

302935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

5

*XXIV. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1972. MÁJUS*

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Duma György—Lengyel Imre</i> : Mészvakolatok növényi anyagokkal	161
Egyesületi élet	170, 179
<i>Vasadi Ferenc</i> : A magnezit és dolomit korszerű előkészítő és zsugorító technológiái	171
<i>Kocsis Géza—Wojnárovitsné, Hrapka I.</i> : Ásványgyapot gyártására alkalmas bazaltrendszer vizsgálatára	177
<i>Schwarzbach, J.</i> : Üveg-kerámiai dielektrikumok integrált kapcsolások vastagréteges kondenzátorai számára	180
<i>Hülsenberg, D.</i> : Samottanyagok szerkezete és nagy hőmérsékleten mutatózó alakváltozása közti összefüggés	184
<i>Wieker, W.</i> : Új módszerek a szilikátkémiában	188
Hírek az iparból	192
<i>Dobrowolsky, S.</i> : Elektromos ill. gázfűtésű kemencében olvasztott opálüveg öszszehasonlító elemzése	193
<i>Horváth Tibor—Nagy Károly</i> : Zsugorított magnezit és kénsav egyidejű előállítására erdművi füstgázok kéndioxid tartalmának hasznosításával	197

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Дума, Д.—Леньдел, И.</i> : Известковые штукатурки с растительными материалами	161
<i>Вашади, Ф.</i> : Современная технология подготовки и спекания магнезита	171
<i>Кочиш, Г.</i> : Исследование базальтовых систем, пригодных для производства минеральной ваты	177
<i>Шварцбах, Я.</i> : Витрокерамические диэлектрики для толстых конденсаторов интегральных схем	180
<i>Хюльзенберг, Д.</i> : Зависимость между структурой шамотных материалов и их деформациями при высоких температурах	184
<i>Виекер, В.</i> : Новые методы исследования силикатов	188
<i>Добровольский, С.</i> : Сравнительные исследования варки опалового стекла в ваннах печей с газовым отоплением и в электрических ваннах печей	193
<i>Хорват, Т.—Надь, К.</i> : Комплексное производство спекшегося магнезита и серной кислоты путем утилизации двуокиси серы, содержащейся в дымовых газах ТЭЦ	197

INHALT

<i>Duma, Gy.—Lengyel, I.</i> : Pflanzenteile enthaltender Kalkmörtel	161
<i>Vasadi, F.</i> : Zeitgemäße Technologien der Aufbereitung und des Sinterns von Magnesit und Dolomit	171
<i>Kocsis, G.—Frau I. Wojnárovits-Hrapka</i> : Untersuchung für die Mineralwollenherstellung geeigneter Basaltsysteme	177
<i>Schwarzbach, J.</i> : Glaskeramische Dielektrika für Dickschichtkondensatoren in integrierten Schaltungen	180
<i>Hülsenberg, D.</i> : Beziehungen zwischen der Struktur und dem Hochtemperaturdeformationsverhalten von Schamottmaterialien	184
<i>Wieker, W.</i> : Neue Methoden der Silikatchemie	188
<i>Dobrowolski, S.</i> : Vergleichsanalyse der Erschmelzung von Opalglas in gasbeheizten bzw. elektrisch beheizten Wannenöfen	193
<i>Horváth, T.—Nagy, K.</i> : Gleichzeitige Herstellung von Sintermagnesit und Schwefelsäure beim Verwerten des Schwefeldioxydgehalts der Kraftwerkrauchgase	197

CONTENTS

<i>Duma, G.—Lengyel, I.</i> : Calcareous Mortars with Vegetable Fibers	161
<i>Vasadi, F.</i> : Modern Dressing and Sintering Technologies for Dolomite and Magnesite	171
<i>Kocsis, G.—Mrs. I. Wojnárovits-Hrapka</i> : Examination of Basalt Systems for the Production of Mineral Wool	177
<i>Schwarzbach, J.</i> : Vitroceramic Dielectrics for Thick Capacitors of Integrated Connections	180
<i>Hülsenberg, D.</i> : Relationship between the Structure and Deformation of Fireclay Materials at High Temperature	184
<i>Wieker, W.</i> : New Methods in the Silicate Chemistry	188
<i>Dobrowolski, S.</i> : Comparative Analysis of Opal Glass Melting in the Gasfired and Electrical Tank Furnaces	193
<i>Horváth, T.—Nagy, K.</i> : Process for the simultaneous preparation of sintered magnesite and sulfuric acid by utilisation of SO ₂ contents of flue gases	197

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

*

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Kocsis Albert

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Dr. Soltész Gáspár

Dr. Szentmártony

Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Vajda László

*

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz

1—3.

Telefon: 226-497

*

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest VII.,

Lenin körút 9—11.

Telefon: 221-285

*

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI. Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzetszáma. — A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62. Előfizetési díj: negyedévre 22.50 Ft; félévre 45.— Ft; egyes szám ára: 7.50 Ft. 72.5., 16945 Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárnay Jenő.

Index: 25,250

Mészvakolatok növényi anyagokkal

DUMA GYÖRGY—LENGYEL IMRE
A M.T.A. Régészeti Intézete

Régebbi koroktól származó vakolat és habarcsanyagokban nemegyszer szerves anyagok jelenlétét is megfigyelhetjük. Ez a szerves anyagtartalom azonban aligha kerülhetett szándékosan a mészsizapba. Elsősorban növényi maradványokból áll, melyek részben már a mész égetésekor, vagy később, a feldolgozás alkalmával keveredtek az anyaghoz. Általánosan ismertek a makroszkóposan is jól felismerhető elszenesedett fatörédekek és a sokszor csak mikroszkóppal észlelhető apró növényi eredetű maradványok. Az ásatások alkalmával felszínre kerülő méshabarcsok és vakolatok gyakran számottevő mennyiségben tartalmaznak a környező talajból felvett humuszanyagokat és különböző szerves maradványokat, melyek sok esetben az anyagok IDTA-vizsgálatánál alacsony hőmérsékleten jelentkező exoterm effektusok okozói. Ismeretes, hogy a vakolatok felületének elsimítására alkalmazott vékony mészrétegekben is gyakran kimutathatók különböző szerves anyagok, ezek között állati vagy növényi fehérjék nyomai. E rétegek szervesanyag-tartalma rendszerint a festés alapozásával, vagy magával a festéssel hozható közvetlen kapcsolatba, s így nem lenne indokolt szervesanyag-tartalmukat a méshabarcsok összetevőjének tekinteni.

A méshabarcs- és vakolatanyagok jellegzetesen szervesanyag-összetevőkből állanak. Rendszerint különböző méretű kőzet- és ásványszemcsék természetes törmelékének — legtöbbször homoknak — vagy mesterséges zúzalékoknak a mészsizaphoz történő adagolásával készülnek. A méshabarcsok

csoportján belül ezért határozottan elkülönülnek azok, melyekben szándékkal alkalmazott szerves összetevők, szerves adalékanyagok is vannak. E csoportba tartoznak azok a méshabarcsok, melyek egyenletes elosztásban olyan jelentős mennyiségű növényi eredetű anyagot tartalmaznak, melyeket kétségtelenül szándékosan kevertek egykor a mészsizapba, hogy azokkal a szokásos ásványi adalékanyagokat részben vagy teljesen helyettesítsék. A növényi anyagok közül a fűfélék használata a legelterjedtebb. Ilyen anyagokat tartalmazó méshabarcsok elsősorban a bizánci művészet elterjedésének területén ismertek, mint jellemző kísérői a falfestményeknek.

Míg e falfestményekkel kapcsolatos kérdéseket napjainkban terjedelme miatt már aligha áttekinthető irodalom tárgyalja, a természettudományos vizsgálatokkal csak néhány tanulmány foglalkozik [1, 2, 3, 4] s az első anyagvizsgálatokat 1924-ben végezték [5]. E jellegzetes vakolatokra vonatkozó ismereteinket ezért ezidőszerezt elsősorban a fennmaradt írásos forrásanyagokból, a különböző festészeti kézikönyvekből, az eljárásoknak a falfestők számára összegyűjtött leírásából meríthetjük.

A növényi anyagokat tartalmazó vakolatok alkalmazásáról a legkorábbi adatok a konstantinápolyi Hagia Sophia templom építésének idejéből, 532—537. — években készült „Cargradi Sophia templom építéséről szóló elbeszélés” tartalmazza [6, 7]. Részletes leírásukat az orosz festészeti kézikönyvekből ismerhetjük meg, melyek között kie-

melkedő az 1599. évből származó Nektarij *Tipik*-je [8]. Ez azok közé az orosz kéziratok közé tartozik, melyeket közös néven podlinnik-eknek neveznek [9]. A *Tipik*, a „súlyosan bűnös és alázatos Nektarij püspök által a görög templomi freskófestészeti szokásokról elmondottak alapján” készült, s így kétségtelenül görög hagyományokon alapul. Legismertebb a festészeti előírások gyűjteményei között ma is a Furna-i Hermeneia Dionysos, melyet, mint tudjuk, Didron fedezett fel az 1836. évben, az Athos hegy egyik kolostorában és innen több ismertetője — elsősorban a németnyelvű kiadványokban — Athos-könyvnek nevezi [10, 11, 12]. Ez a megnevezés sok félreértésre adott alkalmat. Ma már tudjuk, hogy az Athos-hegyi kolostorokon kívül, számos helyen dolgoztak festők hasonló festészeti kézikönyvek alapján, és így az azokban lefektetett előírások sokkal szélesebb területen éreztették hatásukat, sok egyéb között a vakolatok készítésénél alkalmazott eljárásokban is [13, 14]. Az 1845. évben francia nyelven történt kiadása óta [15], a sokat vitatott Hermeneia Dionysos érte meg a legtöbb kiadást, és a legtöbbet idézett mű ma is. A „festők közül a legjelentéktelenebb Dionysius szerzetes” festészeti előírásait tartalmazza a kézirat. Keletkezését többten 1458. évre határozták meg [10], mai formájában azonban csak a XVIII. században, valószínűleg 1701—1745. [16], vagy 1733. évben [12] készült, s az K. Simonides ismert görög kézírathamisító munkája [17]. A XVIII. században élt Furna-i Dionysosnak és tanítványának a Chios-i Cyrilnek a régebbi festészeti kézikönyvekből származó rendszeresen gyűjtött anyagára épül. Értékes forrásanyagnak tekintik, mivel bizonyos, hogy abban a régi festészeti hagyományok élnek tovább [18]. Kétségtelen azonban az is, hogy a kézirat nem teszi lehetővé, hogy annak alapján a korai X—XII. századi festészeti technológiákra is biztos következtetéseket tudjunk levonni [19].

Az említett festészeti kézikönyvek a festők számára szükséges ikonográfiai leírások mellett részletesen foglalkoznak a nem kevésbé fontos mesterségbeli kérdésekkel, (a nyersanyagok előkészítésével, a vakolat felhordásával), a festés kivitelezésének megannyi részletével. Külön fejezetben tárgyalják a méz előkészítését és a vakolatanyagoknak a szerves adalékanyagokkal történő keverését. A festészeti kézikönyvek leírásából kitűnik, hogy a falfestmények alatti vakolatok, jellegzetes azonoságok mellett, nem elhanyagolható eltéréseket is mutatnak, a méziszaphoz kevert szerves, valamint szerves adalékanyagok minősége és mennyisége alapján. Különbösg lehet a növényi adalék-

anyagoknál az előkészítésben is. Az előzőekben tárgyalt festészeti kézikönyvek elsősorban — növényi anyagokat tartalmazó — mézvakolatokról tesznek említést, így az Athosz-hegyi könyv is csak ilyeneket ismer. Kivételesen azonban gipszet tartalmazó mézvakolatok alkalmazásáról is tudomásunk van [20].

A szerves anyagokat tartalmazó mézvakolatok legnagyobb csoportját a rostos növényi anyagokkal (pelyva, aprított len, szalma stb.) készített vakolatok alkotják. Ezen belül külön csoportot képeznek, azok, melyek valamely gabonaféleség (búza, árpa) főzetével készültek [8, 19]. Egyes területeken elsősorban a Balkánon a szalma mellett a fű és sertéssörte is alkalmazásra talált, ismeretesek olyanok, melyekben egyenletes elosztásban faszén pora található [21, 22]. A növényi anyagokat tartalmazó bizánci vakolatokkal foglalkozó irodalom az adalékanyagok minőségét egyes területekre jellemzőnek tartja, sőt bizonyos fokig kor meghatározó jeleget is tulajdonít azoknak.

A növényi anyagoknak a mézvakolatokban történő alkalmazásával ma már ismeretlen célt kívántak megvalósítani, laboratóriumi kísérleteink sem tudtak egyértelmű feleletet adni, s így a téren továbbra is feltevésekre vagyunk utalva. Vannak akik úgy vélik, hogy a szerves adalékanyagokat elsősorban a vakolatok önsúlyának csökkentésére alkalmazták [5], mások feltételezik, hogy a vakolatrétegek kiszáradásának a késleltetése volt a cél [23, 24]. Forrásanyagaink alapján azonban tudjuk, hogy a növényi adalékanyagokkal készített vakolatrétegek két nap elteltével olyannyira kiszáradtak, hogy freskófestéshez alkalmatlanná váltak [25]. A falfestményeken látható „varratok” elárulják, hogy részletekben kellett a falfelületre felvinni a vakolatot. Ezek nagysága — a festő napi adagja — a festmény jellegétől és a kivitelező munkájától függően legfeljebb 6—8 m² [26], kivételesen 14 m² volt [27]. Kétségtelen, hogy amikor a falfelületek a freskófestéshez már alkalmatlanná váltak, még nem száradtak ki teljesen.

A növényi anyagok a víztartalom eltávolítását erősen késleltették, s ezzel a kötési időt jelentősen megnövelték. Ez kedvezően hatott a festékek megkötésére [28]. Minden bizonnyal a rostos növényi anyagoknak tulajdonítható, hogy a vakolatok nem repedeztek meg.

A növényi anyagokat tartalmazó mézvakolatokon levő bizánci falfestmények vizsgálata azt mutatta, hogy azok a velük egykorú falfestményeknél — melyeket hagyományos mézvakolatokra festettek — hasonlíthatatlanul jobb állapotban maradtak fenn [29]. Ha a falfestmények jó

megtartását körültekintő kivitelezésükkel magyarázzák, aligha képzelhető el, hogy ebben ne lenne szerepe a festmények alapját képező, különös gondal készített vakolatrétegeknek, melyeknek már az egykori leírások is igen nagy jelentőséget tulajdonítottak.

Az előzőkben említett festészeti kézikönyvekből kitűnik, hogy a növényi anyagokat tartalmazó mészvakolatok készítésénél mindig döntően fontosnak tartották a mész megválasztását és előkészítését. Különösen az orosznyelvű festészeti kézikönyvek foglalkoznak igen részletesen e kérdéssel. A munka a mész kiválasztásával kezdődött. Egyesek szerint a mésznek öregnek, nyolc-tízévesnek kell lenni [30]; mások a „zsíros” darabokat [31], vagy a puha fehér meszet [32] tartották megfelelőnek. Vannak előírások melyek az öreg és új mész meghatározott arányú keverékét ajánlják [33]. A vakolatokhoz használt mészből a kellően ki nem égetett darabokat el kell távolítani. Az orosz festészeti kézikönyvek erre a célra az égetett mésznek az oltást megelőző aprítását, rostálását, illetőleg lisztfinomságúra való szitálását írják elő, e módszert ajánlja a már említett *Tipik* is [30]. Mások a mészködarábok eltávolítására a mésziszap szűrését is elegendőnek tartották [34]. A mész előkészítésének célja ezen túlmenően a mész „legyengítése” is lehetett. Ezt az oltott mész többszöri mosásával és ülepitésével, majd a víz ismételt leöntésével próbálták elérni. A mész kezelése több hétig tartott [32], tudjuk azonban, hogy abban az esetben, amikor a kimosott mészanyagot még a téli hónapokban ki is fagyasztották és ezt követően a mosást tovább folytatták, a fáradságos munka több hónapot is igénybe vett. A mész mosását mindaddig folytatták, amíg a leülepedett mésziszap felett a víz ki nem tisztult, és a felszínén a hártva „emcuga” képződése is megszűnt. Az így kezelt mész: „örök erős és tiszta lett” [35]. Megemlítik e munkával kapcsolatban, hogy az eljárás a régi mesterek módszere volt, amivel minden biznnyal a konstantinápolyi Sophia templom építésénél alkalmazott eljárásra utalnak [36].

Figyelemre méltó, hogy Dionysos Hermeneia a mésznek mosással történő kezelését — a mész „legyengítését” — már nem említi, ami jól mutatja, hogy az csak igen korai időkben alkalmazott eljárás volt. Ez utóbbi munkában is találunk azonban utalást arra, hogy a vakolatokhoz feldolgozandó mész csak régi lehet, melynek már nincsen maró hatása. A megfelelő mésznek földíze van, a keserű, összehúzó hatású anyag nem használható [37]. A mésziszapnak az előzőkben leírt ismételt mosása az anyag kötőképességét oly mértékben

csökkenthette, hogy a vakolatrétegek tartását csak ragasztóhatású adalékanyagok hozzáadásával lehetett biztosítani. Ilyen szokatlan mészvakolatokról először a „Cargradi Sophia templom építéséről szóló elbeszélés” tesz említést [38], később az orosz festészeti kézikönyvek írják le részletesen készítésüket [39], megjegyezve, hogy azt miként a mész „gyengítését” csak régebben alkalmazták.

Az említett mészvakolatokban kötőanyagként keményítő szerepelt, melyet árpa főzésével állítottak elő. A keményítőben magvak héjjanyagai megmaradtak, s így azok a mészvakolatokba is belekerültek.

Az előzőkben már említettük, hogy a Dionysos Hermeneiában nem szerepel a mész többszöri átmosása, s így érthető, hogy az azzal szorosan összefüggő gabonafőzetek készítéséről sincs említés. Ez csak úgy lehetséges, ha a XVIII. században élt festő barát által tanulmányozott régi festészeti könyvek idejében ez az eljárás már nem volt ismert. Ez a tény alátámasztja azt a megfigyelést, mely szerint a gabonafőzetek alkalmazására utaló magmaradványokat tartalmazó mészvakolatok csaknem kizárólag a XI—XII. század korai bizánci falképek alatt levő vakolatrétegekben fordulnak elő [40].

Az oltott mész kimosásának felhagyásával az árpafőzet mint ragasztóanyag alkalmazása feleslegessé vált, s ezzel a mész, mint kötőanyag átvehette a vakolatokban a hagyományos szerepét. A növényi anyagokat tartalmazó bizánci vakolatok túlnyomó többségénél a mész a kötőanyag, s az említett festészeti kézikönyvekben elsősorban ez utóbbi vakolatok készítésével foglalkoznak. Ennek oka minden biznnyal az, hogy mind az orosz, mind a görög leírások keletkezésének idején, a XIV—XVIII. században, már csak ilyen anyagokkal dolgoztak.

Az igen széles körben alkalmazott szalmás mészvakolatok készítésének egyik módja a napokig tartó vízben való áztatással felpuhított, aprított szalmának mésszel és homokkal való keverése [41]. Más előírás szerint a szalmát tartalmazó vakolat (Strohkalk) készítésénél az összevágott szalmát előbb az égetett mésszel összekeverték, s csak ezt követően tették a vízbe, azaz szalmával keverten oltották a meszet. Az így készített mész-szalmakeveréket csak néhány napig tartó pihentetés után dolgozták fel [42]. A kenderkőmész (Wergkalk) készítésénél a mésziszaphoz fokozatosan szitálással adagolták mindaddig a rost és fás részekről megtisztított, aprított kenderkőcot, míg a mésziszap meg nem sűrűsödött [43].

A leírásokból kitűnik, hogy a növényi anyagokat tartalmazó mészvakolatok készítése az idők folyamán leegyszerűsödött. Mivel azok sohasem adnak pontos mennyiségi adatokat, azért a mész és az adalékanyagok aránya számottevő eltérést mutat a különböző helyeken talált vakolatoknál. A láthatólag összetartozó — feltehetően egy mester vagy festőkor által készített — vakolatoknál azonban jellemzően azonos a mész és az adalékanyagok aránya. Megfigyelték hogy a vakolatok legfeljebb két egymás felett levő rétegből állnak, legtöbbször csak egyréteges vakolatokat alkalmaztak, vastagságuk elsősorban a falazat anyagától és jellegétől függ. Kőfalaknál vékonyabb, téglából készült falaknál vastagabb vakolatréteget készítettek. A rétegek vastagsága 0,5 cm és 3,5 cm között változik [28]. Ugyancsak vastagabb vakolatrétegeket kellett alkalmazni, ha a falazat faragatlan kövekből épült [32]. Ha többreteges vakolatokat alkalmaztak, akkor a két egymás felett levő rétegben a mészhez kevert növényi és ásványi adalékanyagok eltérőek lehettek. Az alsó rétegben szalma, fű, esetleg búza, a felső rétegben rendszerint kenderrost található.[44]. A növényi anyagok mellett a vakolatok minden esetben tartalmaznak több vagy kevesebb szervesanyagot, elsősorban homokot, néha vulkáni tufát, vagy égetett agyag zúzalékát is.

Fűfélék, törek, és szalma alkalmazása az agyagvakolatoknál régen ismert, tudjuk, hogy azokat Egyiptomban [45], az ókori görög Tyrinsben [46], Indiában egyes helyeken napjainkig [47], falfestmények alapjául alkalmazták. Hasonló vakolatokat találtak legutóbb Nubiában is [48]. Feltételezik, hogy e vakolatok hagyománya él tovább a XII. sz.-tól kezdődően a bizánci falfestmények alatt levő mészvakolatokban [45]. Mivel azonban a növényi anyagokkal készült mészvakolatokat a rómaiak is alkalmazták [49], minden bizonnyal már csak a római mészvakolatok közvetítésével jutott az említett hagyomány a bizánci mesterekhez.

E különös vakolatok a pannóniai régészeti anyagban is megtalálhatók. Ez ideig Magyarországon egyetlen előfordulási helyük ismert, Pécsen, a későrómai kori temető épületeinek feltárásakor kerültek néhány évtizede először felszínre. A temető első sírkamráját 1870. évben tárták fel, azóta e területen megszakításokkal napjainkig folytak a régészeti kutatások [50, 51, 52]. A mai pécsi székesegyház alatt fekvő háromkaréjos ókeresztény sírkápolna (cella trichora) 1922. évben történt feltárásakor a feltöltés törmelékes földanyagából igen sok olyan vakolattöredék is felszínre került, melyeken a falakat borító festékréteg viszonylag jó



1. ábra. Gabonamagvas mészvakolaton levő függönydíszes falfestés részlete. — Cella trichora, Pécs. — (63)

állapotban megmaradt, s így bizonyosra vehető, hogy azok az egykori festett falfelületek részeit képezték, egyes darabokon felismerhetők az alakos falfestmény részei. E kápolna északi apszisának belső falán még „in situ” megmaradt a függönydíszítést ábrázoló falfestés nagyobb összefüggő részlete is, mely egy korábbi sötétszínű hasonló alapanyagú falfestményt takar (1. ábra). Külső megítélésre igen hasonló festett vakolattöredékek kerültek felszínre e kápolnától nem messze fekvő hétkaréjos temetőépület (cella septichora) feltárásakor, majd az 1958–1961. években végzett ásatások alkalmával sírkamrákból és római kori épületekből is [53, 54.].

A Kárpátmedencében egyedülálló vakolatokat meglepő módon ez ideig még nem vizsgálták. A régészeti szempontból rendkívül fontos megismerésüket célzó természettudományos kutatómunkára csak a legutóbbi időben nyílt lehetőség, ennek első részletét a cella trichora anyagának vizsgálata képezte [55].

A vizsgálat célja a külső jegyeik alapján hasonlónak látszó mészvakolatok közötti azonosságok és eltérések természettudományos módszerekkel történő meghatározása volt. Összesen 60 minta került vizsgálatra, melyeknek többsége a növényi anyagokkal készült mészvakolatok csoportjába tartozott. Ezek részben az ókeresztény sírkápolna (cella trichora) falán *in situ* megmaradt falfestés anyagából, helyszínen vett minták voltak, másrészt úgy ennek, mint a hétkaréjos temetőépület (cella septichora) feltöltésének földanyagából, valamint a különböző római-kori épületek és sírok feltárásakor



2. ábra. Festett vakolat törésfelülete gabonamagvakkal. — Pécs. — (Sugár L. felvétele)

felszínre került mészvakolatokból származtak. A tanulmányunkban ezek közül 37 kétségtől mentes növényi anyagokkal készített mészvakolat vizsgálatának eredményeit ismertetjük, melyek közül 19 a cella trichorából, 5 a cella septichorából, 13 különböző római kori épületekből és sírokból származott.

A vakolattöredékek a szokásos mészvakolatok szilárdságát csak kivételesen érik el, legtöbbjük ujjal morzsolható, már gyenge mechanikai hatásra könnyen töredeznek, törzsfelületük mindig érdes, többségük törzsfelületén jól kivehetők a gabona-



3. ábra. Falfestmény alatti vakolatréteg törésfelületén látható gabonamagvak és száranyagok. — Pécs — (Sugár L. felvétele)



4. ábra. Műgyantával rögzített növényi anyagokkal készült mészvakolat csiszolt felülete. — Pécs. — (Duma Gy. felvétele)

szemek, és szár-anyagok nyomai (2., 3. ábra). A külső megítélésre is legtöbb esetben láthatóan növényi maradványokat tartalmazó mészvakolatok túlnyomó többsége fehér, némelyik halvány rózsaszínű, de vannak sárgás árnyalatú darabok is.

A műgyantával rögzített anyagok csiszolt felületén jól kivehetők a szár-anyagok, pelyvás magvak egykori helyét jelző üregek (4. ábra). A vakolat-anyagokból készített mikroszkópi vékonycsiszolatokon végzett ásvány- és közettani vizsgálatok alapján az egyes vakolatminták messzeemenő hasonlóságot mutatnak. Az alapanyag főtömegét finomszemű mészszipa képezi, az alapanyagban elkülönült foltokban kalcedon, aggregátumokban kalcit látható. Jellemző a fűfélék családjába sorolható növényi részekből származó üreges szövetszerkezet. Az üregek kitöltése ásványos anyaggal igen kismérvű, a falakhoz tapadó vékony opál-, ritkábban kalcedon- és kalcit-hártyák alakjában érzékelhető. Néhány mintánál agyagos foltokat is meg lehetett figyelni, helyenként kerekded átmetsetű foltok alakjában felszaporodik a kalcedon. Az ásványtöredékek mennyisége általában kicsiny. Törmelékes összetevőként finomszemcsés homokot (metamorf és magmáskvarcot) esetleg egy-egy földpátszemcsét, foltokban limonitot, kivételesen piritszemeket lehetett meghatározni. A mézhez kevert szervesetlen adalékok ásványi anyagok, égett agyagszemeket nem tartalmaznak.

A mikroszkópi vizsgálatoknál tapasztalt üreges szövetszerkezet megmagyarázza a vakolatok rendkívül alacsony térfogatsúlyát, mely átlagosan 1,03 körül van.

A vakolatanyagokon végzett derivatográfia-vizsgálatoknál minden esetben igen hatalmas kalcit-csúcsot, a görbék első szakaszán súlyvesztéséssel kapcsolatos, számottevő exoterm reakciót figyelhetünk meg, mely lefutásában, bizonyos azonosságok mellett, egyes mintáknál jellegzetes eltérést mutat. E termikus reakció alapján feltételezhető volt, hogy a vakolatanyagokban még nem elhanyagolható mennyiségben maradhettek meg a szerves anyagok.

A növényi anyagokkal készült mészvakolatok mennyiségi-kémiai vizsgálata azt mutatta hogy azok SiO₂- és CaO-tartalmuk megoszlása alapján jellegzetesen két csoportra különíthetők. Az egyik csoportra jellemző a magas mész és alacsony kovásvartalom. Ide sorolható az 1—20. sz. minta, a

14. és 15. sz. minta kivételével (A csoport). A másik csoportot a magas mész- és kovasavtartalmú minták alkotják, ide sorolható a 21—37. sz., valamint esetleg a 14—15. sz. minta (B csoport). A növényi anyagokkal készített mészvakolataink szeretlen összetevőinek mennyiségi megoszlását az 1. táblázat foglalja össze. Az elemzési adatok 105 °C-nál szárított anyagok átlagmintáira vonatkoznak.

