 kisebb-nagyobb lávász-riolit dombszerű tömege nyomult bele és valószínűleg ezek a kitörések változtatták el a már kialakult riolittufákat.

A térképen körülhatárolt riolittufaterületet 18 kisebb-nagyobb kőbánya feltárásában tanulmányozhatjuk. E tufabányák feltárásai nemcsak a gerincek szerkezetét, felépítését, hanem kőzettani sajátságait is jól feltárják, így megállapítható, hogy kőzetanyaguk eredeti és építésre, falazásra különösen alkalmas riolittufák.

Ezeknek a jóminőségű és igen egyenletes kifejlődésű riolittufáknak kőzettani sajátságait a következőkben foglalhatom össze.

Színük bányanedves állapotban zöldes árnyalatú, szürkésfehér, mely a levegőn kiszáradva teljesen kifehéredik.



1. ábra. Bodrogkeresztúr környéki riolittufa területe és tufabányái. Kiertékel tufaterület körülhatárolva

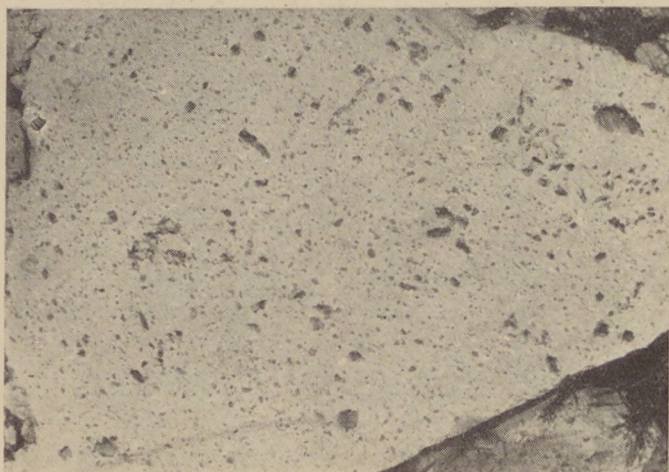
Szerkezetükre nézve tömeges, vagy pados kőzetek és csak helyenként, főleg a törésvonalak mentén, vagy felszín közelében vékonyan rétegek.

Kőzettanilag ezekre a riolittufákra a zöldes-sárga, zöldesbarna színű „horzsakő”-beagyazások jellemzők. A szürkésfehér, egyneműnek látszó tufaanyagban babszem, mogyoró, diónagyságú horzsakő (régi nevén: tajtkő) szemesék ülnek, melyek tulajdonképpen felhólyagzott lávafosztlányok, anyagukra nézve kőzetüvegek, ezek az atmoszferiliák hatására könnyen bomlanak és ennek folyamán rostos, szálás, csöves szerkezetű tömeggé alakulnak, majd a tufából kihullanak. Az így visszamaradt fehér tufatípusokat, tufafelületeket az ottani kőbányászok „darúzkőnek” nevezik (2. ábra).

Bodrogkeresztúr környéki kőbányászok *lágú és kemény fehérkőről* beszélnek, amivel ezen tufák megdolgozhatóságát és faraghatóságát is jellemzik. Külső sajátosságokra nem különböznek ezek egymástól, sőt a mikroszkópos vizsgálat sem mutat lényeges különbséget közöttük. Gyakorlatilag a kemény tufák könnyebben szétfagnak, ezért

ezeket télen nem is fejtik; a térképen körülhatárolt területen a „Páncél-bánya” tufája ilyen.

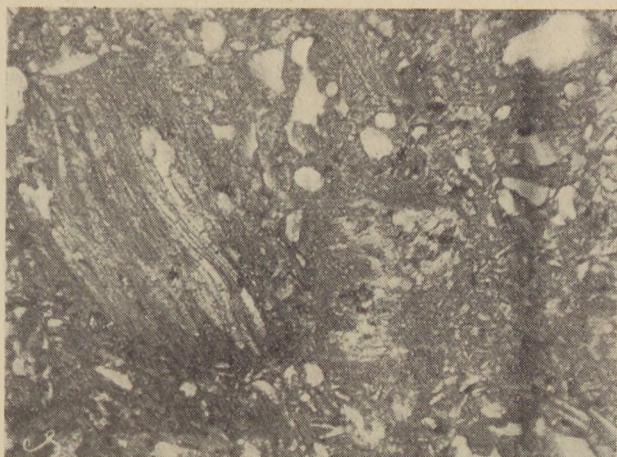
Ezen riolittufák vékony metszetei mikroszkóp alatt vizsgálva a következőket mutatják: porfiros szövetű kőzetek, tehát alapanyagra és ebben ülő beagyazásokra különülnek. Az alapanyaguk üveges, felzites és abban folyási irányok figyelhetők meg. E tufát felépítő ásványos elegyrészek közül a: szanidin, oligoklász, ritkán bázikusabb plagioklász, kvarc és egy-egy biotit-lemezke ülnek, mint beagyazások az alapanyagban. A biotit körül gyakran még magnetit, limonit-mikrolitok sorakoznak, de mindezen beagyazások között a változó nagyságú horzsakövek emelkednek ki. (3. ábra). Ezen ásványos összetétel és szövetük alapján a térképen körülhatárolt terület tufái típusos riolittufák. Az I. táblázatban közölt kőzetkémiai elemzések a jellemzett ásvány-kőzettani viszonyokat jól alátámasztják. Mindezek alapján megállapítható, hogy Hangács-tető és Kakashegy, valamint ezek összekötő gerinceinek „fehérkőve”, riolittufái nemcsak külső megjelenésük alapján, hanem a fenti ásványos és kémiai összetétel szerint is egyneműek, így azonos vulkáni kitő-

2/a ábra. *Friss riolittufa felület horzsakő-szemcsékkel*2/b ábra. „Darázskő”, *riolittufa, melyből a horzsakő-szemcsék kihullottak*

I. táblázat

Bodrogkeresztúr-környéki teljes riolittufa-elemzések

	I.		II.		III.		IV.	
	Legújabb 1957. évi elemzések		Régibb 1952. évi elemzések		Régibb 1952. évi elemzések		Régibb 1952. évi elemzések	
	Bodrogkeresztúr VII. sz. drótkötél- pályás bánya kőzete Kakas-hegy	Bodrogkeresztúr I. sz. Csajkabánya kőzete Hangács-tető	Bodrogkeresztúr Magyarországi Építő vállalat bánya	Mezőzombor régi bánya É-i udvarából	Bodrogkeresztúr Magyarországi Építő vállalat bánya	Mezőzombor régi bánya É-i udvarából	Bodrogkeresztúr Magyarországi Építő vállalat bánya	Mezőzombor régi bánya É-i udvarából
Elemző intézet	Áll. Földt. Int.	Áll. Földt. Int.	Áll. Földt. Int.	Áll. Földt. Int.	Áll. Földt. Int.	Áll. Földt. Int.	Áll. Földt. Int.	Áll. Földt. Int.
Elemző kémikus	Emszt Mihály	Barabásné	Emszt Mihály	Emszt Mihály	Emszt Mihály	Emszt Mihály	Emszt Mihály	Emszt Mihály
SiO ₂	76,01%	68,69%	72,09%	74,96%	72,09%	74,96%	74,96%	
TiO ₂	0,11%	0,17%	0,08%	0,09%	0,08%	0,09%	0,09%	
Al ₂ O ₃	12,98%	12,65%	12,92%	11,48%	12,92%	11,48%	11,48%	
Fe ₂ O ₃	0,92%	0,89%	1,10%	0,70%	1,10%	0,70%	0,70%	
FeO	0,11%	0,21%	0,20%	0,22%	0,20%	0,22%	0,22%	
MnO	0,01%	0,006%	0,01%	Nyom.	0,01%	Nyom.	Nyom.	
MgO	0,15%	0,14%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	0,02%	
CaO	0,41%	2,42%	1,14%	0,94%	1,14%	0,94%	0,94%	
Na ₂ O	2,92%	1,45%	1,09%	0,73%	1,09%	0,73%	0,73%	
K ₂ O	4,91%	3,42%	4,97%	4,83%	4,97%	4,83%	4,83%	
H ₂ O(+)	1,16%	6,58%	3,93%	3,58%	3,93%	3,58%	3,58%	
H ₂ O(-)	0,84%	3,40%	2,62%	2,29%	2,62%	2,29%	2,29%	
P ₂ O ₅	0,04%	0,036%	—	—	—	—	—	
CO ₂	—	Nyom.	0,04%	0,06%	0,04%	0,06%	0,06%	
S	—	—	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	
O	100,57%	100,05%	100,30%	99,99%	100,30%	99,99%	99,99%	
	—	—	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Fajsúly	2,55	2,17	100,26%	99,95%	100,26%	99,95%	99,95%	



3. ábra. Bodrogkeresztúr kakashegyi drótköteles kőbánya tufájának mikrofotografiája

rések anyagai, tehát egységes magmacsoport származékai. A felhasználhatóságukat kidolgozó technológiai eljárásoknál ezekre az összetételben mutatókozó megegyezésekre biztosan támaszkodhatnak.

A Bodrogkeresztúr-környéki tufaterület kőzetanyagának a fizikai-kőzetmechanikai sajátságára vonatkozólag az alább felsorolt, részben régebbi, részben újabb vizsgálatok eredményeit közölhetem. Az Áll. Földtani Intézet vegytani laboratóriumában Emszt Mihály vegyész végzett ezeken a tufákon fajsúly és térfogatsúly-meghatározásokat, melyeket a 2. táblázat közöl. Az intézet szediment-laboratóriumában Csánk Elemérné végzett e tufákon fagyasztási kísérleteket. Durván megtört darabjait 3 héten át, napjában többször fagyasztotta: azokból csak némi finom por mállott le, egyébként a fagyasztásnak erősen ellenállottak. A leváltott finom por a mikroszkópos vizsgálat szerint devitrifikált üveg volt.

A Bodrogkeresztúr-környéki riolittufákon a budapesti Műegyetemen, régebben végzett kőzetmechanikai vizsgálatok eredményeit, a felfedezhető bizonyítványok alapján, a 3. táblázatban foglaltam össze.

A térképen körülhatárolt területen található riolittufák mennyiségi viszonyairól és azok termelésére vonatkozólag a következők állapíthatók meg.

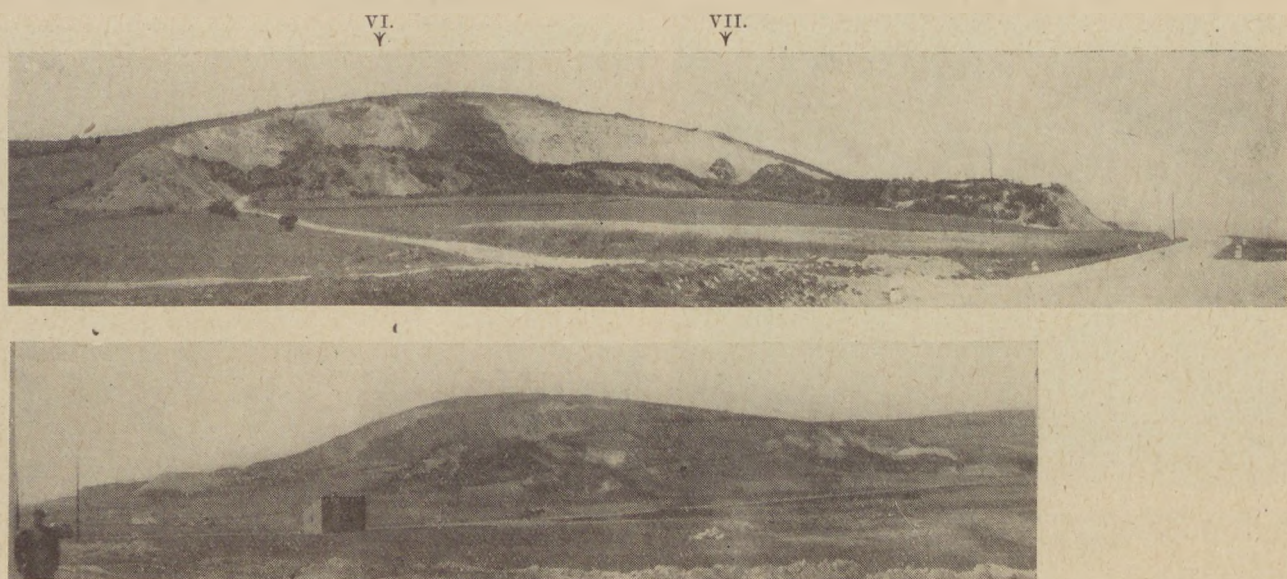
2. táblázat
Bodrogkeresztúr-környéki riolittufák fajsúly és térfogatsúly-értékszámjai

Sorszám	Magyar Állami Földtani Intézetben 1957. évben végzett meghatározások			
	Bányaudvar gyűjtés helye	Fajsúly	Térfogatsúly	Tömmérség
1.	Hangáestető kőzete I. sz. (Csajka-bánya tufája [a] típus)	2,27	1,44	0,63
2.	Hangáestető kőzete I. sz. (Csajka-bánya tufája [b] típus)	2,17	1,55	0,71
3.	Kakashegy VII. sz. drótkötélpályás kőbánya	2,55	1,41	0,55

III. táblázat

Bodrogkeresztúr-környéki riolittufák kőzetmechanikai vizsgálati eredményei

Sorszám	Kőzettípus	Természetes állapotban	Nyomószilárdság, kg/cm ²		Térfogatsúly	Felvett víz %-os súlya	Fagyasztás alatt szenvedett súlyvesztesség	Melyik intézet vizsgálta	Vizsgálatok ideje	
			Nedvesen	25 x fagyasztás után szárazon						
1.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	Szürkésfehér likáncos, érdes hidrokvarcitos trachit tufa (ma riolittufa)	221,8 (216,8—227,1)	147,6 (136,8—158,6)	—	—	1,396 (1,339—1,445)	15,2 (14,5—15,9)	—	Műegyetem	1884. évben
2.	Szürkésfehér likáncos riolittufalágy tajtkőzárványokkal	302,3 (284—377)	213,8 (191,9—235,7)	188,3 (138—238)	250,5 (196—304)	1,47 (1,353—1,589)	15,9 (11,7—21,3)	2,6 (2,5—2,7)	Műegyetem	1895.
3.	Szürkésfehér likáncos riolittufalágy tajtkőzárványokkal	240,1 (187—304)	240,0 (198—201)	239,1 (235—242)	274,9 (264—285)	1,382 (1,257—1,398)	17,6 (16,6—18,9)	1,0 (0,8—1,2)	Műegyetem	1895.



4. ábra. VI. és VII. sz. drótkötélpályás tufabányák és hányóik



5/a ábra. Kakashegy tufabányája b) Kakashegyi tufabánya homlokfalának alsó része a lerobbantás után



6/a ábra. Tufabánya a Hangács-tető keleti oldalán



6/b A kőfejtő jobboldali fala

A Hangács-tető, Kakashegy és kiserészen a Medve-hegy gerinceit felépítő és posztvulkáni hatásuktól nem érintett riolittufatömegeket 18 kisebb-nagyobb kőfejtő tárja fel, de ezek nagyobb részében ma nem termelnek. A csatolt térképen 9 nagyobb és termelő tufabánya üregeit 1957. év május havában talált állapotukban rögzítettem, ezek a következők:

- I. *Csajka-bánya* (volt Führer-féle), Hangács-tető keleti oldalában mélyed. A vasúti fővonalból beágazó rendes nyomtávú iparvasút vezet a siklója alá.
- II. *Páncél-bánya* (volt Führer-féle), a mai termelő bánya elődje.
- III. *Megyei-bánya*.
- IV. *Állami-bánya*, (volt Sepsy-féle),
- V. *Állami-bánya*, (volt Bodrogi-féle).
- VI. *Állami-bánya*, (volt Goldmann-féle).
- VII. *Állami-bánya*, (volt Friedmann-féle), drótkötélpálya vezet belé.
- VIII. *Tarcali szőlészeti kísérleti telep* tufabányája.
- IX. *Zemplén megye* bányája.

Ezekben a tufabányákban jelenleg darabkővet, terméskövet állítanak elő; a régebben szokásos durvafaragású kőhasábokat ma nem készítik. A lerobbantott tufatömegeket csakánnyal, ékekkel akkora darabokra törik szét, hogy egy vagy két munkás a csillékre, teherautókba, vagy a szekerekbe emelhesse. Ennél kisebb darabokat és a szétporló törmeléket a hányókra hordják. Ezek szerint a felsorolt tufabányák hányói nem rossz és használhatatlan kőszemetet tartalmaznak, hanem igen jó, de méreteire nézve felaprózott riolittufát. Ezek a bányák megfigyelésem szerint maximálisan 50%-os eredménnyel termelnek.

A Bodrogkeresztúr környéki riolittufaterület-ről és az egyes tufabányákról a 4., 5., 6. fényképek adnak felvilágosítást.

Bodrogkeresztúr környékén hosszú évtizedeken át komoly és állandó jellegű tufabányászat alakult ki. Éppen a térképen körülhatárolt tufaterületről kikerülő „fehérkő”, Alföldünk legismertebb természetes falazóköve. Az itteni tufatömegek felhasználása és értékesítése szempontjából igen fontos tény az, hogy közvetlen e bányák alatt a Miskolc-sátoraljaújhelyi betonút, majd ezzel párhuzamosan párszáz méterre a MÁV miskolci fővonala vezet. A jövőben mindezekhez még a *vizi-szállítás* lehetőségét is hozzászámíthatjuk, hiszen e bányáktól kb. 1,5 km távolságban folyik a Bodrog folyó, mely azután kb. 6 km távolságban már a Tiszába torkollik. A most befejezés alatt álló tiszalöki és egyéb tiszai vízművek nyomán a Bodrog vízszintje felemelkedik, így tehát megvalósulhat a Tiszán való víziszállítás lehetősége is. Ezáltal a bodrogkeresztúri tufabányászat jelentősége növekedni fog, hiszen ez a természetes építőanyag könnyen és olcsón juthat el az alföldi síkság szívébe, a legfontosabb felhasználási területére.

Bodrogkeresztúr környékén a tufabányászat ez ideig csak „darabos falazókövet” és durvafaragású kőhasábokat állított elő. Az elmúlt években indultak kísérletek abban az irányban, hogy tufaadalékkal könnyű betonblokkokat, tehát előregyártott elemeket állítsanak elő. Az itteni tufák fűrészeléssel való formálására tudomásom szerint rendszeres kísérletek nem történtek. Bányabehatásaim alapján lehetségesnek tartom, hogy e terület egyes részein, ahol a tufa jó tömeges szerkezetű, annak fűrészeléssel való formatizálása megvalósítható lesz.

Ugyancsak nincs tudomásom arra nézve,

hogy ezeknek a tufáknak a hidraulikus sajátságait vizsgálják volna. Az ismert és itt közölt kémiai elemzések szerint az ilyenszerű felhasználás nem is várható, de a tufa kisebb fokú trasz-sajátsága a blokkgyártásnál valószínűleg kihasználható lesz.

Ha a blokkgyártás Bodrogkeresztúr határában elindult, annak helyzete annyiban igen kedvező lesz, mert a tufaanyagok egy részét nem kell bányászni, hanem azt a tufabányák hányóiról felaprítva kaphatja.

1957. évben kezdtek hozzá a blokkgyártó üzem építéséhez. Kakashegy és Hangácstető tufabányáiban évtizedeken át felhalmozódott törmelékhányók csak felaprózódott tufadarabokat tartalmaznak, sok porral és kevés mállott résszel. Idők folyamán a tufaanyag főleg abban változott, hogy a horzsakő szemcsék elmálva kihullottak, így visszamaradt a „darazskő“, ami jó tufaanyag. Tekintetbe veendő továbbá, hogy a blokkgyárak éppen azon siffrát használhatják fel, melyek a kőformázásnál termelődnek és jelenleg nem értékesíthetők, valamint a kőanyag nem hasítható részét. A tufabányáknak viszont nagy gondot okoz a meddőanyag kihordása, lerakása, a legtöbb bányában ez már csak nagyobb távolságra történhet, ami növeli a belső kőmozgatást és így fokozatosan emeli a termelési költségeket. Ezek szerint a tufabányák részére ezen meddő felhasználása vitális érdek, végeredményben a termelési költségeket csökkenti, viszont a blokkgyár részére előnyös, elmaradnak a tufabányászati költségei; ez pedig éppen most, az üzemeltetés elindulásakor igen fontos.

