

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

2

*XX. ÉVFOLYAM · BUDAPEST 1968. FEBRUÁR*

A mész- és cementipar,  
az üvegipar-, a finom-  
kerámia-, a téglá-, cserép-  
és kő-kavicsipar tudomá-  
nyos szakirodalmi folyóirata

\*

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

\*

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Knapp Oszkár

Dr. Kovács Róbert

Kudelka Dénesné

Lenkei György

Magyar István

Dr. Soltész Gáspár

Szabó Elek

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

\*

Szerkesztőség:

Budapest V., Szabadság

tér 17

Telefon: 124-438

\*

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest VII.

Lenin körút 9—11

Telefon: 221-285

\*

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. — Elő-  
fizethető a Posta Központi Hírlap  
Irodánál (Budapest V., József  
nádor tér 1. Telefon: 180-850)  
és minden postahivatalnál. A folyó-  
irat külföldre előfizethető: „Kul-  
túra” P. O. B. 149. Budapest 62.  
Előfizetési díj: ¼ évre 22,50,— Ft;  
félre 45 — Ft; egyes szám ára:  
7,50,— Ft. — Csekkszámlaszám  
egyéni 61.252; közületi 61.066 vagy  
átutalás az MNB 8. sz. folyószám-  
lajára

08.2., 6388 Révai Nyomda,  
Budapest V., Vadász utca 16.  
F. v.: Povárnai Jenő

Index: 25,250

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

### TARTALOMJEGYZÉK

|                                                                                                                                                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Albert János: A téglagyagok ásványi alkatrészei és az égetésük folya-<br>mán végbemenő reakciók .....                                                                           | 33     |
| Butt Ju. M.—Kolbaszon V. M.—Topilskij I. J. G. V.: A környező hő-<br>mérséklet befolyása a kalcium-szilikátok hidratációs termékeinek<br>összetételére és tulajdonságaira ..... | 38     |
| Gálos Miklós—Kürti István: Kőzetek fagyállósági vizsgálata .....                                                                                                                | 43     |
| Tóth Kálmán—Weöres László: Hő- és hangszigetelés az építőiparban .....                                                                                                          | 50     |
| Kudelka Dénesné: Téglaiipari agyagok minősítése .....                                                                                                                           | 53     |
| Szakosztályi pályázatok értékelése .....                                                                                                                                        | 57     |
| A. I. Avgusztinik: Agyagásvány-víz rendszerek .....                                                                                                                             | 58     |
| Könyvismertetés .....                                                                                                                                                           | 63, 71 |
| Barna László—Udvardi Miklós: Szilikátok MgO-tartalmának közvet-<br>len meghatározása EGTE és EDTA kelátkomplex-képzőkkel ...                                                    | 64     |
| Bálint Pál: Hazai gőzfeltárási kísérletek tapasztalatai .....                                                                                                                   | 69     |
| Az Építésügyi Tájékoztatói Központ Külföldi Lapszemléje                                                                                                                         |        |

### СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Янош Алберт: Минеральные составляющие кирпичных глин и ре-<br>акции, протекающие при их обжиге .....                                                                       | 33 |
| По статье Ю. М. Бутта В. М. Колбасова Г. В. Топильского: „Вли-<br>яние температурных условий среды на состав и свойства продук-<br>тов гидратации силикатов кальция” ..... | 38 |
| Талаш, Миклош—Кюрты, Иштван: Исследование морозостойкости<br>каменных пород .....                                                                                          | 43 |
| Тот, Кальман—Вереш, Ласло: Тепло- и звукоизоляция в строитель-<br>стве .....                                                                                               | 50 |
| Куделка Денешне: Качественная оценка глин кирпичной промыш-<br>ленности .....                                                                                              | 53 |
| А. И. Аугустиник: Системы воды плинистых минералов .....                                                                                                                   | 58 |
| Ласло Барна—Миклош Удварди: Определение содержания MgO в си-<br>ликатах с помощью келатных комплексонов EGTE и EDTA ...                                                    | 64 |
| Пал, Балинт: Отчетственные эксперименты по обработке глин паром                                                                                                            | 69 |