A mészvakolatok közötti további eltérések megismerésére meghatároztuk a mészvakolatok szerves-anyagtartalmának néhány jellemző összetevőjét is. A mintákban levő szerves anyagok minden esetben növényi eredetűnek bizonyultak a vizsgálatok alapján feltehetően árpamag, illetve száranyagok (faanyag) maradványaiból származnak.

1. táblázat

Sz.	Izz. v.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
A. csoport								
1.—T	42,1	6,4	0,2	0,5	47,7	1,6	0,2	0,7
2.—T	43,1	4,9	0,4	0,6	49,1	0,8	0,2	0,4
3.—T	42,6	5,2	0,8	0,7	49,8	ny	0,3	0,2
4.—T	43,1	2,6	0,9	0,5	50,0	0,8	0,7	0,8
5.—T	43,8	2,7	0,8	0,7	49,4	ny	1,8	0,7
6.—T	43,7	3,0	0,8	0,7	49,5	0,1	0,7	0,8
7.—T	43,6	2,2	0,9	0,7	50,8	ny	0,7	0,6
8.—T	43,5	2,3	0,7	0,6	51,3	ny	0,6	0,6
9.—T	42,8	2,7	0,9	0,6	50,6	ny	0,7	0,8
10.—S	42,5	2,7	0,4	0,5	53,1	ny	0,2	0,4
11.—S	42,7	2,4	0,4	0,6	52,5	0,2	0,3	0,5
12.—E	44,0	2,3	0,8	0,7	50,7	0,3	0,1	0,5
13.—E	43,0	2,6	0,4	0,4	50,2	0,6	0,2	0,4
14.—T	35,8	15,7	2,0	1,3	42,4	0,6	1,0	0,8
15.—S	34,7	17,9	2,0	1,5	41,1	ny	1,1	0,9
16.—T	44,0	2,4	1,2	0,5	51,1	ny	0,1	0,6
17.—T	43,5	3,3	2,1	0,6	49,2	0,3	0,2	0,5
18.—T	42,2	4,4	1,1	0,6	50,5	0,4	0,1	0,4
19.—T	42,0	5,0	1,6	0,5	49,8	0,4	0,2	0,4
20.—T	45,5	2,6	0,2	0,5	49,8	ny	0,3	0,8
B. csoport								
21.—T	31,9	27,1	1,4	0,5	37,2	0,4	0,6	0,7
22.—T	29,5	33,2	1,3	0,9	32,7	0,8	0,6	0,4
23.—T	31,5	27,8	1,7	0,7	37,0	ny	0,9	0,2
24.—S	27,7	35,0	1,3	0,8	33,7	ny	0,8	0,6
25.—S	28,9	32,6	2,2	1,9	33,0	ny	0,8	0,4
26.—E	20,1	50,6	2,9	1,6	22,2	1,0	0,8	0,7
27.—E	19,3	51,7	3,2	1,5	21,8	0,9	0,8	0,6
28.—E	37,8	15,6	1,2	1,3	42,0	0,8	0,4	0,6
29.—E	33,3	26,3	1,0	1,0	33,7	1,3	1,5	1,4
30.—E	25,8	34,8	3,5	3,1	30,0	ny	1,3	0,9
31.—E	26,2	36,8	2,2	1,5	31,4	ny	1,0	0,5
32.—E	22,3	50,0	2,4	2,0	20,7	0,9	1,0	0,6
33.—E	23,5	40,9	2,7	2,6	27,5	0,4	1,1	1,0
34.—E	20,9	45,6	3,5	1,3	25,6	ny	1,9	0,6
35.—E	28,4	29,7	2,4	1,3	35,9	0,3	1,0	0,8
36.—E	27,9	32,2	4,4	1,3	32,4	0,4	1,1	0,2
37.—T	26,1	36,4	2,9	0,9	32,1	ny	0,7	0,6

T : cella trichoraból

C : cella septichoraból

E : egyéb épületekből és sírokból

E megállapítást az alábbi vizsgálati módszerek számszerű eredményeinek értékelése alapján tehetjük.

A finom porrá őrölt habarcs-, illetve vakolatmintából kálium-hidrogén-szulfittal való főzés hatására egy olyan anyag oldható ki, mely forró, 0,1 n. nátronlúg jelenlétében tömény nitrobenzollal oxidálva aromás aldehydekké alakul, és pedig részben p-hidroxi-benzaldehyddé, részben oldalláncukban aromás csoportot tartalmazó, alifás aldehidekké. Ugyanez az anyag sósavas floroglucinnal vörös színreakciót ad, tehát fenolos hidroxil és metoxil csoportokat tartalmazó fahéjalkohol egységek is vannak benne. Mindezek alapján a habarcs és a vakolatmintákban megállapítható egyféle növényi eredetű anyag, a lignin jelenléte.

Ha ennek jégecettel előkezelt oldatához 2%-nyi tömény kénsavat tartalmazó, 3 : 5 arányú ecet-savanhidrid és metilénklorid elegyét adjuk, akkor belőle triacetylcelluloze válik ki. Ez a hidrolízise folyamán olyan oligoszacharida-egységekre bomlik, melyek mindegyike 1—4 helyzetben β -glikozidkötésekkel egybekapcsolt molekulákat tartalmaz. Vizsgálati anyagaink második növényi eredetű komponense tehát a cellulóz.

A harmadik növényi eredetű anyag a lignintől már mentesített habarcs-őrletből vonható ki úgy, hogy forró n.-káliumhidroxiddal két órán át kezeljük az anyagot, majd pH —3,95-re beállított Walpole-pufferral [56] az oldatot átmosva túrós csapadékot kapunk. Ennek a csapadékként jelentkező anyagnak a szerkezete a cellulóztól annyira

2. táblázat

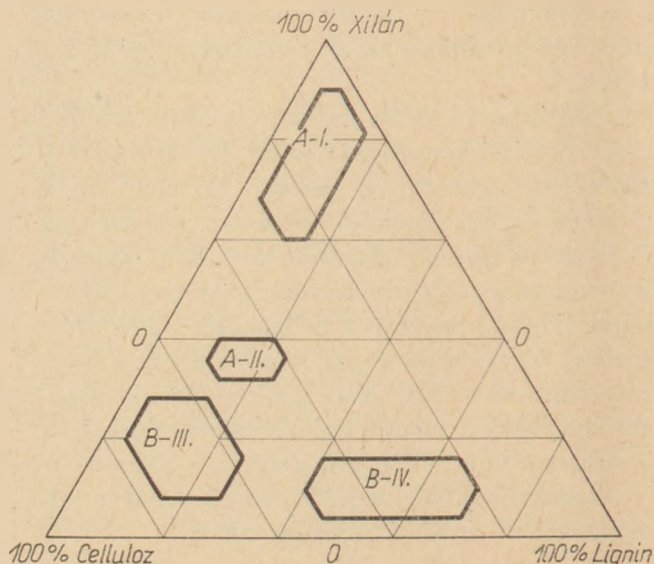
Sz.	N.-tartalmú szerves anyagok			Prolaminok	Polysaccharidák			
	össz szerves anyag	össz N	N. P. N.		lignin	aromás aldehidek	cellulóz	xilán
I. csoport								
1.	3,9510	0,037	0,014	0,007	2,134	0,712	1,375	28,470
2.	3,8712	0,050	0,0016	0,006	2,319	0,740	1,814	17,653
3.	3,9084	0,036	0,025	0,005	2,524	0,638	1,416	20,849
4.	4,0025	0,042	0,021	0,008	3,711	0,790	5,318	17,565
5.	3,9080	0,040	0,023	0,007	3,806	0,775	3,210	19,318
6.	4,0209	0,042	0,028	0,006	2,410	0,821	5,220	24,675
7.	4,0135	0,043	0,028	0,005	2,410	0,801	5,216	24,680
8.	3,7780	0,039	0,046	0,006	2,115	0,815	1,095	20,568
9.	4,0070	0,042	0,034	0,010	0,998	0,871	4,910	18,675
10.	3,2475	0,032	0,030	0,006	3,003	0,702	1,488	15,858
11.	3,8653	0,036	0,034	0,012	3,615	0,740	1,955	19,975
12.	3,2116	0,035	0,008	0,010	3,002	—	5,206	12,535
13.	3,4150	0,040	0,010	0,009	4,061	—	3,100	17,310
14.	2,9955	0,024	0,018	0,009	0,889	0,513	3,742	10,437
15.	3,5060	0,032	0,022	0,007	3,211	0,565	2,008	18,470
II. csoport								
16.	4,3516	0,027	0,013	—	17,280	4,320	42,965	32,423
17.	4,1031	0,021	0,009	—	12,993	4,135	44,814	35,246
18.	3,6215	0,018	0,015	—	9,257	0,219	59,700	21,348
19.	4,2073	0,023	0,017	—	18,315	5,003	36,814	39,400
20.	4,0946	0,020	0,021	—	13,812	4,420	46,315	34,035
III. csoport								
21.	4,0715	0,017	0,007	ny	9,756	0,005	43,715	10,060
22.	3,8716	0,020	0,008	ny	9,942	0,009	41,321	6,742
23.	4,0217	0,010	0,003	ny	9,315	0,012	54,107	9,815
24.	4,6527	0,049	0,012	0,006	12,001	0,221	41,002	7,920
25.	4,6690	0,071	0,038	0,153	14,361	0,315	37,215	6,950
26.	4,3516	0,041	0,010	0,008	9,415	0,660	58,312	21,710
27.	4,1807	0,036	0,015	ny	10,310	0,210	47,351	14,120
28.	4,4381	0,051	0,003	0,021	5,110	0,315	17,512	5,331
29.	4,1918	0,034	0,023	0,020	8,893	0,514	54,212	21,314
30.	4,6530	0,052	0,014	0,011	11,315	0,125	40,315	7,912
31.	4,2167	0,038	0,030	0,028	8,496	0,231	50,613	14,240
IV. csoport								
32.	3,1200	0,038	0,007	0,008	3,215	—	2,371	0,417
33.	2,0364	0,019	0,001	0,004	8,883	—	5,655	2,315
34.	3,2503	0,029	0,013	0,007	5,007	ny	1,950	0,599
35.	3,2917	0,030	0,010	0,006	5,212	—	1,715	0,312
36.	1,3584	0,009	ny	—	2,711	—	3,117	0,791
37.	1,9578	0,001	0,003	ny	1,070	ny	0,910	0,216

ban különbözik, hogy hidroximetil-csoportok helyett hidrogén-ionokat tartalmaz, és abban egyezik meg vele, hogy az oligoszacharidái ennek is 1—4 helyzetű β -glikozid-kötésekkel kapcsolódnak egymáshoz. A csapadékanyag részleges savas hidrolízise után d-xikóz és xilobióz molekulák, valamint ezek polimerjei keletkeznek [57, 58]. E szénhidrogén szerkezetének — mely a xilannal azonosnak bizonyult — a tisztázása részben metilézési eljárással [59, 60, 61] részben perjódosavas oxidációval [62] történik. Ennek alapján megállapítható, hogy a molekulaláncának felépítésében d-xilóz, l-arabinóz [1—4] és d-glukuronsav egységek szerepelnek 40 : 5 : 3 arányban. Ez a szerkezeti felépítés jellemző az árpa szalmájából nyerhető xilánra.

A mézsvakolatok szervesanyag-tartalmának vizsgálata alapján következtetni lehetett a gabonamagvak vagy száranyagok jelenlétére abban az esetben is, ha azokat szemmel már az anyagban észlelni nem lehetett. Tájékozódást nyerhettünk e vizsgálatok alapján arról, hogy a szervesanyagban a mag, vagy száranyagok vannak-e többségben, esetleg teljes hiányuk felől is. Megállapíthattuk, hogy a minták túlnyomó többségében a gabonamagvak vannak túlsúlyban. Ilyenek többek között az 5, 8, 11, és 15. sz. minta, a maganyag mellett jelentős a polyva mennyisége a 4, 7, és 9. sz. mintában, több a pelyva, mint a gabonamag mennyisége a 10. sz. mintában. Ugyancsak példaként megemlítjük, hogy a közölt minták közül a 37. sz. mintában mind a gabonamagvak, mind a pelyva anyaga hiányzik, s így e sajátossága alapján a mézsvakolatok vizsgált csoportján belül jellegzetesen elkülönül.

A növényi anyagokkal készített mézsvakolatok szerves összetevőinek mennyiségi megoszlását a 2. táblázat foglalja össze. A táblázathból kitűnik, hogy az egyes mézsvakolatokban a xilán-, a lignin- és cellulóztartalom aránya jellemző azonosságokat, illetőleg eltéréseket mutat. Ha e három összetevő mennyiségét 100%-nak tekintjük, és százalékos megoszlásuk értékeit a három-összetevős rendszereknél követett módon egyenlőoldalú háromszögben ábrázoljuk, akkor ezen belül egyes anyagokat jelző pontok helyenként dúsúlnak. Kitűnik, hogy az 1—15 (I. csoport), a 16—20 (II. csoport), és a 21—31 (III. csoport), valamint a 32—37 sz. (IV. csoport) minta szorosabb vagy lazább összefüggő csoportot képez.

A mézsvakolatok szervesanyag-tartalmának említett módon történő kiértékelése is jól szemlélteti az egyes minták közötti eltérést illetőleg ha-



5. ábra. A mézsvakolatok xilán-, lignin- és cellulóztartalmának aránya alapján elkülönülő csoportok

sonlóságot. Hangsúlyozni kívánjuk azonban, hogy ez a vizsgálati eredmények kiértékelésének csak egyik lehetősége, melyet áttekinthetősége miatt választottunk ki, példaként arra, hogy a szerves kémiai vizsgálatok eredményei alapján kialakított két csoportot a szerves vizsgálatokkal milyen módon lehetett tovább elkülöníteni (5. ábra).

Különböző vizsgálataink közös kiértékelésével sok esetben messzemenően alá lehetett támasztani a régészeti feltevéseket, máskor azokkal ellentétbe kerültek, és voltak vizsgálataink, melyeket nem lehetett értékelni. Ez utóbbiaknál feltehetően a mintavétel nem volt megfelelő.

A vizsgálatok régészeti vonatkozású eredményeinek értékelésére e tanulmányban nem tudunk kitérni. Példaként szeretnénk azonban megemlíteni, hogy a „cella trichora” egymás felett fekvő két festett, külső megítélésre azonosnak látszó vakolatrétegét a közölt vizsgálatok alapján biztosan el lehetett különíteni. A felső réteg [1, 2, 3 sz. minta] és az alatta levő réteg [21, 22, 23 sz. minta] anyaga mind a szerves mind a szerves összetevőik alapján alapvetően eltér [55]. A törmelékes feltöltésekből származó vakolatdarabok anyagának összetartozása vagy elkülönítése is sok esetben lehetővé vált. Kitűnt, hogy az egyik mézsvakolat (37. sz. minta), melynek felületén valamely alakos falfestmény részlete látható, nem tartozhat a külső jegyei alapján régészetileg meghatározható csoportba (I. csop.), mind a szerves mind a szerves összetevői szerint csak eltérő csoportba (IV. csop.) kerülhet.

A vakolatminták többségéről feltehető — mind a fizikai mind a szerves kémiai vizsgálatok alap-

ján —, hogy gabona (árpa)-főzettel készültek. Ez a körülmény az előzők alapján arra utal, hogy igen korai időből származnak, még az utóbbi készült falfestmények is. Feltételezésünket az e darabokon végzett, még folyamatban levő C₁₄ vizsgálatok alátámasztani látszanak azzal, hogy korukat i. u. 970±100 évre határozták meg [64].

IRODALOM

- [1] Korotkova, N. P.: Chiemiceskij analiz grutnov dreveneruskich fresok XI.—XVIII. vekov. Moszkva. 1929.
- [2] Morgilevskij, L.: Csernyigiv i pivniece livoberezza. Ukrán Allami Kiadó 1928. 182.
- [3] Svedov, B.,—Szurocev, V.: Drevnyije sztoityelnije rasztvori. Trudi Insztituta sztoityelnih materialov. Moszkva. 32 (1930) 19—21.
- [4] Gettens, R. J.,—Stout G. L.: Monument of Byzantine Wall Painting—the Method of Construction. Conservation. 3 (1958) 107—119.
- [5] Eibner, A.: Entwicklung und Werkstoffe der Wandmalerei. München. 1926. 344.
- [6] Szkazanyije o Szofii Caregraszkoj. Pamajatnyiki drevnej pizsmenosztyi. XXVII. Szentpétervár. 1889. 8—9.
- [7] Sabatier, J.: De l'icongraphie sacrée en Russie. Memoires de la Cociété d'Archéologie et de Numismatique. Szentpétervár. III. (1849) 327.
- [8] Petrow, N. J.: Tipik o cerkovnom i nasztyennom pizsme, episkova Nektarija iz serbskago grada Velesa 1599. goda i znacenie ego v istorii ruszkoj ikonopisi. Zapiski im eratorskago Russkago Archeologiceskago Osestva. Szentpétervár. XI. 1899.
- [9] Simoni, P.: K istorii obichodaknigopisca, preletyca i ikonogno pisca pri kniznom i ikonnom strojenii. Pamajtniki drevnej pism'ennosti i iskusztva. CLXI. 1. 1906.
- [10] Berger, E.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Malerei. I. Die Maltechnik des Altertums. München. 1904.
- [11] Schäfer, G.: Das Handbuch der Malerei vom Berge Athos. Trier. 1855.
- [12] Brockhaus H.: Die Kunst in Athosklöstern. Leipzig. 1924.
- [13] Berger E.: Quellen und Technik der Fresco—Oelung, Tempera Malerei des Mittelalters. München. 1912. 55, 118.
- [14] Dimitriev Ju. N.: Zametki po technike russkich stennyh rospisei X—XII. v. v. Zipovits i mozaika. Jezsegodnik Insztituta Isztorii Isszkustv. Moszkva. 1954. 238—278.
- [15] Didron M.: Manuel d'icongraphie Chrétienne greque et latine ... Párizs. 1845.
- [16] Schlosser J.: Magnino La Letteratura Artistica. Manuele delle fonti della storia dell' arte moderna. Firenze—Bécs. 1956.
- [17] Stawicki S.: Technika sciennyh malowidel bizantyskoruskich. Ocrona Zabytków. 4 (1970) 268.
- [18] Berger E.: Quellen ... 1. c. 77.
- [19] Brockhaus H.: 1. c. 161.
- [20] Schäfer G.: 1. c. 54.
- [21] Szicsev N.: Drevnyisij fragment russzko — vizantijszkoj zsvopiszi. Seminarium Kondkovanum. II. Prága. 1926. 94.
- [22] Stawicki S.: 1. c. 273.
- [23] Cremer F. G.: Beiträge zur Technik der Monumentalverfahren. 1895. 12.
- [24] Eibner A.: 1. c. 418., 353.
- [25] Szicsev N.: 1. c. 95.
- [26] Dimitriev Ju. N.: 1. c. 250.
- [27] Stawicki, S.: 1. c. 276.
- [28] Stawicki, S.: 1. c. 277., Eibner A.: 1. c. 346.
- [29] Petrow, N. J.: Tipik ... 1. c.
- [30] Petrow, N. J.: Tipik ... 1. c. 33.
- [31] Schäfer, G.: 1. c. 85.
- [32] Stawicki, S.: 1. c. 270.
- [33] Simoni, P.: 1. c. 230.
- [34] Schäfer, G.: 1. c. 85.
- [35] Petrow, N. J.: Tipik ... 1. c. 33.
- [36] Dimitriev, Ju. N.: 1. c. 247.
- [37] Schäfer, G.: 1. c. 85.
- [38] Szkazanyije o Szofii Caregraszkoj. 1. c. 8—9.
- [39] Dimitriev, Ju. N.: 1. c. 247.
- [40] Dimitriev, Ju. N.: 1. c. 246.
- [41] Stawicki, S.: 1. c. 271.
- [42] Schäfer, G.: 1. c. 85.
- [43] Schäfer, G.: 1. c. 86.
- [44] Stawicki, S.: 1. c. 272.
- [45] Eibner, A.: 1. c. 344.
- [46] Rodenwaldt, G.: Tiryns. Die Ergebnisse der Ausgrabungen des Kaiserlich Deutschen Instituts in Athen. Athen. 1912. 205.
- [47] Havel, E. B.: Indian sculpture and painting. 1928. London. 282.
- [48] Salamon, A.: szóbeli közlése alapján
- [49] Girardin, J.: Analyse sehr alter Kunstproducte. 1. Gemälde eines gallo—römischen Hypokaustums in Rouen. Journal für Praktische Chemie. 2. (1853) 89—94.
- [50] Szónyi, O.: A pécsi ókeresztény sírkápolna. 1907.
- [51] Gosztonyi, Gy.: A pécsi szent Péter székese gyház eredete. 1939.
- [52] Gosztonyi, Gy.: A pécsi hétkaréjos ókeresztény temető épület. Archeologiai Értesítő 70 (1940) 56—61.
- [53] Fülep, F.: Újabb ásatások a pécsi cella trichorában. Janus Pannonius Múzeum Évkönyve (1959) 75—93., — Neue Ausgrabungen in der Cella Trichora von Pécs. Acta Archeologica Academiae Scientiarum Hungaricae. (1959) 399—417.
- [54] Fülep F.: Későrómai kori temető Pécs, Geisler T, u. 1. sz. alatt. Archaeologiai Értesítő. 96 (1969) 3—42.
- [55] Fülep, F.,—Duma Gy.: Examinations of the wall paintings in the Cella trichora of Pécs. Folia Archeologica 23 (1972).
- [56] Walpole, J.: A buffer solution for general use in organic chemistry. Univ. Calif. Publ. Amer. Analytical Chem. 12/3 (1914) 125—127.
- [57] Whistler, G. H.: On the acid hydrolysis of some carbohydrate molecules. J. Appl. Phys. 19. (1948.) 24—31.
- [58] Whistler, G. H.: Finer structure of the xylanes. J. Am. Chem. Soc. 75. (1953) 4051—4053.
- [59] Haworth, A. F.: Newer concept in study of molecular structures. Nature. 130 (1931) 639—644.
- [60] Chanda, D.: A new method for studying the finer structure of carbohydrate molecules. Biochem. Biophys. Acta. 3. (1950) 217—230.
- [61] Chanda, D.: Further stereochemical investigations of the carbohydrates. J. Am. Chem. Soc. 73. (1951) 1026—1036.
- [62] Jayne, F. S.: The perjodic acid oxydation method. J. Gen. Physiol. 27. (1944) 311—330.
- [63] Fülep F.: A pécsi későrómai kori sírépítmények. Janus Pannonius Múzeum füzetei, 2.-ból átvéve.
- [64] Kohl G.: személyes közlése a folyamatban levő vizsgálatairól (Berlin—DDR).

Duma Gy.—Lengyel I.: Mészvakolatok növényi anyagokkal

A vakolatok e sajátos csoportjánál a mészsizaphoz kevert adalékanyagok részben vagy teljesen növényi anyagokból állnak. Legelterjedtebb a fűfélék közül a gabonarost- és maganyagok használata. E vakolatokban az ősi agyagvakolatok hagyománya él tovább: megtalálhatók a római épületekben, később a bizánci falfestmények alatt levő rétegeket alkotják. A vakolatokra vonatkozó ismereteinket elsősorban az egykori írásos forrásanyagból meríthetjük, de megjegyzendő, hogy természetudományos vizsgálatokkal ez ideig kevesen foglalkoztak. A növényi anyagokkal készült mészvakolatok Magyarországon (Pécsen) a késő római kori épületekben is megtalálhatók voltak, de régészeti céllal végzett természetudományos vizsgálatokra az utóbbi időben került sor. Kitűnt, hogy a vakolatok CaO—SiO₂-tar-

talma alapján két csoportra különíthetők. A mézsvakolatokban levő növényi eredetű szervesanyag vizsgálata azt mutatta, hogy xilán-, lignin- és cellulóztartalmuk aránya jellegzetes eltéréseket és azonosságokat mutat. Ezek alapján további osztályozásuk is lehetővé válhat.

Duma, D.—Lengyel, I.: Известковые штукатурки с растительными материалами

Штукатурки этого особого типа характеризуются тем, что добавки к известковому шламу частично или полностью состоят из материалов растительного происхождения. Наиболее распространено применение трав: волокна пшеницы и семенных материалов. В этих штукатурках находят свое отражение традиции древних штукатурок, которые можно обнаружить в зданиях римской эпохи а также в слоях, находящихся под стенными росписями византской эпохи. Знания, касающиеся этих штукатурок, могут быть почерпнуты в первую очередь из письменных источников этих эпох, однако необходимо отметить, что исследованиями этих штукатурок с точки зрения естественных наук до сего времени занимались мало. Исследования, штукатурок, приготовленных с добавкой растительных материалов, обнаруженных в Венгрии в зданиях позднего римского периода (Печ) показали, что эти штукатурки с точки зрения содержания CaO-SiO_2 , могут быть разделены на две группы. Исследования органических материалов растительного происхождения, содержащихся в известковых штукатурках, показали, соотношение ксилановых, лигниновых и целлюлозных составляющих показывает характерные совпадения или же характерные различия. Таким образом на основе этого также можно осуществить дальнейшую группировку.

Duma, Gy.—Lengyel, I.: Pflanzenteile enthaltende Kalkmörtel

Bei dieser eigentümlichen Gruppe von Mörteln besteht der Zuschlagstoff zum Teil aus pflanzlichen Mate-

rialien. Von den Grasarten werden vorwiegend Fasern und Körner der Getreide angewandt. Es scheint in jenen Mörteln die Tradition der urzeitlichen Lehmörtel weiterzuleben: sie lassen sich in den Bauten der Römer, und später in der unteren Schicht byzantinischer Wandmalerei auffinden. Unsere Kenntnisse erhalten wir aus uraltem Schrifttum, doch fällt es auf, daß man sich mit ihrer naturwissenschaftlichen Untersuchung kaum befaßt hat. Man findet Pflanzenteile enthaltende Kalkmörtel auch in Ungarn, namentlich in Pécs (Fünfkirchen) in alten Bauteilen aus der Zeit der Römer, doch kam es zu ihrer naturwissenschaftlichen Untersuchung archäologischer Zielsetzung erst in der letzten Zeit. Es stellte sich heraus, daß man die Mörtel aufgrund ihres CaO-SiO_2 -Gehaltes in zwei Gruppen abzusondern vermag. Die Untersuchung des organischen Teils der Pflanzenreste führte zur Übereinstimmung und zur Unterscheidlichkeit hinsichtlich auf ihren Gehalt an Xylan, Lignin und Zellstoff. Aufgrund der Übereinstimmungen und Verschiedenheiten kann die Einteilung der Mörtel weiter fortgesetzt werden. (S. G.)

Duma, Gy.—Lengyel, I.: Calcareous Mortars with Vegetable Fibres

These mortars are made of lime slurry and reinforced with vegetable materials (e.g. corn. fibres, grass seeds, etc.) as aggregates. These mortars comprise the continuation of ancient clay mortars which can be found as substrate layers under Roman and Byzantine wall paintings. Our present knowledge was mainly based on ancient written sources dealing with these mortars; their technical examinations has rarely been carried out. Some late Roman calcareous mortars with vegetable aggregates were found in Pécs (S.-Hungary). Their archeological-technical investigation showed that these mortars can be divided into two groups according to their CaO-SiO_2 content. Characteristic differences in their xylano-, lignin- and cellulose- content may serve as a basis of further classification.

Egyesületi élet

A *Finomkerámiai Szakosztály* Alföldi Porcelángyári üzemi csoportja 1972. március 7-én összejövetelt tartott. Pálinskás Keresztély a csoport elnöke ismertette a választmányi ülés határozatait. A Majolikagyári tagok részvételével kibővített csoportösszejövetelen értékelték az elmúlt évi munkát, összegezték a tapasztalatokat, majd megbeszélték a következő programokat.