Bodrogkeresztúr környékén, a körülhatárolt tufaterületen található és építésre különösen alkalmas riolittufák mennyiségéről megállapítható, hogy a térképen körülhatárolt tufaterület:

1 344 000 m²

kiterjedésű. Ezen a területen található tufaréteg vastagsága a morfológiai viszonyok szerint változó; ha csak a beton-országút szintjétől mérjük is

122 m

vastag, de a tufa ennél jóval mélyebbre lehúzódik. Már ezekből az adatokból is megállapítható, hogy ezen a területen rendelkezésre álló tufatömegek több évszázadra elegendő kőtartalmat jelentenek.

TARNAVÖLGYI RIOLITTUFÁK

Sirok-környéki tufaterület

A Tokaji-hegység nagy kiterjedésű riolittufa-előfordulásain kívül a *Bükk-hegység* déli, lankás vonulatain, Kisgyőr és Eger között található nagy tömegű és jó minőségű tufatömegek. Ezek a bükkhegységi vulkáni tufák azonban ásványos és kémiai összetételük alapján nem egységesek; több tufatípust képviselnek. Így a DK-i részen, Kisgyőr és Tibolddaróc közötti szakaszon a dacittufák találhatóak, míg a nyugati

szakaszon, Felsőtárkány és Eger környékén riolittufák jelennek meg.

Ezeket a tufatömegeket azonban helyenként változó vastagságban pannon és főleg pleisztocén korú üledékek takarják, tehát gazdaságos termelésük nehéz, helyenként lehetetlen. Kivételt az Eger-környéki tufák képeznek, amelyek helyenként semmi, vagy csak kevés letakarás található.

A Bükk-hegység déli lejtőin települő tufaterületek szállítási lehetőségei is kedvezőtlenek, a vasúti vonalak távol vannak.

Jelentékenyebb riolittufa és dacittufa-tömegek találhatóak azonban Egertől Ny-ra a Bükk- és Mátra-hegységek közötti alacsonyabb hegyvidéken. Ezen területet a Tarna folyócska völgyében vezetett Kálkápolda—Parád—Kisterenye-i vasútvonal szeli át, tehát az itteni tufák felhasználása a szállítás szempontjából kedvező.

Közettanilag ezek a tufák, tekintettel arra, hogy már inkább a *Mátra-hegység* közelében települnek, ennek közettípusaihoz hasonulnak és ásványos felépítésük, kémiai összetételük alapján változatosabbak: riolittufák, dacittufák és andezittufák, de az egynemű tufatömegekből a nagy kiterjedésűek már ritkábbak.

A Mátra-hegység É-i peremén riolittufából *Sirok község* határában találni nagyobb kiterjedésű előfordulást, ahol ezeket a tufákat már 1884. év óta termelik és nemcsak „darabos-falazókövet“, hanem faragással formázott építőköveket is készítenek (7. ábra).

Jelenleg a „Heves megyei Építőipari Vállalat“ folytat rendszeres tufabányászatot *Sirok község* határában, a Nagyhegyi I. sz. kőbányában, részben az É-ra szomszédos „Egri úti“ kőbányákban (8. ábra). Nemcsak darabos falazókövet, terméskövet, hanem nagyobb, szabványos faragottkövet is állítanak elő a községben felállított kőfaragó-üzemben.

A siroki tufa megjelenésére, úgy az ásványos elegyrészek minőségére, szemcsenagyságára és azok szöveti kialakulására nézve egyenletes kifejlődésű kőzet. Éppen a felhasználás szempontjából fontos és kiemelendő sajátsága, hogy ebben a tufában vulkáni bomba, idegen kőzetzárvány nincsen, tipikus hamutufa.

E tufa külső sajátságaira és megjelenésére jellemző: a *színe* bányanedves állapotban világosszürke, kiszáradva szürkésfehér.

Szerkezete tömeges, vagy vastagon pados, a törésvonalak mentén és a felszín közelében vékonyan réteges. Szöveti összetartása szerint a kőbányászok lágy és kemény fehérről beszélnek, ami a faraghatósága szempontjából is jellemző. E két típus között, megfigyelésem szerint a lényeges különbség a „horzsakőszemcsék“ nagyságában és mennyiségében keresendő. — A lágy tufában a horzsakő-darabok nagyobb szemcséjűek, a mennyiségük is több; ennek a nagyobb porozitású kőzetnek kisebb a fajsúlya is. A keményebb siroki tufában a horzsakő-darabok mennyisége kevesebb, nagyságuk kisebb, ellenben növekszik benne a biotitnak, a színes elegyrészek a mennyisége. Ennek a típusnak porozitása



7. ábra. Sirok-környéki riolittufa tömegek felszíni kiterjedése

kisebb, a fajsúlya nagyobb és gyakorlatilag jobban faragható.

A siroki tufa köztanilag a következőkben jellemezhető. Szövege: porfiros, közelebről vitrofiros. Vékonycsiszolatban, mikroszkóp alatt vizsgálva benne a következők figyelhetők meg: *alapanyaga* főleg üveg, melyben mint nagyobb *beágyazások* a földpát, biotit és kvarc kristályai, vagy töredékei ülnek.

A siroki tufatípus kémiai összetételét a *Nagyhegyi-tufabánya* (I. sz.) faragásra válogatott kőzetének teljes elemzése mutatja. Az elemzést az Áll. Földtani Intézet kémiai laboratóriumában Guzy Károlyné végezte és ugyanazon kőmintán határozta meg Emszt Mihály vegyész e tufatípus fajsúlyát és térfogatsúlyát. Ugyancsak itt közlöm a Siroktól DK-re a Szent Mária és Kőkútpuszta között feltárt riolittufa kémiai elemzését. Ezen

elemzések hasonlósága bizonyítja, hogy a Tarnamenti riolittufaelőfordulások összetartoznak.

	Siroki riolittufa, %	Szent Mária és Kőkútpuszta közötti riolittufakőfejtő kőzete, %
SiO ₂	67,78	69,63
TiO ₂	0,51	0,43
Al ₂ O ₃	15,20	16,63
Fe ₂ O ₃	1,63	1,01
FeO	0,97	0,42
MnO	0,06	Nyom
MgO	0,73	0,43
CaO	3,54	2,88
Na ₂ O	2,90	3,44
K ₂ O	3,93	3,73
H ₂ O ⁺	2,26	0,80
H ₂ O ⁻	0,66	0,74
CO ₂	—	—
P ₂ O ₅	0,33	Nyom
	100,50	100,14
Fajsúly	2,44	2,206

A siroki, valamint a Szt. Mária-i tufa, összetételüket illetőleg nemcsak a kémiai elemzés, hanem a mikroszkópos megfigyelés szerint is, a *plagioklász-riolitok* csoportjába tartoznak. A típusos riolitokra jellemző szanidint (K-földpátot) ezekben a savanyú plagioklász (Na—Ca földpát) helyettesíti. A magas kovasavtartalom közel áll a típusos riolithoz, de nem éri el azok értékét. Ugyancsak alacsonyabbak az alkáliák (Na—K) mennyisége. Ezek a tufák már áthidaló szerepet töltenek be a riolittufák és dácittufák között.

E tufáknak kémiai összetétele a falazó blokkgyártás és a trasz-kérdés szempontjából játszhat szerepet, egyébként gyakorlatilag a riolittufák és dácittufák közel azonos sajátságokat árulnak el.

Sirok környéki riolittufák fizikai és közetmechanikai sajátságairól rendelkezésre álló kevés vizsgálati eredményt a következőkben foglalhatom össze:

Fajsúly- és térfogatsúly meghatározást az Áll. Földtani Intézetben, a siroki Nagyhegy I. sz. kőbányájának kőzetén és az Egri úti bánya tufáján végeztek, a következő eredménnyel.



8. ábra. Sirok község délkeleti szélén emelkedő „Nagyhegy” I. sz. tufabányája

	Nagyhegyi-bánya kőzete	Egri úti bánya kőzete
Fajsúly	2,48	2,44
Térfogatsúly ..	1,60	1,46

Kőzetmechanikai vizsgálatokat a siroki tufán nem végeztek, ellenben egy másik É-mátrai tufán, a verpeléti Boréhegy-i dácittufán a következő eredményt kapták :

nyomószilárdság szárazon	435,2 kg/cm ²
nyomószilárdság nedvesen	306,8 kg/cm ²
nyomószilárdság 25×fagyasztás után, nedvesen	240,0 kg/cm ²
nyomószilárdság 25×fagyasztás után, szárazon	415,3 kg/cm ²

térfogatsúly : 1,955.

felvett víz súlyszázaléka : 6,2%,

fagyasztás alatt szenvedett súlyvesztés = 0,1%.

A csatolt térképen Sirok község területén és környékén a felszínre kibukkanó tufatömegeket mutatom be (7. ábra). Az öt elkülönült tufaterület összes kiterjedése :

1 418 000 m².

A felszínen elkülönült tufaterületek valójában összefüggő tömeget alkotnak, a felszínen csak homokos takarórétegek választják el egymástól. Valójában erősen széttagolt tufaterület ez, ahol a vastagsági adatok megállapítása igen nehéz, minden tufafolt esetében külön kell megállapítani. Ilacsak átlagosan 50 m-es tufavastagságot fogadunk el, akkor is az öt tufafoltban 70 millió m³ tufatömeg található.

A siroki tufa felhasználását illetőleg csak az eddigi tapasztalatra és a megfigyelésre támaszkodhatunk, erre vonatkozó kísérletekről nem tudunk valószínűleg ilyenek nincsenek. A tufa jól faragható, 1957. évben a siroki Nagyhegy I. sz. kőbányájának kőzetéből faragtak szabályos formákat az egri liceum épületének javításához. Egyenletes szöveti kifejlődése és pados, helyenként tömeges megjelenése valószínűleg a fűrészelést is lehetővé teszi, mindenesetre ez kikísérletezendő. A nagytömegű előfordulás egyenletes ásványos összetétele ezt javasolja.

Viszont a siroki riolittufák ásványos és kémiai összetétele, annak az egész területen való egyenletes kifejlődése, alkalmassá teszi, hogy a falazó blokkgyártás nyersanyagául felhasználjuk. Erre nézve is kísérletek szükségesek, mégpedig a környék mindegyik tufafoltjából.

Ennek a tufának építőkö vagy falazóblokk előállítására való felhasználását, nemcsak kőzet-tani viszonyai és hatalmas, egyenletes kifejlődésű tömegei is javasolják, hanem a regionális elhelyezkedése és kedvező szállítási lehetőségei is, mivel az ország ÉNy-i részén és a Nagy Alföld szegélyén található. Siroki állomás 20 km-re van Kálkapolnától, mely nemcsak a Bpest—miskolci fő-

vonalon van, hanem az innen elinduló mellék-vonalon 74 km vasúti szállítás után a kisújszállási állomásra, az Alföld szívébe jut el ez a fontos építőkö, vagy a belőle készült termék.

ZAGYVAVÖLGY RIOLITTUFA-DÁCITTUFA TERÜLETEI

Kisterenye tágabb környékének tufái

A salgótarjáni barnaköszénmedence D-i részének egyik fontos központi települése Kisterenye, a Salgótarján—hatvani és a Recsk-kálkapolnai vasútvonalak találkozásánál, sőt innen ágazik el a Homokterenye—Kazár—Mátraszele határába üzemeltetett szénbányák rendes nyomtávú vasútvonala is.

Ebben a szénmedencében jelentékeny riolittufatömegek találhatóak, hiszen a szén és riolittufa települése kölcsönös, a szénsoportnak fekvőképződménye a riolittufa. Kisterenye tágabb környékén kb. 38 km²-en belül található az alábbi tufaterületek (9. ábra).

1. Homokterenye és Mátranovák között, I. sz.
2. Mátraszele határában II. sz.
3. Kazári-tufaterület III. sz.
4. Rákóczi-szénteleg mellett IV. sz.
5. Kisterenye határában, a Gyulai-völgyi 3 riolittufa-folt V—VI—VII. sz.
6. Kisterenye határában, Aranyhegy tufagerince VIII. sz.

A csatolt 9. sz. vázlatos térkép jelöli ezeket a tufaelőfordulásokat és a vasúti vonalak helyzetét. — Ezeknek, a felszínen egymástól különálló tufatömegeknek kőzetei nagy hasonlóságot és szerkezeti, szöveti megegyezést árulnak el. Rendszeres termelés ezeken a tufákon nem volt, többnyire az itteni szénbányüzemek és hozzájuk csatlakozó bányásztelepek létesítésénél tárták fel, illetve használták, mint „darabos falazókövet”. Megismerésük tehát a szénbányászat fejlődésének kialakulásának eredménye, de velük semmiféle vizsgálat, vagy kísérlet nem történt további alkalmazásukat illetőleg. A térképen megjelölt tufaterületeken rendszeres tufabányászat nem folyik, legtöbbször a szénbányüzem építésénél használták először és utoljára. Ezen nagy kiterjedésű terület tufaelőfordulásainak három fontosabb és nagyobb tömegű részén végzett vizsgálatok és egyéb megfigyelések eredményeit éppen a gyakorlati felhasználás szempontjából az alábbiakban részletezem.

Homokterenyei tufaterület

A község K-i végén, a mátranovái szénbánya között emelkedő névtelen 274,8 t. sz. f. gerincet riolittufa építi fel, melyet időszakos kőbányászat üregei 15—25 m vastagságban tárnak fel (a térképen I. számmal jelölt). A homokterenyei tufaterület kőzetének sajátságait a következőkben foglalhatjuk össze. Színe szürkésfehér, de sok benne a horzskakó-beágyazás és ott sárgásfehér.

Mikroszkópos vizsgálat szerint a szövete vit-

roporfiros. *Alapanyaga* üveg, mely részben devitrifikált. Ebben beágyazásokként: kevés plagioklász-szemese, kvarckristály és mint színes elegyrész biotit található. A horzsakő apró szemecsei helyenként felszaporodnak, sűrűsödnek és itt a tufa tömege megjelenésű és porózusabb.

E kőbányászat gondosan válogatott kőanyagán az Áll. Földtani Intézet vegyi laboratóriumában Guzy Károlyné végzett kémiai elemzést, míg Emszt Mihály a fajsúlyát és térfogatsúlyát határozta meg.

A fentiek szerint ezen tufa ásványos felépítése, szövete és kémiai összetétele alapján:

biotitos riolittufa

Homokterenyei riolittufa kémiai elemzése

SiO ₂	67,77%
TiO ₂	0,40%
Al ₂ O ₃	13,58%
Fe ₂ O ₃	1,19%
FeO	0,54%
MnO	0,00%
MgO	0,41%
CaO	2,22%
Na ₂ O	1,86%
K ₂ O	3,32%
H ₂ O(+)	4,40%
H ₂ O(-)	4,61%
CO ₂	0,00%
P ₂ O ₅	0,25%
	100,55%

Fajsúly	2,30
Térfogatsúly	1,93

Ezen tufaterület felszíni kiterjedése: 88,125 m².

Kisterenyei—Gyulai-völgy tufaterülete

Kisterenyétől ÉK-re, mintegy 1,5 km-re emelkedik a 320 m t. sz. f. magas lapos gerinc, melynek É-i végén telepítették a Gyulai-völgyi szénbányatelepet. Ennek a gerincnek Ny-i oldalát és csúcsrészét riolittufa építi fel, sőt a tufa a szomszédos gerincre és még a fővölgy szemben levő gerincére is áthúzódik. Vagyis itt a Gyulai-völgyi szénbánya környékén három tekintélyes különálló (a térképen az V—VI—VII. mal jelölt) tufafolt található.

Ezeknek a tufaelőfordulásoknak települési, kőzettani viszonyai hasonlóak, tehát egyetlenes kifejlődésűek. Mindez annak bizonyítéka, hogy ezek a tufák valószínűleg egységes összefüggő tömeget alkottak és csak a későbbi tektonikai mozgások nyomán bontódott meg az összefüggőségük, amint azt a széntömegeken is megfigyelhetjük.

A Gyulai-völgy tufaelőfordulásainak kőzettani viszonyait a következőkben foglalhatjuk össze.

E tufák *színe*: világosszürke, míg a sok horzsakövet tartalmazó sárgásfehér. A *szerkezetük* pados, de ahol nagyobb a horzsakő-tartalom és porózusabb a kőzet, ott tömeges. Rátéktetésre, szabad szemmel vizsgálva ennek a tufának egy-

nemű alapanyagában, mint *beágyazások*: biotit, kvarc, kevesebb földpát és sok horzsakő-szemcsék ülnek.

E tufák mikroszkópos vizsgálata a következőkben jellemezhető.

A *szövetük*: vitroporfiros. Az *alapanyag* fő-tömege üveg, nagyobb része azonban devitrifikálódott és zavaros barnássárgán áttetsző tömeg.

A *beágyazások* benne többnyire apró kristálytöredékek, a legtöbb közöttük a kvarc. A földpáttöredékek oligoklász-andezin összetételű plagioklászok. Színes elegyrész bennük a biotit. A horzsakő-szemcsék foszlányokban figyelhetők meg.

A Gyulai-völgy tufaelőfordulásai közül az V. sz. tufaelőfordulás válogatott kőmintáit az Áll. Földtani Intézet kémiai laboratóriumában Barabás Lajosné elemezte, míg Emszt Mihály ugyanezen kőmintán végzett fajsúly- és térfogatsúlymeghatározásokat.

Kisterenyei—Gyulai-völgy-i riolittufa kémiai elemzése

SiO ₂	66,87%
TiO ₂	0,24%
Al ₂ O ₃	13,71%
Fe ₂ O ₃	0,96%
FeO	0,40%
MnO	0,01%
MgO	0,48%
CaO	2,08%
Na ₂ O	3,09%
K ₂ O	3,47%
H ₂ O(+)	5,38%
H ₂ O(-)	3,82%
CO ₂	0,00%
P ₂ O ₅	0,02%
	100,53%

Fajsúly = 2,26
Térfogatsúly = 2,00

E három tufaterület felszíni kiterjedése a következő:

V. sz. tufaelőfordulás =	216 800 m ²
VI. sz. tufaelőfordulás =	78 100 m ²
VII. sz. tufaelőfordulás =	110 600 m ²
	405 500 m ²

A három, egymás közelében pár száz m-re települő tufaelőfordulás összes kiterjedése tehát 405 500 m².

A szállítási viszonyok igen kedvezőek, hiszen az itt vezető és az egyes szénbányákat összekötő, rendes nyomtávú vasútvonal 2 km távolságban éri el Kisterenye állomásán a Salgótarján—hatvani fővonalat, vagy a Recsk-kálkapolnai vonalat.

Kisterenyei Aranyhegy tufaterülete

Kisterenye bányaváros K-i végétől 1 km-re emelkedő *Aranyhegynek* egész DK-i oldalát riolittufa építi fel, melynek helyzete, éppen a szállítás

szempontjából a legkedvezőbb: a hegy lábánál vezet a Kisterenye—Recsk—kálkapolnai vasútvonal és közvetlen mellette a hegy felé, ugyanezen irányú országút.

Aranyhegy tufája pados, réteges, bár néhol benne a horzsakő felszaporodik, ott tömeges lesz. A pados, réteges tufa világosszürke, a tömeges pedig szürkésfehér, erősen porózus, morzsolódó.

Aranyhegy tufája vékonycsiszolatban, mikroszkóp alatt vizsgálva a következőket mutatja: *Szövege*: vitroporfiros, kevés alapanyagában sok és nagyszemű beágyazások ülnek.

Alapanyaga: barnássárgán áttetsző, zavaros, kémiaiilag savanyú kőzetüveg.

Beágyazások: általában nagyok és sűrűn helyezkednek egymás mellett. Közöttük legtöbb a kvarc, majd a földpátok következnek, melyek andezin—labrador-összetételű plagioklászok. Színes elegyrész benne a biotit. Ezenkívül horzsakő és apró lapilli-szemcsék ülnek az alapanyagban (10. sz. mikrofotográfia).

Aranyhegy tufatípusát a Földtani Intézet kémiai laboratóriumában Barabás Lajosné elemezte, míg a fajsúly- és térfogatsúly-meghatározásokat Emszt Mihály végezte.