### IN H A L T

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Albert, János: Mineralische Bestandteile der Ziegelerden und die<br>Reaktionsvorgänge während ihres Ausbrennens .....                                    | 33 |
| Butt, Ju. M.—Kolbasov, W. M.—Topilski, G. W.: Einfluß der Tem-<br>peratur auf die Zusammensetzung der Hydratationsprodukte von<br>Kalziumsilikaten ..... | 38 |
| Gálos, Miklós—Kürti, István: Untersuchung der Gesteine auf Frost-<br>beständigkeit .....                                                                 | 43 |
| Tóth, Kálmán—Weöres, László: Wärme- und Schalldämmung in der<br>Bauindustrie .....                                                                       | 50 |
| Frau Kudelka, Judith: Qualifizierung der Ziegellehme .....                                                                                               | 53 |
| Avgusztinik, A. I.: Tonmineralien-Wassersysteme .....                                                                                                    | 58 |
| Barna, László—Udvardi, Miklós: Bestimmung des MgO-Gehaltes von<br>Silikaten mittelst EGTE und EDTA Kelatkomplex-Bildner ...                              | 64 |
| Bálint, Pál: Heimische Versuchsergebnisse bei der Heißaufbereitung                                                                                       | 69 |

### C O N T E N T S

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Albert, János: Mineralogy of Brick Clays and their Thermal Reactions .....                                                                            | 33 |
| Butt, Yu. M.—Kolbasov, V. M.—Topilski, G. V.: The Effect of Tem-<br>perature upon the Composition of Hydration Products of Calcium<br>Silicates ..... | 38 |
| Gálos, Miklós—Kürti, István: Frost Resistance Examination of Rocks .....                                                                              | 43 |
| Tóth, Kálmán—Weöres, László: Thermal and Sound Insulation in the<br>Building Industrie .....                                                          | 50 |
| Kudelka, Judith (Mrs.): Qualification of Brick Clays .....                                                                                            | 53 |
| A. I. Avgusztinik: Clay Mineral-Water Systems .....                                                                                                   | 58 |
| Barna, László—Udvardi, Miklós: The Analytical Determination of<br>Magnesia in Silicates Using EGTE and EDTA Complexing Agents .....                   | 64 |
| Bálint, Pál: Experiences Collected in Steam Tempering Experiments<br>of Clays in Hungary .....                                                        | 69 |



# A téглаagyagok ásványi alkatrészei és az égetésük folyamán végbemenő reakciók\*

ALBERT JÁNOS

## 1. A téглаagyagok ásványi összetétele

A kerámiai építőanyagok gyártására felhasznált téглаagyagok általában 1250°C-nál alacsonyabb olvadáspontú, színesre égő közönséges agyagok. Változatos összetételű képlékeny agyagásványokból és nem képlékeny ásványi alkatrészekből állanak.

Az agyagásványok a kaolin, montmorillonit, hidrocsillám vagy illit és klorit csoportokba tartoznak.

A kaolinok  $\text{Al}_2(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5]$ ,  $\text{SiO}_4$  tetraéder és  $\text{Al}(\text{O}, \text{OH})_6$  oktaéder rétegek egyesüléséből keletkezett kettős rétegű ásványok.

A montmorillonit csoport ásványai  $\text{Al}_2(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]_n \cdot \text{H}_2\text{O}$ , hármas rétegűek; két  $\text{SiO}_4$  tetraéderekből álló réteg fogja közbe az  $\text{Al}(\text{O}, \text{OH})_6$  oktaéderekből felépített réteget és a hármas rétegek közé adszorpciós vírzéteg van beépítve.

Az ugyancsak hármas rétegű hidrocsillám-, vagy illit csoport ásványaiban  $(\text{K}, \text{H}_2\text{O})\text{Al}_2(\text{OH})_6[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$  és  $(\text{K}, \text{H}_2\text{O})\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$ , a közepén helyet foglaló  $\text{Al}(\text{O}, \text{OH})_6$  illetőleg  $\text{Mg}(\text{O}, \text{OH})_6$  oktaéder réteget két olyan  $\text{SiO}_4$  tetraéder réteg határolja, amelyben minden negyedik  $\text{Si}^{4+}$  kation helyét  $\text{Al}^{3+}$  kation helyettesíti, a hármas rétegeket pedig  $\text{K}^+$  ionokból és adszorbeált vízből álló réteg kapcsolja össze.

Végül a klorit csoport ásványai  $\text{Mg}_3(\text{OH})_6\text{Mg}_2(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ , egyszerű brucit-rétegből és  $\text{SiO}_4$  tetraéder rétegek közé zárt  $\text{Mg}(\text{O}, \text{OH})_6$  oktaéder rétegekből felépülő talk réteg-komplexumból állanak.

A tetraéder rétegekben a  $\text{Si}^{4+}$  kationt  $\text{Al}^{3+}$  kation, az oktaéder rétegekben az  $\text{Al}^{3+}$  és  $\text{Mg}^{2+}$  kationokat  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  stb. kationok helyettesíthetik; a tetraéderek külső  $\text{O}^{2-}$  ionjainak szabad vegyértékei pedig különböző kicserélhető kationokkal lehetnek lekötve.