*

A *Finomkerámiai Szakosztály* Pécsi Porcelángyári csoportja a Zsolnay Művelődési Házban 1972. III. 15-én klubdelutánt tartott. Ennek keretében 40 főnyi hallgatóság előtt *Diskai Józsefné* tartott előadást a korszerű porcelánmassza gyártási

módszereiről. Ismertette a nedves őrlés új lehetőségeit, az elektrolitadagolás lehetőségeit, és a porlasztószáritás előnyeit. Az előadást élénk vita követte.

1972. III. 14-én Kaposváron „Alagút-kemencekocsi élettartamának növelése” címmel klubnapot tartottak, melyen *Bođócs János* (Magnezitipari Művek) előadásában elemezte azokat a tűzálló-anyagokat, amelyek a kemencekocsi felhasználásánál számításba jöhetnek. A téglaiipar és a magnezitipar közös összefogásáról beszélt.

Szelecsényi György (Győri Téglaiipari V.) kemencekocsi üzemével kapcsolatban ismertette azokat a ki-

sérleteket, amit eddig végzett. A kísérletre készített kocsiokról filmet vetített.

*

Alács László (Somogy—Zala megyei Téglai- és Cserépipari V.). Jugoszláviai tapasztalatok a kemencekocsi üzemelésével kapcsolatban címmel összefoglalta a Somogy—Zala megyei Téglai- és Cementipari Vállalatnál végzett kísérleteket és a továbbiakban ismertette a jugoszláviai tapasztalatokat. Az elhangzott témával kapcsolatban kérdéseket tettek fel. A kérdésekről vita alakult ki, és 11 hozzászólás hangzott el. Az előadásokból és a hozzászólásokból kitűnt, hogy az eddig végzett kísérleteket tovább kell folytatni, de a kísérletek eredményessége érdekében a felsőbb szervek nagyobb támogatására van szükség.

A magnezit és dolomit korszerű előkészítő és zsugorító technológiái

VASADI FERENC

KGM Gépexport V.

A bázikus tűzálló anyagokat gyártó iparban különösen az elmúlt néhány év alatt a technológiai folyamatok változtak, az üzemekben a nyersanyag kitermeléstől kezdve a kész téglafajták elszállításáig új eljárások és szerkezetek kifejlesztése vált szükségessé. A világ acéltermelését vizsgálva a mennyiségi és minőségi igények növekedése tapasztalható. A fejlett ipari államok ebben is élen járnak, de figyelemre méltó például a most fejlődő latinamerikai államok célkitűzése, aholis az 1966. évi kb. 9 millió tonnáról 1971-re 19 millió, 1975-re pedig 24,5 millió tonnára kívánják az acéltermelést fokozni. De közel ugyanilyen ütemű a bázikus téglákat nagy mennyiségben igénylő egyéb iparágak, így elsősorban a cementipar fejlődése.

Természetszerűleg ezen igények kielégítéséhez a bázikus téglafajtákat előállító ipartól legalább ilyen arányú fejlesztést kívánnak, de úgy, hogy a modern konverterekben és kemencékben bekövetkező fokozott hő-, mechanikai- és kémiai igénybevételnek ezen termékek kellő élettartammal megfeleljenek. Egészen új és mennyiségében is jelentős többlet fogyasztóként jelentkezett egyes államokban az éjszakai árammal felfűthető hőkandallók magnezittéglaiigénye. Másrészről azonban a világon felderített magnezitérc vagyon intenzív művelése folytán a nagytisztaságú, tehát 90% feletti MgO tartalmú lelőhelyek a tovább fokozódó mennyiségi igényeket nagyobb távlatban már nem tudják kielégíteni, így sok helyütt kényszerülnek a szennyezettebb, gyengébb minőségű magnezitek felhasználására. Ez természetesen csak úgy lehetséges, ha az ércek dúsítására, tehát az MgO tartalom növelésére szeparációs berendezéseket építenek. Emellett elsősorban a természetes magnezittel nem rendelkező, de a magnezittéglákat nagy mennyiségben fogyasztó fejlett ipari osztrágok is a szintetikus magnezitgyártás felé fordulnak és ezen

az úton fedezik a növekvő szintermagnezeit szükségletüket.

A költségesebb és bonyolultabb előkészítési technológia mellett változtak a zsugorítás technológiai és hőkezelési műveletei éppen a fokozott minőségi követelmények miatt.

A következőkben a bázikus tűzállóanyag-ipar két fő technológiai fázisának fejlődési irányát áttekintve egyben az itt lehetséges jövőbeni fejlesztési feladataink is nyilvánvalókká válnak.

1. A magnezitérc előkészítése

A világpiacon a nagy tűzállóságú, tiszta, tehát nagy MgO tartalmú szintermagnezit féleségeket keresik, melyeknek értékesítési ára is magasabb. Közismert, hogy a magnezitérc és így a szintermagnezit szennyeződései — elsősorban a kovasav, fémoxidok, alkáliák — mint folyósító anyagok szerepelnek, leszállítják a téгла olvadáspontját, befolyásolják annak tárolhatóságát és tartósságát. Lényegében az MgO tartalom növekedésével kell emelnünk a zsugorítás hőmérsékletét és közvetve a szinterből készült kövek tűzállóságát is ezáltal tudjuk fokozni.

Az 1. táblázatban a szintermagnezit féleségek összetétel szerinti általános értékelése példaképpen van feltüntetve, míg a 2. táblázat néhány konkrét magnezitérc elemzést mutat.

Látható a két táblázat összevetéséből, hogy úgy szólván mindegyik magnezit előfordulásban a szennyeződések meghaladják a megengedhető szintet, így az MgO tartalomra való dúsítás általában elkerülhetetlen. Elsősorban a kovasav tartalom zavaró és ennek kivonása szükséges, általában ez a legnagyobb mennyiségű szennyező anyag előfordulás az érceben.

Kétségtelen, hogy a kovasav tartalom egyrésze égetés közben reakcióba lép a mésszel és más

Szintermagnezit fajták tájékoztató értékelése

Összetétel%	Természetes előfordulású magnezit			Szintetikus magnezit	
	I. kiváló	II. jó	III. közepes	„A” osztály	„B” osztály
MgO	91–95	88–92	86–90	97,5–98,5	95,5–97,5
CaO	<0,5	<0,8	2,6–3	<0,4	<0,7
R ₂ O ₃	<0,2	<0,5	1,5–3	<0,1	<0,7
SiO ₂	<0,5	<1,4	1,5–4	<0,2	<0,5
Zsugorítási hőmérsék- let °C	1850–1920	1750–1850	1550–1750	1850–2200	1800–2100
Összehasonlító értékjelző (*)	1,50	1	0,60	2,40	2,10

(*) Olajtüzelésű forgókemencében történő zsugorítás esetén a késztermék viszonylagos eladási árát mutatja.

2. táblázat

Néhány magnezitelőfordulás átlagos elemzési adatai

Szármarzás	Összetétel (%)				
	MgO	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Görögország	94–96	1,2–2,4	0,5–2,17	0,6–1,3	0,1–0,2
Jugoszlávia	92–93	~3,5	2–3	0,3–1	0,8–1,2
Ausztria	89–94	1,0–2,1	1,4–2,6	3,5–5	0,2–0,5
Törökország	91–96	1,2–3	1–8	0,6–1,2	
Bolívia	86–92	0,7–3	8–12	1,4–2	0,3–1

oxidokkal, nagyobb része azonban a hasznos és aktív MgO tartalmat csökkenti. Jelenléte égetés közben zavarja a kristályképződést, végeredményben kovasav jelenlétében viszonylag nagyobb porozitású és kisebb térfogatsúlyú termék keletkezik a kemencében. A magnezitben a vasoxid és mésztartalom általában alacsony, ezek kivonására csak kivételes esetben létesítenek szeparációs berendezést.

1.1 Természetes előfordulású magnezitek előkészítése

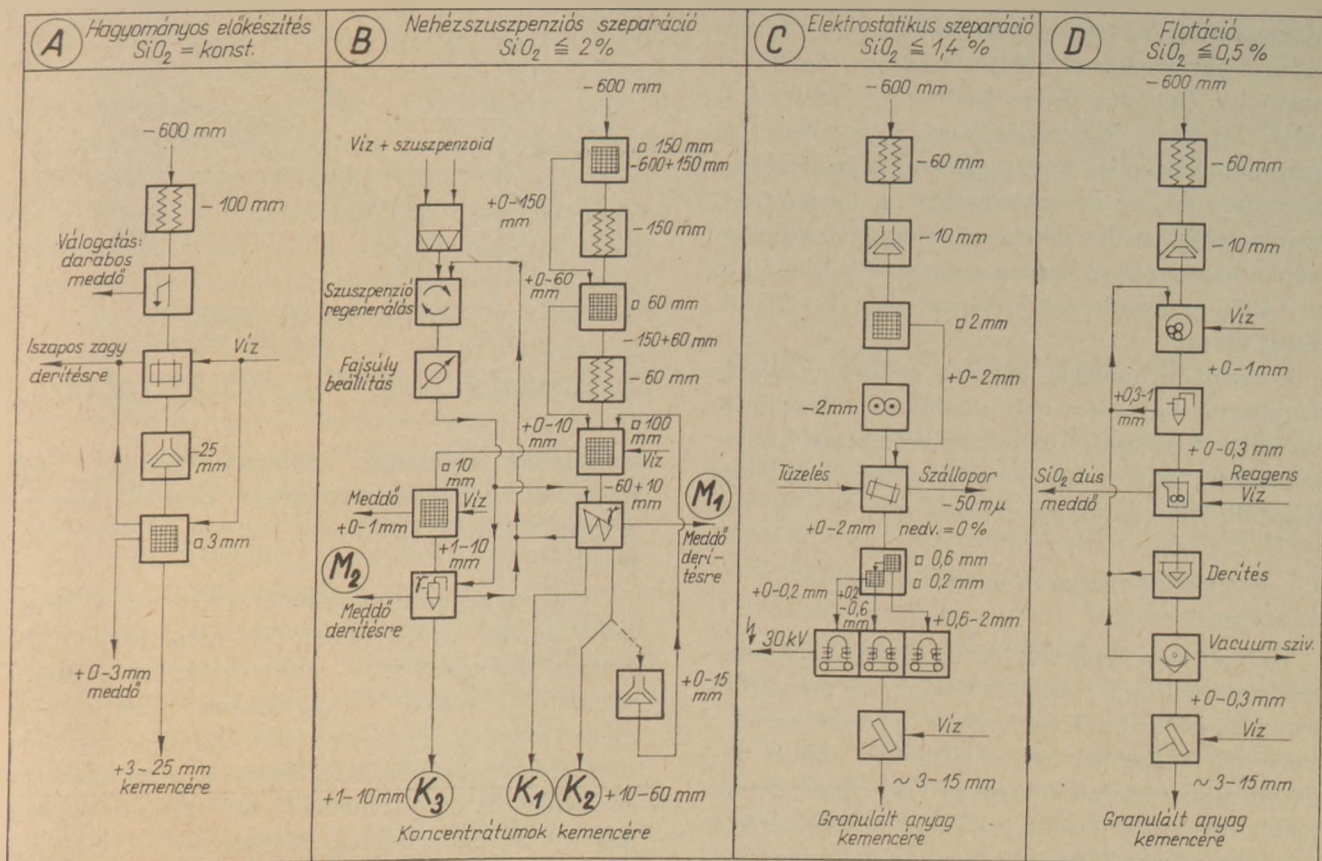
Ahhoz tehát, hogy legalább az 1. táblázat szerinti „közepes” minőségi követelményeket elérjük, a magnezitfajták jelentős részénél a kovasav tartalmat szeparációs berendezésben csökkenteni szükséges. Erre többféle eljárás választható, melyeket folyamat vázlat formájában az 1. ábra tünteti fel.

A nagy tisztaságú magnezitféleségek esetében megfelel az 1/A. ábrán jelzett technológiai vonal, amikor törés és osztályozás közben kézi válogatással és felületi mosással a durva meddő tartalom és tapadó agyag, föld szennyeződés eltávolítható.

Az 1/B. jelű vázlaton látható nehéz szuszpenziós szeparáció segítségével — pl. kétféle szemcsefrakciót képezve — a készülékek pontosan beállított fajsúlyú szuszpenziós közegében a SiO₂ tartalmú meddő és a tiszta hasznos érc szétválasztható kb. 1,7–2% maradó SiO₂ tartalomig [1].

Az 1/C. jelű törzsfa nagyfeszültségű elektrosztatikus szeparációs „száraz” eljárást mutat, ahol az ércet 2 mm alatti szemnagyságra aprítva és például 3 szemcsefrakcióra bontva ezek külön-külön szeparátoron a kvarctól megtisztíthatók úgy, hogy max. 1,2–1,4% SiO₂ marad a távozó anyagban [2].

Flotációs dúsító eljárást ábrázol az 1/D. jelű törzsfa, ahol az ércfeldolgozás technológiájában ismert elvek szerint az ércet zárt ciklusú nedves órlessel viszonylag nagyfelületű állapotra hozzák, majd szabványos flotációs cellákban kiúsztatva a habtermék az SiO₂-ben dús szemcséket fogja tartalmazni, míg az alulfolyás szilárd része sűrítés és szűrés után kb. 12–14% nedvesség és max. 0,5% SiO₂ tartalmú, tehát mint igen tiszta dúsított magnezit — darabosítás után — kerülhet zsugorításra [2].



1. ábra. Fontosabb magnezitelőkészítési eljárások az SiO_2 tartalom csökkentésére

Természetszerűleg a példaként bemutatott jellegzetes dúsító eljárások kombinációja is elképzelhető, amikor nehéz szuszpenziós szeparációval történő elődúsítás és a finom középtermék flotációs úton történő tisztítása végezhető.

Nyilvánvaló, hogy az 1/A. jelű ábra szerinti egyszerű és olcsó eljárás csak kivételesen tiszta bányatermék esetében választható.

Az 1/B. jelű technológiát közepes és nagy teljesítmény-igény esetében célszerű megvalósítani. Ez jelentős gépigényű és viszonylag bonyolult az automatikus szuszpenzió fajsúly-beállítása. A kis fajlagos felületű darabos anyag dúsítása csak korlátozott hatáskokkal végezhető. Előnye viszont, hogy a feldolgozás utáni állapotban közvetlenül a kemencébe vihető az anyag. A meddőként jelentkező darabos termékben még számottevő MgO tartalom van, melyet szegényebb előfordulásokra telepített bányáknál, később például flotációs eljárással dúsítva az zsugorításra még felhasználható.

Az 1/C. jelű törzsfán ábrázolt elektrosztatikus száraz szeparáció az előbbihez képest jobb dúsítási hatáskóú, de csak bizonyos érefajtáknál és elsősorban kis- és közepes teljesítményekre alkalmazható gazdaságosan.

Az 1/D. jelű flotációs eljárás bármilyen teljesítményre és érefajtára igen jó hatáskóú dúsítás mel-

lett megvalósítható, viszont a golyósmalomban történő nagy felületképzéshez számottevő elektromos energia- és vízigény jelentkezik.

Az 1/C. és 1/D. törzsfák szerinti technológiai eljárások finom-szemcsés száraz vagy félszáraz (kb. 12% nedvességtartalmú) termékeket szolgáltatnak, melyet csak darabosítás (brikketezés, granulálás, pellettezés) után adhatjuk a megfelelően kiképzett előmelegítő zónával bíró forgókemencébe. A darabosítás külön gépigényén kívül általában itt mutatkozik a legtöbb probléma, mondhatni ez az előkészítő technológia leggyengébb pontja, mert a kemencében esetleg idő előtt porrá széteső anyag a hőkezelési folyamatot zavarja és fokozott anyagvesztést okoz.

1.2 Természetes előfordulású magnezitércék nedves úton történő előkészítése

A Dr. Sövegjártó—Cser féle magyar szabadalom lényege az, hogy a magnezitet nedves úton történő finomörlés után iszap formájában adagolják a szárító és granuláló láncokkal bíró zsugorító forgókemencébe. Az egyenlőre laboratóriumi és füzemi kísérletek eredményei alapján megállapítható volt, hogy ezen eljárás alkalmazásával a „száraz” zsugorítási technológiához képest változatlan porozitási értékek mellett csökkenhet a for-

gókemencében az égetési hőmérséklet, ami a tüzelő anyag megtakarításon kívül a kemence tűzálló falazatának élettartamát is kedvezően befolyásolhatja. De ennél fontosabb, hogy a finomórlés és iszap-homogenizálás következtében a szintermagnezit darabok és az egész halmaz homogenitása, azaz a térfogatsúly változása az egyes darabokon belül a hagyományos száraz eljárásnál mérhető kb. 10–13%-os ingadozáshoz képest csak 2–3% eltérést mutat.

A vázolt technológiai előnyök mellett az eljárás nagyüzemi bevezetésének akadálya a finomórlés számottevő energia- és gépészeti beruházási igénye, valamint a nedves forgókemence elkerülhetetlenül nagyobb fajlagos hőfogyasztása.

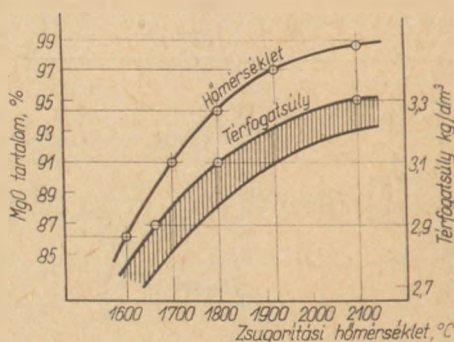
1.3 A szintetikus magnezit-gyártás előkészítő folyamatai

Elsősorban a tengervíz bázisú technológia fokozatos térhódítását tapasztalhatjuk. A már kiforrott technológiai eljárások szerint a berendezések a tengerpart azon helyein telepíthetők, ahol a tengervíz MgO tartalma átlagosan 1,9 gr/liter, de legalább 1,6 gr/liter értékű, valamint a közelben elegendő mennyiségű tiszta dolomit és édes víz található. Általában a kívánt teljesítményeknek megfelelő szintermagnezit MgO tartalmának kb. felét dolomitból, a másik felét tengervízből biztosítják. A hozzávetőleges fajlagos anyagmérleg szerint 3,5–4 tonna nyers dolomit és 350–800 m³ tengervíz felhasználása történik 1 tonna szintermagnezitre számítva. Ugyanígy fajlagosan kb. 300 liter tömény sav, kb. 100 m³ ipari édes víz és kb. 910 kWó el. energia biztosítandó. A vegyi folyamatot követő tisztítás után a dúsított magnézium-hidroxidot két fázisban égetik. Először nedves üzemi forgókemencében kausztikus izzítás történik, majd az itt nyert terméket kb. 8–15 mm. darabnagyságú briketteké alakítják és ezt 2000–2200 °C körüli hőmérsékleten egy második forgókemencében zsugorítják. Mint az I. táblázat adataiból is látható, így igen tiszta, kiváló minőségű szintert kapnak. Ezen technológiai eljárás jelentősége mindinkább fokozódik, a legújabb eljárások már elfogadható önköltséget produkálnak.

Megemlíthető még a természetes előfordulásokra telepített dolomit-szénsav bázisú technológia vagy a „Spaltmagnezit” feldolgozás, melyek különleges anyagelőkészítést és zsugorítási eljárást igényelnek.

2. A magnezitféleségek zsugorítása

Az előkészítő technológiák rövid áttekintéséből is kitűnik, hogy különféle összetételű és fizikai állapotú termékek zsugorítására szolgáló kemence-



2. ábra. A magnezit zsugorítási hőmérsékletének és térfogatsúlyának változása a MgO tartalom függvényében

szerkezetek fejlesztése szükséges, melyek a felhasználók igényének megfelelően többféle szintermagnezit féleség előállítására alkalmasak (I. táblázat).

Az egyes zsugorítványoknál a nyersanyag MgO tartalma, az ideális zsugorítási hőmérséklet és a termék térfogatsúlya — mint egyik fontos minőségjelző paraméter — egymással összefüggnek, ahogy azt a 2. ábra is mutatja. Az MgO tartalom növekedésével szükségszerűen nő a zsugorítási hőmérséklet és ezzel emelkedő térfogatsúly értéket kapunk a végterméknél. Lényegesen módosíthatják viszont ezen összefüggést az esetleg alkalmazott adalékanyagok.

Különleges termékminőségnek számít a 3000 °C hőmérsékleten elektromos ívkemencében olvasztott magnezit, a fogyasztói piacon ezt egyre inkább keresik különlegesen nagy hőigénybevételű helyeken történő beépítésre.

A ma alkalmazott magnezitzsugorítási technológiai eljárások és kemence-szerkezetek rövid áttekintése az alábbi lehet.

a) Az aknakemencés zsugorító berendezésekben legfeljebb 1650–1700 °C anyaghőmérséklet biztosítható, az ennek megfelelő termékminőség és a zsugorítvány egyenletessége a mai kívánalmakat általában nem tudja kielégíteni. Az aknakemencék szerepe a szintermagnezit technológiában nem számottevő, inkább mint kausztikus égetésre alkalmas szerkezetek maradnak meg ezen iparágban.

b) A hagyományos hosszú forgókemencék hűtődobbal készülnek. Az L/D. viszony ezen leggyakoribb kemenceszerkezeteknél kb. 1 : 32, a korszerű berendezéseknél — melyekhez a magyar típusorozat is tartozik — maximálisan 1900–1930 °C anyaghőmérséklet olajtüzelés alkalmazásával elérhető. Így már lehetővé válik a tiszta, nagy MgO tartalmú, természetes előfordulású magnezitfajták zsugorítása kiváló végtermék minőség mellett. Erre a görög és jugoszláv export berendezéseink eddigi üzemi eredményei meggyőző referenciát nyújta-

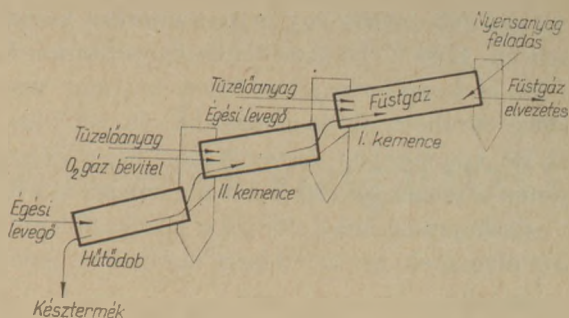
nak. E kemence típusnak számos előnye mellett kétségtelen hátránya a viszonylagos nagy fajlagos hőfogyasztás és helyigény, valamint az, hogy a zsugorítási hőmérséklet a szokásos egyszerű módszerekkel tovább már nem fokozható.

c) Rövidített forgókemencék külső előmelegítő szerkezettel kombinálva a kedvezőbb beruházási költség és a kisebb fajlagos hőfogyasztás elérése céljából jelentek meg. Az egyszerű (pl. Polysius, Allis Chalmers) és recirkulációs (MIAG) előmelegítő rostéllyal, valamint az előmelegítő aknákkal (pl. Prerov CSSR típusa, rostélyos magyar típus) híró rövidített forgókemencék kedvezőbb ($L/D = 15 - 20$) főméret arányukkal korszerűbbek, kisebb a falveszteségük az egyszerű hosszú forgókemencékhez képest [5]. A külön előmelegítő szerkezet jó termikus hatásfoka következtében a fajlagos hőfogyasztást a b) pont alattihoz képest kb. 15–20%-kal csökkenteni tudták, ugyanígy a porveszteséget is. Ezen koszerű kemenceszerkezetek fokozottabb elterjedésére számítani lehet.

d) A 2200 °C anyaghőmérséklet elérésére alkalmas forgókemencés zsugorító berendezések is működnek már a magnezitiparban, minthogy a kohászatnak a bázikus tűzálló anyagokkal szemben támasztott legmagasabb követelményeit csak olyan téglafajtákkal lehet kielégíteni, melyek kb. 2100–2200 °C anyaghőmérsékleten zsugorított, minimális porozitású magnezitfajtákból, nagy nyomáson préselve és 1700–1800 °C hőmérsékleten kiégetve készülnek.

A forgókemencékben az olajnak atmoszférikus levegővel történő elégetésével eddig max. 1930 °C anyag- és kb. 2100 °C lánghőmérsékletet sikerült elérni, amelyet a 2100–2200 °C zsugorítási hőmérsékletig csak kétféle módon lehetséges felemelni, egyrészt az égési levegő előmelegítésének lényeges fokozásával, másrészt az eddig is elért levegő előmelegítési hatásfok megtartása mellett az égési levegő oxigén-dúsításával.

A kétféle módszer mindegyike biztosítja az igen nagy lánghőmérsékletet. Az első esetben a forgókemence és hűtőszerkezetének kialakításából és ismert hatásfok viszonyaiból adódóan legfeljebb a 750 °C szekunder levegő hőmérsékletet kapunk, ami a fenti cél elérése érdekében kevés. Így arra lennének utalva, hogy további hőközléssel, tehát külső tüzelőanyag ráfordítással emeljük a levegő hőmérsékletét, amely így még külön rekuperátor beépítésével és a kemence hőfogyasztásának növekedésével jár. A második — az O_2 adagolásos módszer — egyre inkább terjed, egyszerűségénél fogva ez az út mutatkozik gazdaságosnak.



3. ábra. Kétfokozatú égetőberendezés vázlatja

A két módszer termodinamikai szempontból egyenértékű, a legalább 40%-os rekuperációs hatásfok melletti levegőelőmelegítés közelítőleg megfelel kb. 26% O_2 tartalmú levegővel történő elégetésnek [3].

A hagyományos hosszú forgókemencében az előbbi módszerekkel előállítható ugyan a 2150–2200 °C anyaghőmérséklet és ilyen kemencék üzembehelyezéséről már vannak adataink, azonban kisebb O_2 fogyasztással tehát gazdaságosabban véggezhető a magnezitzsugorítás az ún. kétfokozatú izzító berendezésben.

A magyar szabadalomra bejelentett egyik lehetséges megoldást mutatja a 3. ábra. A két közvetlenül sorbakapcsolt forgókemence külön-külön tüzelhető, a I. kemencében a dekarbonizálás és előhevítés történik, a II. kemencében O_2 befúvatással állítható elő a kívánt — maximálisan 2200 °C körüli — zsugorítási hőmérséklet. Az O_2 felhasználás csökkentésének láthatóan egyik tényezője az, hogy a II. kemencéből kieső teljes anyagmennyiség fizikai hőtartalmát a megosztott tüzelés következtében egy viszonylag kisebb mennyiségű égési levegővel jobb hatásfok mellett rekuperálhatjuk, tehát az itt érvényesülő fokozott levegő előmelegítés csökkenti az oxigén igényt az egy fokozatú égetéshez képest.

Az igen nagy zsugorítási hőmérséklet viszonylag gazdaságos előállítása egyébként is csak úgy lehetséges, ha a teljes izzító rendszer hőveszteségeit a minimumra csökkentjük. A falveszteségek leszorításán és a legkisebb légfeszültség tényező beállításán kívül különleges préslevegő porlasztású égőszerkezetek szükségesek, melyek a különféle állapotú levegő, O_2 gáz és olaj áramlási és keveredési viszonyainak megfelelő beállításával a kívánt tulajdonságú és hőmérsékletű lángot tudják produkálni [4].

A kétlépcsős izzítás másik formája — mely előbbihez képest nagyobb hőveszteségű és beruházási igényű — a szintetikus magnezit előállításának technológiájában kapott szerepet.

Az első fokozatban egy nedves eljárású kemencében kb. 1200 °C hőmérsékleten kausztikusán kiizzítják az iszap formájában bevitt anyagot, majd lehűtve darabosítják és a második, O₂ befűvéssel működő kemencében történik igen nagy hőmérsékleten a zsugorítás. Itt a két hőrendszer közvetlen összekapcsolásának előnyei a közbelső lehűtés miatt elvesznek, így a rendszer fajlagos O₂ igénye is magasabb.