SiO ₂	67,33%
TiO ₂	0,35%
Al ₂ O ₃	16,29%
Fe ₂ O ₃	1,12%
FeO	0,59%
MnO	0,02%
MgO	0,43%
CaO	2,82%
Na ₂ O	2,30%
K ₂ O	3,22%
H ₂ O(+)	3,48%
H ₂ O(-)	2,36%
CO ₂	0,00%
P ₂ O ₅	0,02%
	100,33%

fajsúly térfogatsúly

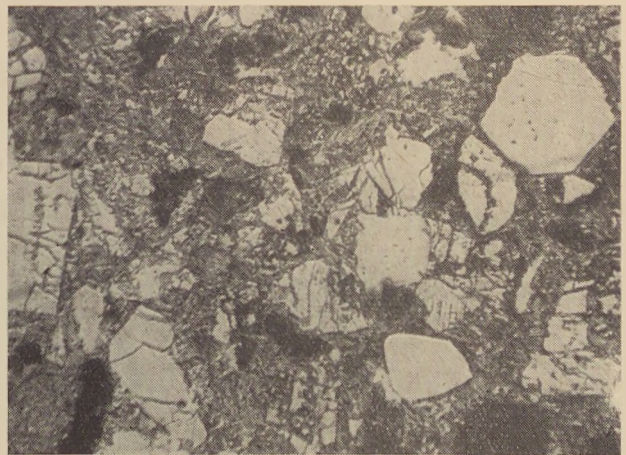
A pados, keményebb tufatípus	2,54	2,20
Tömeges, lágyabb, porózusabb tufatípus	2,26	1,86

Aranyhegy tufája a fenti ásványos és kémiai összetétel alapján: *biotitos riolittufa*.

Aranyhegyi tufaterület felszíni kiterjedése:

170 000 m².

Összegezve most már a Kisterenye—Homokterenye—Kazár—Mátraszele-i tufaelőfordulások vizsgálatának eredményeit és gyakorlati szempontból kiértékelve azokat, a következők állapíthatók meg. A 38 km²-nyi területen található tufaelőfordulások kőzetei ásványos felépítés és kémiai összetétel tekintetében hasonlóak, így nagy valószínűséggel alátámasztják azt a felfogást, hogy itt egységes és ugyanazon kitérésből származó törmelékiszórással állunk szemben. A nagy területre kiszóródott hatalmas vulkáni törmelék egységes tömegét a későbbi tektonikai mozgások fel-darabolták, majd az erózió tagolta tovább. Mind-



10. ábra. Kisterenye, Arany-hegyi riolittufa mikrofotográfia

egyik tufaelőfordulás kőzettani viszonyai olyanok, hogy fűrészelésre, faragásra nem alkalmasak ezek a tufák. Természetes építőkövekként eddig mint „darabos falazóköveket használták.

Ellenben a falazóblokkok előállítására valószínűleg alkalmasok. E tekintetben még sorozatos vizsgálatok és kísérletek szükségesek.

Igen fontos annak a ténynek hangsúlyozása, hogy ezeknek a tekintélyes tufaelőfordulásoknak a helyzete, éppen a szállítás szempontjából igen kedvező; barna-kőszénbányák között, tehát mindegyikük a vasúti vonalak mentén települ. Ezeknek a tufáknak és belőlük előállítható termékeknek, éppen ezen ipari vidéken van fontossága.

Tar-környéki tufaterület

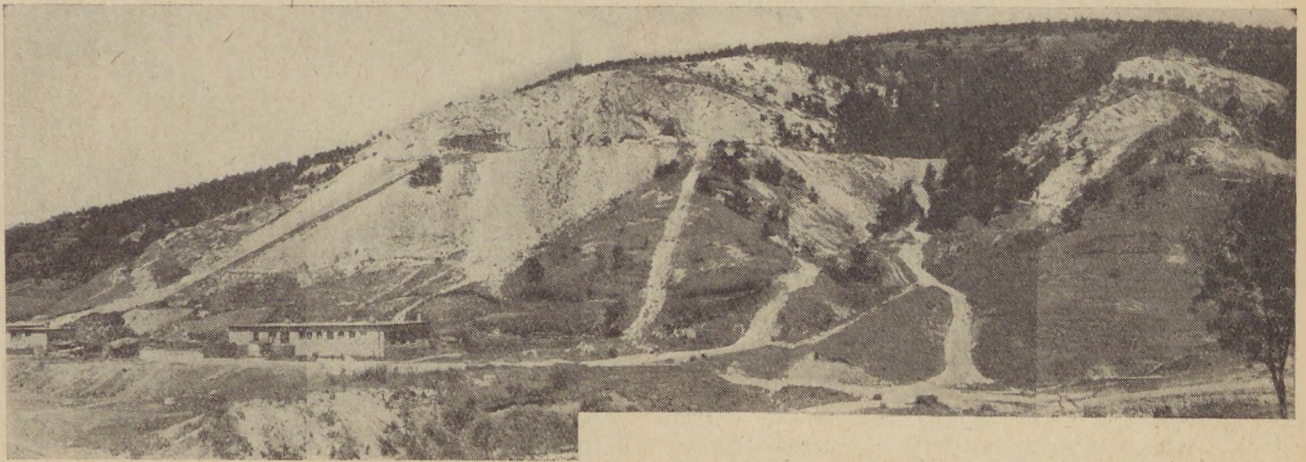
(Tari-fehérkőbánya)

A Zagyva völgyének legrégebbi, rendszeresen művelt és termelő tufazüze a „Tari-fehérkőbánya”, mely Tar község Ny—ÉNy-i szélén, a nagy kiterjedésű *Farkaslyuk* vulkáni kúpjának K-i oldalát bontja meg. Ezt a vulkáni kúpot háromféle kőzet építi fel: a fehérkő = dacittufa, andezittufa és andezit.

Az elmúlt évtizedekben nemcsak a fehérkő, hanem az andezit termelését is megindították a hegy Ny-i oldalán. Ekkor a salgótarjáni MÁV-fővonal mentén, a tari állomáshoz csatlakozva, jól kiépített rakodót építettek, ahova a fehérkövet és andezitet kisvasúton szállították. E kőbányáknak termelése a háború után megszűnt, a felszerelés elpusztult.

A bennünket érdeklő „fehérkő-bánya” termelése az utóbi években azonban újból megindult és jelenleg „darabos falazókövet”, illetve durván faragott hasabokat termelnek. Ez utóbbiakból sütőkemencék bélelésére alkalmas méretű lemezeket fűrészelnek. Tudvalevőleg a vulkáni tufák a „füstgázok” hatása ellen a legellenállóbb természetes kőzetek.

A „Tari-fehérkőbánya” feltárásait és e tufa főtömegét jelentő hegyoldalt a 11—12. sz. fénykép érzékíti. A fehér tufa kiterjedése itt nem nagy,



11. ábra. Tari „fehér kőbánya”

de jelentékeny vastagságú. Megállapítható, hogy ez jól telepített bányauzem, melynek szállítási viszonyai is kedvezőek.

A fehér tufa településére vonatkozólag a következők állapíthatók meg.

Farkaslyuk-hegy nagykiterjedésű vulkáni kúpján keletkezett fehér tufa (dácittufa) tömegét ért mozgások ezt feldarabolták és ennek következtében ma 6 kisebb-nagyobb tufaelőfordulás sorakozik a hegy ezen oldalában, a Csevice-völgy mentén. A tufabányászat szempontjából közülük csak a kőbányauzemet magában foglaló legnagyobb Ny-i tufafolt jöhet tekintetbe.

A „tari fehérekőbánya” tufája általában világosszürke, helyenként világossárga színű, vastagon pados, illetve tömeges kőzet. Rátekintésre e porfiros szövétű kőzetnek bőséges alapanyagában igen kevés és kicsiny szemcséjű beágyazások ülnek.

Vékonymetszetei mikroszkóp alatt vizsgálva a következőket mutatják: *Szöveve*: vitroporfiros. *Alapanyaga*: üveg, mely részben devitrifikálódott, az alapanyagban ülő *beágyazások*: plagioklász-földpát kristályai, melyek andezin-labrador-összetételűek. Színes elegyrészek: főleg biotit, ritkábban amfibolok és piroxének prizmás kristályai. Magnetit igen apró szemcsékben általánosan elterjedt ebben a tufában és ezek oxidációja révén kelekeznek e tufának sárgásbarna-rozsdás színeződésű részei.

A tufában mogyoró, ritkán diónagyságú lapillik és üvegszerű kőzetzárványok találhatóak.

A „Tari-fehérekőbánya” válogatott tufaanyagát a Földtani Intézet kémiai laboratóriumában Guzy Károlyné elemezte, míg ugyanazon kőmintákon fajsúly- és térfogatsúlymeghatározást Emszt Mihály végzett.

SiO ₂	65,14%
TiO ₂	0,47%
Al ₂ O ₃	15,59%
Fe ₂ O ₃	1,95%
FeO	0,74%
MnO	0,05%
MgO	0,74%
CaO	2,61%
Na ₂ O	1,99%

K ₂ O	3,50%
H ₂ O(+)	4,25%
H ₂ O(-)	2,87%
P ₂ O ₅	0,27%
CO ₂	nyom
	100,17%

Fajsúly = 2,45

Térfogatsúly = 1,43

A jellemzett ásványos összetétel, majd az itt közölt kémiai elemzés alapján a tari fehérekőbánya tufája a dácittufák típusához tartozó:

biotitos dácittufa.

Ezen tufaterület tömegviszonyainak megállapításához a következő mérési adatok közölhetők.

A kőbányauzem és tartalékterülete 33 750 m².

A jelenlegi tufabánya alsó szintjének t. sz. f. magassága = 210 m.

A fehértufa felső határa (ahol andezittufa települ rá) = 350 m.

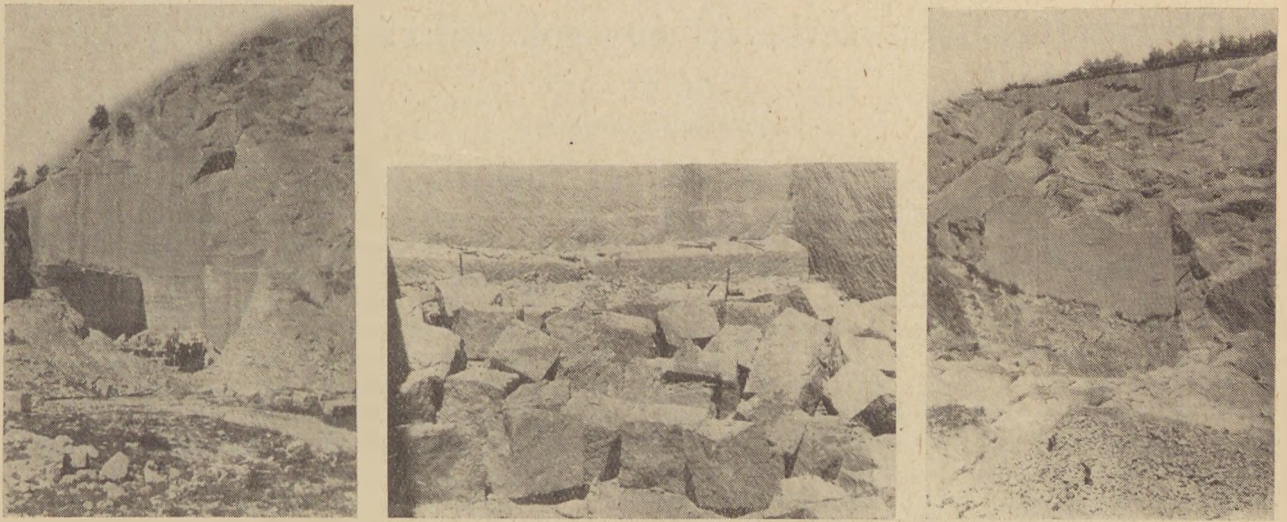
A tufabánya jelenlegi homlokfala = 315 m-en van.

Tekintettel arra, hogy a fehértufa nemcsak a mai alsó bányaszintig, hanem azon túl is terjed a mélység felé, így a tufaréteg vastagsága még nagyobb, hiszen a bányaureg alatt, a hegy lábánál feltörő Csevice-forrásnál is megtalálható a tufa, ez pedig 196 m magasságban ered. Ezen adatok alapján megállapítható, hogy Farkaslyuk vulkáni kúpjának D—DK-i oldalát a fehér dácittufa 154 m vastagságban építi fel.

A tari fehérekőbányát 1957. évben a „Nógrád megyei Bánya és Építőanyagipari Vállalat” üzemeltette. Értesülésem szerint a fehérekőbányát fűrészelésre, vágásra akarják majd berendezni.

A tari fehérekőbánya tufaanyagára és felhasználására vonatkozó vizsgálatok eredményeit és megfigyeléseimet a következőkben összegezhetem.

Ez a dácittufa ásványos és kémiai összetétele, valamint egyéb sajátságai alapján alkalmasnak látszik arra, hogy a falazó-blokkgyártás nyersanyag-bázisa legyen, de természetesen ilyenirányú vizsgálatok elvégzése is szükséges. Azonban, megfigyeléseim szerint ez a vastagon pados, sőt na-



12. ábra. Tari „fehér kőbánya” baloldalán a faragottkő és jobboldalán a falazó terméskő termelés

gyobbrészt tömeges tufa fűrészelésre még alkalmasabb. Ez irányú alkalmazása már elindult, amikor belőle sütőkemencék bélelésére használható, átlag 8—10 cm vastag lemezeket fűrészelnek.

Mindenesetre e jól telepített kőbányaüzem ilyen irányú kialakítása, nemcsak kőzetanyagának minőségi és mennyiségi viszonyai szerint, hanem kedvező szállítási lehetőségek alapján is megvalósíthatónak látszik.

Jugovics Lajos: Néhány építésre és falazótömb előállítására alkalmas vulkáni tufaterületünk kőzetanyagának sajátságai és bányászata.

Magyarország gazdag a különböző vulkáni tufákban, de építésre való felhasználásuk igen mérsékelt, kezdetleges. Hazánkban nagy tömegben található riolittufák — dacittufák — andezittufák — bazalttufák elterjedésében bizonyos tömörülés, elkülönülés figyelhető meg. A riolittufák és dacittufák általában együtt jelennek meg, legnagyobb tömegben a Tokaji hegység egész területén, míg kisebb elterjedésben a Bükk—Mátra és Mecsek hegység peremi részein. Az andezittufák a Mátra—Cserhát—Börzsöny és Dunazug-hegységekben alkotnak hatalmas tömegeket.

Bazalttufák a Dunántúlon: a Balaton mentén és a Kis Magyar Alföld déli részén jelennek meg nagy tömegekben, míg a Salgótarján körüli bazaltterületeken csak elszórvan alkotnak kisebb vulkáni kúpokot és gerinceket.

A vulkáni tufáknak az építészetben való alkalmazása történhet:

1. Fűrészelt vagy faragott szabályos tömbökben, de nálunk elterjedtebb a „darabos falazókő” formájában való használatuk;
2. Zúzott tufaadalékból cementált betonblokkok formájában;
3. Némely tufatípus „hidraulikus sajátsága” alapján, mint trasscement használható.

Лайош Югович: ВЫРАБОТКА И СВОЙСТВА ПОРОДЫ НЕКОТОРЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ТУФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПРИМЕНИМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ.

Венгрия богата разными вулканическими туфами, однако эти используются в строительстве только очень редко и на низком уровне. Некоторое уплотнение и изоляция наблюдается в распространении риолитовых, дацитных, андезитных и базальтовых туфов, находящихся в нашей стране большими массами. Вообще

риолитовые и дацитовые туфы появляются вместе — в наибольшей количестве по всей территории горы Токай, а менее распространено — на крайних частях гор Бюкк—Матра и Мечек. Большие массы составляют андезитовые туфы в горах Матра—Черхат—Бёржень и Дунаzug. Базальтовые туфы находятся на Задунайском крае: эти появляются в больших массах вдоль озера Балатона и на южных частях Малой венгерской низменности, пока на базальтовых месторождениях в окрестности г. Шалготарян находятся они только очень редко, составляя маленькие вулканические сопки и хребты.

Применение вулканических туфов в строительстве:

1. в виде пиленых или тесанных блоков, а у нас распространилось применение его в виде „кусочного кладочного камня”;
2. в виде бетонных блоков, цементированных из дробленной туфовой добавки;
3. на основе „гидравлических особенностей” некоторых типов туфа, как трассцемент.

L. JUGOVICS: Die Eigenschaften und die Gewinnung des zu Bauzwecken und zur Herstellung von Mauerblöcken geeigneten Gesteinsmaterials einiger ungarischer Tuffgebiete.

Obzwar Ungarn an verschiedenen vulkanischen Tuffen reich ist, werden diese doch zu Bauzwecken in sehr geringem Masse verwendet. In der Verbreitung der in Ungarn in bedeutenden Mengen vorkommenden Rhyolith-, Dazit-, Andesit und Basalttuffe kann eine gewisse Massierung und Absonderung beobachtet werden. Rhyolith- und Dazittuffe kommen im allgemeinen gemeinsam vor, in grösster Menge im Tokajer Gebirge, in kleineren Mengen in den Randgebieten der Gebirge Bükk, Mátra und Mecsek. Andesittuffe bilden in den Gebirgen Mátra, Cserhát, Börzsöny und Dunazug bedeutende Massen.

Basalttuffe kommen in Transdanubien: entlang des Balatonsees und im Süddeile der kleinen Ungarischen Tiefebene in grösseren Mengen vor, dagegen bilden sie in den in der Umgebung von Salgótarján liegenden Basaltgebieten nur vereinzelte vulkanische Kegel und Bergkämme.

Die vulkanischen Tuffe werden in der Bauindustrie in folgender Weise verwendet:

1. als behauene oder zersägte Quadern, in Ungarn jedoch vorwiegend als „Bruchstein”;
2. als aus zerstoßenem Tuffzuschlag zementierte Betonblöcke;
3. mit Rücksicht auf ihre hydraulischen Eigenschaften lassen sich einige Tuffe auch als Trasszemente verwenden.

Olvasztott szilikát-szerkezeti anyagok szilikátkémiai alapelvei

LŐCSEI BÉLA

(Második közlemény).

II. A kristályos műkö és az olvasztott kőzetek összetételének összehasonlítása

Az összehasonlítási alap kialakítása céljára a Boven, N. L. (5., 22., 18.) által vizsgált, Ormont, B. F. (12., 13.) által javasolt anortit-, albit-diopszid rendszer (2. ábra) használható fel. Az oxidos összetételből ugyanis bonyolultsága következtében reális következtetéseket nem vonhatunk le. Ez egymagában csak egyedi összehasonlításra ad alkalmat. Az oxidos összetételek összehasonlításából az anyag egyes tulajdonságainak alakulására vonatkozó mennyiségi adatokat nem lehet meghatározni, hanem kizárólag egy-egy tulajdonság változásának irányára lehet következtetni. Tekintve, hogy egy-egy összetétel összehasonlításánál több azonos jellegű vagy ellentétes hatású változást is figyelembe kell venni, a végső eredő változás jellegének meghatározása is nehézkes.

Többet mond az ásványi összetétel alapján történő összehasonlítás. Minthogy — amint azt a részletes tárgyalás is leszögezte — három ásvány tartalmazza a kőzet SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO és Na_2O tartalmát. Ezek alkotják a kőzetnek mintegy 80—90%-át. A ferro- és ferrioxid, továbbá kisebb mennyiségű titándioxid jórészt magnetit és ilmenit, kisrészben titánaugit, olvin és egyéb piroxén alkotórésze. A felsoroltakon kívül előforduló fémoxidok együttes mennyisége nem haladja meg az 1%-ot.

Az értékelésnél az albit-anortit-diopszid rendszer kezelése nehézkes, mivel minden egyes összetételt át kell számítani ásványtani összetételre. Ormont, B. F. (13. 14.) eljárásával ez a művelet lényegesen egyszerűsíthető. A Gibbs-féle diagramokon a háromszögszcúcsok Ab, An Di tiszta anyagoknak felelnek meg. Ezen anyagoknak a mennyi-

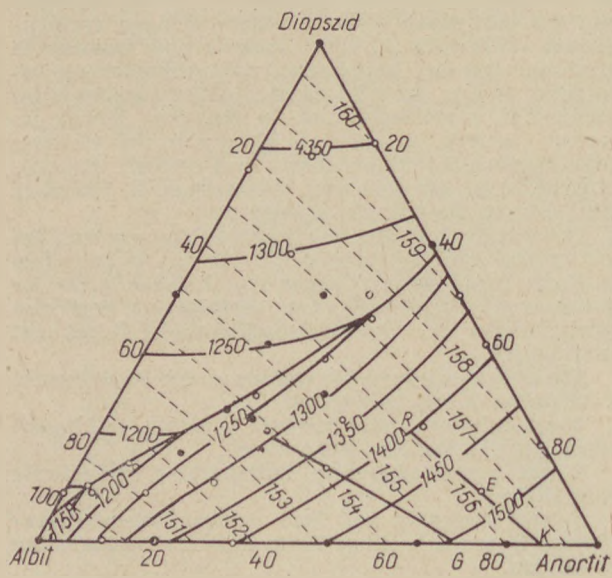
sége 100%-tól a másik két csúcsig fokozatosan 0-ig változik az összekötő oldalak mentén. Ha a csúcokban az albit-anortit-diopszid kémiai összetételét szerepeltetjük, vagyis a csúcsban az öt oxidnak 100-tól eltérő mennyiségeit tüntetjük fel, a diagram aszimmetrikussá válik. Ha a vegyületekben párosával két-két közös oxidkomponens található, mint például ebben az esetben, megoldhatjuk, hogy egy ötösszetevős rendszer részletes állapotviszonyait háromszögdiagrammal ábrázoljuk.