Az agyagásványok közül általában az illit van túlsúlyban, a kaolin, montmorillonit, vagy klorit hiányozhatnak. Vannak azonban montmorillonitban dús téглаagyagok is.

A téглаagyagok fontosabb nem képlékeny ásványai — az akcesszorikus alkotórészeket figyelmen kívül hagyva — a szilíciumoxid  $\text{SiO}_2$  különböző módosulatai, elsősorban a kvarc, a nátrium-, kalium-, kalciumföldpátok  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  és elegykristályaik, a kalcit,  $\text{CaCO}_3$ , dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  és a vas (III) hidroxid  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

A téглаagyagokat felépítő ásványok túlnyomórészt kristályos fázisban, egyrészük azonban amorf fázisban van jelen. Az ásványok meghatározását 1—3% abszolút pontossággal Náray—Szabó és Pé-

ter [1964] új röntgendiffrakciós vizsgálati eljárása tette lehetővé.

Az agyagok képlékeny masszájából formázott testek az alkatrészeik között égetésüknél lejátszódó reakciók során képlékenységet elvesztve, vízzel, mechanikai és légköri behatásokkal szemben ellenálló kerámiai anyaggá alakulnak át. Égetési hőmérsékletük általában 900—1050°C, a legalacsonyabb a kerámiai anyagok között.

## 2. Az agyagásványok reakciói

A kaolin hőokozta reakciót Grofcsik [1961] összefoglaló tanulmányai alapján vázoljuk. A kaolinit 400—650°C között a  $\text{OH}^-$  ionjaiból képződő víz távozása után metakaolinná,  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  alakul át. A metakaolin 850—870°C-on  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és amorf  $\text{SiO}_2$ -ra bomlik és bomlástermékeiből 900 és 1400°C hőmérséklet határok között mullit  $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$  képződik az amorf  $\text{SiO}_2$  krisztobalittá kristályosodása közben. A mullit összetétele nem állandó,  $\text{Al}_x\text{Si}_y\text{O}_z$  is lehet. Brindley és Nakahira [1959] szerint a mullitképződés csak 1200°C-on indul meg, miután előzőleg a metakaolin szilíciumoxid-kiválás mellett 950—1000°C-on alumínium-szilíciumspinellé  $\text{Al}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , majd 1100—1200°C-on szilimanittá  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  alakul át.

A montmorillonit-ásványok Bradley és Grim [1951] vizsgálatai szerint adszorpciós víztartalmukat 100—300°C-on, az  $\text{OH}^-$  ionjaiból képződő vizet 400—800°C-on elvesztve 800—900°C-on megbomlanak. Bomlástermékeiből 900—1200°C-on magnézium és vas-spinell  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ , továbbá  $\beta$ -kvarc, 1050 és 1300°C hőmérséklet határok között pedig mullit  $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$  és krisztobalit képződnek; ezeken kívül a montmorillonit változatos összetételétől függően ensztatit  $\text{MgSiO}_3$ , kordierit,  $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ , anortit  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  és periklasz  $\text{MgO}$ . 1000°C-tól kezdődően megjelenik az üveges fázis is és ez 1150 és 1350°C között a kristályos fázisokat fokozatosan feloldja.

A hidrocsillám v. illit csoport ásványai termikus reakcióinak tanulmányozása is Grim és Bradley [1940] nevéhez fűződik. Az adszorbeált és a  $\text{OH}^-$  ionokból képződő víznek 100—250°C-on, illetve 350—700°C-on történő távozása után 800—900°C-on megszűnik a kristályrács stabilitása és szétesik, 850°C-on megindul a magnézium- és vas-spinell,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ , képződése. 950 és 1300°C között a mullit  $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$  és a hematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a leggyakoribb képződmények, de az ensztatit  $\text{MgSiO}_3$ , leucit  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$  és az  $\alpha$  korund  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  is megjelenhetnek. 1200°C-tól kezdődően a reakciótermékek között egyre fokozottabb mértékben képződő kaliumüveg a kristályos fázisokat fokozatosan feloldja, 1300°C-on egyedül a korund marad meg kristályos állapotban.