3. A dolomitzsugorítás technológiája

A tömörreégetett dolomit előállítására tiszta nyersanyag esetén kb. 1800–1900 °C közötti zsugorítási hőmérsékleten történik. Több országban előállítanak ezenkívül 2100 °C hőmérsékleten zsugorított dolomitot is, mely iránt a modern kohászati kemencék üzemeltetői élénk érdeklődést mutatnak. A nagyobb égetési hőmérséklet a belés kedvezőbb élettartamán kívül a zsugorítmány tárolhatósága szempontjából is lényeges.

A dolomit — mint úgyszólván mindenütt fellelhető a magnezitnél jóval kisebb értékű ásvány — különleges előkészítést nem igényel, mert a megfelelő minőségű és mennyiségű homogén előfordulás az egyes országokban nehézség nélkül kiválasztható.

A nyers dolomit zsugorítása előtt az 1/A ábra szerinti felületképzés és tisztítás az esetek legnagyobb részében elegendő. A zsugorítás egyébként ugyanazon forgókemence szerkezetekben elvégezhető, melyekről a 2. fejezetben volt szó. A különbség csupán annyi, hogy a magnezitzsugorításra méretezett forgókemencével dolomit feldolgozása esetén kb. 8–12%-kal nagyobb teljesítményt lehet elérni, valamivel nagyobb fajlagos hőfogyasztás mellett, ha egyébként közel azonos zsugorítási hőmérsékleten kívánunk dolgozni.

IRODALOM

- [1] *Delari, V.*: Orientations-Parameter zur Errichtung einer Schwerflüssigkeit — Aufbereitungsanlage für Magnesit. MAGNÖHROM, KRALJEVO 1971. JUGOSZLÁVIA
- [2] *Dr. Tarján G.*: Ércelőkészítéstan. Tankönyvkiadó 1952. BUDAPEST
- [3] *Thring, M. W.*: The science of flames and furnaces. Shapman and Hall Ltd. London, 1962.
- [4] UNITHERM Nachrichten: UNIMUL Der Öl- und Erdgasbrenner 3. Jahrgang, N° 2/Dezember 1962.
- [5] *Vasadi F.*: A mészégető akna- és forgókemencék energetikai összehasonlítása. ÉPÍTŐANYAG, 1969. 2. szám. 60–70 oldal.

Vasadi F.: A magnezit és dolomit korszerű előkészítő és zsugorító technológiái

A nagy tisztaságú magnezit-féleségek csak egyes helyeken és korlátozott mennyiségben lelhetők fel, így a gyengébb minőségű nyersanyagok nemesítésére a tech-

nológiai folyamatban dúsító eljárások beiktatása vált szükségessé. A dúsítás nagyjából nehéz szuszpenziós készülékekben megoldható, ezek előnye, hogy a nyersanyag költséges, nagymértékű felületképzése elkerülhető és a szeparált anyag közvetlenül a kemencébe adagolható. A flotációs dúsító eljárás magnezitben szegény országokban kifizetődő, különösen akkor, ha tiszta végtermék szükséges. Itt azonban az utólagos darabosítás elkerülhetetlen. A zsugorító kemencék közül a hagyományos hosszú forgókemencék kb. 1930 °C anyaghőmérsékletig üzembiztosan alkalmazhatók, de éppen az újabb technológiai követelmények miatt kifejlesztés alatt állnak, sőt részben már működnek a 2200 °C anyaghőmérsékletet is biztosító új típusú forgókemencék.

Vasadi, F.: Современная технология подготовки и спекания магнезита

Залежи магнезита высокой чистоты встречаются только в отдельных местах и в ограниченном количестве. В целях обогащения сырьевых материалов низкого качества возникла необходимость включения в технологическую схему процессов обогащения. Большая часть обогащения может быть осуществлена в приорах с тяжелыми суспензиями, преимуществами которых являются устранение дорогостоящего процесса увеличения поверхности сырьевого материала и возможность подачи материала непосредственно в печь. Методы флотационного обогащения магнезита оплачивают себя при применении их в экономически отсталых странах, особенно в том случае, когда необходимо получение чистого конечного продукта. В этом случае однако необходимо последующее комкование (грануляция). Среди печей спекания успешно могут применяться традиционные длинные печи до температуры 1930 °C, однако именно в связи с новейшими технологическими требованиями в настоящее время развиваются, и даже в некоторых местах применяются новые типы печей, обеспечивающие температуру материала 2200 °C.

Vasadi, F.: Zeitgemäße Technologien der Aufbereitung und des Sinterns von Magnesit und Dolomit

Fundorte von Magnesit großer Reinheit sind nur vereinzelt und in einem beschränkten Umfang anzutreffen, was für die minderen Qualitäten eine Einschaltung von Veredelungs- und Aufbereitungsverfahren in den technologischen Prozeß erfordert. Das Anreichern kann man in Suspensionsapparaturen vorteilhaft durchführen, indem das Bilden von großen Oberflächen fortbleibt, auch kann das separierte Material unmittelbar dem Ofen zugeführt werden. Eine Anreicherung mittelst Flotation erscheint in Ländern, die arm an Magnesitvorkommen sind, als wirtschaftlich, insbesondere wenn man reines Endprodukt zu erzielen hat. Dabei ist aber die nachfolgende Agglomeration unvermeidlich. Zum Sintern eignen sich bis zu einer Temperatur von etwa 1930° die traditionellen langen Drehöfen, doch befindet sich — infolge weiterentwickelter technologischer Anforderungen — die Bearbeitung von Drehöfen neuen Typs in Bearbeitung. Man hat damit eine Materialtemperatur 2200° zu sichern. (S. G.)

Vasadi, F.: Modern Dressing and Sintering Technologies for Dolomite and Magnesite

Pure magnesite is rarely found and in scarce deposits only, therefore the dressing of low-grade ores became a necessity. Th3 method using dense suspensions is advantageous because it eliminates a too fine grinding of the raw material and the separated fraction can be directly batched to the kiln. Froth flotation can still be economic in countries without adequate magnesite supply, but a subsequent agglomeration is essential in this case. Conventional long rotary kilns can be safely used if a sintering temperature not more than 1930 °C is required. New demands against magnesite quality initiated the construction of new types of rotary kilns which can be used up to 2200 °C. Some of these novel kilns are already in operation.

Ásványgyapot gyártására alkalmas bazaltrendszerek vizsgálata

KOCSIS GÉZA

VVE Szilikátkémiai Tanszék

WOJNÁROVITSNÉ, HRAPKA ILONA

ÉVM. Könnyűbeton és Szigetelőanyagipari Vállalat

A munkánkban feladatunknak tekintettük a hazánkban előforduló termelő bazaltbányák felmérését, kitermelt bazaltok kőzettani sajátosságainak megadását.

Mintákat gyűjtöttünk be a bányáktól és azok kémiai, minőségi fázisösszetételét, valamint fizikai és oladási mutatóit meghatároztuk. Tanulmányoztuk az olvasztott bazalt és adalékanyag rendszer viszkozitásának és kristályosodásának alakulását a megmunkálási ($10-10^4$ poise közötti) hőmérséklet tartományban. Felhasználási kísérleteket végeztünk különböző bazalttermékek előállítására, különös tekintettel ásványgyapot gyártására.

A különböző építőanyagipari bazalt termékek gyártása szempontjából nyersanyagbázisaként csak a dunántúli bazaltkészlet felhasználása jöhet számításba. A kísérleti olvasztások során legjobbnak minősülő bazalt alapanyag a *vindornyaszőllősi* és *sümegei*. Ezen anyagok tiszták, viszonylag állandó fázisösszetétellel bírnak, kristályszemcse eloszlásuk egyenletes, olvasztásuk és lehűlésük során *üveges* állapotúak. A halápi, a diszeli és uzsai bazaltok

1. táblázat

A balatonfelvidéki bazaltok kémiai elemzésének szélső értékei

komponens	szélső érték súly %
H ₂ O	0,5— 1,5
SiO ₂	45,0—49,0
Al ₂ O ₃	14,0—16,0
TiO ₂	2,0— 3,0
Fe ₂ O ₃	7,0—11,0
FeO	3,0— 8,0
CaO	8,0—11,0
MgO	7,0— 8,0
MnO	0,1— 0,2
K ₂ O	1,5— 2,5
Na ₂ O	2,0— 4,0
P ₂ O ₅	0,5— 1,0

össz. vasoxid 9—11%

2. táblázat

Bazalt-rendszerek fizikai tulajdonságainak értékei

fizikai tulajdonság	mért érték
Littleton-pont	1000 °C felett
alakváltozás kezdete	950—1050
lánguláspont	1000—1120
folyáspont	1150—1250
hőtágulási együttható	$60-75 \cdot 10^{-7} \text{ °C}^{-1}$
sűrűség	2,9—3,00 g/cm ³
nyomószilárdság	2400—5000 kp/cm ²
hajlítószilárdság	180—300 kp/cm ²
szakítószilárdság	100—200 kp/cm ²
hővezetés 100 °C-ig	0,7 kkal/m. o. °C

megolvasztva, majd lehűtve anyagára nézve inhomogén, üveges, kristályos állapotú termékek.

A tanulmányozott kiindulási bazaltok ásványi összetétele, alapanyagában nézve augitot, olivint, piroxént 48—50%-ban, mangetitet, ilmenitet 8%-ban, plagioklásztt, labradoritot 20%-ban, üvegfázist 5%-ban és hézagkitöltőként nefelint zeolitot stb.-t tartalmazott. Megállapításunk az, hogy különböző helyről származó bazalt-típusok kémiai és ásványtani analízisei nem mutatnak lényeges különbséget.

A vizsgálataink során behizonyosodott, hogy műszaki, valamint gazdasági szempontból különböző bazalttermékek (öntött bazalt, bazaltgyapot stb.) előállítására legalkalmasabb nyersanyag bázis a sümegei bazaltelőfordulás. Célszerű a közelben levő KÓSZIG-tapolcai perlitduzzasztó gyárat bazaltolvasztó és feldolgozó üzemrésszel bővíteni. A sümegei bánya a KÓSZIG tapolcai gyáregységtől kb. 18 km-re fekszik. A bányát vasútvonal köti össze Tapolca állomással. A kőzet egységára vagonba rakással együtt kb. 50—60 Ft/to.

Kísérleti munkánk során meghatároztuk a sümegei bazalt és 35 adalékolt bazaltolvadék rendszerek viszkozitás és hőmérséklet függését, valamint az olvadék rendszerek gyors hűtése során kialakuló üveges anyagok fizikai tulajdonságait.

Adalékként egyrészt a bazaltgyapot gyártás korrekciós anyagként számításba vehető több komponensű rendszereket: dolomitot, mészkövet, kohósalakot, mádi kaolin meddőt aplitot, tokodi „überfang” hulladéküveget, másrészt az egyes rendszerekben leggyakrabban előforduló „tisza” oxidokat: SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Na_2O , Li_2O -ot választottuk.

A bazalt olvadék rendszerek legjellemzőbb fizikai tulajdonságát a viszkozitás és hőmérséklet függését $\log \eta = 2-4$ tartományban mértük. A viszkozitás és hőmérséklet leírására többtagú empirikus egyenletet alkalmaztunk

$$\log \eta = a + \frac{b}{T} + \frac{c}{T^2}$$

ahol $\eta = a$ dinamikus viszkozitás, a , b , $c =$ az anyagrendszerre jellemző empirikus állandók, $T =$ az abszolút hőmérséklet.

Az egyes rendszerek sűrűsége és kémiai összetétele ismeretében számítottuk a jellemző szerkezeti paraméterek értékeit, a hidállású oxigén-ionok számát (y), a hálózataalkotó ionra vonatkoztatott oxigén-ionok számát (R), az egy hálózataalkotó ionra jutó üvegtérfogatot (V_0). A $V_0 - R$ és ezzel a $V_0 - y$ függvények — éppen úgy, mint az üvegekre vonat-

$$m\eta h = \frac{\text{SiO}_2 + 2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_2 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}} = \frac{\text{viszkozitást növelő oxidok}}{\text{viszkozitást csökkentő oxidok}}$$

5. Moláris viszkozitási modulus ($m\eta h$)

Értékét jó olvashatóság, valamint a viszkózus folyás biztosítása céljából kb. 1,55-re célszerű beállítani.

Figyelemhe véve, hogy hazánkban a KÖSZIG a salakgyapot gyártásnál a jobb minőségű (nagy-mértékű nyomószilárdságú, keménységű, kopásállóságú, vegyi ellenállású és hőállóságú) bazaltgyapot gyártásra kíván átállni. Ezért az eddig

3. táblázat

Hazánkban alkalmazott, valamint módosításra javasolt ásványgyapot összetételek

komponens	jelenleg alkalmazott salakgyapot összetétel	javasolt bazaltgyapot összetétel
SiO_2	43,67	46,86
Al_2O_3	9,15	13,72
TiO_2	—	1,76
MnO	1,50	0,49
FeO	—	5,94
Fe_2O_3	1,00	2,20
CaO	35,42	16,30
MgO	5,24	7,08
K_2O	1,08	1,78
Na_2O	0,70	3,15
SO_3	2,14	0,69

kozóan is — lineáris összefüggést mutatnak. Ez a körülmény üvegeképződésre utal bazaltok gyors hűtésekor.

A bazalt összetételek kémiai jellegének jellemzésére a következő mutatószámokat adjuk meg:

1. Savassági szám

$$Mk = \frac{\text{SiO}_2\% + \text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{CaO}\% + \text{MgO}\%}$$

Mk — dimenzió nélküli szám. Értéke a kémiai analízis alapján a komponensek súly%-os behelyettesítésével kiszámítható.

2. „ CC ” viszonyszám, a bázikusági szám, a bázikus oxidok összegét viszonyítja a „savanyú” SiO_2 mennyiséghez.

$$CC = \frac{\text{összes bázikus oxid}}{\text{összes savas oxid}} = \frac{\text{R}_2\text{O} + \text{RO} + 3(\text{R}_2\text{O}_3)}{\text{SiO}_2}$$

3. Szilikátosodási fok (A)

$$A = \frac{\text{g atom oxigén a savban}}{\text{g atom oxigén a bázisban}}$$

4. „ Z ” az (OH^-) csoport semlegesítésére jutó alkáli-oxid mennyisége. Mivel $2(\text{OH}^-)$ csoport 1 mol alkáli-oxiddal ekvivalens, a jelzőszám értéke így alakul

$$Z = 2 CC.$$

gyártott kohósalak bázison nyugvó technológiáról át kell térni a bazalt bázisú technológiára. Ennek megfelelően kémiai összetétel változtatására teszünk javaslatot.

A javasolt összetétel megközelíti a svéd Rock-wool cég által gyártott ásványgyapot összetételét. Az eredeti összetételhez viszonyítva kissé növekedett az SiO_2 és Al_2O_3 és nagymértékben csökkent a CaO , viszont nagy változás áll be az össz vas-oxid-tartalom növekedésével. Az új összetétel 1380—1440 °C-on jól olvad. Az olvadékból könnyen húzható jó minőségű és jó fizikai mutatókkal rendelkező szálanyag. Az olvadék lehűlése után fényes, fekete színű, teljesen homogén üveges szerkezetet

4. táblázat

Ásványgyapot kémiai jellegét meghatározó mutatók összehasonlítása

Mutatók	Jelenleg alkalmazott összetétel mutatói	Javasolt összetétel mutatói
Mk	1,300	2,593
CC	1,510	1,371
A	1,329	1,459
Z	3,020	2,742
$m\eta M$	1,116	1,587

mutat. Nézetünk szerint kémiai jelleg szempontjából analogia található a bazaltüvegek és alumínium-szilikát üvegek között és az, amint már említettük, kémiai mutatókkal is jellemezhető. Ilyen módon összehasonlító adatokat adunk a savassági számra, a „CC”-re, a szilikátosodási fokra, a „Z”-re, és a moláris viszkozitási modulus alakulására (4. táblázat).

IRODALOM

- Kocsis, G.—Déri, M.: Ásványgyapoptgyártás nyersanyagának kiválasztása. Kut. jel. V.V.E. 1970.
Kocsis, G.—Déri, M.: Új építőipari és építőanyagipari termékek előállítása hazai bazaltokból. Kutatási jele. V.V.E. 1971.
Wojnárovitsné, Hrapka, I.: Építőanyag 23, 459—464 (1971).
Kocsis, G.—Wojnárovitsné, Hrapka, I.: Építőanyag 24, 23—27 (1972).
Kocsis, G.—Wojnárovitsné, Hrapka, I.: Szilikáttechnika 1. sz., 1—4 (1971).
Beyersdorfer, P.: Silikat Journal 9, 61—65 (1970).

Kocsis G.—Wojnárovitsné, Hrapka I.: Ásványgyapoptgyártására alkalmas bazaltrendszer vizsgálat

A hazai bazaltok, elsősorban a dunántúliak, alkalmasak az eddigénél jobb műszaki tulajdonságú bazaltgyapopt előállítására. A szerző összefoglalja a bazaltgyapopt összetételére és legfontosabb kémiai és műszaki tulajdonságaira vonatkozó jellemző indexeket, majd megadja az eddig gyártott és az újonnan gyártásra javasolt ásványgyapopt fenti indexeit.

Кочис, Г.: Исследование базальтовых систем, пригодных для производства минеральной ваты

Otchественные базальты, в первую очередь задунайские, пригодны для получения базальтовой ваты с технологическими свойствами, имеющими более высокие показатели, чем вата, производимая в настоящее время. Автор обобщает индексы, характеризующие состав и важнейшие химические и технические свойства базальтовой ваты, а также аналогичные индексы для производимой в настоящее время, и предлагаемой для производства минеральной ваты.

Kocsis, G.—Frau I. Wojnárovits—Hrapka: Untersuchung für die Mineralwollenherstellung geeigneter Basaltsysteme

Die ungarländischen Basalte, insbesondere diejenigen transdanubischer Herkunft, eignen sich zur Herstellung von Mineralwollen, die sich hinsichtlich auf ihre technischen Eigenschaften besser bewähren als die bisher erzeugten. Es werden die auf Zusammensetzung und wichtigste chemisch-technische Eigenheiten bezüglichen Indizes zusammengefasst, und auch jene, welche die bis dato produzierten und die zur Produktion vorgeschlagenen Mineralwollen betreffen. (S. G.)

Kocsis, G.—Mrs. I. Wojnárovits—Hrapka: Examination of Basalt Systems for the Production of Mineral Wool.

Hungarian basalts could be used for the production of basalt wool having better technical characteristics than those manufactured actually. Indices characterising composition and technical properties are discussed and indices of basalt wool in current manufacture and those recommended for production are described.

Egyesületi élet

A Szilikátipari Tudományos Egyesület DCM Üzemi Csoportja 1972. április 13-án 14 órakor klubdelutánt tartott a gyár tanácstermében.

Az összejövetel célja az volt, hogy a szakemberek részére átfogó ismeretést adjunk a DCM nyersliszt stabilizálására irányuló munkáról és a továbbiakban megoldásra váró feladatokról.

A korszerű cementgyártási technológiára, a termékekkel szemben támasztott megnövekedett mennyiségi, minőségi és speciális követelményekre való tekintettel napjaink megoldására váró problémája a termelés megfelelő kézben tartása nagyszámú ellenőrző adat szolgáltatásával és a gyors beavatkozási lehetőségek megteremtésével. Az ÉVM 4. Célprog-

rambizottsága fenti cél elérése érdekében tűzte ki a feladatot: a nyersösszetétel stabilizálásának korszerű megoldását RFA gyorslemez- és számítógép segítségével.

A téma kidolgozásában a Villamos Automatikai Intézet (VILATI), az Építőipari Számítástechnikai és Ügyvitelgépesítési Vállalat (SZÁMGÉP), a SZIKKTI és a DCM szakemberei vesznek részt.

A klubdelután keretében 4 előadás hangzott el.

Szliva János kutatómérnök (DCM): A nyerslisztstabilizálás kémiai alapjai és technológiai feltételei a DCM-ben.

Csordás Zoltán főoszt. vez. (VILATI):

A nyerslisztstabilizálás célja és módszerei.

Temesölggyi Tibor kutatómérnök (SZÁMGÉP):

A rendelkezésre álló nyersanyagok vizsgálata a nyerslisztmodulusok beállíthatósága szempontjából (1971-ben kialakított program ismertetése).

Higler Miklós fejlesztőmérnök (VILATI):

A nyerslisztstabilizálás helye a cementgyár folyamatirányítási rendszerében. A rendszer megvalósítása előtt elvégzendő vizsgálatok.

Az értékes összefoglaló előadás után élénk és kötetlen vita alakult ki az előadók és a nagyszámú hallgatóság között.

M. S-né

Üveg-kerámiai dielektrikumok integrált kapcsolások vastagréteges kondenzátorai számára*

SCHWARZBACH, J.

Elektrotechnikai-Kerámiai Kutatóintézet, Hradec Králové, ČSSR

Bevezetés

Az elektronikában használatos vastagréteges kapcsolóberendezések előállítását az egyszerű technológia jellemzi, közelebbről: szitanyomás és a felhordott rétegek ezt követő, nagy hőmérsékleten való kezelése. Csak a hőkezelés biztosítja a vastagrétegek kívánt, integrált kapcsolásnál szükséges elektromos tulajdonságait. Az ilyen kapcsolóberendezések egyik fontos kellékét a kondenzátorok képviselik.

A vastagréteges kondenzátorok legnevezetesebb elektromos tulajdonsága a permitivitás (dielektromos állandó), továbbá az elektromos szilárdság (a vastagságméret egységére eső átütési szikraszilárdság). A vastagréteges kondenzátor felületegységre eső kapacitását voltaképpen csak a permitivitás és a rétegvastagság befolyásolja. Eszerint adott üzemi feszültségnél a felületegységre eső kapacitást a permitivitás és az elektromos szilárdság szorzata határozza meg. Ennek során a permitivitás szabályozása szélesebb határok között mozoghat mint az elektromos szilárdságé. Következésképpen a permitivitás az a döntő fontosságú tényező, amely a felületi kapacitás értékét megszabja. Az alábbiakban ezért a permitivitásnak az üveg-kerámiai dielektrikumok összetételétől való függésével kívánunk foglalkozni.

Napjainkban a nagy permitivitású vastagréteges dielektrikumok kialakításának útját azok a szerkezeti anyagok jelzik, amelyek üveg és perovszkit-szerkezetű kerámiai anyagok porkeverékének zsurításával nyerhetők. A vastagréteges technikában nem lehetséges ferroelektrikum-bázisú, tisztán kerámiai eredetű szerkezeti anyagok alkalmazása, amire a klasszikus kerámiai kondenzátorok előállítása módot ad. Ennek oka abban keresendő,

hogy a tömörítés folyamán a réteg túlnyomórészt csak egyik irányban — az alátétre függőlegesen — zsugorodhat. Ilyen körülmények közt a tömörödés csakis a folyékony fázis részvételével mehet végbe. Az üveghányad egyidejűleg a zsugorodási hőfokot is leszállítja, ami technológiai vonatkozásban kedvező körülménynek számít.

Az üvegkerámiai szerkezeti anyagok permitivitása

Két (vagy több) olyan komponens fizikai keverékében, amelyek egymással nem reagálnak és szilárd oldatot sem képeznek, a keverékdielektrikum permitivitása (ϵ) igazodik a Lichtenecker-féle keveredési szabályhoz:

$$\log \epsilon = v_1 \log \epsilon_1 + v_2 \log \epsilon_2, \quad (1)$$

ahol ϵ_1 és ϵ_2 a komponensek permitivitása, v_1 és v_2 a komponensek volumenkoncentrációja. Itt:

$$v_1 + v_2 = 1.$$

A zsugorított üveg-kerámiai-anyagrendszerek a legtöbb esetben nem ideális fizikai keverékek. Emelkedettebb hőmérsékleten az üveg legtöbbször — kisebb vagy nagyobb mértékben — reakcióba lép a kerámiai-anyagszemcsék felületével és feloldja őket. Ennek következtében a zsugorított üveg-kerámiai-anyagkeverék üvegfázisa nagyobb annál, ami a kezdeti keverék arányainak megfelelően. Ilyenképpen a Lichtenecker-féle szabály (1) a kísérleti eredményekkel legtöbb esetben nem áll összhangban, ha az egyenletben a kezdeti keverék koncentráció-értékeit szerepeltetjük. Ez a megállapítás *Delaney* és *Kaiser* (1967) közléséből való. Ők az eredeti összefüggést (1) következőképpen módosították:

$$\log \epsilon = v_g \log \epsilon_g + \left(v_k - \frac{v_g}{2} \right) \log \epsilon_k, \quad (2)$$

* A X. Szilikátipari Konferencia anyagából

ahol a g -indexes értékek az üvegfázis, a k -indexes értékek a kristályfázis megfelelői.

A (2) formula tükrözi ugyan a vizsgálatainkhoz felhasznált anyagkeverék (PTZ 146 — Glas Corning 7059) magatartását, mindazonáltal nem általános érvényességű, mert feltételezi, hogy az üvegfázis a kristályosból annyit old ki, amennyi az üveg eredeti térfogata felének felel meg. Ezenfelül figyelmen kívül hagyja a formula azt a kötelező feltételt is, hogy a zsugorított üveg-kerámiai-anyagban a két fázis koncentrációjának összege 1 legyen.

A permitivitás általános érvényű alakban kifejezett függését az üveg-kerámiai-anyag összetételétől a következő egyszerűsítő előfeltételek szuppozíciója segítségével kaphatjuk meg:

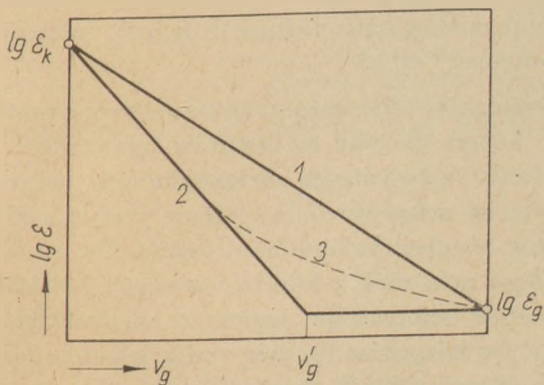
a) A kristályos fázis feloldott mennyisége arányos az üvegkomponens eredeti mennyiségével. Ezt az előfeltételt — mint fentebb említettük — *Delaney* rögzítette. Csakhogy ő azt is feltételezte, hogy az üveg által feloldott kristálytér fogat fele az eredendő üvegtér fogatnak. Nyilvánvaló azonban, hogy az oldott mennyiség a különböző rendszerekben eltérő kell legyen. A továbbiakban az üvegfázis oldóképességét K jellel említjük, ahol is K a kristályos fázisnak azt a térfogatát jelenti, amely az eredendő üvegfázis egységnyi térfogatában oldódik.

b) A továbbiakban feltételezzük, hogy az üvegfázis sűrűsége a kristályoldás során változatlan marad. Ez a feltevés helytálló olyan esetekben, ahol az üveg és a kerámiai anyag sűrűsége hasonló.

c) Végül pedig feltételezzük, hogy az üvegfázis permitivitása a kristályfeloldás folyamán nem változik. Ez a feltevés ugyan nem teljességgel egzakt, de számottevő hibára sem vezet.