Ezt az elvet az olvasztott kőzetek összetételének vizsgálatára a kőzetek összetételének vasoxidmentes alakra való redukálása esetén alkalmazhatjuk. Ezáltal a kőzet helye kijelölhetővé válik az albit-anortit-diopszid háromösszetevős rendszerben.

Az összetétel redukciójának lefolytatásánál az Ormont által alkalmazott módszertől eltértem, mert a kémiai összetételből nem vontam le a teljes FeO és Fe_2O_3 tartalmat, hanem csak azt a mennyiséget, amely sztöchiometrikus arány szerint a magnetit, illetve a titándioxid tartalom figyelembevételével az ilmenit kialakításában vesz részt. A többi ferrioxid Leontyjejev, A. A. (14., 17., 20.) adatai szerint piroxénhez kötve magnéziumionhoz hasonló szerepet tölt be, illetve olivin alkotórésze. A kőzetösszetételek megítélése szempontjából helyesebb képet kapunk, ha a magnetit, illetve ilmenit kötésben részt nem vevő FeO -t molekulárisan magnéziumoxidra számítjuk át, mintha egyszerűen elhagyjuk az összetételből.

A kőzet oxidos elemzési adatai alapján kiszámítjuk tehát, hogy a titándioxid mennyi ferrioxidot és a maradék ferrioxid mennyi ferrooxidot köt le. Azt, hogy a ferrioxid jelenlétében a ferrooxid elsődlegesen magnezitet képez, a kristályos műkö csiszolatvizsgálatai is igazolják, mert bár a vasoxid tartalma maximálisan 1—2% között mozog, a csiszolatokban mégis kimutatható magnetit jelenléte. A fennmaradó FeO -t és Fe_2O_3 -at ekvivalens mennyiségű magnéziumoxidra számítjuk át, amely a diagramban a piroxéneket jelképező diopszid mennyiségében szerepel majd. Ha pontosabban akarunk eljárni, nem lehet figyelmen kívül hagyni a magnetit és ilmenit tartalmát sem. Ha a mikroszkópos vizsgálat ilmenitet nem mutat ki, a kőzetben szereplő TiO_2 -t szintén MgO -ra kell sztöchiometrikus arányban átszámítani. A hármas rendszer adatait a magnetit és ilmenit együttes mennyiségével négy összetevős rendszerre egészítve ki, tovább transzformálhatjuk. Ezzel a módszerrel még jobban meghatározható a vizsgált összetétel viselkedése. Ez az Ormont N. N. (29) által követett eljárás további finomítását jelenti. Továbbiakban a diopszid a rombos, monoklin és triklin piroxének gyűjtőfogalma, sőt ideszámítjuk az olivint is.

Az összetétel redukció alapelveinek alkalmaz-



2. ábra. Albit-anortit-diopszid rendszer állapotábrája

hatóságát alátámasztja az, hogy Czwetkow (2), Leontyjejev (20) és Risse (7) kísérletileg beigazolták, hogy a ferrioxid és az ekvivalens mennyiségű ferrioxid bazaltolvadékból magnetitként válik ki.

A kristályos műkő összetételében kevés vas-oxid szerepel a tervezési elveknek megfelelően. Ebből a szempontból nincs szükség lényeges összetétel redukcióra. A kisebb mennyiségű bárium-oxidot kalcium- és a mangán-oxidot magnézium-oxidra számítjuk át. A kristályos műkő oxidos összetétele ugyan nem illik bele pontosan a háromkomponenses rendszerbe, a szilíciumdioxid és alumínium-oxid tartalom alapján kijelölhető az a terület, amely kristályosodás szempontjából az összetételt jellemzi. Az eltérés oka az, hogy a kristályos műkőben nagyobb mennyiségű CaSiO₃, wollastonit szerepel, továbbá, hogy a nátrium-oxid egy része piroxén kötésbe kerül.

Ezen ábrázolási és értékelési módszer szerint vezettem le, hogy egyes hazai bazaltelőfordulásaink viselkedése miért tér el a külföldi, olvasztott szilikát előállítására használt kőzetektől. Az albit-anortit-diopszid háromösszetevős rendszer csúcsainak megfelelő oxidösszetétel a 6. számú táblázatban, az öt oxid koncentrációjának változása a 3. ábrán látható.

A nátrium-oxid mennyisége tehát az egyik csúcsban — albit — 11,82%, a magnézium-oxidé — diopszid — 18,62%, a másik kettőben 0. Az aszimmetrikus diagram felépítése alapján a 0%-nak megfelelő csúcs és a maximális összetételt jelző csúcs között az illető oxid mennyisége egyenletesen csökken.

Az oxidok összetétele a háromkomponenses rendszer csúcsaiban

6. táblázat

Oxid	Ab	An	Di
Na ₂ O	11,82	—	—
MgO	—	—	18,62
CaO	—	20,16	25,90
Al ₂ O ₃	19,44	36,64	—
SiO ₂	68,74	43,20	55,48
Összesen ..	100,00	100,00	100,00

A kalcium- és alumínium-oxid mennyisége két csúcsban különböző, egy csúcsban nulla; a szilíciumdioxidé egyik csúcsban sem nulla, 43,2 és 68,7% között változik. Ezek az adatok azt is jelentik, hogy a diagram használhatósági határa a táblázatban megadott értékeken belül van. Hasonló elv alkalmazásával más, szilikátipari összetételek vizsgálatára és összehasonlítására is mód van.

Az alap háromszögdiagramot az oldalakkal párhuzamosan húzott vonalak segítségével további kisebb háromszögekre bonthatjuk. Ezáltal a beosztást finomítjuk. Tíz részre osztva egy-egy oldalt az ömlesztett szilikátok összetételének jellemzése szempontjából jól használható beosztás-hoz jutunk.

Az Ab—An—Di csúcsokban érvényes fő ekvikoncentrációs vonalak megszerkesztéséhez a csúcsot össze kell kötni a szemben levő oldalon azzal a ponttal, ahol az adott komponens koncentrációjának értékét

$$\frac{B_x - C_x}{A_x - C_x}$$

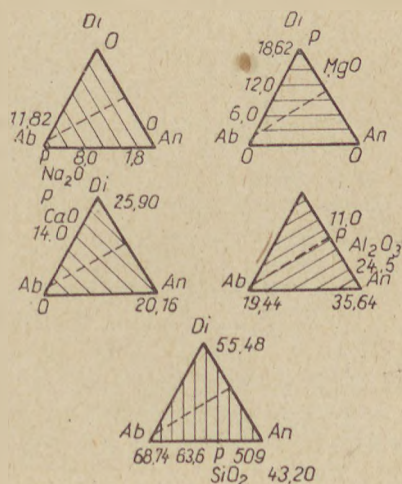
tört határozza meg. A_x a kérdéses oxid koncentrációja az albit, B_x és C_x az anortit és diopszid csúcsban.

Ekvikoncentrációs vonalak segítségével megállapítható minden pontnak megfelelő oxidösszetétel; egy redukált kőzet összetétel helyének a diagramban való kijelöléséhez viszont már két oxid mennyiségének ismerete is elegendő.

A kőzet helyének meghatározásánál az ekvikoncentrációs vonalak irányát kell alapul vennünk. A kőzet helyének kijelölése megadja, hogy az albit, anortit, illetve diopszid milyen százalékkal szerepel felépítésében, vagyis a súlyszázalékos összetételből egyszerű eszközökkel az ásványtani összetételhez jutunk. Amennyiben a magnetit, illetve ilmenit mennyiségét, továbbá a piroxénekhez számított olivintartalmat részben a ferrioxid mennyiségének figyelembevételével, részben csi-szolátvizsgálat alapján meghatározzuk, megállapítható a kőzet teljes ásványtani összetétele. A diagramban elfoglalt helyzet alapján meghatározható a megolvasztott kőzet kristályosodásának menete. A kőzet helyének kijelölésénél az ekvikoncentrációs vonalak a diagramban rendszerint nem adnak egy metszéspontot, hanem az elemzés pontosságától függően kisebb, vagy nagyobb területet jelölnek ki. Ezt az elemzési hibákon kívül idegen anyagok jelenléte idézheti elő.

A diagram segítségével tehát a következő műveleteket végezhetjük:

1. a diagram bármely pontjának megfelelő oxidos összetétel meghatározása,
2. kőzetek ásványtani összetételének megállapítása az oxidos összetétel alapján kijelölt diagram helyzetből,
3. kőzetek, olvasztott szilikátok minősítése a diagramban elfoglalt helyzetük alapján olvaszt-



3. ábra. A fő ekvikoncentrációs vonalak iránya

hatóság, formázhatóság, kristályosodás, vagyis feldolgozhatóság szempontjából.

A kőzetösszetételek vizsgálata kimutatja, hogy a feldolgozható bazaltok, illetve diabázok összetétele a 4. ábrán feltüntetett 1. és 2. sz. területeken helyezkednek el. A kristályos műkő összetétele a 3. számú területtel rögzíthető.

A kőzetek magnetitmentes redukált összetételét vizsgálva, megállapítható, hogy a szilícium-dioxid tartalom 50—60% között mozog. A jól feldolgozható kőzetek redukált összetételénél ez az érték 50—55%-ra szűkül. A piroxén-plagioklász eutektikus vonalának és az ekvikoncentrációs vonalnak elemzése azt mutatja, hogy mivel a SiO_2 , CaO , Na_2O ekvikoncentrációs vonalai megközelítőleg merőlegesek a Bowen által kijelölt eutektikus vonalra, gyakorlatilag nem határozzák meg a kőzet viselkedését. Ezzel szemben az alumíniumoxid koncentráció jóval jellemzőbb, 0—15% esetén a kőzet a piroxén mezőnek felel meg, 18%-nál nagyobb mennyiség esetén pedig a plagioklász mezőnek. A kettő közötti 15—18% jellemzi az eutektikus területet. (Az összetétel adatok magnetitmentes összetételre vonatkoznak.)

A gyakorlatilag feldolgozható kőzetek alumíniumoxid tartalma 10—15, de még inkább 11—13% között helyezkedik el. A földalkálioxidok együttes mennyisége a redukált összetételben 28—31%. Említésre méltó még az is, hogy a jó feldolgozhatóság jellemzőjének tekinthető az is, hogy 100 súlyrész kőzetalkotóra 10—13 súlyrész, vagyis megközelítőleg 8—11% magnetit jut.

Hazai bazaltjainkban vagy túl sok, vagy túl kevés a magnetit, az alumíniumoxid tartalom rendszerint jelentősen meghaladja a technikai szempontból kedvezőnek ítélt 11—13%-os tényleges Al_2O_3 értéket. Így a nógrád—gömöri és dunántúli bazaltelőfordulásainkat a 4. ábrán a 4. számú terület jellemzi. A bazaltok tehát a plagioklász mezőben helyezkednek el.

Az olvasztott kőzetek gyártástechnológiájára vonatkozólag azt az eredményt is leszűrhetjük, hogy legalább 8—13% olyan alkotórészre van szükség a kőzetben, melynek magas a likvidusz hőfoka, és ugyanakkor az olvadék viszkozitását is csökkenti. Ez tölti be a kristályosodást beindító szerepkört. Magnetit és olivin vesz részt ennek a feladatnak a megoldásában, de előnyösebb, ha az olivin mennyisége 5%-nál nem több.

Általában az a tapasztalat, hogy nagy olivin tartalom durva kristályszerkezetet, repedésre hajlamos anyagot eredményez. A földpátok és földpátpótlók együttes mennyisége ne emelkedjék 35—40% fölé. A piroxének mennyiségének növekedése a kőzetfeldolgozás technikáját kedvező irányban módosítja, ha az a földpátok rovására növekszik.

A kristályos műkőnek az albit-anortit-diopszid rendszerben a SiO_2 és Al_2O_3 tartalma alapján kijelölt helyzetéből megállapítható, hogy felépítésben 68—76% piroxén, 7—12% albit, 10—12% anortit vesz részt. A 4. számú ábrán feltüntetett 3. terület középpontja 72% piroxénnek, 28% plagioklásznak felel meg. Ugyanakkor az 1. bazaltterületre 35% piroxén, 40% albit és 25% anortit jellemző. A magnetitmentes összetételben általában 30—40%-os, illetve 47—54%-os piroxéntartalom szerepel a műkő 68—76%-os mennyiségével szemben. A 4. területtel jellemzett hazai bazaltjainkat (30., 31., 47.) 15—25%-os piroxén tartalom jellemzi. Legkedvezőbbnek a szarvaskői diabáz-előfordulás (2. táblázat) látszik.

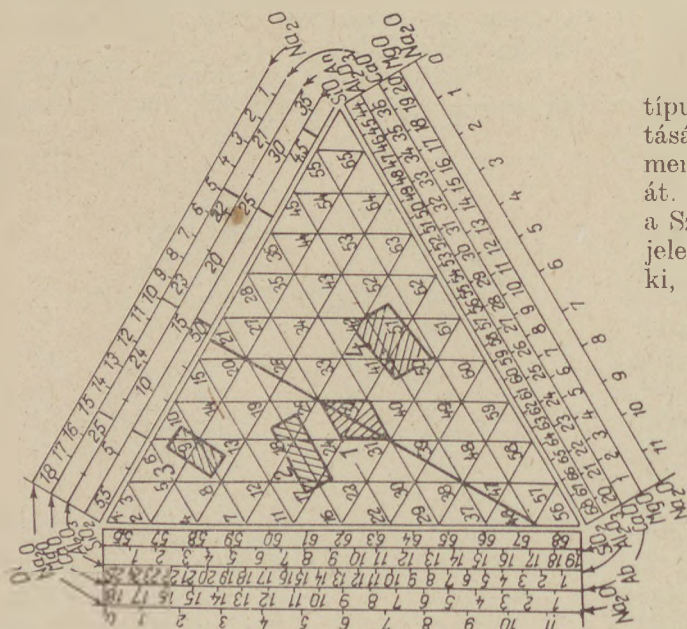
III. Az olvasztott szilikátok gyártásmenetének összefoglalása

Tanulmányomban a gyártástechnológiáról csak vázlatos összefoglalást közlök — kivételt képez a hőkezelési eljárás —, mert az eredeti célnak megfelelően az elvi szilikát-kémiai kérdések tisztázását tartom feladatomnak.

1. Nyersanyag előkészítés, olvasztás

Kezdetben inkább üvegolvasztó kemence-típusokat alkalmaztak ömlesztett kőzetek előállítására is, majd Francia- és Németországban Siemens-kemencékhez hasonló konstrukciókra tértek át. Az olvasztókemencék szerkezetének fejlődése a Szovjetunióban és Csehszlovákiában volt a legjelentősebb. Számos kemenceszerkezetet próbáltak ki, végül is az aknakemence-ely alakult ki, mely bizonyos mértékben a kúpolókemencékkel áll rokonságban. Ez kalorikus szempontból a legkedvezőbb. Nagy az olvasztási sebesség, az olvasztási kapacitáshoz viszonyítva kis méretű a kemence. Franciaországban és a Szovjetunióban működik elektromos olvasztókemence is, melynek technológiai szempontból az az előnye, hogy gyorsabb tisztulás következtében nagyobb olvasztási sebességet biztosít (1., 2., 4., 6., 7., 24., 25.).

Az üvegolvasztó kemence-típusokba 5—15 mm-es szemmagyságban adagolták az anyagot, az aknakemencékbe 70—150 mm-es darabos anyag kerül.



1. ábra. Olvasztott kőzetek, a kristályos műkő és hazai bazaltjaink összetételének helyzete az albit-anortit-diopszid rendszerben

A különböző kőzetek olvasztási hőfoka — bázikuságuk fokától függően — 1320—1400 °C, leggyakrabban 1350 °C. A nagyobb olvasztási hőfoknál olvadó kőzetekre 50%-os, az utóbbira 40—44%-os SiO₂ tartalom jellemző.

A legkorszerűbbnek mondható aknakemencés kőzetolvasztásra az jellemző, hogy a füstgázok hőtartalmának nagyobb részét az anyag előmelegítésének formájában hasznosítják. A tulajdonképpeni olvasztás az akna alján levő nyíláson keresztül történik. Az olvadék csatornán keresztül adagolódobba folyik. Az aknában az anyag az olvasztás ütemének megfelelő mértékben csúszik lefelé, felül a keletkező hiányt folyamatosan pótolják. Az anyagszintet az aknában állandósítani kell.

Az aknakemence nagy olvasztási sebessége, a hővisszanyerés új elve a kalóriaszükséglet csökkenését eredményezi, aminek nemcsak kőzet-, hanem üvegolvasztási viszonylatban is komoly jelentősége van. Ugyanez az aknakemencés olvasztási elv alkalmazható a kristályos műkö előállításánál is. A nyersanyag darabos adagolását briketkezéssel biztosítjuk.

Kőzetek olvasztásának egyik jellegzetessége, hogy az olvasztási hőfokon az olivin tulajdonképpen nem olvad meg teljesen, részben magas olvadáspontja, részben pedig az anyag rövid kemenceátfutási ideje miatt. Ezt feldolgozási szempontból szükségesnek is tartják, mert különben egyes kőzeteknél nehézség mutatkozik a kristályos szerkezet kialakulásában. 1954-ben a Csehszlovák Köztársaságban alkalmam volt olvasztott bazalt üzemet megtekinteni és megfigyelhettem, hogy a csapolásra kerülő olvadékban már megindult öntés előtt a kristályosodás. Franciaországban oly módon is igyekeznek az olvadék kristályosodását biztosítani, hogy a kemencék leállításakor a fenéken visszamaradt anyagot, melyben a meg nem olvadt olivin kiülepedés miatt feldúsul, örölvé ismét visszaadagolják kisebb részletekben a kidolgozó kádba (2. 7.).

A kemencék belésanyaga magnezit. Ez áll legjobban ellen a bázikus olvadék korróziós hatásának. A tűzállóanyag élettartama egyébként problémát jelent a gyártás folyamán; oly módon igyekeznek például növelni, hogy a kádat, átfolyócsatornákat olyan mélyre építik, hogy a fenéken a bazaltolvadék megdermedjen. Így a fenékbélés nincs igénybevéve, az olvadék tulajdonképpen szilárd kőzetágyon folyik előre (1., 6., 7.).

Különböző utalásokat találtam az irodalomban arra vonatkozóan is, hogy adalékanyagot vagy kétféle kőzetanyagot használnak a gyártáshoz. Ennek egyik példája — amit már említettem — az olivindús anyag visszaadagolása. Az aknakemence konstrukció kialakulása miatt ez a módszer nem alkalmazható, mert az alapanyag kis-mértékű aprítottsága nem biztosítja a homogenizálódást. Emiatt kell a kristályos műkö olvasztásánál a csehszlovákiai kemence konstrukcióhoz viszonyítva nagyobb gyűjtőkádat alkalmazni. Az eredeti aknakemence konstrukciónak hátránya az, hogy a kidolgozási hulladékot, melynek mennyisége általában eléri a megolvasztásra kerülő anyag 20—30%-át, bazaltolvasztásnál nem lehet vissza-

adagolni. Ennek több oka is van; egyrészt az üveges bazalt hamar meglágyul, ezért az aknába beadagolva beragadást idézne elő. Másrészt technológiai akadály az, hogy a már említett rövid átfutási idő miatt az olvadék nem lenne homogén. Harmadik ok az, hogy a másodszori átolvasztás csökkentené az anyag kristályosodási sebességét. Ez arra mutat, hogy itt is szerepet játszhat a vas-szulfid mineralizátor hatása.

Az olvasztás folyamán kisebb mennyiségű adalékanyagot a következő okok miatt igyekeztek alkalmazni:

1. A kőzet bázikuságának növelése vagy csökkentése érdekében. Példa erre az a Szovjetunióban lefolytatott kísérlet, melynek folyamán pikritet adagoltak diabázhoz. Csehszlovákiában szintén próbálkoztak erősen bázikus tefrit és bazalt kombinációjával. A kemencekonstrukció miatt azonban egynemű kőzet alkalmazása mellett döntöttek, midőn megtalálták a technológiai szempontból megfelelő kőzetelőfordulást.