A változatos és pontosan nem ismert összetételű kloritásványok reakcióit Brindley és Ali [1950]

\* A IX. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.



a következőkben összegezik. A  $\text{OH}^-$  ionokból képződő víz a brucit-rétegből 400—700°C-on, a talk-rétegből 700—800°C-on távozik, majd a rácsszerkezet átrendeződik és szétesik. A bomlástermékekből 850 és 1200°C között három kristályos fázis képződik: az olivin  $(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$ , azaz a forszterit  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  és a fayalit  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ , alacsony olvadáspontú elegykristályai, magnézium- és vas-spinell  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{FeAl}_2\text{O}_4$  és végül ensztatit  $\text{MgSiO}_3$ . Nem sokkal a kristályos fázisok kiválása után az üveges fázis is megjelenik; képződési hőmérsékletére azonban pontos adatok még nincsenek.

### 3. A kalcit és dolomit reakciója szilíciumdioxiddal

A  $\text{CaCO}_3$ , illetve a  $\text{CaO}$  és  $\text{SiO}_2$  szilárd fázisú reakciója, mint azt *Hüttig* és *Rosenkranz* [1931], valamint *Kräger* és *Illner* [1936] kimutatták, már 500—600°C-on megindul. A téglagyagok égetésénél képződő kalcium szilikátok minőségére és mennyiségére általános érvényű törvényszerűségek nincsenek. Mono- és dikalciumszilikát  $\text{CaSiO}_3$  és  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ , valamint tricalciumdiszilikát  $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$  egyaránt felléphetnek a reakciótermékekben.

A  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , illetve a  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  és  $\text{SiO}_2$  reakciója nem teljesen tisztázott. *Stegmüller* [1956] szerint 1000°C körül primer fázisként dikalciumszilikát  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  képződik, kevés merwinit  $\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$  mellett, ez utóbbi azonban huzamosabb hevítés után megbomlik és a végső termék dikalciumszilikát és magnéziumoxid keverékéből áll. *Buntentbach* és *Müller-Hesse* [1961] szerint az akermanit  $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  képződésének is meg van a lehetősége.

### 4. A kalcit reakciói az agyagásványokkal

*Jander* és *Petri* [1938] továbbá *Hedvall* [1941] a kalcit és kaolimból álló nyersanyag-keverékben levő  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$  komponensek szilárd fázisban végbemenő reakcióit tanulmányozták 700 és 1100°C hőmérséklet határok között. Megállapításaik szerint a hevítés első szakaszában  $\text{CaAl}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$  összetételű kalciumaluminátok és  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  kalciumszilikátok képződnek. *Kühl* [1951] szerint az aluminátok képződése megelőzi a szilikátokét. A hevítés második szakaszában az aluminátok a  $\text{SiO}_2$ -dal vagy  $\text{CaSiO}_3$ -tal, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ -tal reakcióba lép és gehlenit,  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$  képződik. A hevítés harmadik szakaszában a gehlenit a feleslegben levő  $\text{SiO}_2$ -dal, illetve az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$ -dal anortittá,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  alakul át.

*Ludwig*, *Müller-Hesse* és *Schwiete* [1960] kísérleteik során megállapították, hogy a kalcit és kaolin 1:3 arányú keverékében 900°C-on dikalciumszilikát és gehlenit képződik, 1000°C-on megjelenik az anortit is, és mennyisége a hőmérséklet növelésével a gehlenit rovására fokozódik. A kalcit és illit, valamint a kalcit és montmorillonit keverékében az anortit-képződés intenzívebb. A kalcit és montmorillonit 1:4 arányú keverékében magasabb hőmérsékleten a reakciótermék túlnyomórészt anortitból áll.

### 5. A kalcium-, magnézium és alumíniumoxid reakciói vas (III) oxiddal vas (II) (III) oxiddal és szilíciumdioxiddal

A  $\text{CaO}$  és  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  szilárd fázisban 450—550°C-on lép egymással reakcióba *Hedvall* és *Sandberg* [1938] kísérletei szerint; primer fázisként monokalciumferrit,  $\text{CaFe}_2\text{O}_4$ , képződik és az a hőmérséklet növelésekor dikalciumferritté,  $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$  alakul át.

A  $\text{MgO}$  és  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  összetevőből álló magnéziumferrit,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ , képződésének kezdeti hőmérséklete 600°C *Roberts* és *Merwin* [1931] megállapítása alapján.

Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -dal 800°C-on lép egymással reakcióba. *Hüttig* 1935 vizsgálatai szerint vas (III) oxid-alumíniumoxid elegykristályok,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  képződnek.

A  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  keverékből 800—1100 fokon szilárd fázisban képződő vegyület a *Brownmiller* [1928] által felfedezett tetrakalciumaluminétferrit. Ez a vegyület olyan dikalciumferritnek tekinthető, melyben a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ot felerészben  $\text{Al}_2\text{O}_3$  helyettesíti: 2  $\text{CaO}$ , 0,5  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,5  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , összetétele azonban nem állandó, tág határok között változhat.