A felsorolt előfeltételek mellett a Lichtenecker-féle összefüggés üveg-kerámiai rendszerek esetében a következő egyenlettel fejezhető ki:

$$\log \varepsilon = (v_g + K v_g') \log \varepsilon_g + (v_k - K v_g') \log \varepsilon_k \quad (3)$$



1. ábra. A permitivitás függése az üveg-kerámiai szerkezeti-anyagok összetételétől

1 Lichtenecker szerint; 2 a (4) egyenlet szerint; 3 reális helyzet

Minthogy pedig $v_g = 1 - v_g'$, ezért a (3) összefüggés a következő végleges alakban írható fel:

$$\log \varepsilon = \log \varepsilon_k - v_g'(K + 1) (\log \varepsilon_k - \log \varepsilon_g) \quad (4)$$

Ez az összefüggés természetesen csak abban a koncentrációtartományban érvényes, amelynek határait az összetétel szabja meg, nevezetesen ott, ahol a kristályos fázis egészében feloldódott, ahol tehát

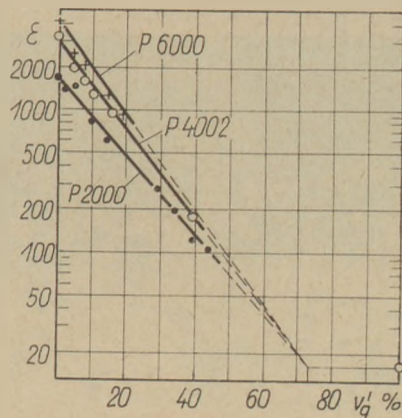
$$v_k - K v_g' = 0, \quad (5)$$

amikor is v_g' az üveg volumenkoncentrációjának az a határértéke, melynél az egész kristályos fázis oldatba ment át. Grafikusan az 1. ábra szemlélteti a (4) egyenletet. Az említett összefüggést ábrázoló egyenes lejtése a v_g' koncentrációhatárértékből következik, így a K értékéből is, s a kettő között a következő összefüggés áll fenn:

$$K = \frac{1 - v_g'}{v_g'} \quad (6)$$

Kísérleti eredmények

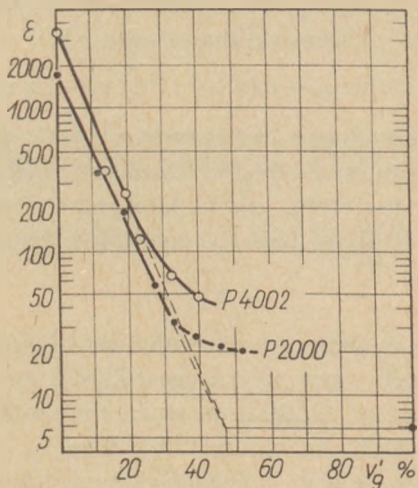
Amint az kísérleti munkáink eredményéből adódott: az üveg-kerámiai szerkezeti-anyagok permitivitása összetételüktől függ — és pedig valóban a (4) egyenlettel kifejezett összefüggés szerint.



2. ábra. A permitivitás függése az üvegkoncentrációtól különböző báriumtitanát-masszákból és '7940'-jelű üvegből készült üveg-kerámiai szerkezeti-anyagok esetében (Mérés: 1 kHz)

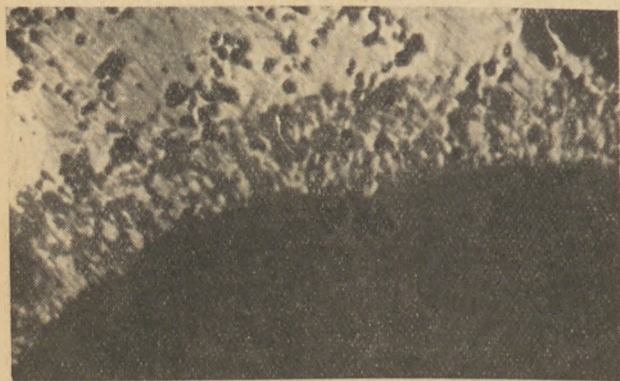
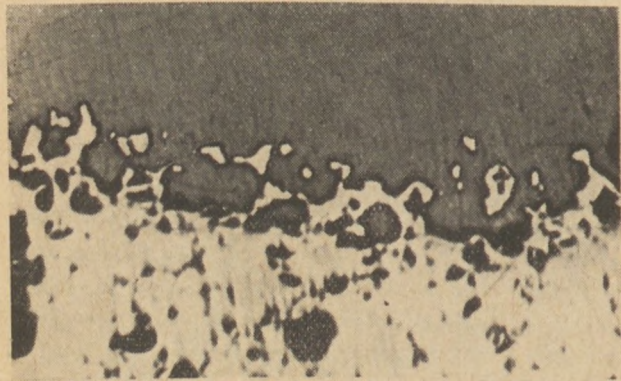
A 2. ábra üveg-kerámiai szerkezeti-anyagrendszer függését szemlélteti. A kerámiai anyagkomponens ezekben az esetekben különböző permitivitású báriumtitanát, míg az üvegkomponens cink-bór-ólomüveg, amelynek jelzése Csehszlovákiában '7940'.

A 3. ábra analóg módon mutatja az összefüggést olyan üveg-kerámiai anyag esetében, amelynek kerámiai komponense nemkülönben báriumtitanátmassza, de az üvegkomponens ezúttal 'KS 51'-jelzésű bór-kvarcüveg. A két ábra egybevetése vi-



3. ábra. A permittivitas függése az üvegek koncentrációjától különböző báriumtitanát-masszákból és 'KS 51'-jelű üvegből készült üveg-kerámiai szerkezeti-anyagok esetében (Mérés: 1 kHz)

lágosan láttatja, hogy az üveg-kerámiai szerkezeti-anyagok permittivitása, a növekvő üvegek koncentráció folyamánként, sokkal gyorsabban csökken a bór-kvarc-üveg, mint a kvarcmentes üveg esetében. A bemutatott diagrammokon extrapolálhatók a v'_g koncentráció-határértékek, amelyeknél az adott zsugorítási körülmények között (100 perc alatt vég-



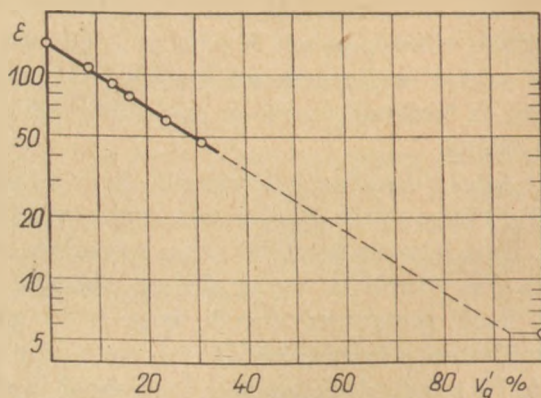
4. ábra. 'P 6000'-jelű báriumtitanát-kerámiai szerkezeti-anyag és olvasztott üveg érintkezési felületének csiszolatáról készült mikrofotográfia 500-szoros nagyításban

- a) '7040'-jelű üveg, 800 fok, 3 óra kísérleti idő
b) 'KS 51'-jelű üveg, 1000 fok, 3 óra kísérleti idő

bemenő áthaladás egy mikro-alagútkemencén) elméletileg egészében feloldódik a kristályos fázis. A '7940'-jelzésű ólomüveg esetében a határérték $v'_g = 0,73$, a 'KS-51'-jelű bór-kvarc-üvegnél $v'_g = 0,47$. Az a tény, hogy a báriumtitanát-hányad minemúsége nem befolyásolja az említett koncentráció határértéket, érthető, mivel ezek a kerámiai szerkezeti-anyagok fölöttébb hasonló összetételűek. $BaTiO_3$ -tartalmuk legalább 80%. A (6) egyenlet és az extrapolált v'_g -érték alapján kiszámítható, hogy a bór-kvarc-üveg háromszor annyi báriumtitanátot old fel mint a kvarcmentes ólomüveg. A báriumtitanát különböző feloldódási folyamata a kétféle üvegben egy tömör kerámiai lapocskára érintkezési felületének mikroszkópi vizsgálata során is megmutatkozott, amikor az olvasztott üveg hatásának volt kitéve.

A 4. ábra — mikrofotográfia — két felvétele szemlélteti ezt.

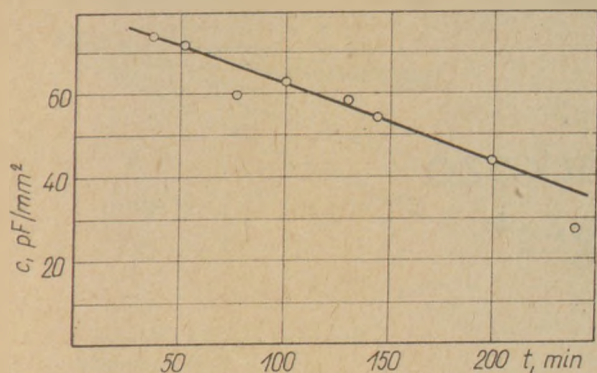
Az 5. ábra $CaTiO_3$ —KS 51 összetételű üveg-kerámiai rendszer permittivitásának függését mutatja



5. ábra. A permittivitas függése $CaTiO_3$ — 'KS 51'-jelű üvegből készült üveg-kerámiai anyag esetében (Mérés: 1 kHz)

be. Az ennél a rendszerrel megállapított $v'_g = 0,92$ határértékből következik, hogy a kalciumtitanát bór-kvarc-üvegben való oldódása hasonlítatlanul kisebb mint a báriumtitanaté (ennek mintegy tizenharmadrésze).

Összegezve tehát megállapítható, hogy a poralakban kevert üvegből és kerámiai anyagokból zsugorított vastagréteges dielektrikumok permittivitásértéke számottevő mértékben függ a kerámiai anyag üvegben való oldhatóságától. Ezt az oldhatóságot nem csak a kiinduló-anyagok kémiai összetétele befolyásolja, hanem a hőmérséklet és a hógörbe irányítása is, még pedig jelentős mértékben. Ennek példáját mutatja be a 6. ábra: egy vastagréteges kondenzátor fajlagos felületi kapacitásának függését az égetési időtől.



6. ábra. Vastagréteges kondenzátor fajlagos felületi kapacitásának függése az áthaladási időtől 1080°-os alagútkeimenében

Dielektrikum-összetétel: 95 súly% ,P 2000' + 5% ,7940'-jelű üveg

Ha a hőmérséklet hatásának hosszabb ideig van kitéve a keverék, akkor az üveg nagyobb kristályos hányadot old fel. Ennek következtében csökken a permitivitás is és ezzel arányosan a kondenzátor kapacitása.

Összefoglalás

Abból a feltevésből kiindulva, hogy poralakban kevert üveg és kerámiai anyag zsugorításával készülő dielektrikumokban a kristályos fázis egy része feloldódik az üvegben, általános érvényű összefüggést vezetünk le a szerkezeti anyagok kezdeti koncentrációja és a permitivitás között. A bemutatott kísérleti eredmények összhangban vannak a levezetett összefüggéssel.

IRODALOM

- Delaney, R. A.—Kaiser, H. D. (1967): IBM Jour., 11, 511.
 Lichteneker, K.—Rother, K. (1931): Phys. Zeitschrift, 32, 255.

Schwarzbach, J.: Üvegkerámiai dielektrikumok integrált kapcsolások vastagréteges kondenzátoraihoz

Bevezetőben szerző ismerteti a vastagréteges kondenzátoroknak kerámiai alapokon selyemszita-nyomással való előállításához használt dielektromos anyagokat. Megoldások az alábbi anyagok alkalmazásával lehetségesek: üveg-dielektrikumok, zsugorított üveg- és kerámiapорок keverékeiből készült dielektrikumok, valamint devitrifikált üvegkerámiai anyagokból és intergranuláris záróréteggű félvezetőkből készült dielektrikumok. Az előadás kitér ezek előnyeire és hátrányaira. A kísérleti részben szerző leírja üveg- és kerámia-porkeverékekből zsugorítás útján előállított, nagy dielektro-

mos állandóval rendelkező dielektrikumokkal elért eredményeit. A kísérleti adatokból az következik, hogy a Lichteneker-féle keveredési szabály ez anyagokra csak egyes esetekben érvényes, mégpedig azokban az esetekben, amikor az üveg- és a kristálykomponens között nem jön létre reakció. Az is bizonyítást nyert, hogy a Lichteneker-féle keveredési szabály Delaney általi módosítása sem általános érvényű.

Шварцбах, Й.: Витрокерамические диэлектрики для толстых конденсаторов интегральных схем

Для изготовления толстых конденсаторов на керамической основе методом шелкографии применяются различные диэлектрические материалы. Для этой цели могут быть использованы следующие материалы: стеклянные диэлектрики, из смесей спекшихся порошков стекла и керамики, а также диэлектрики из расстеклованных витрокерамических материалов и полупроводников с замыкающим межгранульным покрытием. Эти материалы имеют свои преимущества и недостатки. В экспериментальной части излагаются результаты, полученные для диэлектриков с большой диэлектрической постоянной, изготовленных из смесей порошков стекла и керамики путем спекания. Было установлено, что закон смешивания Лихтенэкера действителен для этих материалов только в том случае, когда между компонентами стекла и кристалла не происходит реакции. Доказано, что форма закона смешивания Лихтенэкера, переработанная Деланси, также не является действительной.

Schwarzbach, J.: Glaskeramische Dielektrika für Dickschichtkondensatoren in integrierten Schaltungen

In der Einleitung sind die allgemeinen Forderungen angeführt, die auf die zur Herstellung von Dickschichtkondensatoren mittels Siebdrucks auf keramischen Unterlagen benutzten dielektrische Werkstoffe gestellt werden. Im experimentellen Teil sind Resultate beschrieben, die auf durch Sintern einer Pulvermischung von Glas und Keramik mit hoher Dielektrizitätskonstante vorbereiteten Dielektrika erzielt wurden. Aus den experimentellen Daten folgt, daß die Lichtenekersche Mischungsregel bei diesen Werkstoffen nur in einzelnen Fällen gültig ist. Und zwar in den Fällen, wo keine Reaktion zwischen der Glas- und Kristallkomponente stattfindet. Es ist bewiesen, daß auch die Delaney'sche Modifikation der Lichtenekerschen Mischungsregel nicht allgemein gilt.

Schwarzbach, J.: Vitroceramic Dielectrics for Thick Capacitors of Integrated Connections

Dielectric materials applied to produce thick capacitors on ceramic basis by screen printing method are introduced. Following materials can be used: glass dielectrics, dielectrics made of mixture of sintered glass and ceramic powders and dielectrics made of devitrified vitroceramic materials and semiconductors with intergranular blocking layer. Advantages and disadvantages of these materials are discussed. Results obtained with dielectrics of great permittivity made of glass and ceramic powder mixtures by sintering are described. From the experimental data follows that Lichtenekers's mixing rule is valid merely in some cases namely when between the vitreous and crystalline components no reaction takes place.

Samottanyagok szerkezete és nagy hőmérsékleten mutatkozó alakváltozása közti összefüggés*

H Ü L S E N B E R G, D.

Bergakademie Freiberg, kerámiai tanszék, NDK

Növekvőben van a tűzállóanyagok nagy hőmérsékleten való mechanikus viselkedésének jellemzését szolgáló kúszási kísérletek száma. Az eredményekből mind az elméleti megfontolások, mind a gyakorlat számára hasznos végkövetkeztetéseket lehet levonni. Az alábbiakban tartós torziós- és hajlítófárasztási kísérletek eredményeit ismertetjük. Nevezetesen arra törekedtünk, hogy az anyag szerkezete és deformált állapota között fennálló összefüggéseket a kúszási sebesség alapján vezessük le. Kísérleti anyagaink samottminták voltak.

A kísérletek anyagai

Háromféle elegycsoport állt rendelkezésünkre. Az 1. táblázat az ásványi elemzés eredményeit, a 2. táblázat a szemcseösszetételt, a 3. táblázat pedig néhány kerámiai vizsgálat adatait szemlélteti. Az ásványi alkotóelemek és az üvegfázis meghatározása közvetlenül ment végbe, míg a többi adat meghatározása (szitaelemzés, nyerssűrűség, porozitás, t_a és t_e) TGL-standardok alapján.

1. táblázat

A samottelegyek ásványi elemzése

Minta sorszáma	üveg	mullit	krisztobalit	kvarc
1	58	24	14	14
2	40	39	14	2
3	41	38	15	3

2. táblázat

A samottelegyek szemcseösszetétele, %

Minta sorszáma	<0,09 mm	0,09–2,0 mm	2,0–5,0 mm
1	46	49	5
2	34	41	25
3	48	37	15

* A X. Szilikátipari Konferencia anyagából

3. táblázat

A samottelegyek kerámiai tulajdonságai

Minta sorszáma	ρR , g/cm ³	P_g , %	t_a , °C	t_e , °C
1	1,945	21,1	1400	1520
2	1,92	21,2	1415	1565
3	1,945	21,5	1380	1530

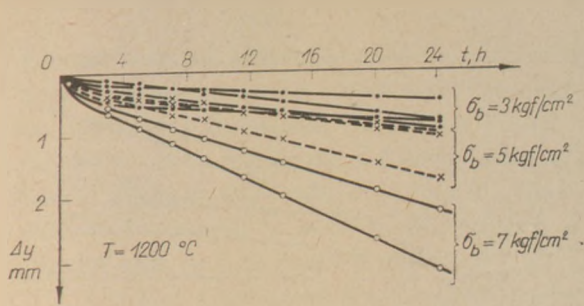
A mintacsoportok közti különbség főleg az üveg-, mullit- és kvarctartalomban, továbbá a szemszerkezeti görbékben mutatkozik meg. Az első elegycsoport esetében (1.) nagy a kvarcmaradék-(Restquarz)-hányad és számottevő az üvegtartalom is. A 2. és 3. csoportba tartozó minták ásványi összetétele kevésbé különbözik egymástól, de annál eltérőbbek a szemcseösszetételek. A 2. csoport viszonylag durva szemcsézete erősen repedezett struktúrát eredményez.

A nyers-sűrűségben, porozításban és a t_a -ra, t_e -re vonatkozó adatokban említett különbözőségek kevésbé jutnak kifejezésre.

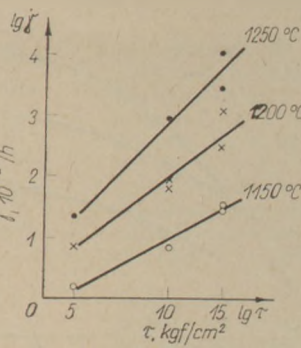
A kísérletek leírása

A torziós-fárasztási kísérletek céljára az 1. és 3. csoportba tartozó mintákból $170 \times 17 \times 17$ mm³ méretű rudak készültek, középső részükön 20 mm hosszúságban, 15 mm keresztmetszetre elvékonyítva. A tartós hajlítószilárdsági kísérletekhez $170 \times 20 \times 20$ mm³ méretű próbatestek szolgáltak. A torziós-műszer a külső befogás elve szerint és induktív szögméréssel működik. A hajlítóberendezésen öt mérőhely van. Három pont-terhelés következik. A behajlás leolvasására mérőórák szolgálnak.

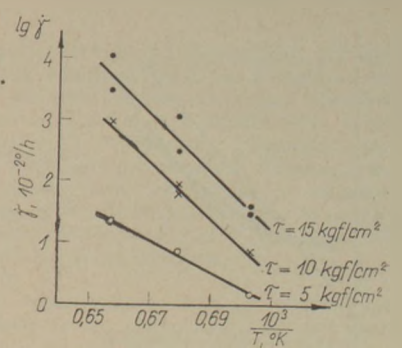
A próbatesteket terhelés nélkül hevítettük fel a mérés hőfokára, az egy órán át tartó hőmérsékletkiegyenlítést követte a megterhelés. A deformáció megállapítására az idő függvényében, állandó hőmérsékleten került sor.



1. ábra. Hajlító-fárasztási görbék az 1. elegycsoportnál



2. ábra. Torziósebesség a feszültség függvényében a 2. elegycsoportnál



3. ábra. Torziósebesség a hőmérséklet függvényében a 2. elegycsoportnál

A torziós-fárasztóvizsgálatokat 1150, 1200 és 1250 fokon végeztük, 5, 10, illetve 15 kp/cm² torziós feszültség mellett, a hajlítási fárasztásvizsgálatokat 1200, 1250 és 1300 fokon, 3,5, illetve 7 kp/cm² hajlítófeszültség alatt. A 2. csoport próbáit ezenfelül 1100 és 1150 fok hőmérsékleten is vizsgáltuk.

A kísérletek értékelése

A fárasztási görbék lefutása hasonló volt ahhoz, amelyet a nyomáspróbákból ismerünk. Az 1. ábra a 3. csoportba tartozó kísérleti anyagok esetében 1200 fokon és változó feszültségeknél kapott görbéket szemlélteti.

Az azonos kísérleti körülmények között kapott különböző görbék a mérési adatok szórására utalnak, ami mindhárom csoportnál és a torziós kísérletek esetében is hasonló alakban jelentkezett. Az 1. ábra azt is megmutatja, hogy a kísérletek kezdetén különösen a deformációs adatok reprodukálása volt nehéz, amiért is a görbék értékelésénél a deformálódás sebességét kellett alapul venni.

Mivel a torziós-fárasztási görbék viszonylag rövid időn belül egyenesvonalú lefolyásra váltanak át, ezért a terhelés első és második órája közti deformálódási sebességet — $\dot{\gamma}, 0/h$ — határoztuk meg. Viszont a hajlítófárasztás állandó állapotának meghatározására — $\dot{\epsilon} \text{ \%}/h$ — a tizennegyedik és huszonegyedik óra közti terhelési időspáciumban került sor. A mérési adatok további feldolgozásának alapjául a modifikált Arrhenius-egyenlet szolgált:

$$\dot{\epsilon} = f(S) \cdot \delta_b^n \cdot e^{-\frac{\Delta H}{RT}}$$

Ebben: $\dot{\epsilon}$ a deformálódás sebessége

$f(S)$ szerkezetfaktor

δ_b hajlítófeszültség

n feszültségexponens

e természetes logaritmus alapja

ΔH aktiválási energia

R gázállandó

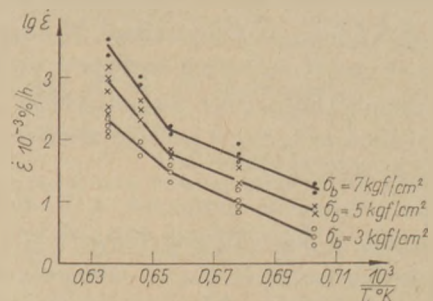
T abszolút hőmérséklet

A torzió esetében $\dot{\epsilon}$ helyére $\dot{\gamma}$, δ_b helyére τ kerül.

$T = \text{konstans}$, és — a vizsgálat ideje alatt bekövetkező szerkezeti változások elhanyagolása mellett — n kiszámítható az egyenes emelkedéséből, ha $\log \dot{\epsilon}$, illetve $\log \dot{\gamma}$ helyére $\log \delta_b$, illetve $\log \tau$ kerül. A 2. ábra így nyert görbéket mutat be, különböző hőmérsékleten, a második mintacsoport esetében. Hasonlóképpen lehetséges ΔH kiszámítása is, ha állandó feszültség és változatlan szerkezetfaktor mellett $\log \dot{\epsilon}$, illetve $\log \dot{\gamma}$ helyett $1/T$ kerül a rendszerbe. A 2. csoportba tartozó elegyek vizsgálatának során nyert ilyen, különböző feszültségek esetében kapott görbék láthatók a 3. ábrán.

Feltűnő, hogy a görbék emelkedése mindkét ábrán a választott parameterektől függ. Ebből arra lehet következtetni, hogy ΔH és n maguk is a feszültség és a vizsgálati hőmérséklet függvényei.

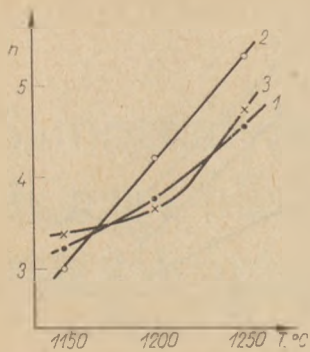
Ha a 2. anyagcsoport tartós hajlítási vizsgálata során $\log \dot{\epsilon}$ helyébe $1/T$ értékét tesszük, akkor — lásd a 4. ábrát — ezenfelül az is megállapítható, hogy az egyenesen töréspontok jelentkeznek. Kísérleljük meg e jelenségek magyarázatát.



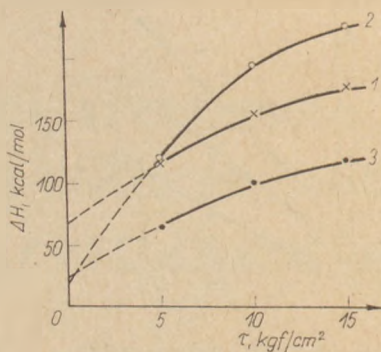
4. ábra. Behajlás-sebesség a hőmérséklet függvényében a 2. elegycsoportnál

A kísérleti eredmények megvitatása

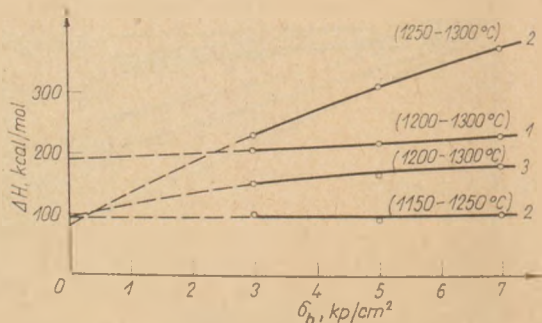
Egykomponenses rendszerekben a feszültség és a hőmérséklet ΔH -tól és n -tól való függése általában oly csekély, hogy mind ΔH , mind n konstánsnak tekinthető. Ez módot ad arra, hogy belelássunk a deformáció mechanizmusába (ahogy annak többek között Astbury — 1969 — is módját ej-



5. ábra. Az 1., 2. és 3. elegycsoport anyagaira jellemző feszültségexponensek a hőmérséklet függvényében következő torzió alkalmazásával



6. ábra. Az 1., 2. és 3. elegycsoportnál jelentkező aktiválási energiák a torziófeszültség függvényében



7. ábra. Az 1., 2. és 3. elegycsoportnál jelentkező aktiválási energiák a hajlítófeszültség függvényében

tette). Viszont heterogén többkomponenses rendszerekre vonatkozólag sok utalás található arra, hogy bizonyos mérőtartományok határának túllépésekor más, jellegzetes adatok jelentkeznek az n -re és a ΔH -ra, — például Borovkova, Lukin, Sapiro, Polubojarinov közleményében (1969). A következő négy, az 5., 6., 7. és 8. ábra szemlélteti, hogyan változik a vizsgált elegyeknél a ΔH és az n a feszültség és a hőmérséklet függvényében torziós és hajlítóerők hatására.

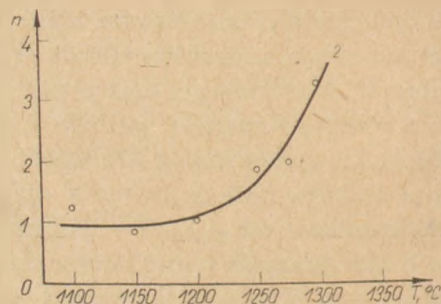
Az 5. ábrán látható, hogy a feszültségexponens lényegesen nagyobb mint 1 (ez a jellegzetes értéke a viszkózus folyásnak) és a hőmérséklet hatására értéke számottevően emelkedik.

A 6. ábra pedig azt szemlélteti, hogy növekvő feszültséggel az aktiválási energia is megnövekszik. Ha a görbéket $\tau = 0$ kp/cm² feszültségre extrapoláljuk, akkor a második és harmadik elegyre vonatkozó görbék egy pontban találkoznak. Az első (1) elegy görbéje az ordinátatengelyt jól láthatóan nagyobb értéknél metszi. Ha az ábrát egybevetjük az 1. táblázat értékeivel, megállapíthatjuk, hogy összefüggés áll fenn az üvegfázissal. A nagy üvegtartalomnak nagy aktiválási energia a velejárója. Viszont szembetűnő, hogy az aktiválási energia tartományában a 2. elegy görbéje mindenkor a 3. elegy felett fekszik.

Hasonló tendenciát mutatnak a 7. ábrán látható görbék is. A második elegycsoport 1200–1300 fok hőmérséklet határok között minden esetben a legmagasabb értéket adja, viszont extrapoláltan $\delta_b = 0$ kp/cm² ponton egybeesnek a 2. és a 3. elegy ΔH -értékei. Ezenfelül a 2. elegynek ez a görbéje és az 1150–1250 fok közti mérőtartományt jelző görbe ugyanabban a pontban metszi az ordinátatengelyt. Az 1. elegy ΔH -értéke — mint látszik — magasabban fekszik. Az extrapolált értékekre itt is ugyanaz az üvegfázissal való összefüggés érvényes, amelyet a torziókísérletek során lehetett észlelni.