2. Adalékanyag használható az olvasztási, illetve kidolgozási körülmények javítása érdekében. Viszkózitást csökkentő anyagok.

3. Adalékanyag kristálygócok mennyiségének növelése céljából.

A kristályos műkö olvasztási hőmérséklete 1390—1420 °C. Valamivel nagyobb tehát a kőzetek olvasztási hőmérsékleténél. A kalorikus mérleget azonban az javítja, hogy a kristályos műkö előállításánál az olvasztási hulladék visszaadagolható a nagyobb homogenizáló tér következtében. Ez kiegyenlíti az 50—70 °C-os olvasztási hőfokkülönbséget.

Az olvadék kidolgozása

Az olvasztott kőzetek formázása vasöntödei jellegű; csaknem kizárólag homokformával dolgoznak, ennek megfelelően a formálási mód öntés. Fémformában való alakítás rendszerint csak a bázikus bazaltoknál alkalmazható, mert különben az anyag nem kristályosodik ki. Még a bázikus kőzetanyagok felületén is üveges határreteg marad vissza. A fémmel való érintkezés következtében a felületi rétegek erősen túlhűlnek a fémforma nagy hőkapacitása, jó hővezető és hőátadó képessége következtében. A felületi rétegben a kristályosodás tehát már nem folyhat le. A hőkezelő kemencében viszont a hőmérsékletet annyira fel kellene emelni, hogy a darab deformálódna. A franciáknak úgy sikerült nagyobb darabokat préseléssel előállítani fémformában, hogy a formákat, speciális szigeteléssel látták el és erősen előmelegítették. Ez különleges formaszerszerkesztést igényel.

A kristályos műkö kidolgozása nagyobb formakialakítási lehetőséget biztosít. A formázáshoz egyaránt használható homok és fémforma. Ez utóbbi körülmény tág lehetőségeket biztosít az anyag alakítása területén, mert préseléssel kisebb méretű és bonyolultabb alakú darabokat is elő lehet állítani. A gyártott darabok alsó mérethatára 80—120 g, de még ez is csak az adagolási, és nem a hőkezelési módszerek miatt jelent alsó határt. Öntőkanálból ugyanis kisebb mennyiségeket nem lehet megbízhatóan adagolni. Speciális feeder ada-

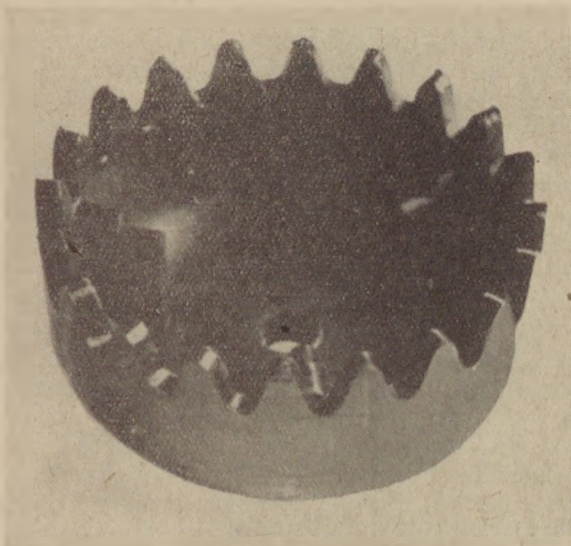
golószervezet kidolgozásával még további méretcsökkenés is biztosítható lenne, jelenleg azonban még nem alakult ki olyan felhasználási terület, amely ezt inlokálná.

A kristályos műkő kidolgozásának technikája a préselés alkalmazhatósága következtében nagyobb rokonságot mutat az üvegyártási technológiával, mint az olvasztott kőzeteké. A kristályos műkő préselési alakíthatósága lapforma előállításánál 6—8 mm-es minimális falvastagságot enged meg alsó határként, ami jóval kisebb méretet az olvasztott bazalt, illetve olvasztott diabáz termékek minimálisan 20 mm-es lapvastagságánál.

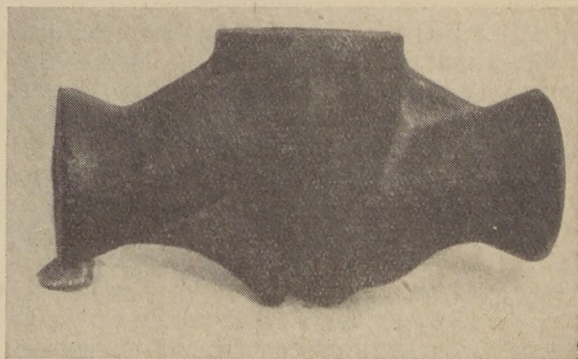
Az alakíthatóságot azok a kristályos műkőből előállított formadarabok bizonyítják, amelyek a Nehézvegyipari Kutató Intézet miskolci kísérleti üzemében, illetve 1955—56-ban az Építőanyagipari Kutató Intézetben készültek. Az egyik — a préselhetőségre jellemző példa — egy desztilláló kolonna párasapkája. Az alakíthatóságra jellemző a peremen levő fogazat és a belül levő vékony bordák kiképzése (5. ábra).

A homokba való önthetőséget nagyobb méretű tárgyak előállítása igazolja; ilyen például a kristályos műkőből készült, 20 cm átmérőjű könyökcső, vagy a saválló szelepház (6. ábra, a homokfúvófej (7. ábra), ezenkívül számos egyéb homokba öntött tárgy.

Olvasztott bazalt formázásához csak abban az esetben lehet fémformát használni, ha azt 450—550 °C-ra előmelegítik. Kristályos műkő előállításánál a formának általában csak 200—250 °C-ra kell előmelegednie, amit a folyamatos munkamenet közben a formába kerülő olvadék által leadott hőmennyiséggel biztosíthatunk. A csehszlovák ipar kizárólag homok öntőformákat használ. A csövek öntésénél is úgy járnak el, hogy a porgetett öntöttvas csőformában az olvadék beöntése előtt kis átmérőjű csöveknél kb. 0,5 cm vastag homokréteget biztosítanak, nagyobb átmérőjű csövek előállításánál viszont 3—4 cm vastag homokréteget kiképzés szükséges.



5. ábra. Desztilláló párasapka kristályos műkőből. (NEVIKI kísérleti üzeme 1954.)



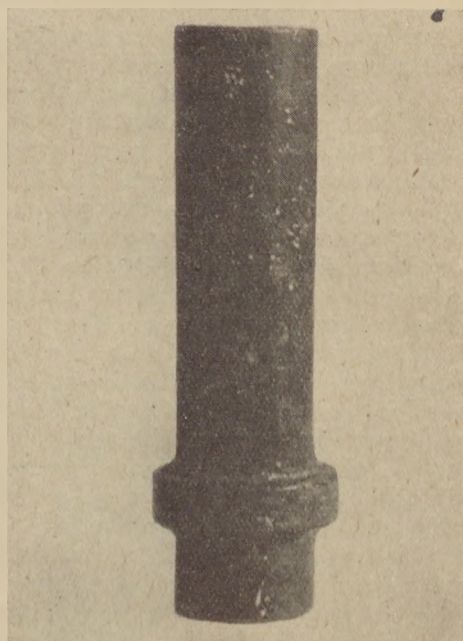
6. ábra. Saválló szelepház. (ÉAKKI 1955.)

A Szovjetunióban is homokformák használatára tértek át. Franciaországban a fémformába öntött vazalt felületén üreges réteg marad vissza, ami nem tudatos felületi máz helyettesítő üvegréteg kiképzés eredménye, hanem technikai szükségesség. A kristályos műkő hőkezelése viszont úgy vezethető, hogy az üveges réteg teljesen hiányzik a formadarabok felületéről.

A homokformába való öntés az a művelet, amely az olvasztott kőzetek előállítását a fémöntödei technológiához teszi hasonlóvá. A kristályos műkő összetétele fokozott mértékben lehetővé teszi az üvegyártási technológiához hasonló fémformák és préselés alkalmazását. A műkögyártások folyamán tehát az öntödei jellegzetesség elmosódik, ami azzal az előnnyel is jár, hogy nagyobb lehetőség van az automatikus formázási technológia kialakítására.

3. Hőkezelés

Formázás után az olvasztott szilikátok szerkezetét hőkezelési folyamat alakítja ki. A végső szerkezet kristályos. A hőkezelésnek egyrészt a



7. ábra. Öntvénytisztító homokfúvófej. (ÉAKKI 1955.)

kristályosodás tökéletes végbemenetelét, illetve befejezését kell biztosítani, másrészt a formadarabok fokozatos feszültségmentes lehűlését.

A kristályosodás megindul már a formázási művelet közben. Az olvasztott kőzeteknél a formadarab a homokformából való kikerülés után 75—85%-ban már kristályos, a kristályos mükönél csak minimális mennyiségű kristálygóc alakul ki. A teljes folyamat mechanizmusa két paraméterrel jellemezhető; egyrészt a kristályosodási centrumok számával, amit 1 cm^3 térfogatra vonatkoztatunk, másrészt az egyedi kristálymagok növekedési sebességével (5., 23.) Ezeknek a tényezőknek alakulása annak a hőfokkülönbségnek a függvénye, ami a folyamat hőmérséklete (T_1), és az olvadék likvidusz hőfoka (T) között fennáll. A kristályosodási folyamatot Tamman (29) jellemezte és bár a magszám jelentőségét a kristályosodás lefolyása közben egyesek kétségbe vonták, a lefolytatott kísérletek bizonyítékaul szolgálnak annak is, hogy csak a kristályosodási mechanizmus ilyen értelmezésével magyarázható az olvasztott kőzetek és kristályos mükő szerkezetének alakulása (11, 17, 18, 31, 32).

A kristályosodás az olvasztott szilikátok előállításának folyamán az üvegyártáshoz viszonyítva, ellentétes érvényű. A hőkezelési eljárás feladataként a finomabb és ennek megfelelően homogénebb kristályszerkezet elérését kell megjelölni. Ez a kristályosodási magszám növelésével, a kristályosodási sebesség bizonyos mértékű kényszerű csökkentésével érhető el. A nagyobb kristályosodási magszámot úgy biztosíthatjuk, ha a kristályosodás az olvasztott kőzetek előállításától eltérően alacsonyabb hőfokon következik be. A kristályosodási folyamat mechanizmusának termodinamikai levezetését Frenkel (23) adja. A folyadékot a határfelületek kikapcsolásával vizsgálja. Az állandó fázis létrejötte megköveteli, hogy a liquidus hőmérséklet alatt termodinamikailag instabil, nagyobb belső energiátartalmú olvadékból kisebb energia-tartalmú, termodinamikailag stabil, igen kisméretű, szubmikroszkopikus kristálymagok keletkeznek.

A kristályok növekedésének sebessége elsősorban a magfelület képződésének, másodsorban a kristályréteg növekedésének mértékétől függ. A kérdéses mag alakulását a rendszer szabad energia tartalma irányítja. A kristálymag felületének nagyságát szintén az aktiválási energia szabályozza, amely szoros kapcsolatban áll a diffúziós energiával. A kristályok növekedési sebességének alakulását az alábbi összefüggés jellemzi.

$$I = K e^{-\frac{1}{kT} \left(\Delta U' + \frac{cT_1}{\lambda'(T_1 - T)} \right)}$$

K , k , c állandók; λ' a reverzibilis kristályosodás hőszínezete.

Növekvő túlhűtéssel a kristályosodási sebesség növekszik, maximumot ér el, majd ismét csökken. Minthogy a viszkozitás az $e^{-\frac{v}{kT}}$ kifejezéssel, illetve a diffúziós energiával arányos, a kristályosodási sebességgel való szorzás útján a következő összefüggéshez jutunk:

$$\eta I \sim k' e^{-\frac{v}{kT} \lambda' (T_1 - T)}$$

(A szorzat logaritmált alakban viszont egyenesen arányos a $\frac{1}{T_1 - T}$ törttel, tehát a viszkozitás és a kristálynövekedés sebességének szorzata folytonosan növekvő értékeket vesz fel maximum nélkül. A kristályosodási hőfoknövekedéssel megközelítőleg egyenes arányban csökken.)

Presto (23) gyakorlati érvényű összefüggést állapított meg a kristályosodási sebesség, és az olvadék viszkozitása, továbbá a túlhűtés nagysága között:

$$I = \frac{k}{\eta} f(T_1 - T)$$

k és f állandók: η az olvadék viszkozitása. A kérdéses területen tehát az aktiválási energiától függ a kristályosodási sebesség. A (12) összefüggés útján kapható sebességértékek a gyakorlati tapasztalat eredményeivel kielégítően megegyeznek.

A (12) összefüggés az

$$I = \frac{k}{\eta} (T_1 - T)$$

egyenlettel még egyszerűbb alakban is felírható. Feltételezzük, hogy $\Delta U'$ aktiválási és a diffúziós energia között szoros kapcsolat áll fenn.

Az olvasztott szilikátok kristályosodási folyamata ilyen egyszerű egyenlettel nem írható le, már csak azért sem, mert nem ismerjük az egyes fázisok aktiválási energiaviszonyait, magképződési és kristálynövekedési sebességeit. Ez a terület további kutatás számára még hálás feladatot jelenthet. A (1), (3), (4) összefüggés külön-külön érvényes az olvasztott szilikátok szerkezetének kialakításában résztvevő különböző kristályfázisokra. A tényleges kristályosodási folyamat ezen részfolyamatoknak az összegeződéséből alakul ki.

A kristályosodást jellemző két paraméternek, a kristályosodási magok számának és az egyedi kristályok lineáris növekedési sebességének maximuma nem tartozik azonos hőmérsékletre. A kristálynövekedési sebesség maximuma nagyobb hőmérsékletnél jelentkezik, mint a kristálymagok keletkezésének maximuma. Ez a körülmény az olvasztott kőzetek előállításának módosítja a gyártásmenetet, a termék szerkezetét, tulajdonságait. Történet már említés arról, hogy az ömlesztett kőzetek 75—85%-ig már a formában kristályosodnak és így kerülnek hőkezelő kemencébe.

Az olvasztott bazalt hőkezelése 750—800 °C-on indul és 870 °C-on fejeződik be. Időtartama 6—9 óra, a hűtési periódus további 25—30 órát vesz igénybe. Világos a tárgyaltak alapján, hogy a kőzetek kristályosodásának lefutása a következők szerint alakul. Az öntésre kerülő olvadék hőfoka 1200—1220 °C. Az olvadékban ekkor már jelentős mennyiségű magnetit- és olivinkristály található, az utóbbi teljesen meg sem olvad. A formában a hőfok csökkenése közben lejátszódik a piroxének teljes és a plagioklászok jórészen kikristályosodása. Az öntött tárgy felületén 2—5 mm-es réteg nem kristályosodik ki teljesen, hanem csak kis mértékben. Ezenkívül az öntvény belsejében a magnetit, olivin, piroxén és plagioklász kristályok közeit plagioklász jellegű üveg tölti ki. A kristályo-

sodás ilyen állapotig 900—950 C°-ig játszódik le. A hőkezelő kemencében befejeződik a külső felületi réteg és az öntött tárgy belsejében levő plagioklász jellegű üveges fázis kristályosodása. Az üveges fázis nem tűnik el teljesen, a visszamaradó mennyiség azonban csekély. Ennek az üvegfázisnak a minősége és mennyisége az olvasztott szilikátok szilárdsági viszonyait komolyan befolyásolja (17., 18.).

Voldán (24) kimutatja a kőzetalkotók tágulási viszonyainak vizsgálata alapján, hogy a nefelinit és nefelin bazalt nagymértékű repedékenysége éppen arra vezethető vissza, hogy feldolgozásuk folyamán nefelin típusú üveges fázis keletkezik, melynek nagy a tágulási együtthatója. Emiatt hűlés közben az üveg- és kristályfázis határán nagy feszültség jön létre. Az állandó jellegű belső feszültség következtében az ilyen olvasztott kőzet igen labilis anyagnak mutatkozik.

A repedési hajlam magyarázata úgy is fogalmazható, hogy minél nagyobb a kőzet ortoszilikát-tartalma (nefelin-olivin), annál erőteljesebben jelentkezik ez a tulajdonság. Az olivin azért növeli a repedési hajlamot, mert rendszerint nagyobb méretű kristályokat képez. A durva szerkezet szintén repedékenységet fokozó hatású, amire a kristályméret és a nyomószilárdsági értékek között tapasztalható, az ömlesztett szilikátok szerkezetének tárgyalásánál feltüntetésre kerülő összefüggés utal. (Lásd: 17. ábra).

Az a megfigyelés tehát, hogy az olivin a szerkezet homogenitását rontja, általánosítható olyan értelemben, hogy a szerkezet szilárdsága annál kedvezőbb, minél kisebb a szerkezeti elemek nagyságméretének statisztikus szórása és minél kisebb a méretek átlagértéke.

A kőzetek kristályosítására az jellemző, hogy a kristályosodás magas hőfokon kezdődik, csökkenő hőmérséklet mellett zajlik le, amit rövidség kedvéért „felülről-lefelé” irányuló kristályosodásnak nevezek. Ennek az a jelentősége, hogy az olvadék hűlés közben a kristályosodási sebesség maximumának hőfokterületét érve el először, és ott huzamosabb ideig tartózkodva, a kristályosodás a kristálymagok számának szaporodása szempontjából kedvezőtlen területen megy végbe. Ez a körülmény kapcsolódva a kémiai összetétel jellegével, ami a gyors kristályosodásnak kedvez — értem ezalatt a 10—15%-os magnetit és olivin tartalmat —, azt eredményezi, hogy a szerkezeti elemek mérete 10—150 μ -os határok közé esik a plagioklász tartalomtól függően.

Az úgynevezett átmeneti bazalttípusokból előállított öntvények — melyeknek jellemző képviselője a Nova-Bana-i bazalt — kevésbé hajlamosak repedésre, mert a kristályosodás után visszamaradó üvegfázis összetétele plagioklász jellegű, tehát kisebb a tágulási együtthatója. Szilíciumdioxid tartalma nagyobb, alkálioxid tartalma kisebb, mint a bázikus bazaltokban kialakuló üveges fázis. Kisebbség lesz tehát a szerkezet felépítésében résztvevő kristályok és az üvegfázis határán fellépő feszültség. A plagioklász tartalom emelkedése növeli az olvadék viszkozitását is a kristályosodási hőfok-tartományban, ami viszont a kiváló kristályok átlagméretét csökkenti. Ezek-

nek hatására mérséklődik a repedékenység, javulnak a szilárdsági értékek.

A hőkezelés felülről-lefelé irányuló jellegének és az olivin, illetve magnetit tartalomnak a hatása azonban továbbra is érvényesül. A plagioklász tartalom növekedése azt eredményezi ugyan, hogy a kristályméretek szórása is kisebb lesz a méret-átlag csökkenése mellett, a szerkezet finomítása mégsem fokozható az átlagos, 4—7 μ alá. A szilárdsági értékek rohamos javulása szempontjából ez az érték tekinthető határértéknek, ha a 17. ábrán látható görbét megvizsgáljuk.

A savanyú bazaltok plagioklász tartalma viszont már annyira növekszik, hogy a bazalt a formában nem kristályosodik ki kellő mértékben, a hőkezelő kemencében pedig deformálódik. Ebből azt a következtetést vonták le egyes kutatók, hogy a szerkezet további finomítása, amelynek minőségjavító hatását elismerik, nem oldható meg (24).

A savanyú bazaltokat nehezebb önthetőséget előidéző nagyobb viszkozitásuk, továbbá lassú kristályosodásuk miatt minősítik olvasztott kőzet előállítására alkalmatlanoknak. Egyes bazanit és plagioklász-bazalt közötti összetétellel rendelkező kőzetek még feldolgozhatók, ha ezek nagyobb mennyiségű olivint tartalmaznak. Ennek tehát az a kritériuma, hogy magnéziumoxid tartalmuk nagyobb legyen, mint kalciumoxid tartalmuk. Az olivin jelentősen csökkenti a kőzetolvadék viszkozitását, javítja az önthetőséget és elősegíti a kristályosodást. Az olivin magas liquidus hőmérséklete miatt a kialakuló szerkezet durvább, mint az átmeneti bazaltoknál, a szilárdsági értékek tehát hátrányosabbak. A nagy olivin-tartalommal biztosítható önthetőség és kristályosodási képesség ezek szerint nem megnyugtató technológiai megoldás.