Figyelemreméltó továbbá az is, hogy a 2. elegyből hajlítás kísérletekhez készített rudak kisebb hőmérsékleteken semmilyen repedezetség nyomát sem mutatják a húzott oldalon. De 1250 fok felett valamennyi próbánál jelentkeznek repedések, s a feszültség növekedtével mindinkább növekvő mértékben. Különösen a 2. elegynél lehetett ezt észlelni, s itt a próbák esetenként el is törtek. A második csoport esetében tapasztalt repedezési hajlandóságot a viszonylag nagy durva-szemcszetartalomra kell magyarázni. (Lásd a 2. táblázatot).

Ha az n feszültségexponens hőmérséklettől való függését vizsgáljuk — amit a 2. elegy esetében szemléltet a 8. ábra — látható, hogy az n értéke 1200 fok alatt közelítőleg 1, ami viszkózus folyásra utal, ámde a hőmérséklet emelkedtével ez az érték rohamosan növekszik.



8. ábra. Feszültségexponensek a hőmérséklet függvényében következő hajlításnál. (2. elegycsoport)

Fenti ténymegállapítások a következő gondolatmenethez vezetnek:

Az aktiválási energia egy súlyegységre vonatkoztatott energia. Ennekfolytán ebben a tömegtartományban mindennemű folyamatot kifejezésre kell juttatnia. A tartomány a samottok esetében — minthogy a samottok heterogén anyagból — mulitból, üvegfázisból, repedésekből, pórusokból és egyebekből áll. Az alakváltozás során e résztartományok mindegyike közreműködik, a maga módján és részarányának megfelelően. Az aktiválási

energia eszerint aktiválási rész-energiák summája, amiből a rész-energiák mindegyike mennyiségileg és minőségi tekintetben veszi ki a részét. A hőmérséklet és a feszültség meghatározott alakváltozási mechanizmust vált ki, minekfolytán a teljes aktiválási energia — mint a rész-energiák összessége — más és más értéket mutat.

A 8. ábrán mutatkozó feszültségexponens $n=1$ értékéből arra lehet következtetni, hogy csupán az üvegfázis okoz maradandó alakváltozást. Ezt a megfontolást alátámasztja az a tény, hogy a 7. ábra tanúsága szerint a 2. csoportba tartozó anyagokon az 1150—1200 fok hőtartományban az aktiválási energia teljességgel független a feszültségtől.

A felső hőmérséklettartományban (1250—1300 fok) a nagyjában azonos üveghányadot tartalmazó 2. és 3. elegycsoport extrapolált görbéi ugyanabban a pontban metszik az ordinátatengelyt mint a 2. csoporthoz tartozó elegy kis hőmérsékleten felvett görbéje; ami arra vall, hogy az üvegfázis itt is, ott is szerepet kap az alakváltozásban. De ez kiegészül azzal, hogy nagyobb terheléskor lokális feszültségcsúcspontok repedéseket okoznak, ezek keletkezése viszont energiát igényel, amiértis ΔH teljes értéke a feszültség függvényében növekszik. Ezzel párhuzamosan növekszik n értéke is.

Az első elegycsoport anyagai kevésbé hajlamosak repedezésre, ennek alapján — mint azt a 7. ábra mutatja — a görbe emelkedése kisebb és hasonló a 3. elegycsoport görbéjéhez. Viszont a nagyobb üveghányad nagyobb kezdeti ΔH -érték okozója.

Említettek felül egyéb alakváltozási mechanizmusok hatására is kerülhet sor, amelyekről e tanulmány keretében nem esik szó.

A ΔH és az n abszolút értékeinek különbözősége, ami hajlításkor és torzió esetében mutatkozik, azzal magyarázható, hogy a fellépő feszültség — a Mohr-féle feszültségkörnek megfelelően — eltérő mértékben oszlik meg normál- és nyírófeszültségek között.

IRODALOM

Astbury, N. F. (1969): Trans. Brit. Cer. Soc. 68, 1. oldal
Borovkova, L. B.—Lukin, E. S.—Sapiro, E. J.—Polubojarinov, D. N. (1969): Ogneuporü 34, 37. old.

Hülsenberg, D.: Samottanyagok szerkezete és nagy hőmérsékleten mutatkozó alakváltozása közötti összefüggés

1200—1400 ° hőmérsékleteken kúszási (tartósfollyási) kísérleteket végeztek olyan samottanyagokkal, amelyekben az üvegfázis, a mullit és a porozitás hányadai eltérőek voltak. A vizsgálatok nyomó-, hajlító és torziós fűrasztó próbákból álltak. A terhelések a 2—15 kp/cm² határok között mozogtak. A folyási görbékből a módosított Arrhenius-féle egyenlet szerint számítható volt a feszültség együttható és az aktiválási energia. Szakaszos terhelési kísérletekkel (torziós terhelés melletti hisztérezis-görbék), valamint modellanyagokkal megkísérelték

az alakváltozás mechanizmusát magyarázni. Az alakváltozási folyamatok szempontjából az üvegfázis viszkózitása mellett a pórusok száma és alakja, valamint a kötőfázis és a soványfázis közötti határfelület voltak döntőek. Mivel az anyagok a különböző vizsgálati eljárások során változó terheléseknek vannak kitéve (a normális feszültség viszonyának eltolódása a esüstató feszültség irányában) a feszültségegyüttható és az aktiválási energia jellemző értékei a különféle vizsgálati eljárásokkal nem voltak reprodukálhatók.

Хюльзенберг, Д.: Зависимость между структурой шамотных материалов и их деформациями при высоких температурах

Были проведены исследования ползучести (длительной текучести) шамотных материалов, содержащих различное количество стеклофазы, мультита и имеющих различную пористость, при 1200—1400 °С. Исследования включали сжимающие, изгибающие и торсионные нагрузки в пределах 2—15 кг/см². Из кривых текучести на основании уточненного уравнения Аррениуса рассчитывали показатель напряжения и энергию активации. Для объяснения процессов деформации были проведены опыты с периодическим нагружением (сняты кривые гистерезиса при торсионной нагрузке) на модельных материалах. С точки зрения процессов деформации решающими, наряду с вязкостью стеклофазы, оказались также число и размер пор и поверхность раздела вязкой фазы и окружающего материала. В связи с тем, что при различных методах исследования материалы подвергаются переменной нагрузке (отношение нормальной нагрузки смещается в сторону сдвигающей нагрузки) характерные величины показателей напряжения и энергии активации, полученные при различных методах исследования, оказались невоспроизводимыми.

Hülsenberg, D.: Beziehungen zwischen der Struktur und dem Hochtemperaturdeformationsverhalten von Schamottmaterialien

An Schamottmaterialien mit unterschiedlichen Anteilen an Glasphase, Mullit und Porosität wurden bei Temperaturen zwischen 1200 ° und 1400 ° Kriechuntersuchungen durchgeführt. Dabei kamen Druck-, Biege- und Torsionsdauerstandsversuche zur Anwendung. Die jeweiligen Belastungen bewegten sich in einem Bereich von 2 bis 15 kp/cm². Aus den Fließkurven konnten, entsprechend der modifizierten Arrheniusgleichung, Zahlenwerte für den Spannungsexponenten n und die Aktivierungsenergie ΔH berechnet werden. Mit Hilfe von Wechsellastversuchen (Hysteresiskurven unter Torsionsbelastung) sowie mit Modellsubstanzen wurde versucht, den Deformationsmechanismus zu erklären. Da in den unterschiedlichen Prüfverfahren die Materialien einer differierenden Belastungsart (Verschiebung des Verhältnisses von Normalspannung zu Schubspannung) unterliegen, konnten die charakteristischen Daten n und ΔH für die verschiedenen Untersuchungsarten nicht reproduziert werden.

Hülsenberg, D.: Relationship between the Structure and Deformation of Fireclay Materials at High Temperature

At a temperature of 1200—1400 °C creep tests have been carried out on fireclays having different proportions of glass phase, mullite and porosity. Tests consisted of compression, bending and creep. Loads varied from 2 to 15 kp/cm². The stress exponent and activation energy were calculated from the flow curves with the modified Arrhenius equation. For explanation of the mechanism of the deformation intermittent loading tests have been carried out and models applied. Beyond the viscosity of the glass phase from the viewpoint of the deformation processes number and form of the pores as well as the boundary surface between the binding phase and leaning agent are of great importance. As the materials tested have undergone various loadings (creep of the normal stress toward the tangential stress) characteristic values of the stress exponent and activation energy could not be reproduced by the different testing methods.

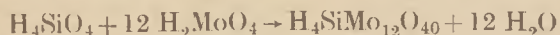
Új módszerek a szilikátkémiában*

WIEKER, W.

A Német Tudományos Akadémia Szervetlen Kémiai
Intézetéből, Berlin—Adlershof, NDK

Hosszabb ideje egyike a szilikátkémia legfőbb törekvéseinek, hogy a szilikátok összetételéről, szilárd és oldott állapotukban egyaránt, felvilágosítást kapjon. Megbízható eszközt e cél eléréséhez ezideig csak a röntgendiffrakció és az infravörös-spektrográfia nyújtott. Kettejük közül a röntgenografiai vizsgálatok fölöttébb költségesek és időigényesek, s ezenfelül is csupán akkor kerülhet sor rájuk, ha az anyagok kristályosak és megfelelően nagyméretű egyedi kristályok állnak rendelkezésre. Olyan feltétel ez, amely sokszor éppen a szilikátok esetében nem teljesíthető. Az infravörös-spektroszkópia sem adott mostanáig egyértelmű felvilágosítást a szilikátok szerkezetére, különösen olyankor nem, ha különböző szilikátionok keverékeivel álltunk szemben.

Ezért elsőbben is Weitz, Frank és Schuchard (1950) megfigyeléseinek továbbfejlesztését kíséreltük meg, ama megállapítását, amely szerint a kismolekulájú szilikátok és a kovasav hamarabb eredményezi a

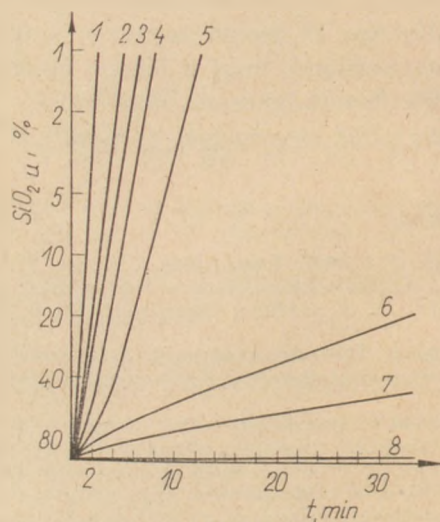


reakcióegyenlet szerint keletkező, sárgafestésű szilikátmolybdénsavat mint a szilikátok és a nagymolekulájú anionok.

Ezért Thilo, Wieker és Stude (1965) kísérletsorozatba kezdtek, amelynek során a molybdénsav hatására következő átalakulást nagyszámú olyan szilikát esetében vizsgálták, ahol az anion szerkezete ismert volt. Elsősorban is azt kellett tisztázni, miként lehet egy szilárd szilikátban, de még egy szilikát oldatában is, lehetőleg változatlan állapotban reagáltatni a szilikátionokat a molybdénsavval. Azt észlelték, hogy ez legkedvezőbben akkor megy végbe, ha a vizsgálandó szilárd szilikátot

— illetve szilikátoldatot 0° hőmérsékleten tizednormál savakba (HCl, H₂SO₄) vezetik be, mert lebontás és cserehomlás ilyenkor jelentkezik a legkisebb mértékben. A molybdénsavval leendő tulajdonképpeni reagáltatás végett az oldatokat ezután a lehető leggyorsabban 25°-ra melegítették fel, s ekkor következett a szilikomolybdénsav keletkezésének megfigyelése kolorimetrikus úton, 400 mm hullámhossznál. A vizsgálatok minden esetben, a legkülönbözőbb szilikáttípusok eseteiben, jellegzetes reakciósebességet eredményeztek.

Az 1. ábra mono- (SiO₄⁴⁻), di- (Si₂O₇⁶⁻), ciklotetra- (Si₄O₁₂⁸⁻), ciklohexa- (Si₆O₁₈)¹²⁻, ciklookta-Si₈O₂₄)¹⁶⁻, poli- (SiO₃)_x^{2x-}, kettősláncú- (Si₆O₁₇)¹⁰⁻ és phylloszilikátok (Si₂O₅)_x²⁻ tipikus reakciógörbéinek összeállítását mutatja be, ahol is az ordinátán a teljes SiO₂-mennyiség még átalakulást nem szenvedett hányada —(SiO₂)_u— áll, százalékban



1. ábra. A szilikomolybdénsav keletkezésének reakciósebessége mono- (1), di- (2), ciklotetra- (3), ciklohexa- (4), ciklookta- (5) poli- (6), kettősláncú- (7) és phylloszilikátokból (8)

* A X. Szilikátipari Konferencia anyagából

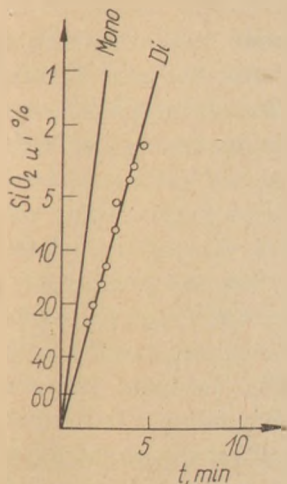
kifejezve, logaritmikus mértékben, míg az abszciszszatengelyre a reakció időtartamát vittük fel.

Az ábráról leolvasható, hogy a szilikomolybdénsav keletkezése annál lassabban megy végbe, minél nagyobb molekulájú a reakcióban szereplő szilikát. Ha figyelembe vesszük, hogy szilikomolybdénsav csakis a H_4SiO_4 monokovaszavból keletkezhet, és a szilikátkeverékből keletkező polimér kovaszavaknak előtt le kell bomlaniuk monokovaszavra, akkor az 1. ábra nyomán arra is következtetni lehet, hogy a monokovaszav keletkezése annál lassabban megy majd végbe, minél kondenzáltabb a kiinduláskor jelenlévő kovaszav. E módszer segítségével ki lehet mutatni a szilárd szilikátokban, illetve szilikátoldatokban jelenlévő fent említett szilikátanion-típusokat. Aminek előfeltétele természetesen az, hogy a vizsgálandó szilikátok tizednormál savakban oldhatók legyenek. A módszer felhasználására szolgáljon például a $Ca_3SiO_5 \cdot 1,5H_2O$ vegyületen (Thilo, 1967) és Crestmoreból való 14 Å tobermoriton (Wieker, 1968) végzett kísérleteink leírása.

Az elsőként említett vegyület a Ca_3SiO_3 autoklávban végrehajtandó vízgőzkezelésével nyerhető. Mamedov, Klebtsova és Belov (1959) ez ideig befejezetlen röntgenszerkezet-vizsgálatai szerint a vegyület diszilikátionokat tartalmaz.

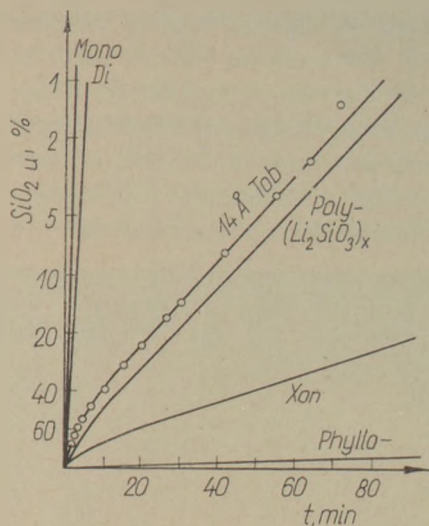
A 2. ábrán a trikalciumszilikáthidrát molybdénreakciógörbéje látható, míg a folytonos vonalak ugyanott a mono- és diszilikátokra jellegzetes lefutásokat jelzik. Amint azt az ábra szemlélteti: a $Ca_3SiO_5 \cdot 1,5H_2O$ felvett mérési pontjai mindannyian a diszilikátokra jellemző reakciógörbe mentén fekszenek. Ebből arra lehet következtetni, hogy a vegyület valóban a diszilikátanionokból épül fel, s ennek megfelelően $(CaOH)_6Si_2O_7$ képlettel jellemezhető.

A Crestmoreból származó 14 Å tobermorit reakciógörbéjét a 3. ábra mutatja be. Összehasonlításul feltünteteti a mono-, di-, poli-, kettősláncú- és phyllo-



2. ábra. A szilikomolybdénsav keletkezési sebessége a $3CaO \cdot SiO_2 \cdot 1,5H_2O$ vegyületből

Az ábrán — összehasonlítás végett — a mono- és diszilikátok reakciógörbéi folytonos vonallal jelölve láthatók

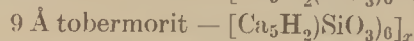


3. ábra. A 14 Å tobermorit, a mono-, di-, poli-, kettősláncú- (Xon) és phylloszilikátok molybdátreakció-görbéi.

Ordinátá: a szilikátmolybdénsavvá nem alakuló hányad az $össz-SiO_2$ -mennyiség hányadában (%). Abszcissza: reakció idő

loszilikátok tipikus reakciógörbéit is. Látható, hogy a tobermorit görbéje gyakorlatilag egybeesik a polyszilikát $(Li_2SiO_3)_x$ görbéjével. Abból a tényből, hogy a két görbe egyenesvonalú része azonos emelkedést mutat, következik, hogy a Crestmoreból származó természetes 14 Å tobermorit polyszilikátanionokból épül fel és $5CaO \cdot 6SiO_2 \cdot 9H_2O$ összetételének megfelelő savanyú polyszilikátnak tekintendő, $[Ca_5H_2(SiO_3)_6 \cdot 8H_2O]_x$ képlettel lehet jellemezni.

Az is megmutatkozott, hogy e vegyület víztelelítésekor, aminek eredménye 11 Å, illetőleg 9 Å tobermorit, az anionszerkezet gyakorlatilag változatlan marad, eszerint tehát a két vegyület a következő képletekkel írható fel:

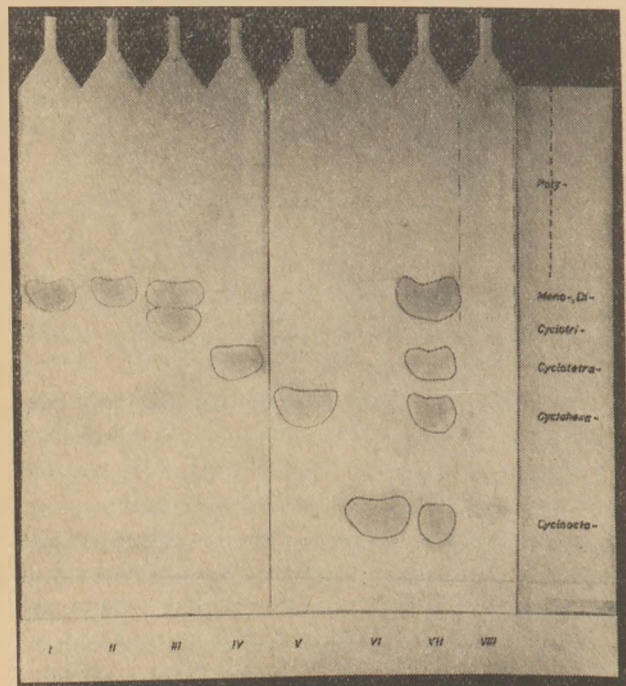


A 11 Å tobermorit esetében ez a megállapítás egybevág Megaw és Kelsey (1956) szerkezetre vonatkozó javaslatával, amelyet egy fogyatékos röntgenszerkezet-vizsgálat alapján tettek. Ilyenformán hebizonyosodott, hogy az úgynevezett molybdátmódszer lehetővé teszi eddig ismeretlen szerkezetű szilikátokban a szilikátanionok szerkezetének tisztán kémiai úton való megállapítását.

Amde használhatatlannak bizonyul a módszer olyan esetekben, ha kettőnél több aniontípussal van dolgunk. Ezért kíséreltük meg különbözőképpen kondenzált szilikátionok papírkromatográfiás elválasztását és egymás melletti kimutatását keverékeikben (Wieker, Hoebbel, 1969). Elsősorban az szólt e kísérlet ellen, hogy a szilikátanionok vizes oldatban viszonylag kevésbé állandók, és mind bomlásra, mind kondenzációra vezető reakciók következhetnek be. Mindazonáltal megmutat-

kozott, hogy egy dioxánt, vizet és triklórecetsavat tartalmazó oldószerkeverékben a szilikátanionok, illetve a kovasavak, viszonylag stabilisak, és néhány órán át gyakorlatilag változatlanok maradnak. Ez biztosította a kondenzált szilikátok papírkromatográfiás vizsgálatának előfeltételeit.

A 4. ábra papírkromatogramokat mutat be:



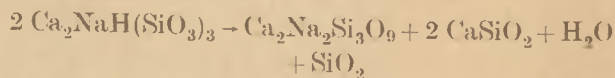
4. ábra. Különböző szilikátok papírkromatogramjai. I. pálya: mono-; II. di-; III. ciklotri-; IV. ciklotetra-; V. ciklohexa-; VI. ciklooktaszilikátok; VII. mono-, di-, ciklotetra-, ciklohexa- és ciklooktaszilikátok elegye. VIII. polyszilikát

ismert szerkezetű szilikátok — részben egyenként, részben keverékben következő — izolálására

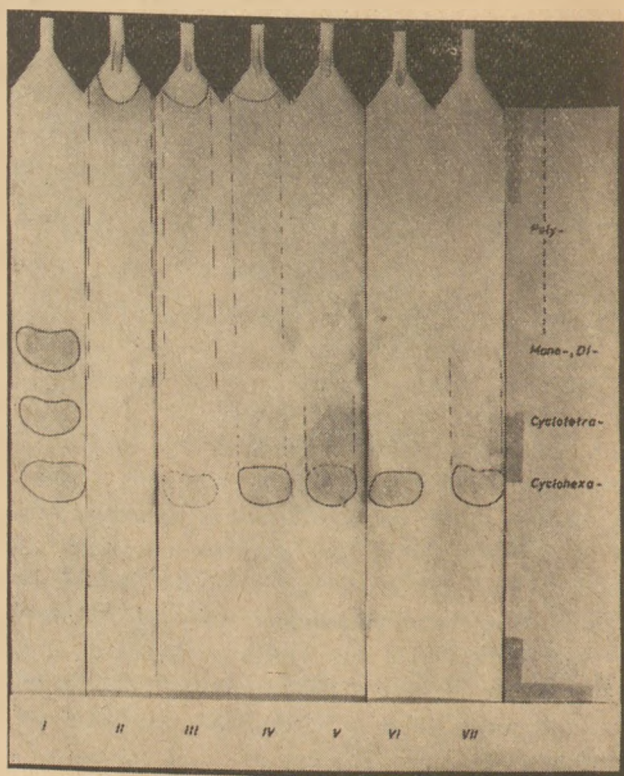
- 800 mg triklórecetsav (DAB 6)
- 100 ml dioxán (KOH felett átdestillálva)
- 9 ml kétszerdesztillált víz

keverékből készült elúciósközeggel került sor. Felismerhető, hogy a polyszilikát (VIII. pálya) és a mono- és diszilikát (I. és II. pálya) csak rövid utat tett meg a kromatográfia során, s a polyszilikát a kezdőponttól a mono-, illetve diszilikátpozícióig terjedő diffúz szalagot ad. A cikloszilikátok esetében — ahol a szilikátanionok gyűrűt alkotnak — a kromatogrammon megtett út általában hosszabb, s a gyűrű nagybodásával növekszik, amiért is a ciklooktaszilikát jutott legmesszebbre. A mono- és a diszilikátok fentebb ismertetett elúciósközeg használata esetén mindenkor azonos pozícióig jutnak el. Mindazonáltal elválaszthatók, ha a közegösszetétel más, ha 100 ml dioxán mellett csupán 150 mg triklórecetsav és 3 ml H₂O van jelen. Az ilyen papírkromatográfiás eljárás példaként a pektolith [Ca₂NaH(SiO₃)₃]_x víztelenítését célzó kísérleteket említjük fel (Wieker és Hoebbel, 1969).

Thilo és Funk (1950) bebizonyították, hogy a pektolith víztelenítésekor 600° felett a



egyenlet szerint bomlik el — vízleválás mellett — wollasztonitra (CaSiO₃)_x, SiO₂-re és az addig ismeretlen összetételű Ca₂Na₂Si₃O₉ vegyületre. Ezért különböző hőmérsékleteken víztelenített pektolithmintákból készítettünk kromatogramokat, amelyeket az 5. ábra szemléltet. Az I. pályára, a mono-, di- és ciklotetraszilikát próbaanyagok mellett, egy Cu₆Si₆O₁₈·6H₂O (dioptász) cikloszilikátot is felvittünk.



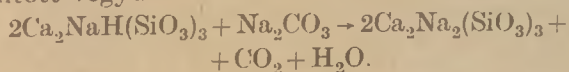
5. ábra. A pektolith — CaNaH(SiO₃)₃ — víztelenítési származékainak papírkromatogramja

I. pálya: Kiinduló-anyag. II. pektolith, hevítés előtt. III. 500°, IV. 600°, V. 650°, VI. 800° hevítési hőmérsékleten végbemenő víztelenítésnél. VIII. szintetikus pektolith

Az alapanyagként felhasznált pektolith kromatogramja a II. pályán látható. Fel lehet ismerni a polyszilikátra jellegzetes félhold alakú foltot a startpont közelében, s belőle egy szalag nyúlik fel a mono- és diszilikátpozícióig. 500 fokra való hevítéskor a polyszilikát (III. pálya) gyakorlatilag változatlan marad. Csak 600 fok víztelenítési hőmérsékleten (IV. pálya) válik világosan kivehetővé a ciklohexaszilikát keletkezése. 650 fokon (V. pálya) a reakciótermék polyszilikát-tartalma tovább csökken, de tiszta ciklohexaszilikát jelenléte még nem mutatható ki. Csupán a 800 fokon víztelenített próba mutatja a ciklohexaszilikát foltját, ha figyelmen kívül hagyjuk a startpontnál visszamaradó

nagymolekulájú szilikátokat. Minthogy a fenti egyenlet értelmében keletkezett termékek — $(\text{CaSiO}_3)_x$ (wollasztonit) és SiO_2 — tizednormál savakban oldhatatlanok, és kromatografikusan csupán mint a startpontnál maradó szilikátok mutathatók ki, következésképpen csakis a $\text{Ca}_2\text{Na}_2(\text{SiO}_3)_3$ vegyület idézheti elő a ciklohexa-pozícióban megjelenő foltot. Eszerint ennek a vegyületnek a $\text{Ca}_4\text{Na}_4(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ képletet kell tulajdonítani.

A VII. pályára felvittünk egy szintetikus előállított vegyületet is:

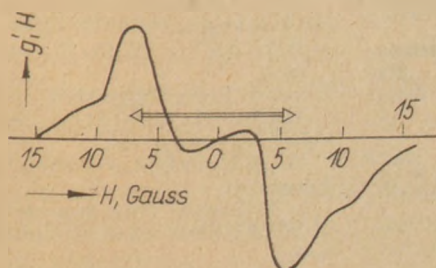


Kivehető, hogy ez a vegyület is ciklohexaszilikát foltot ad. Mivel pedig ezenkívül a molybdátmódszer is azonos eredményre vezet (Wieker, 1968), következésképpen a $\text{Ca}_4\text{Na}_4\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ciklohexaszilikátszerkezete egyértelműen bizonyítottnak tekinthető.

Másik, régi keletű problémája a szilikátkémiának az a megoldásra váró kérdés, hogy az anyagokban jelenlevő izzítási veszteségként megállapított vízmennyiség OH-gyök alakjában, molekulárisan kötött vízként, adszorbeált vízként, vagy pedig mint hidroxonium-ion (H_3O^+) van-e jelen. Pake (1948) alapvető kísérleteiből kiindulva kísérletet tettünk arra, hogy ezt a problémát szilárd testeken végzett protonrezonancia-vizsgálatokkal oldjuk meg. Ezért először is olyan vegyületek sorozatán végeztünk protonrezonancia-vizsgálatokat, ahol a víz kapcsolódási módja ismert volt.