A kristályos műkö kristályosodási viszonyainak tárgyalását azzal kell kezdenem, hogy csak a kőzetekre érvényes Voldánnak az a megállapítása, hogy nagyobb szilíciumdioxid tartalmú — ezalatt 46%-nál nagyobb szilíciumdioxid tartalmat ért — olvadékok nem dolgozhatók fel olvasztott szilikáttá. Ez a vélemény onnan ered, hogy a bazaltok osztályozása szilíciumdioxid tartalmuk alapján, nem pedig alumíniumoxid tartalmuk szerint történik. A kristályos műkö finom szerkezetének, kristályosodási körülményeinek kialakítása, illetve az a körülmény, hogy az átmeneti bazaltok szilíciumdioxid tartalmánál jóval nagyobb szilíciumdioxid tartalmú kristályos műkövet sikerült előállítani, nemcsak az alumíniumoxid tartalom lecsökkentésével, hanem a magnetitnek az összetételből való csaknem teljes száműzésével vált megvalósíthatóvá.

A kristályos műkö előállítás technológiájában a szerkezetfinomság növelésének alapfeltételeként a módosított összetétel mellett azt jelölhetem meg, hogy a bazaltok felülről-lefelé irányuló kristályosodási folyamatával szemben alacsonyabb hőmérséklet irányából magasabb hőmérséklet felé haladó kristályosodást valósítottam meg. A kristályos műkö olvadáka formázás közben csaknem teljesen üveges állapotban dermed meg és a tulajdonképpeni kristályosodás a hőkezelő kemencében zajlik le. A formadarabok a hőkezelő kemencébe nagysá-

güktől függően 540—600 C°-os hőmérsékleten kerülnek be. A kristályos műkő hőkezelési görbéje a 8. ábrán látható.

Az olvasztott bazalt 3—7 perc alatt 70—80 %-ig kikristályosodik a formában. A kristályos műkő kristályosodási ideje 4—6 óra. Az olvasztott bazaltok gyártása esetén tehát csak a térfogat 15—20%-ának megfelelő mennyiségű üveges állapotban maradt rész kristályosodásának kell a hőkezelőkemencében befejeződnie, a kristályos műkőnél ugyanez az arány 95—98%. Ez a körülmény nem jelent sem technológiai, sem kalóriagazdálkodási szempontból hátrányt, mert a két hőkezelési görbe összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a kristályosítási időtartam és hőmérséklet azonosnak tekinthető. A kristályos műkő kristályosodása 780 C°-on indul és 860 C°-os hőmérsékleten fejeződik be.

A kristályosodási folyamat exoterm jellegéből következik, hogy nem kíván többlet hőszükségletet a műkő kristályosítása sem.

A kristályos műkő hőkezelési technológiájára tehát az jellemző, hogy a formában a kristályosodás nem indul meg és így a kristályosítás alacsonyabb hőfokról kiindulva, hőfokemelkedés mellett végezzük. A kristályosításnak ez a módja azt eredményezi, hogy a kristályosodási hőfokterület áthelyeződik a nagyszámú kristálymag kialakítására kedvező viszonyok közé. Ez egyúttal kis kristályosodási sebességet eredményez. A kristályosodási sebesség viszonyokat tisztázhatjuk, ha összehasonlítjuk az olvasztott bazalt már említett 3—7 perces kristályosodási idejét a kristályos műkő 3—6 órás kristályosodási idejével. A kristályosodási sebesség számításánál külön-külön kell figyelembe venni a piroxének három órás és a plagioklászok három órás kristályosodási idejét. A hőkezelési folyamat 780—830 C°-os zónájában zajlik le megközelítőleg a piroxének, a 830—860 C°-os zónában a plagioklászok kristályosodása. A piroxéneket egyrészt azért kell alacsonyabb hőfokon előbb kristályosítani, hogy a kristályosodási magszám nagy legyen, ami a szerkezet finomságát biztosítja, másrészt, hogy

ne deformálódjon a formázott anyag, amikor magasabb hőmérsékletre melegszik.

A hőkezelési technológiában jelentkező különbség döntőnek nevezhető. Ez eredményezi azt, hogy a kristályos műkő átlagos kristálymérete 0,7—1 μ , a kristályméretek szórása pedig töredék része az olvasztott kőzeteknél tapasztalható ingadozásnak. A rendelkezésre álló kristályosítási idők alapján meghatározható mind a bazaltok, mind a kristályos műkő kristályosodási sebessége és magyszáma. Az ömlesztett bazaltoknál tapasztalható lineáris kristályosodási sebesség az átlagos kristályméret és kristályosodási idő — 7 μ , illetve 5 μ /perc — alapján 1,4 μ /perc. A kristályos műkő-előállítás különböző kísérleti méreteiben a hasonló értékek a következőképpen alakulnak: laboratóriumi méretben 4 μ -os átlagos kristályméret és három órás kristályosítási idő alapján 0,022 μ /perc, félüzemi méretben 2 μ -os átlagméret és három órás kristályosítási idő alapján 0,011 μ /perc, üzemi méretben 0,7 μ átlagkristályméret öt óra átlagos kristályosítási idő figyelembevételével 0,003 μ /perc a kristályosodási sebesség.

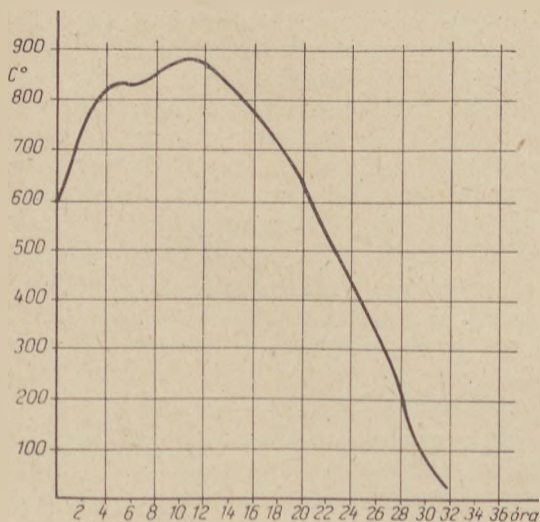
Az átlagos kristályméretekben számítás útján a térfogat egységben található kristályosodási centrumok száma is meghatározható. A lineáris méretek alapján a kristályok térfogatát kockával közelítve a következő értékeket kapjuk:

1 m ³ -ben található kristálygócok száma	N_c
Olvasztott bazalt	$4,1 \cdot 10^9$
Kristályos műkő laboratórium	$1,5 \cdot 10^{10}$
Kristályos műkő félüzem	$1,5 \cdot 10^{11}$
Kristályos műkőüzem	$4,1 \cdot 10^{12}$

Jellemző a kristályos műkő összetételekre, a szerkezetet befolyásoló tényezőkre az a 9. ábrán látható összefüggés, ami a műkő alumíniumoxid tartalma és a kristályos műkő magyszáma között áll fenn.

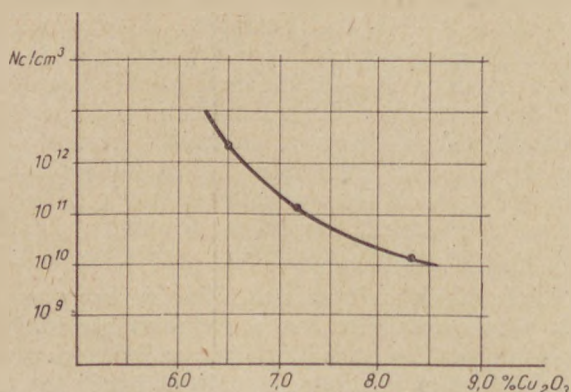
Az olvasztott kőzetek és a kristályos műkő összetételének összehasonlítása kapcsán kimutattam már, hogy mi a kémiai összetételbeli különbség a feldolgozható kőzetek és hazai bazaltjaink között. A kristályosodás menetére általában az jellemző, ami a savanyú bazaltokra érvényes. A kristályosodási mechanizmus alakulására jellemző a magnetit tartalom, mely 3—6% a kedvezőnek mondható 8—10%-kal szemben. A plagioklász tartalomra utaló alumíniumoxid a kedvező 11—13%-kal szemben 15—18%. Hazai bazaltjaink 40—60%-ban kristályosodnak ki a formában, ez nem elegendő ahhoz, hogy a hőkezelő kemencében kristályosodásuk deformáció nélkül befejeződjön. E megállapítások érvényesek nem csak a 2. táblázatban feltüntetett bazaltösszetételekre, hanem a haláphegyi, tomaji, tördemici bazaltokra is (28).

Felvetődik ezek után az a kérdés, hogy miért nem alkalmazható ezekre a nagyobb plagioklász tartalmú bazaltokra a kristályos műkőre kidolgozott hőkezelési technika. A választ ismét az alumíniumoxid tartalmak összetevése és a belőlük levonható következtetés adja meg. A kristályos



8. ábra. A kristályos műkő hőkezelési görbéje

műkö hőkezelése azon az elven alapszik, hogy az anyag előbb gyakorlatilag kristályosodás nélkül lehül a kristályosodási hőfokterület alá, majd az anyagot ismét felmelegítjük olyan hőmérsékletre, ahol kedvező a helyzet nagyszámú piroxén kristályosodási góccal keletkezése számára. Így nagymennyiségű kisméretű kristály keletkezik, amelyeknek növekedése a heterogénné vált anyag viszkozitását is gyorsan növeli. Ezért deformáció nem következhet be. A deformáció nélküli hőkezelést az biztosítja, hogy kevés az anyag plagioklász-ként kristályosodó üveg tartalma. A piroxének ugyanis 780—830 °C között kiválnak; a kristályosodás következtében visszamaradó üveg összetétele a plagioklász-összetételt közelíti meg, amely az említett hőmérsékleten még nem kristályosodik. Ez az erősen viszkózus üveg egyenletesen oszlik el a piroxén kristályszemcsék között. Az üveges fázis továbbkristályosodása csak akkor következik be, midőn a hőkezelési folyamat későbbi szakaszában a hőfokot 840—860 °C-ra emeljük. A plagioklász üveg és a kivált kristályok elegyének viszkozitása deformációs értéknél kisebb. Mindaddig fennáll ez az állapot, amíg a plagioklász-üveg mennyisége a 9—10% alumíniumoxid tartalomnak megfelelő határértéket meghaladja. Ezen mennyiségen felül a kivált piroxén kristályok nem növelik a deformációs érték fölül az anyag viszkozitását és így a hőkezelés nem valósítható meg üzembiztosan. A bazaltok plagioklász tartalma, különösen ha a 15—16%-os alumíniumoxid tartalomnak megfelelő mennyiséget tekintjük, amely a hazai bazaltjainkat jellemzi, az említett értéknél jóval nagyobb. Ez magyarázza tehát azt is, hogy miért nem vezettek eredményre a szerkezetfinomítási törekvések egy bizonyos SiO₂ határon túl az olvasztott kőzetek területén. A savanyú bazaltok plagioklász tartalma is növekszik. Így Voldánnak az a megállapítása, hogy az olvasztott szilikátok szerkezetének további finomítása — az olvasztott bazaltoknál kialakult szerkezeti finomságon túl — nem oldható meg, úgy módosul, hogy olyan bazaltösszetétel nem található, amely lehetőséget biztosítana erre. Az új olvasztott szilikát, a kristályos műkö a korábban kialakult összetételviszonyok és hőkezelési eljárás együttes módosításával ezt a kérdést megoldja, aminek hatása az anyag tulajdonságaiban teljes mértékben megnyilvánul.



9. ábra. Kristályosodási magyszám alakulása az Al₂O₃ tartalom függvényében

IV. Az olvasztott szilikátok szerkezete, kémiai és fizikai tulajdonságai

Az olvasztott szilikátok kémiai-fizikai tulajdonságai az anyagi összetételen alapuló egyedi tulajdonságokon kívül a kristályos anyagok mikroszkopikus szerkezeti felépítésétől függenek. Minél finomabb a szerkezet, minél kisebbek az egyedi kristályok, annál nagyobb mértékben javul az anyag szilárdsága, kopásállósága, kémiai ellenállóképessége stb. Az olvasztott szilikátok esetében ennek az elvnek az igazolását az olvasztott bazalt, továbbá a laboratóriumi, félüzemi, üzemi méretben előállított kristályos műkö szerkezetében és szilárdságában mutatkozó fokozati különbségen mutatom be. A hőkezelés korábban tárgyalt menetének szerkezetet befolyásoló hatását, valamint az anyagösszetételben mutatkozó eltérések következményét csiszolatvizsgálatok segítségével igazolom.

A 10. ábra badaacsonyi bazaltelőfordulásból készített mikrocsiszolat felvételét mutatja. A szövetelemek, melyek négyszázszoros nagyításon is jól megkülönböztethetők, a kristályosodás sorrendjében magnetit, plagioklászok, az albit-anortit sorozat tagjai, piroxének, földpátpótlók, nefelin és leucit. Az ábra alsó részében hatszöges anortit látható magnetit kristályzárványokkal. A felső részen levő, hosszában sávozott kristályok albitok, amelyek ikerlemezes szerkezetűek.

A sávozottság az ikerlemezes szerkezet következménye. A kép baloldalán az üveges szövetelemekben pálcika alakú képződmények, apatit tűk láthatók. Az ábrán egy osztásköz 5 μ-nak felel meg. A szerkezeti elemek a természetes kőzetben 10 μ-tól 150—200 μ-os nagyságban szerepelnek. A következő csiszolatokkal való egybevetés alapján értékelhető az ömlesztés szerkezetfinomító hatása.

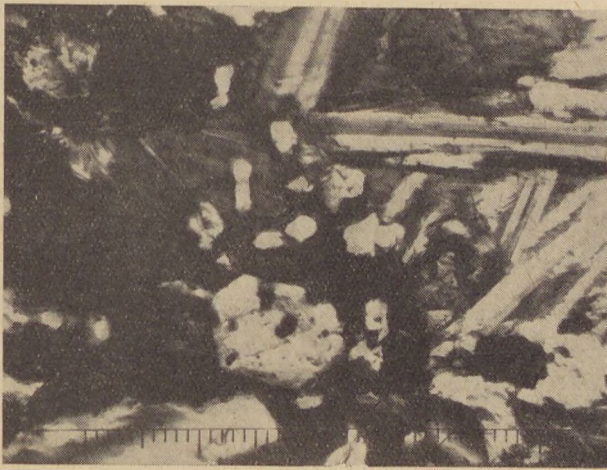
A 11. ábrán a kahlenborni olvasztott bazalt szerkezete látható 1500-szoros nagyításban, egy osztás 1 μ.

A 11. ábrán megfigyelhető levél alakú ikerlemezes kristályok üveges fázis jelenlétére mutatnak, más különben ilyen alakzat nem fejlődhetett volna ki. Egyúttal azt is jelzi a kristályosodás eredményeként kialakult szerkezet, hogy a technológiai folyamatot viszonylag alacsonyabb magyszám és nagyobb kristályosodási sebesség jellemzi. Az üveges fázis apró mikrokristályokkal van átszóve, annak jeléül, hogy a nagy viszkozitású plagioklász összetételnek megfelelő üveg tökéletesen kikristályosodni nem tudott. Az alapszövetet preegzisztált lap nélküli nagyméretű, két optikai tengelyű, negatív fénytörésű kristályok alkotják.

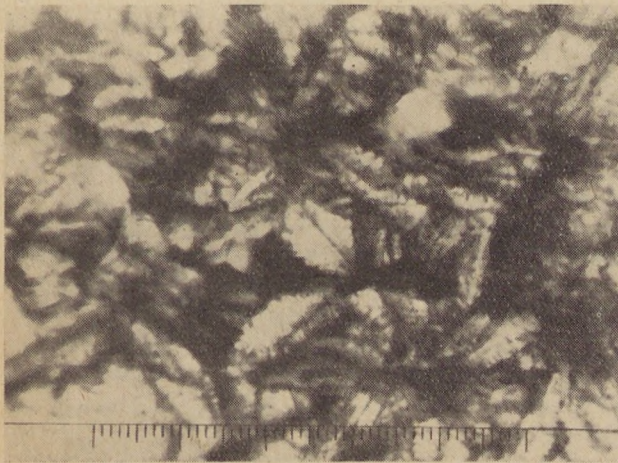
A kristályos műkö 980 °C-os kristályosodási hőmérsékleten hat óra alatt kialakult szerkezetének szövetét mutatja a 12. ábra. A nagyítás 1500-szoros, egy osztás 1 μ-nak felel meg. Az alapszövet kettőtörő, 2—3 μ nagyságú kristálytömeg.

A nagyobb kristályokon hossztengejükre merőleges metszetben megállapítható, hogy hatszöges szimmetriának felelnek meg. Más orientációban eltérő ferdeszögben oltanak ki.

Ha a 10. ábrát a 11., továbbá a 12. számú



10. ábra. Természetes badacsonyi bazalt csiszolata



11. ábra. Kahlenborni olvasztott bazalt csiszolata

ábrával hasonlítjuk össze, kitűnik, hogy a kristályos műkö már ezen a magasabb hőmérsékleten is sokkal finomabb szerkezettel kristályosodik, mint a természetes vagy az olvasztott bazalt.

A 13. ábra 860 C°-on egy óra alatt kialakult szerkezetet mutat be, 400-szoros nagyításban. Egy osztás 5 μ -nak felel meg.

A 14. ábra 800 C°-on kristályosított műkővet mutat be egy órás kristályosítás után. Az egyes szövetelemek kimutatása igen nehéz a rendkívül kis kristálméret következtében.

A 800 C°-os kristályosítási hőmérsékleten aprószemű kristályhalmaz látható. Elvértve nagyobb, 3–4 μ nagyságú kristályokat is találunk, amelyek ikerösszenövés útján alakultak ki. Ezeknek kioltási szöge 45°.

A 15. ábra félüzemi méretben, a 16. számú pedig üzemi méretben előállított anyag szerkezetét mutatja.

Mindkét felvétel 3000-szeres nagyítással készült, egy osztás 1 μ -nak felel meg. A szerkezeti elemek ilyen kis kristálméretnél nem különböztethetők meg. Mindenesetre megállapítható, hogy a kristályok mérete 0,5–2,5 μ nagyságrendűek. Nagyfokú szerkezeti homogenitás és egyenletesség

jellemzi ennek következtében az anyagot. A hőkezelés a közölt görbe alapján történt (8. ábra). Az üzemi méretben előállított anyag szerkezete még finomabb, ami a laboratóriumi és félüzemi kísérleti összetételtől való kismértékű eltérés helyességét bizonyítja.

A szerkezet finomsága magyarázza tehát azt, hogy a kristályos műkö fizikai tulajdonságait kedvezőbben sikerült alakítani, mint amilyen értékekkel az olvasztott kőzetek rendelkeznek. A kémiai ellenállóképesség fokozódása sem kizárólag a kémiai összetételben tapasztalható különbség következménye, hozzájárul kialakításához a szerkezet finomsága is. A szerkezet minőségének döntő szerepét a nyomószilárdsági adatoknak az elemi kristálméretekkel való szembeállításával támasztom alá.