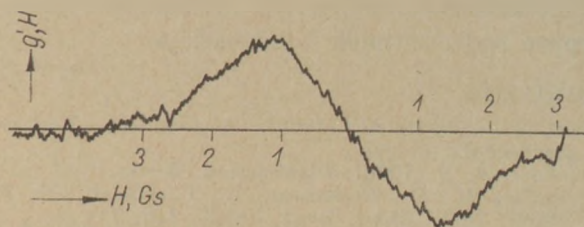
Minthogy e helyen nincs mód arra, hogy az elméletre és a magrezonancia-kísérletekre terjeszkedjünk ki — e tekintetben a megfelelő szakirodalmi helyekre utalunk (Strehlov, 1962; Ebert, Seifert, 1966) — ezért ezúttal csak röviden és inkább csak fenomenologikusan foglalkozunk az elért eredményekkel (Grimmer, 1968).

Ha olyan vegyületeket veszünk vizsgálat alá, amelyek csupán kristályvízmolekulákat tartalmaznak, akkor — ha a vízmolekulák mozgása —150 fok körüli hőmérsékletre való hűtés nyomán megáll — olyan spektrumokat kapunk, amelyeknek vonalszélessége mindenkor ~ 12 Gauss; amint azt



6. ábra. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ magrezonancia-színképe, differenciált alakban

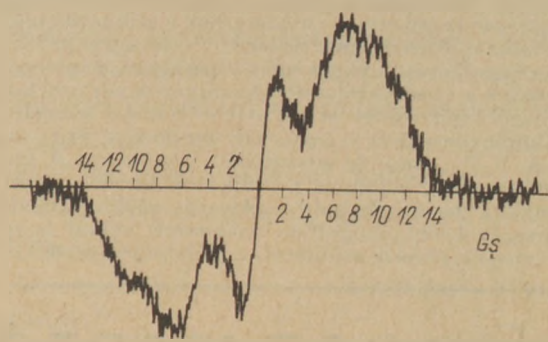
a 6. ábrán a gipsz ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) példája szemlélteti. A spektrum differenciált alakú, mint ahogy az minden esetben általánosan megszokott forma szilárd testek magrezonancia-vizsgálatainál. A nyíl a vonalszélességet jelzi. Viszont olyan anyagok, amelyek csupán OH-csoportokat tartalmaznak, ~ 2 és 10 Gauss közötti vonalszélességgel jelentkeznek.



7. ábra. CaNaHSiO_4 magrezonancia-színképe — 150° -on felvéve, differenciált alakban

A 7. ábra a $\text{CaNa}(\text{HSiO}_4)$ vegyület színképét mutatja: a vonalszélesség — 150 foknál e példa esetében $2,6$ Gauss. Egy kristályon vagy kristályban adszorbeált víz jelenlétét többnyire az jelzi, hogy a vonalszélesség szobahőmérsékleten fölöttesekély, $0,5$ Gauss, vagy ennél is kisebb.

Ezt a módszert alkalmaztuk a 14 \AA tobermorit esetében is (Wieker, 1968), ahol fentebb említett vizsgálataink megállapítása szerint, amelyeket a molybdátmódszerrel hajtottunk végre, mind SiOH-csoportokkal, mind pedig molekuláris vízzel kellett számolnunk. E feltevésünket kezdetben csupán a sztöchiometriai összetételre alapítottuk, továbbá arra a tényre, hogy az anyag összetételében polyszilikátanionokat sikerült kimutatni.



8. ábra. 14 \AA tobermorit magrezonancia-színképe — 150° -on felvéve, differenciált alakban

A 8. ábra a 14 \AA tobermorit — 150 fok kísérleti hőmérsékleten felvett protonrezonancia-színképét mutatja. Tisztán kivehető egy ~ 12 Gauss szélességű vonal, amelyet vízmolekulák jelenlétére kell magyarázni, s emellett egy 4 Gauss szélességű másik, amely a SiOH csoportoknak tulajdonítható. Eszerint eredeti feltevésünket a magrezonancia-kísérletek is alátámasztották.

A magrezonancia-vizsgálatok előnye mindezenfelül az is, hogy segítségükkel a víz különböző meg-

jelenési formáinak mennyiségi megállapítása is lehetséges, minthogy a szinkép intenzitása egyenes arányban áll a vizsgált anyagban jelenlevő protonok számával.

E beszámolóinkban a módszereket és a velük elért eredményeket csupán röviden érinthettük. Nem is kívántunk egyebet, mint demonstrálni azt, hogy milyen lehetőséget nyújt a korszerű szilikátkémia számára az ismertett két eljárás, különös-képpen pedig kettejük kombinációja.

IRODALOM

- Ebert, I.—Seifert, G. (1966): Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
 Grimmer, A. R. (1968): Dissertation, Berlin.
 Mamedov, H. S.—Klebszova, R. F.—Belov, N. V. (1959): Dokl. Akad. Nauk USSR. 126, 151.
 Megaw, H. D.—Kelsey, C. H. (1956): Nature (London). 177 390.
 Pake, G. E. (1948): J. Chem. Phys. 16, 327.
 Strehlow, H. (1962): Steinkopff Verlag, Darmstadt.
 Thilo, E.—Funk, H. (1950): Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie. 262, 185.
 Thilo, E.—Wieker, W.—Stade, H. (1965): Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie. 340, 261.
 Thilo, E. (1967): Silikatechnik. 18, 171.
 Weitz, E.—Franck, H.—Schuchard, M. (1950): Chemiker-Zeitung. 74, 256.
 Wieker, W. (1968): Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie. 360, 307.
 Wieker, W.—Hoeibel, D. (1969): Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie. 366, 139.
 Wieker, W. (1968): Silikatechnik. 19, 240.

Wieker, W.: Új módszerek a szilikátkémiában

Szilárd szilikátok szilikátanionjainak felépítéséről mind ez ideig kizárólag az igen költséges röntgen-eljárással sikerült tájékozódni. A szilikátionoknak az oldatban való állandósága azonban lehetővé teszi az alább következő szilikátionoknak papírkromatográfiás elválasztását és kimutatását: monoszilikátok, diszilikátok, ciklotri-, ciklotetra-, ciklohexa- és ciklooktaszilikátok, poliszilikátok, kétlánéú szilikátok (Xonotlit) és filloszilikátok. Szerző ezután ismerteti a módszernek a szilikátkémiában való alkalmazhatóságát. Szilárd, víztartalmú szilikátokon végzett protonrezonanciás vizsgálatok segítségével, lehetséges a víznek szóbanforgó szilikátokban való kötési módjáról tájékozódni. Kvalitatív és részben kvantitatív megkülönböztetések tehetők OH-csoportok, H₂O molekulák, H₃O⁺-ionok és adszorbeált víz között. A papírkromatográfia, valamint a szilikátok kondenzációs fokának meghatározására szolgáló ún. molibdatmódszer segítségével röntgenográfias módszerek nélkül is tehetők megállapítások szilikátok anionszerkezetéről.

Wieker, W.: Новые методы исследования силикатов

Изучение структуры силикатных анионов твердых силикатов проводилось до сих пор только с помощью дорогостоящего рентгеновского метода. Постоянство силикатных анионов в растворах допускает применение бумажно-хроматографического отделения, и определение анионов циклотри-, циклотетра-, циклогекса-, циклопта- и полисиликатов, двухцепочных (ксонотлит) и филосиликатов. Рассматривается применимость этого метода в химии силикатов. Путем исследования твердых гидросиликатов методом ядерного резонанса удалось получить сведения о типах связи воды в этих силикатах. Группы OH-, молекулы H₂O, ионы H₃O⁺ и адсорбированная вода поддается качественному и количественному различию. С помощью бумажной хроматографии и т. н. молибдатного метода определения степени конденсации силикатов можно сделать выводы относительно анионной структуры силикатов, не применяя рентгеновский анализ.

Wieker, W.: Neue Methoden der Silikatchemie

Bisher ist es nur mit Hilfe der sehr aufwendigen Methode der Röntgenstruktur-Untersuchung gelungen, Aussagen über den Aufbau der Silikationen in festen Silikaten zu machen.

Es wird gezeigt, daß es nach sorgfältigen Studien über die Beständigkeit von Silikatanionen in Lösung möglich ist die verschiedensten Silikatanionen papierchromatographisch zu trennen und nachzuweisen. Anhand einiger Beispiele wird die Anwendung dieser Methode auf Probleme der Silikatchemie demonstriert.

Durch Protonenresonanzuntersuchungen an festen wasserhaltigen Silikaten lassen sich Aussagen über die Art der Bindung des Wassers in diesen Silikaten machen. Man kann qualitativ und zum Teil quantitativ unterscheiden zwischen OH-Gruppen, H₂O-Molekülen, H₃O⁺-Ionen und adsorbiertem Wasser.

In Verbindung mit der Papierchromatographie und der sogenannten Molybdatmethode zur Bestimmung des Kondensationsgrades von Silikaten werden unter Umgehung der röntgenographischen Methoden Aussagen über die Anionenstruktur von Silikaten möglich.

Wieker, W.: New Methods in the Silicate Chemistry

Ions of following silicates can be segregated and detected by paper chromatography: monosilicates, disilicates, cyclotrisilicates, cyclotetrasilicates, cyclohexasilicates, cyclooctasilicates, polysilicates and fillosilicates. Applicability of this method in the silicate chemistry is also described. Bonding form of the water in the hydrous silicates can be studied with proton resonance tests. Qualitative and partly quantitative discriminations can be carried out between OH groups, H₂O-molecules, H₃O⁺ ions and absorbed water. Anion structure of silicates can be studied without X-ray methods too, by means of paper chromatography and the molibdat method serving for determination of the condensation degree of silicates.

HÍREK AZ IPARBÓL

VÖRÖS VÁNDORZÁSZLÓ kitüntetés

A Finomkerámiaipari Műveket az elmúlt évek, de különösen az 1971. év műszaki és gazdasági eredményei alapján a Minisztertanács és a SZOT Elnökség Vörös Vándorzászlajával tüntették ki. Az 1972. április 26-án megtartott ünnepségen a magas kitüntetést Bondor József építésügyi és városfejlesztési miniszter adta át a vállalat dolgozóinak.

KIVÁLÓ ÚJÍTÓK a Finomkerámiaipari Műveknél

Az ÉVM, a SZOT és az Országos Találmányi Hivatal Elnöke „Kiváló Újító” kitüntetés arany fokozatát adományozta

a központ dolgozói közül:

dr. KÁLNAV ISTVÁNNAK a Létesítmény Főmérnökség vezetőjének;
 SZABÓ SÁNDORNAK a Létesítményi Főmérnökség osztályvezető helyettesének;

GYÖRGY BÉLA beruházási vezetőnek.

A „KIVÁLÓ ÚJÍTÓ” kitüntetés ezüst fokozatával a GRANIT gyárból KÁRPÁTI MIKLÓS művezetőt és a

Herendi Porcelángyárból BENKEL GYÖRGY beruházási elnököt jutalmazták.

A „Kiváló Újító” kitüntetés bronz fokozatát

a Kőbányai Porcelángyárból KLAUZSA TIBOR építési csoportvezető

valamint BODOR BARNA nyugdíjas érdemelték ki.

Elektromos ill. gázfűtésű kemencében olvasztott opálüveg összehasonlító elemzése*

DOBROWOLSKY, S.
Üvegipari Tervező Intézet, Varsó

1. Bevezetés

1.1 Az opálüvegek általános jellemzői

Az opálüveg olyan összetett üveg, amelynél az üveg alapanyagban kristályos fázis jelentkezik finom eloszlásban. Az alapüveg rendszerint szódamész-, vagy ólom-szilikát üveg, a diszpergált fázis lehet mind kristályos, mind gázfázis vagy inkább más, az alapüvegétől eltérő tulajdonságú üveg-fázis. Az opálósító anyagok tehát vagy kristályosak vagy emulziók. Túlnyomó részben fluoridokat használnak kristályos opalizáló anyagként, ilyenek az alábbiak:

folypát CaF_2

kriolit $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$

chiolit $5\text{NaF} \cdot 3\text{AlF}_3$

nátrium-fluor-szilikát Na_2SiF_6

Más opalizáló anyaglehetőségek, például:

talkum $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

arzénoxid As_2O_3

ónoxid SnO_2

zirkon-oxid ZrO_2

Az emulziós opálósító anyagok többek között az alábbiak:

foszforsav sói

csontörlemény

egyéb foszfortartalmú anyagok

1.2 Az opálüvegek alkalmazása

Az opálüvegeket leginkább világítástechnikai cikkek és falburkoló lapok előállítására használják.

A világítástechnikai üvegeknek szórt fény előállítására kell alkalmasnak lenniük, miközben a fényáteresztőképességük nem lehet kicsi. A falburkoló üvegek átlátszatlanok lehetnek. Az opálüveget használják még parfümök kiszerezésére és asztali üvegek céljaira szolgáló cikkek előállítására, tulajdonságainak meg kell felelnie a fent említett cikkek optimális kialakítására.

* A X. Szilikátipari Konferencia anyagából

1.3 Az opálüveg-olvasztás fejlesztési irányai

Az opálüveg használata óta növekszik az olvasztási módszereinek intenzifikálására irányuló törekvés. Ezen a téren az első lépés volt az opálüvegek olvasztása folyamatosan működő kádkemencében, szemben a fazekas kemence használatával.

Ellenben a jó minőségű opálüveg olvasztása kádkemencében, különösen világítástechnikai célokra, különböző nehézségekkel kapcsolódott össze.

A zavarok nemcsak a kemencekonstrukció, hanem az olvasztási művelet módosításából eredtek.

Az opálüvegek olvasztása kádkemencében végül is jelentős mértékben költséges maradt, bár a fazékban történő olvasztáshoz viszonyítva a javulás jelentős volt. Az olvasztás hatékonyságának fokozódása együtt járt a környező levegő növekvő elszennyeződésével az egészségre ártalmas fluor-alkotók következtében, mivel a fluor vegyületeket alkalmazzák leginkább üvegek opálósító anyagaként. A következő lépés, mely nyilvánvalóan az opálüvegek olvasztásának javítását eredményezte, az elektromos fűtés bevezetése, a legmegfelelőbb a merülő elektródos kemence, különösen a kiváló minőségű világítástechnikai opálüvegek előállítása céljára.

Az ilyen típusú kemence a következő előnyöket mutatja:

- jó működési jellemzők,
- csökkenő beruházási költségek,
- a levegőszennyeződés csökkenése.

2. Elektromos- és gázfűtésű kemencében olvasztott opálüveg összehasonlító elemzése

2.1 Összehasonlítás tárgya:

Az összehasonlítás céljára két olvasztókemencét választottak:

- 4 m² olvasztófelületű kádkemence városigázfűtéssel,

b) 1,28 m² olvasztófelületű elektromos fűtésű kádkemence.

Mindkét esetben többrétegű opálüveg cikkeket állítottak elő kézi formázással. A munkát úgy szervezték, hogy 3 műhely, amely az opálüveg kemencén dolgozott, működött együtt egy másik műhellyel, amely egy másik szintelen üveget olvasztó kemencén működött. A gáztüzelésű kádkemence folytonos működésű, regeneratív hővisszanyerő berendezéssel, a kidolgozóteret az olvasztóval mély átfolyó kapcsolja össze. A regeneratív kamrák függőlegesek, a kád fűtése U-lángú, a generátorgáz fűtőértéke 1400 Kcal/Nm³.

Az elektromos kádkemence is mély átfolyóval rendelkezik, 25 mm Ø-jű molibdén elektródákkal van felszerelve. Az olvasztórész fűtése a kidolgozó terétől függetlenül szabályozható. Kiegészítő gázégők segítségével fűthető fel, a kemence és a kidolgozóteret is kiegészítő hűtéssel van ellátva.

2.2 Az olvasztási művelet

Mint ahogy mindkét kemence folyamatos működésű, az olvasztási folyamat, azonos mind a gáztüzeléses, mind az elektromos kemencénél. A keverék adagolása mechanikusan történik a keveréksilóból.

A keverékadagolás szabályozása kézzel történik. Az olvasztási műveletben jelentkező különbség főként az olvasztótér és a tisztulótérnek az üveggépződési feltételek következtében történő változásában nyilvánul meg. Egyéb eltérések hatása, ami a kemencekonstrukció változásából következő ki-

2.4 Összehasonlító feltételek táblázata

1	Műszaki paraméterek	Mértékegységek	Értékek		Megjegyzések
			elektr. tüzelés	gáztüzelés	
1	2	3	4	5	6
1	Kapacitás				
1.1	24 órára	t/24 h	3,0	2,5	187 üzemnap/periódus gáztüzelésnél is 242 üzemnap/periódus elektromos fűtésnél
1.2	kemence üzemeltetésre	t/kamp.	560,00	600,00	
1.3	fajlagos olvasztási telj. 24 óra alatt ..	t/m ² 24h	0,75	1,95	1.6 kW/kg t _{el} = 1280 °C midőn t _{gáz} = 1380 °C $f = \frac{i_{\text{üveg}}}{i_{\text{gáz}} + i_{\text{el}}}$ olv $\frac{i_{\text{olvadék}}}{Q_{\text{össz hőm}}}$
1.4	fajlagos olvasztási telj. az üzemperiódus alatt	t/m ² kamp.	140,00	473,00	
2.	összes hőszükséglet	Kcal/kg	6500,00	1660,00	
2.1	gáztüzelésnél	Kcal/kg	6500,00	280,00	
2.2	elektromos fűtésnél	Kcal/kg	—	1380,00	
3.	hasznos hőfelhasználás	Kcal/kg	476	452	
4.	elektromos határfok	%	3,6	14,2	
5.	kemencekonstrukció tűzállóa. szükséglete	t	7,3	27,3	
5.1	olvasztott tűzállóanyag	t	108,0	22,6	
5.2	nagy alumínium-oxid tartalmú tűzállóanyag	t	11,0	12,0	
5.3	samott	t	14,0	3,0	
5.4	szigetelő téglák	t	45,0	6,0	
5.5	szilika	t	4,0	1,6	
6.	kemence konstrukció acélszüks.	t	26,0	—	
			8,0	1,8	megtakarítás az alapozásnál

szolgáltatásból ered, nem mind lesz figyelembevéve. A keverék az alábbi nyersanyagokból készül:

	100 kg üvegre számítva	
	gáztüzelésű kemence	elektromos kemence
1. üveghomok SiO ₂	49,5	43,5
2. vízmentes szóda Na ₂ CO ₃	4,5	16,7
3. kálium-karbonát K ₂ CO ₃	1,3	1,34
4. mészkő CaCO ₃	2,0	2,0
5. dolomit MgCa(CO ₃) ₂	3,3	3,3
6. földpát K ₂ O . Al ₂ O ₃ . 6SiO ₂	37,0	40,0
7. nátrium-szilikofluorid Na ₂ SiF ₆ .	30,0	12,0
8. zinkoxid ZnO	1,8	1,33
9. kálium-nitrát KNO ₃	—	0,33

A megadott keverékből olvasztott opálüvegek közelítő összetétele az alábbi:

Összetevők	Gáztüzelésű kemence	Elektromos kemence
SiO ₂	66,5	66,25
Al ₂ O ₃	6,65	7,25
Fe ₂ O ₃	0,15	0,15
CaO	2,00	2,00
MgO	0,60	0,65
ZnO	1,80	1,30
Na ₂ O	15,30	14,60
K ₂ O	7,00	7,80

2.3 Az összehasonlító feltételek megválasztása

Az összehasonlító lehetőségek elemzése alapján a következő tényezőket vesszük figyelembe:

1. műszaki paraméterek

1. táblázat

2. minőségi mutatók
3. beruházási költségek

Az 1. táblázatban az általános követelmények felsorolása található, elhagyva a helyi jelentőségeket. Ezek a feltételek lehetővé teszik az adott gazdasági értékelés elvégzését.

Az általános feltételek a három fent említett csoportba tartoznak.

Az első csoport a szokásos paramétereket foglalja magába és azokat a tényezőket, amelyek az üveg-olvasztó kemencék „technológiai színvonalának komplex együtthatója”-nak számításánál figyelembevehetők. A beruházási költségek beosztása megfelel a szokásos gyakorlatnak.

A minőségi mutatók közül azok kerülnek csak összehasonlításra, amelyek a termelési költségeket befolyásolják. Az 1. táblázatban megadott értékek általános érvényességűvé tétele érdekében a gáztüzelésű kemence napi termelési adatai vannak

egységként alapul véve. Ennek költségviszonyokra való alkalmazása egyébként az a tényező, amely az összehasonlító elemzés alkalmazását lehetővé teszi helyi eltérő feltételek mellett is.

3. Az eredmények értékelése

A gáz és elektromos tüzelésű kemencék műszaki paramétereinek egyedi elemzéséből arra a következtetésre jutunk, hogy olyan hasonlóságot találunk két üzemelő kemence között, ami lehetővé teszi műszaki kiértékelésüket.

Határozott előny mutatkozik az elektromos fűtésű kemence javára a gáztüzelésűvel szemben, a különböző paraméterek és minőségi mutatók összehasonlításából (1. és 2. táblázat).

A méretekből kiemelt egyedi paraméterek alapján kiszámíthatók az opálüveg olvasztás költségei bármely üzem feltételeire vonatkoztatva.

2. táblázat

1	Működési paraméterek	Mértékegységek	Értékek		Megjegyzések
			gáztüzelés	elektr. fűtés	
1	2	3	4	5	6
1.	1 tonna üveg olvasztásához szükséges nyersanyag felhasználás	kg/t	1390	1205	Veszteséggel együtt Semlegesítési átlag
2.	Veszteség üveghiba miatt	%	15	0	
3.	I. osztályú üvegtermelés	%	20	100	
4.	Üzemperiódus	hónapban	8	10	Üzemeltetési átlag és évenkénti javítás tűzálló
5.	Üzemszünet — nap/év	nap/év	25	14	
6.	Javítási munkaszünet 1 évre	óra/év	1200	400	
7.	Tűzállóanyag felhasználás	kg/t	121,5	31,5	
	— olvasztott tűzállóanyag javítás	kg/t	19,7	20,0	
	— nagy alumínium-oxid tartalmú	kg/t	9,0	5,0	
	— samott	kg/t	54,0	5,0	
	— hőszigetelő téglá	kg/t	3,5	1,5	
	— szilika	kg/t	35,0	—	
8.	Molibdén elektróda felhaszn.	kg/t	—	0,03—0,04	
9.	Fluor-tartalmú alkotórészek vesztesége	kg/24 h	23,0	9,0	

3. táblázat

1	Beruházási költségek	Mértékegységek	Értékek		Megjegyzések
			gáztüzelés	elektr. fűtés	
1	2	3	4	6	6
1.	Olvasztókád	* egység	12,30	9,80	* A gáztüzelésű kemence napi termelési értéke jelenti az egységet
2.	Elektromos felszerelés	* egység	—	12,80	
3.	Gázgyártó berendezés (felfűtés, kidolgozó fűtése)	* egység	—	0,14	
4.	Ipari víz költségei	* egység	0,46	1,67	
5.	Felhasználásra nem került gáz berendezés	* egység	—	0,06	
6.	Műszerezés	* egység	1,60	3,10	
7.	A kemencelevogó hűtése	* egység	1,68	—	
8.	Váltó berendezés	* egység	5,40	—	
9.	Műszaki dokumentáció költsége	* egység	5,50	5,0	
			26,91	32,57	

A beruházási költségek megközelítőleg 30%-kal nagyobbak az elektromos olvasztású kemencéknél (3. táblázat). Nincs ezenkívül figyelembevételében a költség alakulási elemzésben a know-how vagy licenc-díj felmerülése sem. Még egy tényező ezekkel az elemzésekkel kapcsolatban, hogy a kisebb épület-szükséglet is számításba jöhet megtakarításként elektromos olvasztó egységként. Az elektromos kemence által elfoglalt terület töredék része a gáztüzelésű kemencének.

4. Összefoglalás

4.1 A jelenlegi elemzés eredményeként az elektromos fűtésű kemence opálüveg olvasztására határozott előnyöket mutat más típusú kemencékkel szemben.

4.2 Az ipari gyakorlat során előnyösebben használható tartalék és kisegítő fűtőanyagként a földgáz vagy távgáz, mint a generátorgáz.

4.3 Az ipari gyakorlat arra utal, hogy a korróziós tényezőkkel szembeni ellenállóképesség fontosabb, mint az erózióé, és korrózió erőssége főleg az olvasztási hőmérséklet nagyságától függ.

4.4 Úgy látszik, hogy a jelenleg használható anyagok közül az olvasztott tűzállóanyagok a legjobb, különösen a Corhart 1711-es minőség, az olvasztókádnál. A felső szerkezet szillimanitból készíthető. Korvisit vagy zetacor alkalmazása opálüveg olvasztásánál egy másik lengyel üvegyárban kevésbé kedvező eredményeket szolgáltatott.

Dobrowolski, S.: Elektromos ill. gáztüzelésű kemencében olvasztott opálüveg összehasonlító elemzése

Jól ismert az a tény, hogy a szokásos kádkemencékben történő opálüveg-olvasztáskor számos technológiai probléma is fellép, pl. kiválások az üvegben, kristályosodás, egyéb inhomogenitások stb. Az olvasztáskor veszteségek lépnek fel az opálító reagenseknél is. A veszteségbe menő reagensek a füstgázokkal távoznak; a füstgáz — fluortartalma következtében — a környezetre káros.

Az olvasztás említett hátrányos kísérő körülményeit teljesen, de legalábbis nagyrészt ki lehet küszöbölni azzal, hogy villamos fűtésű kádkemencéket használnak. Ezzel az eljárással jócskán javítható az opálüveg minősége, és az olvasztás is gazdaságosabb (csökkenti az üvegtörmelék-veszteségeket, a nyersanyag-veszteségeket, kisebb a hőfelhasználás stb.). További előny az, hogy kedvezőbbé válnak a munkakörülmények. A beruházási költségek is kisebbek, meghosszabbodik a kád hasznos élettartama, és rövidülnek a karbantartási ciklusok.

A különböző országokban érvényes árak közvetlenül nehezen hasonlíthatók össze, ezért a gazdasági előnyök becslésekor relatív költség-indexeket használtak.

Dobrowolski, S.: Сравнительные исследования варки опалового стекла в ваннных печах с газовым отоплением и в электрических ваннных печах

Хорошо известно, что при варке опалового стекла в обычных ваннных печах возникают многочисленные технологические проблемы, например, включения в стекле, кристаллизация, неоднородности и т. д. При варке потери возникают также и при опалесцирующих реагентах. Эти реагенты теряются с отходящими дымовыми газами, а дымовые газы в свою очередь вследствие содержания фтора являются вредными для окружающей среды. Большую часть вышеупомянутых вредных явлений можно устранить путем применения электрических ваннных печей. За счет этого можно значительно улучшить качество опалового стекла а также повысить, экономичность процесса варки (сократить потери боя, потери сырья, расход тепла и т. д.) Улучшаются также условия работы, сокращаются капиталовложения, увеличивается полезный срок службы печи и т. д.

В связи с тем, что цены различных стран сопоставить невозможно, при оценке экономических преимуществ были использованы относительные расходные показатели.

Dobrowolski, S.: Vergleichsanalyse der Erschmelzung von Opalglas in gasbeheizten bzw. elektrisch beheizten Wannenöfen

Die Tatsache, daß bei der Schmelzung von Opalglas in den herkömmlichen Wannenöfen einige technologische Schwierigkeiten auftreten, ist wohlbekannt (z. B. die Entmischung des Glases, Kristallbildung, andere heterogene Erscheinungen, usw.). Beim Schmelzen kommt es wohl bei den die Opalisierung hervorrufenden Zugaben zu Verlusten. Der Verlust entweicht mit den Abgasen, welche wiederum ihres Fluorgehalts wegen die Umgebung schädigen.

Die angeführten Nachteile des Schmelzprozesses können ganz oder wenigstens größtenteils durch die elektrische Beheizung der Wannenöfen behoben werden. Dadurch ergibt sich auch ein erheblich besseres Opalglas, und der ganze Schmelzprozeß wird dadurch viel wirtschaftlicher (es ergibt sich dabei ein niedrigerer Glasbruch- und Rohstoffverlust, weniger Wärme muß eingeführt werden, usw.). Außerdem werden dadurch auch die Arbeitsverhältnisse in den Werkstätten verbessert, die Investitionskosten liegen niedriger, die Haltbarkeit der Wanne wird dadurch erhöht, usw.

Dobrowolski, S.: Comparative Analysis of Opal Glass Melting in the Gasfired and Electrical Tank Furnaces

It is well known that melting of opal glass in the usual tank furnaces is accompanied by a number of technological inconveniences, e.g. de-mixing of glass, crystallizations, other inhomogeneities etc. During the melting losses of opacifying agents occur. The lost agents escape with the flue gases which are harmful to the environment because of their fluor content. The above disturbances of the melting process can be eliminated or at least avoided to a larger extent by using the electrical heating of the tank furnaces. By this method the quality of opal glass can be greatly improved, and the performance of melting process is much better (lowering of cullet losses, losses of raw materials, lowering of heat input etc.). An additional advantage is improvement in the working conditions of the shops. Also the cost of investment is lower, tank life is prolonged, and its renovation periods are shortened. Because of difficulties in comparing the prices in different countries the estimation of the economic advantages has been made using the method of the relative cost indices.

Zsugorított magnezit és kénsav egyidejű előállítására erőművi füstgázok kéndioxid tartalmának hasznosításával

HORVÁTH TIBOR — NAGY KÁROLY

Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

Ismeretes, hogy azok a hőerőművek, melyek szénrel vagy olajjal működnek, általában 0,2–0,5 térfogat% SO_2 tartalmú füstgázt engednek ki kéményeiken a levegőbe, jelentősen növelve környezetünkben a légkör szennyezettségét. Ennek következtében ott a növényzet károsodik, a fémtárgyakon és berendezéseken pedig nagymérvű korrózió jelentkezik. Ez hazai vonatkozásban is évente kb. 100 millió Ft nagyságrendű kárt okoz. Tanulságos példaként megemlíthető, hogy egyik erőművünkben jelenleg évente 180 ezer t kénsav-monohidrátnak megfelelő mennyiségű kéndioxid távozik a levegőbe hasznosítatlanul.

Másrészt ismeretes az is, hogy a bázikus tűzállóanyaggyártáshoz alapanyagot szolgáltató természetes magnezit-előfordulással nem rendelkezünk. Magnezitimportunk évről évre egyre nehezebben biztosítható, mivel a zsugorított magnezit világszerte keresett cikk.

A légkör szennyezettségének csökkentése, valamint a bázikus tűzállóanyagipar és a kénsavipar nyersanyagellátásának részben hazai forrásból való biztosítása érdekében a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékén egy új, komplex füstgáz-hasznosítású és nyersanyag-nemesítési eljárást dolgoztunk ki.

Az eljárás azon alapszik, hogy a füstgáz kéndioxid-tartalma jó hatásfokkal kivonható a gázból, ha azt magnéziumtartalmú kőzetek, így dolomit (Ca, Mg/CO_3), szerpentin ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), talk ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), vagy klorit ($5\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) hőkezeléssel fellazított szerkezetű porából készült vizes szuszpenzióval 70 °C alatti hőmérsékleten mossuk.

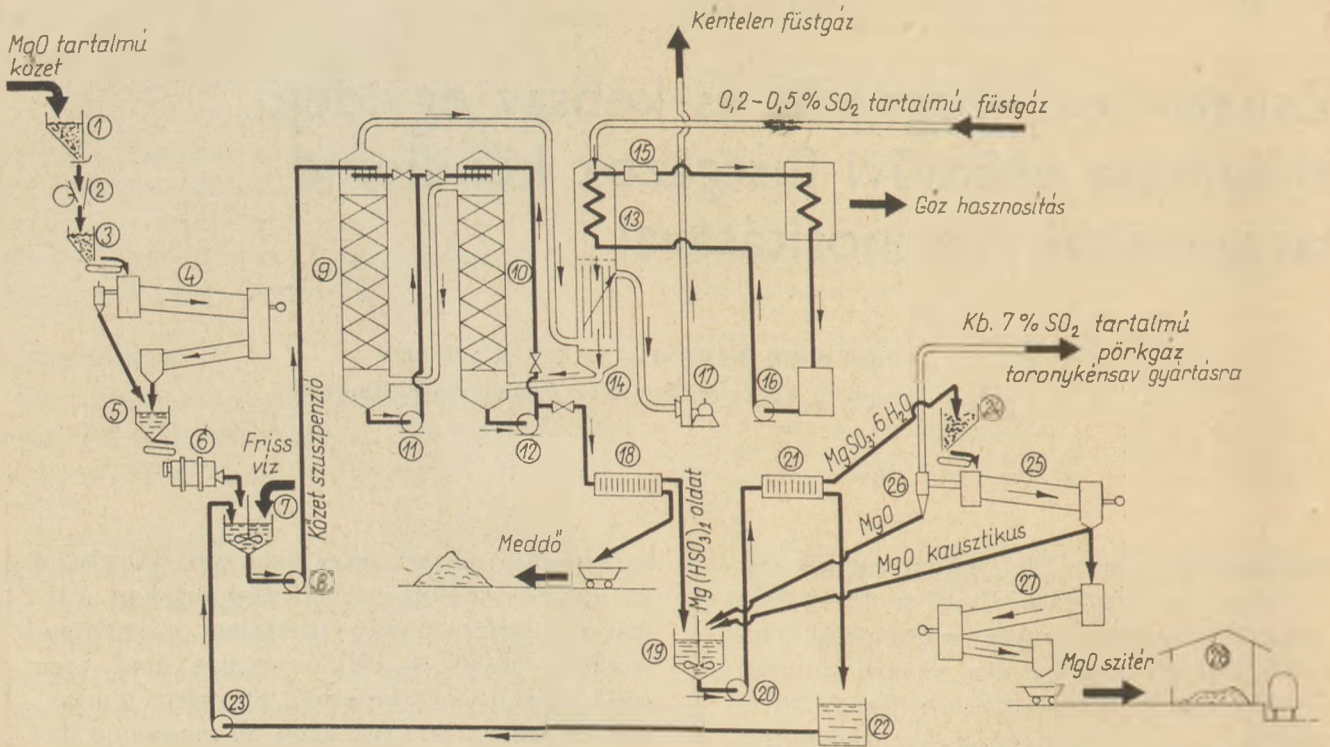
A mosás során a kéndioxid elnyelődik a szuszpenzióban, és magnézium-hidrogén-szulfidként selektíven kioldja annak magnézium-oxid tartalmát. A nyert magnézium hidrogén-szulfid oldatból

kausztkusra égetett magnéziumoxid adagolással kicsapható az oldott magnéziumsó-tartalom. A kivált és leszűrt kristályvíztartalmú magnézium-szulfidot ($\text{MgSO}_3 \cdot 3-6\text{H}_2\text{O}$) szárítás után vagy anélkül kalcinálva 7 térfogat% SO_2 feletti töménységű pörkgázt és kausztkus magnézium-oxidot nyerünk egyidejűleg. Az előbbi torony kénsav, az utóbbi zsugorított magnezit gyártására kiválóan alkalmas.

Az eljárás menetét részletesen a folyamatábrán mutatjuk be (1. ábra). E szerint a magnéziumtartalmú kőzet feldolgozása főréssel és 5 mm átmérő alá való aprítással kezdődik. Ezt követi a termikus kristályszerkezet fellazítás, amely a dolomitnál úgynevezett féligégetéssel, a magnézium-tartalomhoz kapcsolódó szénsavtartalom kiűzésével, a többi hidroxiltartalmú kőzetnél pedig a kötött víztartalom részbeni eltávolításával érhető el. E műveletet célszerűen forgóke-mencében végezzük az egyes kőzetfajtákra optimális hőmérséklet intervallumban. Ez a dolomitnál 750–780 °C, a szerpentinél 600–660 °C, a talknál 850–910 °C, a kloritnál pedig 650–760 °C. A termikus kezelés eredményeként kevéssé kristályos, nagy részében amorf szerkezetű anyagokat nyerünk, melyek e tulajdonságukat vizes közegben is megtartják.

A hőkezelt kőzetekből golyósmalmi finomórlés (<100 μm) után a folyamatban keringő retur-vízzel és a vízvesztés pótlására beadott friss vízzel szuszpenziót készítünk. Ezzel ellenáramban mossuk az előzetesen a szokásos módon portalanított, majd az eljárás során további hőhasznosítással 50 °C hőmérsékletre lehűtött füstgázt. A gáz mosásakor ügyelni kell arra, hogy a zagy pH-ja 4,75 körüli, de minden esetre e feletti értékű legyen.

Ebben az esetben ugyanis a gázmosásnál keletkező kénessav a füstgáz széndioxid-tartalmának



1. ábra. Komplex füstgázhasznosítási eljárás folyamatábrája

1. Darabos kőzetbunker. 2. Pofás törő. 3. Adagolóbunker. 4. Kőzetpörkölő forgókemence. 5. Tároló adagoló bunker. 6. Golyósmalom. 7. Zagykeverő tartály. 8. Zagyszivattyú. 9. Abszorber. 10. Abszorber. 11. Zagyszivattyú. 12. Zagyszivattyú. 13. Hőértékesítő kazán. 14. Hőcserélő hűtő. 15. Gáztartó. 16. Kazantápszivattyú. 17. Füstgáz-ventillátor. 18. Szűrőprés. 19. Semlegesítő. 20. Zagyszivattyú. 21. Szűrőprés. 22. Returvíz tartály. 23. Returvíz szivattyú. 24. Adagoló bunker. 25. Égető pörkölő kemence. 26. Ciklon. 27. Szinterelő forgókemence. 28. MgO-szinter tarolósín

jelenléte miatt szelektíven oldja a kőzet MgO-tartalmát, anélkül, hogy a végtermék zsugorított magnezit minőségét jelentősen befolyásoló szennyezések (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , SiO_2) számottevő mértékben oldódnának.

A gázmosásra habkolonna, rendberakott Raschig-gyűrű töltelékkel töltött torony, vagy egyéb hatásos gázmosó készülék alkalmazható.

A gázmosó berendezésből kikerülő zagy meddő-tartalmát szűréssel vagy ülepitéssel elkülönítjük a nyert magnézium-hidrogén-szulfid oldattól. Ebbe 50–80 °C melegen az eljárás későbbi fázisából származó kausztikusra égetett magnézium-oxidot adagolunk, megfelelő intenzitású keverés közben. A visszaadagolt kausztikus magnézium-oxid mennyiségét célszerű úgy megválasztani, hogy az az oldott magnézium-hidrogén-szulfidhoz képest 1,1–1,2 ekvivalens mennyiségű legyen, hogy a zagy pH-ja 9 fölé emelkedjék a kicsapás teljessége érdekében.

A kivált magnézium-szulfidot, mely a kristályosítás hőmérsékletétől függően 3–6 mol kristályvizet tartalmaz, leszűrjük és 100 °C körüli hőmérsékleten kiszárítjuk. Ez alatt elveszti kristályvíz-tartalmának jelentős részét, és $\text{MgSO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -vá alakul át. Ezt forgókemencében gyengén redukáló

atmoszférában 700–1000 °C hőmérsékleten kalcináljuk, lepörköljük. Ennek során a magnézium-szulfid-monohidrát módosulata elbomlik kausztikus tulajdonságú magnézium-oxiddá 7–10 térfogat% SO_2 tartalmú pörkgáz keletkezése mellett, ami megfelelő mennyiségű levegővel való hígítás után a szokványos torony-rendszerben és eljárással kén-savvá dolgozható fel. Amennyiben nem törekszünk tömény kén-sav előállítására, úgy a szárítás folyamata elhagyható. A kalcinálásnál, melyet célszerűen forgókemencében végzünk, keletkező kausztikus magnézium-oxid egy részét visszavezetjük a folyamatba a magnézium-hidrogén-szulfid oldat megbontására, a fennmaradó részét pedig 1650 °C feletti hőmérsékleten egy másik forgókemencében zsugorított magnezitté zsugorítjuk.

A nyert zsugorított magnezitben a szennyezések teljesen egyenletesen vannak elosztva, összes mennyiségük nem éri el az 5%-ot, ennek következtében bázikus téglák gyártásához kiválóan alkalmas.

Az 1. táblázatban óránként 1 millió Nm^3 0,4 térfogat% SO_2 tartalmú erőművi füstgáz komplex feldolgozásának jellemző paramétereit ismertetjük négyféle hazai magnézium-tartalmú kőzet-féleség felhasználása esetén. E szerint a kőzetfajtától függően a gázmosáshoz 9,4–17,4 t/óra kőzet-

Magnézium-tartalmú kőzetfajták	Veszprémi dolomit	Perkúpai szerpentin	Felsőcsatári	
			talk	klorit
Kémiai összetétel				
SiO ₂		37,17	39,34	29,81
Al ₂ O ₃		4,11	0,70	14,55
Fe ₂ O ₃	0,13	7,40	1,36	7,60
FeO			3,33	
TiO ₂			0,14	0,44
CaO	31,32	0,30	0,70	2,87
MgO	21,09	37,36	29,40	29,10
K ₂ O				0,51
Na ₂ O			0,10	1,50
Izz. vesz.	47,34	13,47	5,41	13,65
Kőzetfelhasználás, to/óra	12,80	9,40	11,50	17,40
Hőkezelési hőmérséklet, °C	750	630	710	900
Vízszükséglet, m ³ /óra	180	210	230	245
Nyert Mg-hidrogén-szulfid oldat, m ³ /óra	163	194	210	215
Mg-hidrogén-szulfid oldat töménysége MgO, kg/m ³	14,8	18,0	17,5	16,0
Visszaadagolt MgO, to/óra	2,35	3,60	3,38	3,30
Termelt pörkgáz 1000 Nm ³ /óra	20,7	42,3	41,0	31,8
Gyártott kénsav monohidrát, to/óra	6,20	12,90	12,40	9,60
Termelt kausztikus MgO, to/óra	4,40	6,72	6,32	6,18
Gyártott magnezit szinter, to/óra	2,05	3,12	2,94	2,88
Magnezit szinter MgO tartalma, %	95,6	97,5	97,0	96,0

mennyiség szükséges, a mosás során óránként 163–245 m³ 14,8–18,0 kg/m³ MgO töménységű hidrogén-szulfid oldatot nyerünk, amiből 6,2–12,9 to/óra kénsav mono-hidrát és ezzel egyidejűleg 2,05–3,12 t/óra zsugorított magnezit állítható elő 95,6–97,5% MgO tartalommal. Az eljáráshoz legkedvezőbb nyersanyag a szerpentin, a legkedvezőtlenebb a klorit annak ellenére, hogy a dolomittal kevesebb zsugorított magnezit nyerhető, mint klorittal, mivel a magnézium-oxid kioldás határfoka dolomitnál 72,5%, szerpentinél 86,2%, talknál 84,2%, de a kloritnál csak 55,0%.

Ha az eljárás egy kb. 1 millió Nm³/ó 0,4 térfogat% SO₂ tartalmú füstgázt termelő szén vagy olajtüzelésű hőerőműhöz kapcsolódva megvalósításra és alkalmazásra kerülne, úgy ezzel évente 23 ezer t zsugorított magnezitet (hazai szükségletnek kb. felét) és 93 ezer t kénsav mono-hidrátnak megfelelő mennyiségű torony kénsavat lehetne előállítani szerpentin kőzet felhasználásával.

IRODALOM

152.841 sz. magyar találmány

Horváth Tibor—Nagy Károly: Zsugorított magnezit és kénsav egyidejű előállítására erőművi füstgázok kén-dioxid-tartalmának hasznosításával

Az új eljárás szerint a füstgáz SO₂-tartalma kivonható a gúzból, ha azt előzetesen hőkezelt MgO-tartalmú kőzetek (dolomit, szerpentin, klorit, talk) vizes szuszpenziójával 70 °C alatti hőmérsékleten mossuk. A mosás során az SO₂ magnézium-hidrogén-szulfid formájában szelektíven oldja a kőzet MgO-tartalmát. Az oldatból kicsapható magnézium-szulfidot kalcinálva 7 térf. % SO₂ tartalmú pörkgázt és kausztikus magnézium-oxidot nyerünk egyidejűleg. A pörkgázból torony-kénsav és a kausztikus MgO-ból zsugorított magnezit állítható elő.

Хорват, Т.—Надь, К.: Комплексное производство спекшегося магнетита и серной кислоты путем утилизации двуокиси серы, содержащейся в дымовых газах ТЭЦ

Согласно разработанному новому методу SO₂ выделяется из дымового газа, если породы, содержащие MgO (долomit, серпентин, хлорит, тальк), подвергнутые тепловой обработке, промыть при температуре ниже 70 °C водной суспензией. В процессе промывания SO₂ селективно растворяет MgO породы в виде — сульфита магнезии. Путем кальцинации сульфита магнезии, выделенного из раствора, получаем одновременно колчеданный газ, содержащий 7 объем%. SO₂ и каустическую окись магния. Из колчеданного газа может быть получена башенная серная кислота, а из каустической окиси магния — спекшийся магнетит.

Horváth, T.—Nagy, K.: Gleichzeitige Herstellung von Sintermagnetit und Schwefelsäure beim Verwerten des Schwefeldioxydgehalts der Kraftwerkrauchgase

Das neue Verfahren ermöglicht die Abscheidung des Schwefeldioxydgehalts vom Rauchgas, wenn dasselbe — bei einer Temperatur unter 70° — mit der Suspension vorangehend wärmebehandelter, Magnesiumoxyd enthaltender Gesteine (Dolomit, Serpentin, Chlorit, Talk) durchgespült wird. Das Schwefeldioxyd löst im Laufe des Waschprozesses den Magnesiumoxydgehalt in der Form von saurem Magnesiumsulfit aus dem Gestein heraus. Durch Kalzinieren des aus der Lösung abgetrennten Magnesiumsulfits erhält man gleichzeitig ein Röstgas, welches 7 Volumprozent Schwefeldioxyd enthält, ferner kaustisches Magnesiumoxyd. Aus ersterem kann Schwefelsäure, aus letzterem Sintermagnetit gewonnen werden. (S. G.)

Horváth, T.—Nagy, K.: Process for the simultaneous preparation of sintered magnetite and sulfuric acid by utilisation of SO₂ contents of flue gases

A new method is described by which the SO₂-content of flue gases can be removed by washing the gases at temperatures below 70 °C with an aqueous suspension of preliminarily heat-treated MgO-bearing rocks (dolomite, serpentine, chlorite, tale). During this process the MgO content of the rock is selectively dissolved as magnesium hydrogensulfite which can be subsequently precipitated as magnesium sulfite. Calcination of magnesium sulfite yields simultaneously caustic magnesia and a gas containing 7 vol. % SO₂; the former can be processed to give sintered magnetite, the latter tower sulfuric acid.

HIRDESSZEN AZ

ÉPÍTŐANYAG

CÍMŰ FOLYÓIRATBAN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

**Lapkiadó Vállalat,
Budapest VII., Lenin körút 9—11.**

ÉPÍTKEZŐK!

Elsőosztályú bányakavics vagonba rakva: 120 Ft/m³;
Budapest—Vác műúton a 30-as km-kőnél levő bányánkban, gépkocsira felrakva: 54 Ft/m³.
Megrendelés a bányában, vagy az Alagi Állami Tangazdaságnál (Balaj) Dunakeszi. Telefon: Dunakeszi 35, vagy Bp. 493-512.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított „Petrik Lajos” pályadíjra.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet az alábbi témakörökben:

1. Az építőanyagipari nagyberuházások kivitelezési idejének optimalizálása, továbbá a megvalósulási idők reális csökkentése útján elérhető gazdasági eredmények.
2. Építőanyag gyártó gépsorokon belül tartalékkapacitás képzésének szükségessége és ennek gazdasági hatásai (beruházási költség, termelés biztonsága stb.).
3. Javaslat kidolgozása a szilikátipari gyártó berendezések automatizálása legkedvezőbb mértékére, valamint a várható gazdasági eredmények értékelése.
4. Számítógépes irányító rendszerek alkalmazási lehetőségeinek és feltételeinek vizsgálata az építőanyag gyártó iparágakban. Részletes modell kidolgozása egy választott technológiára.
5. Javaslatok kidolgozása az iparági és iparágközi karbantartó szolgálat és szervizbázis létrehozására az építőanyagiparban.
6. Szilikátipari és építőanyag gyártástechnológiai folyamatokban a por- és zajártalom csökkentésére, továbbá a munkahelyi ergonómiai követelmények kielégítésére vonatkozó javaslat kidolgozása.
7. Korszerű, az egész szilikátiparban elterjeszthető szállítási és anyagmozgatási módszerek kidolgozása.
8. Korszerű csomagolási és rakodási eljárások kidolgozása különböző szilikátipari gyártmányfajtákra. (Pl. porcelán-, üvegipari, cementipari, azbeszt-cement és mészgyártmányok stb.)
9. Komplex vizsgálati módszerek kidolgozása különböző gyártástechnológiai folyamatok ellenőrzésére és számítógépes irányításra.
10. Egyes szilikátipari gyártástechnológiák fejlődési tendenciái, különös tekintettel a számítógépes irányítás követelményeire. Ezen belül vizsgálandók a meglévő technológiák számítógépes irányításának lehetőségei, illetve feltételei és követelménye, továbbá az új technológiai rendszerekkel szemben támasztott követelmények.
11. Módszer kidolgozása különböző korú és felhasználási célú kőzetfajták termelésének, jövesztésének optimalizálására. (Ezen belül pl. gépesítés, gépi berendezések összehangolása, meddő-leválasztás stb.)
12. Gazdasági irányítási rendszerünk irányvonalával összhangban az optimális gazdálkodási módszerek körvonalazása és ösztönzők kidolgozása.
13. Olyan termelési, szervezési javaslatok kidolgozása a szilikátiparra, melyek megvalósításával a jelentkező munkaerőgondok csökkenthetők.
14. Javaslatok kidolgozása a szilikátipar vállalatainál a forgóalapok optimális meghatározására és tartására. Ennek hatása a vállalatok pénzügyi gazdálkodására.

15. Az állóeszköz bővítés és a közgazdasági szabályozók működésének kölcsönhatása a tervezett nagyberuházásoknál a IV. 5 éves tervidőszak során.
16. Szilikátipari vállalatok műszaki fejlődését gyorsító belső szervezési feladatok és elemzési módszerek kidolgozása.
17. Népművészeti formakincsek és díszítőelemek felhasználása a különböző építőanyag-fajtáknál (rég és új technológiák esetében).
18. Meglevő és gyártásra javasolható szilikátipari termékek alkalmazása újszerű díszítési, homlokzati és burkolási feladatok megoldásában. Ezen belül a szintartóság és élettartam fokozása.

Az egyesület elnöksége az alábbiakra hívja fel a pályázók figyelmét:

1. A pályázati beadásokhoz mellékelni kell egy nyilatkozatot, hogy a pályamunka nem kutatási téma, — nem disszertáció, — önálló, — eddig sehol nem publikált munka.
A pályázó tudomásul veszi, hogy a publikálás joga elsődlegesen az egyesület „Építőanyag” című folyóiratáé.
2. Úgy egyéni, mint csoportosan (kollektíva által) kidolgozott pályaműveket lehet benyújtani.
3. A pályázatok elbírálásánál a bíráló bizottság igyekszik előnyben részesíteni azokat a pályamunkákat, amelyek:
 - a) a szilikátipar egészét érintő, de egy-egy konkrét példára is kidolgozottak;
 - b) az általános elvi kidolgozáson túlmenően több iparágban is megvalósíthatók.

A pályamunkák 2 példányban, (1 eredeti, egy másolat) a szabványnak megfelelő 25 soros, ritkán gépelt oldalakon, — ábrajegyzékkel küldendő be az egyesület titkárságára.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.

A pályamunkán fel kell tüntetni a pályázó nevét, címét, munkahelyét.

Pályadíjak:

- I. fokozat 6000,— Ft
- II. fokozat 4000,— Ft
- III. fokozat 3000,— Ft

A díjazásban nem részesülő pályaművek közül a bíráló bizottság a legjobbakat 2000,— forintig terjedő pénzjutalomban részesítheti. Az egyes iparágak a számukra értékes tanulmányokat további nívódíjban részesíthetik.

A bíráló bizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valamelyik fokozatát visszatartsa vagy megossza.

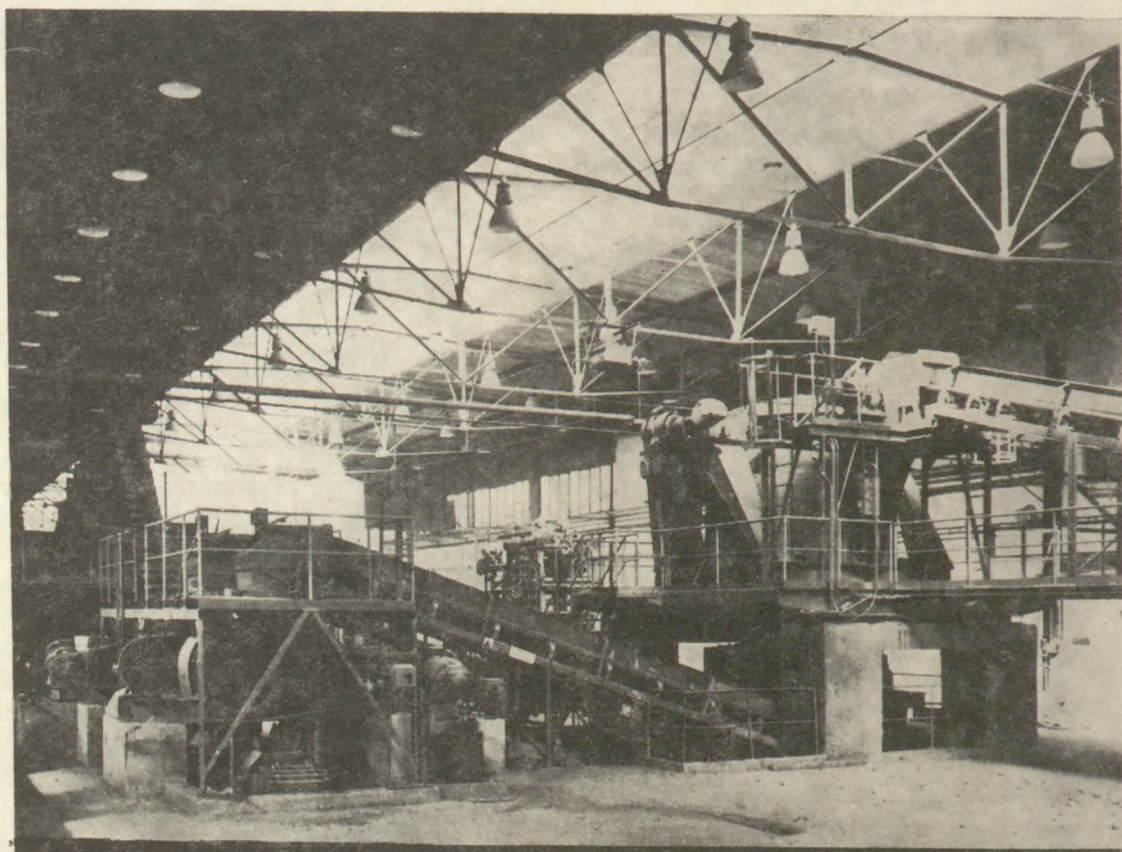
A pályamunka beküldési határideje: 1972. szeptember 1.

KOMPLETT BERENDEZÉSEK ÜZEMFEJLESZTÉSEK

a téglaiipar számára

Kulcsátadásra kész létesítmények

Nagyteljesítményű előkészítővonalak • Alagútkemence építés



Az ábra egy 40t/ó teljesítőképességű téglalapanyag-előkészítő vonalat mutat. A berendezés a következő részekből áll: speciálisan kifejlesztett kalapácsos őrlő hengerekkel, nedves kollerjárat, lágyítókeverő két kihordóhellyel és két hengeres differenciál finomapritó.



Exportálja:

pragoinvest

Praha 9, Českomoravská 23

PREROV MACHINERY

Csehszlovákia