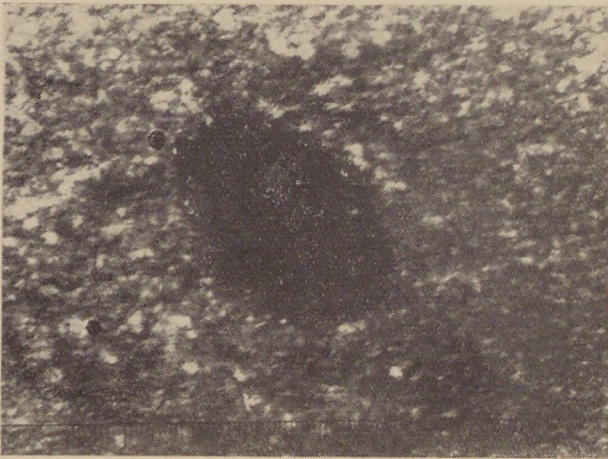
A 14. ábrán látható kahlenborni olvasztott bazalt 7 μ -os átlagos szemcsemérete 1800–2200 kg/cm² szilárdsági értékhez kapcsolódik. Ugyanekkor a félüzemi méretben előállított kristályos műkö (15. ábra) átlagosan 2 μ -os kristálmérettel 3–4000 kg/cm², az üzemi méretű gyártásból származó



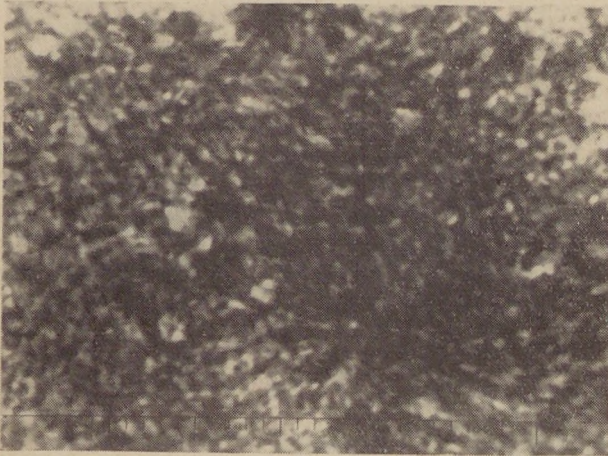
12. ábra. Laboratóriumban olvasztott, 980 C°-on hőkezelt kristályos műkö szerkezete



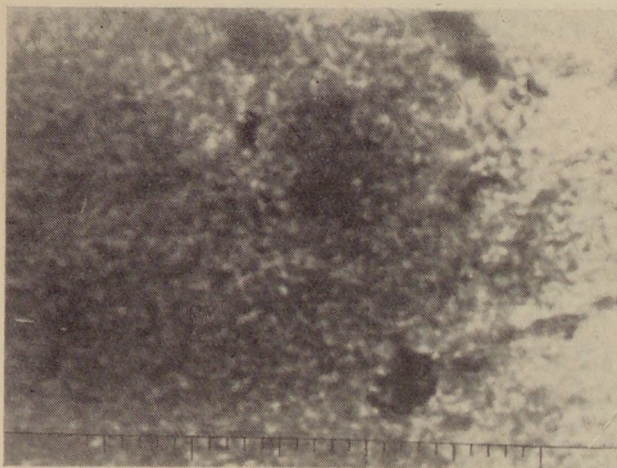
13. ábra. 860 C°-on hőkezelt kristályos műkö szerkezete. (Laboratóriumi méret)



11. ábra. 800 C°-on kristályosított műkő, 500-szoros nagyítás



15. ábra. Félüzemi méretben előállított kristályos műkő



16. ábra. Üzemi mérethben előállított kristályos műkő

kristályos műkő, melynek szerkezetét a 16. ábrán láthattuk $0,7 \mu$ -os átlagszemcsemérettel $8-9000 \text{ kg/cm}^2$ nyomószilárdsági értéket képvisel. Meg kell jegyezni, hogy a feltüntetett szilárdsági értékek mind 4 cm élhosszúságú kockák vizsgálati ered-

ményei; ezért kisebbek ezek az irodalomban található olvasztott bazaltra vonatkozó $4-5-6000 \text{ kg/cm}^2$ nyomószilárdsági adatoknál. Ezek az értékek ugyanis 1 cm élhosszúságú próbakockán nyert eredmények. Hasonló a helyzet a hajlító és szakítószilárdsági adatoknál is, melyeknek meghatározásához 1 cm^2 keresztmetszetű hasábot használnak. A Hradetz Kralove-i Üvegkutató Intézet egyidejűleg közölte a 4 cm élhosszúságú kockára és a $4 \times 4 \text{ cm}^2$ keresztmetszetű hasábra vonatkozó eredményeket is, amelyek általában 60% -kal kisebbek az előzőknél.

Az alumíniumoxid tartalom és a nyomószilárdsági értékek között fennálló összefüggés csak azonos hőkezelési viszonyok között adja a 9. ábrán feltüntetett görbét. A nagyobb alumíniumoxid tartalmú ($7-8\%$) anyagok hőkezelési görbéje is alakítható oly módon, hogy a szilárdsági értékek közeledjenek a $6,5\%$ -os alumíniumoxidhoz tartozó eredményhez. Ebben az esetben a tulajdonképpeni hőkezelési szakaszt nem 800 , hanem 780 C° -nál kell kezdeni és meg kell hosszabbítani a kristályosítási időtartamot. A hőfokemelkedést ábrázoló görbe így laposabb lesz, viszont a kristályosodás a 8. ábrán bemutatott hőkezelési görbének megfelelő kristályosodási sebességgel megy végbe.

A kristályos műkő nyomószilárdsága megfelelő hőkezelési viszonyok között $6500-8000 \text{ kg/cm}^2$, optimális hőkezelés esetén, mely $0,003-0,007 \mu/\text{min}$ kristályosodási sebességet, $6,5\%$ -os alumíniumoxid tartalmat jelent, 9500 kg/cm^2 értéket is elért az Építéstudományi Intézet és az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet vizsgálati bizonylatai szerint. Az olvasztott bazaltra vonatkozó hasonló, 4 cm élhosszúságú kockán mért szilárdsági érték $2400-3600 \text{ kg/cm}^2$, míg az 1 cm -es élhosszúságú kockához $4000-6000 \text{ kg/cm}^2$ érték tartozik. Hasonlóképpen 60% -os különbség mutatható ki a hajlítószilárdságnál is, $180-300 \text{ kg/cm}^2$ értéket kapunk nagyobb, $300-500 \text{ kg/cm}^2$ értéket a kisebb keresztmetszetű hasáb esetében. A szakítószilárdságra hasonló nagyságrendi viszonyok érvényesek. A kristályos műkő hajlító- és szakítószilárdsága $400-600 \text{ kg/cm}^2$, optimális esetben $700-750 \text{ kg/cm}^2$ értéket mutat.

A szerkezeti finomság és a nyomószilárdság közötti összefüggés a 17. számú ábrán látható; az ordinátán szerepelnek a nyomószilárdsági értékek, az abszcisszán pedig az átlagos kristályméret.

A kristályos műkő tágulási együtthatója $66-70 \cdot 10^{-7}$, sűrűsége $2,7-2,9 \text{ g/cm}^3$, amely érték a kristályosodás minőségének és előrehaladásának függvénye, és így a hőkezelés megfelelő voltának — a differenciális termikus elemzés mellett — egyik ellenőrzési lehetőségét képezi. A keménységre kétféle vizsgálati eredmény áll rendelkezésünkre $1000-1100 \text{ Vickers}$, továbbá $66-68 \text{ Rockwell}$ keménységi fok. Nem helytállóak azok az olvasztott bazaltra vonatkozó irodalmi adatok, melyek a Mohs-skálában az anyagot $8,5-9$ keménységi értékkel jellemzik. A kahlenborni bazalt Rockwell-vizsgálat szerint 62 fokos keménységi értéket mutatott.

Hasonlóképpen nincs műszakilag megalá-

pozva az az állítás, hogy az olvasztott bazaltok kopásállóság szempontjából felülmúlják a különleges mangánacélokat. A kristályos műkő is, mely például a kahlenborni bazaltot kopásállóság szempontjából 30—40%-kal múlja felül, csak megközelelti a mangánacélok minőségét. Olvasztott szilikátokból — fajsúlyuk és előállítási költségük alapján — vastagabb kopásálló bélés készíthető, mint speciális acélokból. Minthogy a kopásállóságbeli és a fajsúlybeli különbség az olvasztott szilikátok és a mangánacél között nem áll egyenlő arányban, gazdaságosan helyettesítheti tehát az utóbbit.

A kristályos műkő csiszolhatóságát, kopásállóságát relatív összehasonlítási módszerrel Veress Zoltán Kossuth-díjas főmérnök vizsgálta. A mangánacél kopását 1-nek véve, a kristályos műkő kopásállóságát 1,4-el, az ömlesztett bazaltét 1,9-el, kéregacél 2,3-mal, laboratóriumi üvegét 4,5-el jellemezte.

Az olvasztott kőzetek savállósági viszonyainak összehasonlítása igen körülményes, mert sem a vizsgálati módszer, sem az eredmények közlése nem egységes. Legcélravezetőbb a felületi ellenállóképesség értékelés $g/m^2 \cdot 24$ óra dimenzióval, amely nemzetközi viszonylatban elfogadott gyakorlat. Az ellenállóképességet tehát az a grammban megadott anyagmennyiség jellemzi, amit a különböző reagensek 24 óra alatt $1 m^2$ felületről kioldani képesek. A vizsgálati adatokat erre a dimenzióra kell tehát átszámítani. Külön kell választanunk a hideg és meleg reagensekkel szemben tapasztalható korrózióállóságot. Minősítési szempontból három osztályt különböztetünk meg:

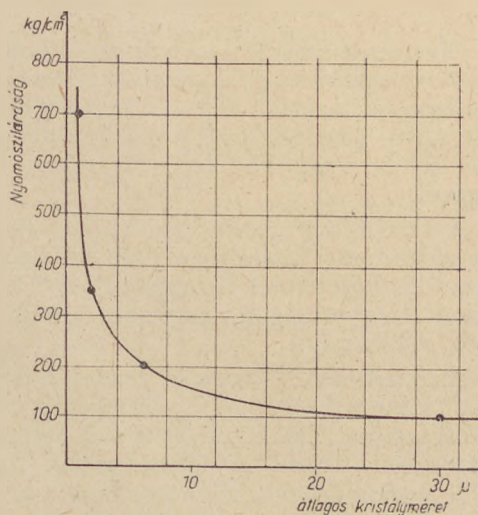
- I. 0 — 2,4 $g/cm^2 \cdot 24^h$
- II. 2,4 — 24 g/cm^2 .
- III. 24 — 240 g/cm^2

Az olvasztott bazalt ellenállóképességét hideg szerves savakkal szemben francia, szovjet, német, cseh szerzők (1., 2., 9., 42.) megközelítőleg azonos módon adják meg. Ginzberg cc. HCl-ben 27,4; cc. HNO₃-ban 24,0; cc. H₂SO₄-ben 12 $g/m^2 \cdot 24^h$ oldódást mutat ki. Risse viszont súlyszázalékban közli az oldódást: cc. HCl-ben 0,013%, hígított HCl-ben 0,165%, koncentrált HNO₃-ban 0,001%, hígított HNO₃-ban 0,074%, cc. H₂SO₄-ben 0,001%, hígított H₂SO₄-ben 0,503%. Portevin szerint kénsavval szemben az olvasztott bazalt teljesen ellenálló, hideg lúgokkal szemben hasonlóképpen.

Forró szerves savakkal szemben az ellenállóképesség a hőfok emelkedésével arányosan erősen csökken, számszerű adatokat nem közöl Portevin. Ginzberg 1,79%-ban jelöli meg az 1 órás sósavban való főzéssel kioldódó anyagmennyiséget, nem közli viszont a felület nagyságát. Összehasonlításképpen egy adat: $18 cm^2$ felületű, 9 g súlyú kristályos műkő próbatétel súlyvesztése 20%-os sósavban, 4 órán keresztül főzve 0,06%.

A legmegbízhatóbbak a csehszlovákiai adatok. Az olvasztott bazalt oldódása hideg savban 20—30 $g/m^2 \cdot 24^h$ forrásban lévő 20%-os sósavban az oldódás 240—400 $g/m^2 \cdot 24^h$.

A kristályos műkő hideg és szerves savakkal szemben tökéletesen ellenálló, kivéve természet-



17. ábra. Olvasztott szilikátok nyomószilárdsága az átlagos kristályméret függvényében

sen a hidrogénfluoridot. Csökkenő mértékben áll ellen a foszforsav hatásának. A kristályos műkő oldódása szerves savakkal szemben szobahőmérsékleten 0,002—0,003 $g/m^2 \cdot 24^h$.

Forrási hőmérsékleten a kristályos műkő savállósága szerves és szerves savakkal szemben: 10—24 $g/m^2 \cdot 24^h$.

Az azonos mintákon végzett savállósági sorozatvizsgálat bizonyossága szerint a kristályos műkő fokozatosan passzíválódik, 20—30 órás forralás után oldódása lecsökken 0,5—2,5 $g/m^2 \cdot 24^h$ értékre. Lúgos kémhatású oldatokkal szemben — például 10%-os nátriumkarbonát — az oldhatóság szintén gyorsan csökken és gyakorlatilag nullának tekinthető. Lúgokkal szemben az ellenállóképesség kisebb, mint a savakkal szemben és itt a passzíválás sem olyan mértékű, mint a savaknál.

A kémiai ellenállóképesség a szerkezet finomságának is függvénye; a fenti adatok átlagos szerkezetfinomságra vonatkoznak. Savállósági szempontból az is fontos, hogy a kristályos műkő és az olvasztott kőzetek vízfelvevőképessége nulla, valódi porozitása is 0,1% alatt van.

Az olvasztott szilikátok kedvező elektromos szigetelőképeséggel is rendelkeznek. A kristályos műkő összetétele — a vasoxid tartalom csaknem teljes hiányának következményeként —, továbbá szerkezeti finomsága következtében ebből a szempontból is felülmúlja az olvasztott kőzeteket. Szikráátütési feszültsége 5 mm-es vastagság mellett 10—13 kV/mm, 1 mm-es vastagságnál 20 kV/mm. Dielektromos állandója 6,5—8,5 dielektromos veszteségi tényezője ($\tan \delta \cdot 10^{-4}$) 15—20. Röviden jellemezve tehát elektromos szigetelési szempontból a szteatit minőségét eléri.

A kristályos műkő felhasználási területét — melynek ismertetése a tanulmány keretét és célját meghaladja — a fizikai és kémiai tulajdonságok szabják meg; ezek további vizsgálatok, kutatások alapján még feltétlenül fejleszthetők is, a felhasználási lehetőségek pedig külföldi viszonylatban sincsenek teljesen kihasználva.

Összefoglalás

1. Olvasztott szilikát — viszkózus állapotban formázott, hőkezeléssel gyakorlatilag teljesen kristályos állapotba hozott anyag — a korábbi eljárás-tól eltérően új összetételben is előállítható nagy-olvasztó salak, vagy kis Fe_2O_3 tartalmú kőzet segítségével.

2. A szintetikus „kristályos műkő” összetételének előállítását biztosító eljárás kidolgozását az olvasztott kőzeteknél lényegesen jobb kémiai és fizikai tulajdonságok, nagyobb alkalmazási lehetőség indokolják.

3. Az albit-anortit-diopszid rendszer felhasználásával kimutatható, hogy a kristályos műkővet az olvasztott kőzetektől összetétel szempontjából magnetit, olivin és földpátpótlók hiánya mellett a plagioklász-piroxén arányának a piroxén javára történő eltolódása különbözteti meg.

4. A korrózióállóság fokozása az Fe_2O_3 tartalom lecsökkentésével és az SiO_2 tartalom növelésével vált elsősorban megoldhatóvá. Az olvasztósalakot ugyanakkor alkálioxid tartalom biztosítja, mely 1—2%-kal nagyobb, mint az olvasztott kőzeteknél. Különösen a savállóságot javítja a vasoxid tartalom lecsökkentése, ezért kedvezőbb kiindulási anyag a szintézishez a kis vasoxid tartalmú nagyolvasztó salak, mint a természetes kőzetek. A nagyolvasztó salak másik előnye, hogy kisebb Al_2O_3 tartalma. Növeli a kristályos műkő kémiai ellenállóképességét az olvasztott kőzetekhez viszonyítva a szerkezet homogénebb és finomabb volta is. A finomabb szerkezet csiszolatok bemutatása útján nyert igazolást.

5. A kristályos műkő kőzetekétől eltérő összetétele miatt módosított hőkezelési eljárás dolgozható ki. Ez biztosítja a szerkezet finomabbá válását, az egyedi kristályok átlagméretének és méretszórásának csökkenése a mechanikai tulajdonságok javítását.

6. A módosított hőkezelésre jellemző, hogy míg az olvasztott kőzetek kristályosodási folyamata nagyobb hőmérsékleten, nagy kristályosodási sebesség és viszonylag kis kristályosodási magszám mellett játszódik le, a műkő kristályosodása nagy kristályosodási magszám és kis kristályosodási sebesség mellett kerül levezetésre. Olivin és nagyobb mennyiségű magnetit jelenlétében ez sem lenne megoldható. Ugyancsak kimutatásra került az Al_2O_3 tartalomnak a magszám alakulását és a kristályosodási sebességet befolyásoló szerepe. Az olvasztott kőzetek kristályosodása a hőmérséklet alakulásának jellege miatt felülről-lefelé, a kristályos műkő alulról felfelé vezetettnek tekinthető.

7. Az Al_2O_3 , illetve a plagioklász tartalom alakulása alapján kielemezhető, hogy miért nem alkalmazható az új hőkezelési eljárás olvasztott kőzetek szerkezetének finomítására. Magyarázatot nyert ezenkívül az is, hogy hazai bazaltjaink viselkedése feldolgozási szempontból kedvezőtlen, mivel plagioklász tartalmuk jóval nagyobb az optimálisnál, ugyanakkor magnetit tartalmuk kisebb a szükségesnél.

8. Az anyagi tulajdonságok kedvező alakulását, a hőkezelési eljárás lefolytathatóságát a következő összetételbeli feltételek kielégítése biztosítja: $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ tartalomnak 61,5—65,5, vagy célszerűbben 62—64 súlyszázalék között, ezen belül az Al_2O_3 tartalomnak 6,5—8,5 célszerűen 6,5—7,5 súlyszázalék között, az alkálioxid tartalomnak 5,5—6,5% között kell mozognia. A közölt határon belüli Al_2O_3 tartalom, vagy még pontosabban a plagioklász piroxén modulus változása módosítja 780—860 °C között a hőfokemelés sebességét és a hőkezelés időtartamát. 6%-nál kisebb, Al_2O_3 tartalom mellett az anyag deformáció nélkül nem kristályosítható.

8—10% között mozgó Al_2O_3 tartalom a növekedés függvényében fokozatosan durvább kristályos szerkezetet idéz elő.

9. A plagioklász—piroxén arány és a hőkezelési mód együttesen befolyásolja a kristályos műkő mechanikai tulajdonságait a szerkezet alakulásának függvényében. Általános érvényű, hogy a mechanikai tulajdonságok az átlagos kristályméret és a méretszórás csökkenésével arányosan javulnak, amit a nyomószilárdsági viszonyok alakulásának elemzése igazol.

A szilikátkémiai alapelveken felépülő összetétel és technikai módosítás vezetett az új szerkezeti anyaghoz, mely előnyös kémiai és fizikai tulajdonságai alapján széles körben alkalmazható.

IRODALOM

- (1) *Portevin, A.*: Le basalte fondu. Mémoires et Comptes rendus de la Société des Ingenieurs civils de France. 1928. 266—300.
- (2) *Ginzberg, A. C.*: Bazaltü i diabazü. Nemetali-ceszkije iszkopaemüe. 16. (1943) Nr. 2. 7—53.
- (3) *Mauritz, B., Vendl, A.*: Ásványtan. Budapest, 1942. II. k. 276—284, 323—359.
- (4) *Kitajgorodszkij, I. I.*: Üvegtechnológia. Budapest, 1954. 18—23, 245—246.
- (5) *Evsztropev, K. Sz., Toropov, N. A.*: A szilícium kémiaja és a szilikátok fizikai kémiaja. Budapest, 1951. 46—84.
- (6) *Jugovics, L.*: Az ömlesztett bazalt. Magyar Technika, 1949., 35—46.
- (7) *Risse, K.*: Herstellung und Eigenschaften von Schmelzbasalt. Archiv für das Eisenhüttenwesen. 3. (1930), 437—440.
- (8) *Vendl, A.*: Geológia. I. k. Budapest, 1951., 134—138, 185—195.
- (9) *Keil, F.*: Hochofenschlacke. Düsseldorf., 1949. 5—39., 154—162., 278—281., 58—81.
- (10) *Kitajgorodszkij, I. I., Kareff, I. P.*: Glasschmelzen im Betriebunter Anwendung von Hochofenschlacke. Steklo i Keramika. 6. (1930) 282—284; Ref.: Glastechnische Berichte 9. (1931) 410.
- (11) *Grauer, O. H., Hamilton, E. H.*: Determination of Liquidus Temperatures and Rates of Crystal Growth of Glasses. Journal of Research of National Bureau of Standards. 44. (1950) 495—502.
- (12) *Ormont, B. F.*: Acta Physicochemica Chimica. U. S. S. R. 20 (1945) 503.
- (13) *Ormont, B. F.*: Acta Physicochemica Chimica. U. S. S. R. 20. (1945) 737.
- (14) *Ormont, B. F.*: O primenyeniji nyeszimetricnoj diagrammi szosztovanija dlja harakterisztiki fiziko-himiceszkijih szvojsztiv bazaltov i diabazov. Vosztnik Moszkovszkogo Universzitetu. 5. 1950. Nr. 3. 117—133.
- (15) *Mauritz, B.*: A dunántúli bazaltok kőzet-kémiai viszonyai. Földtani Közölny. 78. 1948. 134—168.

- (16) *Pojják, T.*: Kőzettani megfigyelések Nógrád-Gömöri bazaltos kőzeteken. Földtani Közlöny, 74. (1944) 21—46.
- (17) *Fenner, C. N.*: The Crystallization of Basalts. American Journal of Science. 18. (1929) 219—224.
- (18) *Osborn, E. F.*: Segregation of Elements during the Crystallization of a Magma. Journal of American Ceramic Society. 33. (1950) 219—224.
- (19) *Henszelmann, F.*: Kohósalakok cementipari felhasználása. Építőanyag 4. (1952) Nr. 6. (külön lenyomat).
- (20) *Volarovics, M. F., Leontyeva, A. A.*: Linear Velocity of Crystallization of Rock Melts as Affected by Pressure. Comptes rendus. 55. (1947) 241—242.
- (21) *Barth, T. F. W.*: The Crystallization Process of Basalt. American Journal of Science. 31. (1936) 321—328.
- (22) *Eitel, W.*: Die heterogenen Schmelzgleichgewichte silikatischer Mehrstoffsysteme. 1954. Leipzig. 30—60.
- (23) *Stanworth*: Physical Properties of Glass. Oxford. (1950) Chapter. XI. 208—215.
- (24) *Voldán, J.*: Gesteinsauswahl für die petrurgische Verarbeitung. Silikattechnik. 7. (1956) Nr. 2. 48—53.
- (25) *Pentlekowa, Z.*: A bazaltöntvények mint a jövő anyagai. Sklo i Ceramika, 7. (1956) Nr. 4. 68—74.
- (26) *Konarek, F.*: Ein Schmelzofen zur Herstellung von Basaltwolle. Silikattechnik. 5. (1954) Nr. 12., 517.
- (27) *Berezky, E.*: A kohósalak kémiaja. Építőanyag. 4. (1952) Nr. 3/4. 58—63.
- (28) *Jugovics, L.*: Dunántúli bazaltbányászat. Építőanyag. 1. (1949) Nr. 7/8. 25—35. 2. (1950) Nr. 11/12. 219—223. 3. (1951) Nr. 3/4. 71—77.
- (29) *Tamman, G.*: Der Glaszustand, Leipzig, 1943.

Lapszemle

CEMENT, Moszkva,
1958. évf. 4. sz. (július—augusztus)

Asztrejeva, O. M., Guszeva, V. I., Popov, N. Sz.: A hidratációs folyamatok tanulmányozása mikrokino berendezés segítségével (p. 1—4, á. 7).

A cementek hidratációs folyamatait eddig mikroszkóp segítségével tanulmányozták. A mikroszkóp segítségével kutatások végezhetők átmenő fényben világos és sötét mezőben, valamint polarizált fényben. Mikroszkóp segítségével meghatározható az egyes ásványok hidratációs folyamatainak sebessége, a kristályok méreteinek és mennyiségének növekedése, az egyik kristályos formából a másikba történő átmenet és megfigyelhető a hidroszulfalumínát kristályok bomlása. A mikroszkópból, felfevőkunrából, óraszerkezetből, irányító-táblából és megvilágító berendezésből álló mikrokino berendezés segítségével rögzíthető a folyamatok kinetikája és egyik állapothól a másikba történő átmenet időpontja is.

Kulikov, N. Sz., Danjusevszkij, V. Sz.: A konvejeres kaleinátor rostélyára adagolandó nyersanyag optimális granulometrikus összetételének megválasztása (p. 5—9, á. 8, t. 2).

A rostélyra kerülő anyag granulometrikus összetételének megválasztása a réteg minimális hidraulikus ellenállásának elérése, az égetési reakció lefolyásának megfelelő sebessége és a granulátumok megfelelő ellenállóképességének biztosítása céljából. A granulometrikus összetétel csak tapasztalati úton határozható meg. A tapasztalati módszer ismertetése. Egyszerű készülék segítségével lehetséges a módszer alkalmazása útján előzetesen meghatározni az aerodinamikus üzemetelés paramétereit, a granulátorból kijövő anyag optimális granulometrikus összetételét és a szitaméretet.

Beljajev, A. K., Ilina, N. V.: A bélelési munkák gépesítése a cementiparban (p. 10—15, á. 7, t. 1).

Az új cementipari nagyteljesítményű forgókemen-
cek bevezetése szükségessé tette a bélelési munkák megváltoztatását. A 4,0, 4,5 és 5,0 méter átmérőjű forgókemen-
cek bélelésekor és a bélés javításakor nagyobb mennyiségű tűzálló anyagot kell használni. A bélelési munkák és a bélés javítására irányuló munkák gépesítése. A munkákhoz szükséges gépi berendezések (osztályozó asztal, a tűzálló téglá vágására szolgáló gép, a tűzállótégla eszozo-

lására szolgáló gép, a téglák faragására és kikészítésére szolgáló szerszámok, befogókészülékek, emelők) ismertetése.

Versinin, M. V.: A cementmegtakarítás nagy lehetősége az építészetben (p. 15—19).

A szerkezetek, épületek és létesítmények tervezésével kapcsolatos kérdések ésszerű megoldásával nagymennyiségű cement takarítható meg. A tervezéseknél helytelenül indulnak ki a beton 28 napos szilárdságából. A tervezésnél tekintetbe kell venni a beton szilárdságának növekedését 28 nap eltelte után is.

Steiert, N. P., Levin, N. I., Liogonkaja, P. I.: Gyorsan szilárduló cement sürgős javítási munkák céljaira (p. 19—22, t. 4, b. 3).

Egyes javítási munkákhoz oly cementre van szükség, amely 6 órával a kötés után levegőhőmérsékleten vagy vízkörnyezetben —15—+25°C hőmérsékleten legalább 15 kg/cm² szilárdságot biztosít. Gyorsan szilárduló portlandcement és 500-as szilárdságú bauxitcement, valamint bauxitcement és gipsz keveréke oly kötőanyagoknak bizonyult, amely a fenti követelményeknek megfelel. Sürgős javítási munkák céljaira alkalmas a gyorsan szilárduló nagyszilárdságú portlandcement is, ha körülbelül 5000 cm²/g fajlagos felületi finomságra őrlik.

Palej, A. M.: Nátriumfluoszilikát mint mineralizátor (p. 23—24, á. 1, t. 1).

Üzemi vizsgálatok alapján megállapították, hogy a nátriumfluoszilikát mineralizátor a portlandcement klinker égetésekor a folypátot helyettesítheti. 0,1% nátriumfluoszilikát adalék a nyerskeverékben növeli a forgókemence órateljesítményét.

Revazov, M. I.: A cement beöntése a silókból a vasúti kocsiba (p. 25—26, á. 2).

Az „Október” cementgyárban új módszert vezettek be az ömlesztett cementnek a vasúti kocsikba történő beöntésére. A cementvezetékeket összekötötték úgy, hogy a vagonmérlegekhez az addigi 20 esővezeték helyett csak három továbbították a cementet. A cementvezetékek hosszát 670 m-ről 300 m-re csökkentették és lehetővé tették, hogy egy vagonba több silóból egyidejűleg önthessék be a cementet.

SKLÁR A KERAMIK folyóirat (Praha) 1958. évf. 8. számából

Tesár, M.: Vékony rétegek felvitele vákuum módszerrel a használati üveg- és bijouterie-ipar területén (p. 228—234, á. 12, t. 3, b. 5).

A vékony rétegek felvitele vákuumos módszerrel mindinkább elterjed. Az üveg és bijouterie gyártmányok felületére a vékony rétegeket vákuumban viszik fel. A rétegek vegyi és mechanikai tulajdonságainak ismertetése. Az alkalmazás lehetőségei és gazdaságossági kiértékelés. A vákuumban elhelyezett tárgyak bevonása és az egyes módszerek ismertetése. Fém és nemfém rétegek, abszorpciós és interferenciális rétegek alkalmazása. A vékony rétegek vákuumos módszerű felvételére szolgáló gépi berendezések ismertetése. Az egyes rétegek alkalmazásának lehetőségei.

Novotny, A.: Agglomerációs hőelemzés — mint az úgynevezett kombinált zománcokban levő zománfrittek közötti kölcsönhatás megállapításának módszere (p. 234—237, á. 8, t. 1, b. 10).

Új módszer a különböző fajtájú zománfrittek kölcsönhatásának megállapítására. A módszer segítségével nyert görbék bizonyítják két fritt közötti kölcsönhatást a keverék kiégetési tulajdonságainak szempontjából. A munkamódszer ismertetése és a munka lefolyása. A felhasznált zománcok oxidösszetételei. A vizsgálati munkák mérési eredményeinek ismertetése.

Wendler, L.: A ki nem égetett cserép mechanikai szilárdságának növelése (p. 237—239, t. 5, b. 60).

A ki nem égetett cserép mechanikai szilárdságának növelése nagyon fontos követelmény a porcelán gyártásánál. A kerámiái anyagok szilárdságát befolyásoló tényezők: tökéletes szárítás lehetőleg magas hőmérsékleten, az anyag tökéletes előkészítése és helyes formázása, szerves, vagy szervesetlen kolloid anyagok hozzáadása, a felület aktivizálása. A kaolin szilárdságának alakulása különböző víztartalom esetében és a kaolin szárítási hőfokától függően. A bentonit, nátriumkarboxymethylcellulóz hatása a nyersanyag és a kaolin szilárdságára.

Kvarda, F., Res. M.: Gyors és pontos módszerek az üveg fizikai értékeinek meghatározására (p. 240—242, á. 4, t. 2).

A cikk ismerteti az elektrotechnikai üvegek fizikai értékeinek meghatározásakor szerzett gyakorlati tapasztalatokat. A tapasztalatok felhasználása a gyártási minőség javítására. Szovjet módszer a kettős üvegfonal dilatációjának megmérése. Littleton-féle és Density-control ellenőrző módszerek ismertetése. A módszerek alkalmazása a minőségi üvegyártásnál.

1958. évf. 9. számából

Hollas, A.: Az üveg és kerámiái ipar további fejlődése (p. 257—259).

A termelés növekedésének, a munka produktivitásának biztosítása és a gazdaságosság javítása a tartalékok mobilizálása és a termelés jobb megszervezése útján. A futószalagos termelés komplex megoldásának előnyei. A csehszlovák üveg és kerámiái ipar 1948—1954-ben évente átlag 7,2% teljesítménynövekedést, míg 1954—1957 években évente átlag 17,3% növekedést mutatott.

Horák, J.: A fehérüveg homogenitása és ennek befolyása az üveggöngyölegek minőségére (p. 262—264, á. 8, t. 2).

Az üveggöngyölegek további elterjedése egészségügyi és esztétikai okok következtében. Az üveggöngyölegekkel szemben támasztott követelmények. Az automatizálás és gépesítés és az üvegsomagolások elterjedése közötti összefüggés az élelmiszeriparban. A cikk foglalkozik az üvegsomagolás minőségével, az üveg anyagának vegyi összetételével és homogenitásával, valamint az üvegsomagolással szemben támasztott mechanikai, vegyi és hőellenállási követelményekkel. A nem homogén üvegyártmányok hátrányai és ezeknek kiküszöbölése. Az üveg homogenitás fokozatának meghatározására szolgáló módszerek polarizált fényben. Polarizációs mikroszkóppal végzett megfigyelések és mérések. Az üveg nem homogenitásának okai és ezeknek kiküszöbölése.

Kvarda, F., Res. M.: Gyors és pontos módszerek az üveg fizikai értékeinek meghatározására (p. 265—267, á. 4, t. 1, b. 7).

A folyóirat 1958. évf. 8. számában megjelent cikk folytatása.

A különböző üvegfajták ellenőrzésének eredményei. A villanykörték gyártására szolgáló üvegek értékei. Az ólomüveg tulajdonságai. Az üvegegenőrzés eredményei. Három különböző gyors módszer bevezetése az üvegyártásban.

Kolomaznik, K.: A kerámiái tokok kérdése (p. 268—273, á. 6, t. 11, b. 28).

A samott tokok élettartama és minősége a finomkerámiában, ennek hatása a gyártás gazdaságosságára. A tokokkal szemben támasztott követelmények: megfelelő mechanikai szilárdság nyers állapotban és kiégetés után, hőellenállóképesség és térfogatállóság, ellenállóképesség a gyors hőmérsékletváltozásokkal szemben, jó hővezetőképesség, homogén anyagösszetétel, deformáció nélküli sima falak, porlódásmentesség. A nyersanyagok szerkezetének hatásai. A tokok készítésére alkalmas nyersanyagok megválasztása, előkészítése és vizsgálata. Az egyes anyagfajták és a nyersanyagok tulajdonságai közötti összefüggés. Alacsony hőfokon égetett agyagok tűzállóképessége. A kötőanyag és a samott adalékanyagok szerkezetének és tartalmának hatása a samott tokok tulajdonságaira.

Az Építőanyag 1—2. száma februárban jelenik meg

ÉPÍTŐANYAG

Felelős szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-150

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 740 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlapkiadónál, (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál.

Előfizetési díj: 1 évre 18.— Ft., félévre 36.— Ft., egyes szám ára: 6.— Ft. — Csekkszám: 01,252, közületi: 01 006 46344-680/2 Révai-nyomda Budapest V., Vadász utca 16. (Felelős: Pováry Jenő)

MTA Könyvtára

Periodika

956/19. 19

Broucek, P.: Hogyan lehet a levegőt mentesíteni víz- és páratartalmától (p. 274—276, á. 5).

A sűrített levegő felhasználása az üvegipari üzemekben. A szerző rámutat a nedves levegő káros hatására és két módszert ismertet a levegőnek víz- és páratartalmától való mentesítésére. Ismerteti a nedves levegő fogalmát, az abszolút és relatív nedvességtartalmát, ezekre vonatkozó számításokat és a levegőnek víz- és páratartalmától való mentesítésére szolgáló berendezéseket. Az első módszer szerint a nedves levegő áthalad hidroszkópius anyaggal telített edényen, amely abszorbeálja az atmoszférikus nedvességtartalmát. Ez a módszer

költséges és ezért csak kis mennyiségű levegő nedvességtelenítésére alkalmas. A második módszer azon alapul, hogy a kompresszorból kijövő levegőt az eredeti hőmérsékletre lehűti abból a célból, hogy a levegőben levő vízgőzöket kondenzálják.

Balling, Zd.: Varratnélküli vékonyfalú kelyhek és öntvények előállítása üvegből (p. 277—279, á. 3, t.1). A szerző ismerteti a Hartford-HS-28 típusú gép leírását és az üzemeltetésével szerzett tapasztalatokat. Egyben ismerteti a gép beállításánál és karbantartásánál betartandó szükséges intézkedéseket és gondosságot.

SILIKATTECHNIK folyóirat (Berlin) 1958. évf. 8. számából

Weiss, G.: A Német Szocialista Egységpárt V. Pártkongresszusának jelentősége a szilikátipar további fejlődése tekintetében a Német Demokratikus Köztársaságban (p. 337—338).

Otschik, H.: Az V. Pártkongresszus alkalmából tett felajánlások új sikereket biztosítottak a szilikátiparban (p. 339).

Schneider, H.: Hogyan tesziünk eleget az V. Pártkongresszuson elhatározott gazdasági főfeladatainknak a szilikátipar területén.

Új termelési sikerek új módszerek segítségével az üvegiparban (p. 340—342).

Új módszerek az üvegipar vezetésében. A dolgozók bevonása a vezetésbe. Új módszerek a termelésben. Az 1957. évi terv, a terv teljesítése. Az üvegipar távlati tervei.

Jarczak, H.: A kerámiai ipar harea a terv teljesítése érdekében (p. 343—344).

A tervteljesítés és az egyes hiányok. Az üzemi kollektív szerződés. A rentabilitás, normák és bérek. A külkereskedelmi terv teljesítése. A kádermunka. Az 1959. évi népgazdasági terv és kilátások.

Stauch, E.: A műszaki kerámiai iparág feladatai a legfontosabb cikkek szállításánál (energia) — szén — közszükségleti cikkek és exportcikkek termelése céljából (p. 344—346).

A harmadik ötéves terv befejeztével a műszaki kerámia megkétszerezte termelését 1958-hoz összehasonlítva. A szerző leírja, hogy miképpen érhető el ez a cél. A terv teljesítése és túlteljesítése. Együttműködés a fogyasztókkal. Műszaki szervezési intézkedések, kutatási munkák, szabványok és versenyek.

Steidten, W.: A tűzállóanyagipar fokozza teljesítményét új munkamódszerek segítségével (p. 346—347).

Együttműködés az iparág vezetősége és a termelés között. A szerző foglalkozik a fogyasztók követelményeivel és az iparág feladataival.

Brock, G.: Az építőipari-, építőanyagipari- és kerámiai gépeket gyártó ipar fejlődése (p. 348—349).

Az iparág távlati tervei és az 1958-as terv. A kutatás és fejlesztés feladatai. Munkateljesítmény és átlagos munkabér. Új munkamódszerek a központi vezetésben.

Keitel, G.: A cement és beton iparigazgatóság feladatai az építőipar iparosításának tükrében (p. 350—351).

A legközelebbi feladatok a termelésben és technikában. Beruházások és tervezések, a cement-intézet munkái. Újmódszerű munkaversenyek.

Vogel, W., Gerth, K.: A fluorüvegek szerkezete (II. rész). Az MgF_2 - BeF_2 , CaF_2 - BeF_2 és SrF_2 - BeF_2 üvegrendszerek (p. 353—358, á. 8, t. 3, b. 24).

A kísérleti eredmények. Az MgF_2 - BeF_2 , CaF_2 - BeF_2 és SrF_2 - BeF_2 üvegrendszerekben végzett mérések eredményei. A kísérleti eredmények elméleti jelentősége. A „fázisválasztás” és az üveg szerkezete.

Wiegmann, J., Horte, C. H., Sücker, I.: A szilimanit és mullit közötti különbség a nagyon finom kristályos próbákban (p. 358—360, á. 4, b. 13).

Röntgenfelvételek segítségével kísérleteket végeztek abban a tekintetben, hogy vajon megállapítható-e a különbség a szilimanit és mullit között a nagyon finom kristályos anyagban. Kimutatták, hogy adott körülmények között éles interferencia helyett a vonalak átrétegződése következtében széles diffúziós szalagot nyertek. Kiertékelés céljára elfogadható a szalag maximumának fénylő szöge. Megkülönböztetés céljaira alkalmas továbbá az anyagok infravörös abszorpciós spektruma 7—15 mikron között.

Vogel, E.: Gyűrűképződés a cementégető forgókamrákban (p. 361—364, á. 14, b. 12).

A különféle gyűrűfajták: iszapgyűrűk, duzzasztott gyűrűk és égetett gyűrűk (Schlammringe, Stauringe és Brandringe). A kéndioxid és a klinkerhamu közötti reakció. A cement nyerslisztben történő szulfátképződés tanulmányozására szolgáló készülék. A Lepol-rostélyon lejátszódó reakciók lefolyásának vázlata. $CaSO_4$ és CaS képződés a nyerslisztben.



MEGJELENT!

SZERELVÉNYKÖNYV

Készült az Építéstudományi Intézetben
Műszaki Könyvkiadó, 1958

A kiadvány katalógus, amely rendeltetésük szerint csoportosítva ismerteti a hazánkban jelenleg tömegcikként gyártott, illetve beszerezhető szerelvényeket. Mindegyik szerelvényről ábrát közöl, táblázatba foglalva megadja a méretadatokat, közli, hogy a szerelvényt mire lehet használni, milyen anyagból készült, milyen gyári jelzések vannak rajta, melyik vállalat gyártja és milyen megnevezéssel kerül forgalomba.

A Szerelvénykönyv első kötetének második javított kiadása már megjelent, a második kötet pedig — mely tulajdonképpen kiegészítése az elsőnek —, most van sajtó alatt.

Az 1. kötet 512 oldal. Ára: kötve 62,— Ft

A 2. kötet kb. 20 ív, ára: kb. 44,— Ft

Z. V. KLEINHAMPL:

B á d o g o s m u n k a

(Ipari Szakkönyvtár)

A cseh szerző művét magyar szakemberek dolgozták át a hazai szakmai gyakorlatnak és szabványoknak megfelelően. A kiadvány ismerteti a bádogosmunka anyagait, szerszámainak és gépeit. Sorra veszi a különböző munkafolyamatokat és a munkafogásokig részletezve leírja a hagyományos és a korszerű munkamódszereket. A mű külön részben tárgyalja az épületbádogos-munkát.

558 old. ára füzve 30,50 Ft

Fenti könyvek megrendelhetők, ill. beszerezhetők az Állami Könyvterjesztő Vállalat Könyvesboltjaiban

Szakkönyvesbolt:

Műszaki Könyvesbolt, Budapest, VII., Lenin körút 7

Technikus Könyvesbolt, Budapest, XI., Bartók Béla út 25