A  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a  $\text{SiO}_2$ -dal nem alkot vegyületet; csak szilárd oldatot, mint azt *Hedvall* és *Sjöman* [1930] megállapította. A  $\text{FeO}$  és  $\text{SiO}_2$  1200°C-ra felhevített keverékből, illetve olvadákból, melyben a  $\text{FeO}$  *Muon* 1955 szerint nem tiszta állapotban, hanem  $\text{Fe}$ -t és  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ot tartalmazó wüstit-nek nevezett keverék alakjában van jelen, az alacsony olvadáspontú fayalit  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  válik ki; a fayalit a  $\text{SiO}_2$ -dal 1150°C-on olvadó eutektikumot képez.

A  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$  keverékből *Hansen* és *Bugue* [1926] vizsgálatai szerint három összetevős vegyület nem képződik, csak kalciumszilikátokból és kalciumferritekből álló vegyületek, melyek egymással, továbbá  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -dal és  $\text{SiO}_2$ -dal 1100—1185 fokon olvadó eutektikumokat alkotnak.

A  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$  és  $\text{SiO}_2$  keverékéből *Bowen* és *Schairer* [1935] szerint szilárd fázisban két kb. 1200°C olvadáspontú könnyen bomló vegyület képződik, a vasmonticellit  $\text{CaFeSiO}_4$  és a vasakermanit  $\text{Ca}_2\text{FeSi}_2\text{O}_7$ , melyek egymással 1150°C alatt olvadó eutektikumokat és elegykristályokat alkotnak. A  $\text{MgO}$  a  $\text{FeO}$  és  $\text{SiO}_2$ -dal háromösszetevős vegyületet nem képez.

A  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$  keverékének szilárd fázisú reakcióit *Lea* és *Parker* [1934] tanulmányozták. Vizsgálataik szerint csak két- és háromösszetevős, egymással eutektikumokat alkotó vegyületek képződnek. Amennyiben a rendszerhez ötödik összetevőként  $\text{MgO}$  is csatlakozik, az utóbbi a reakciótermékben legtöbbször periklasz,  $\text{MgO}$  formában jelentkezik esetleg a binér és ternér vegyületekben kis részben a  $\text{CaO}$ -ot helyettesíti.

### 6. Alkálisilikátok és alkáli- földalkálisilikátok-, alkáli- és alkáli- földalkáli- alumínium-, valamint vas(III) szilikátok és reakcióik

Alkálisilikátok a téglagyagokban előforduló alkálil karbonátok, továbbá az agyagásványokból felszabaduló lazán kötött alkáliionok és finomeloszlású kvarc, vagy amorf szilíciumdioxid szilárd fázisú reakciója során keletkezhetnek 800°C-nál



alacsonyabb hőmérsékleten. Földalkálivegyületek, illetve oxidok jelenlétében alkáli- földalkáliszilikátok is képződhetnek. Az alkáloxidok, földalkáloxidok és szilíciumdioxidból álló keverékek szilárd fázisú reakcióit *Kröger és Fingas* [1936] továbbá *Kilajgorodszkij és Tykacsinszkij* [1948] tanulmányozták.

Az alkáli- és alkáli-földalkáliszilikátoknál nagyobb jelentősége van a téglagyagok égetésénél az alkálialumíniumszilikátoknak. Fontosabb ásványok az 1125°C-on olvadó nátriumföldpát vagy albit  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ , az 1118°C-on inkongruensen olvadó kaliumföldpát ortoklasz és szanadin, adular, valamint mikroklin változatai,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  és az egymással, továbbá a kalciumföldpáttal vagy anertittel  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , képezett elegykristályaik és az 1300°C-on olvadó káliumcsillám, vagy muszkovit  $\text{KAl}_2(\text{OH})_2 [\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]$ .

A földpátok jellemző sajátossága, hogy felhevítésük folyamán 900°C-tól kezdődően fokozatosan nagyviszkózitású olvadékokká válnak. A káliumföldpát inkongruens olvadásakor képződő kavasavdús olvadékból leucit;  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ , kristályosodik ki. A mikroklin új kristályos fázisként is felléphet a kiégetett agyagban az alkatrészek szilárd fázisú reakciójának eredményeképpen. A leucit is megjelenhet új kristályos fázisként az agyag égetése során. *Stegmüller és Ney* [1955] vizsgálatai szerint a leucit és muszkovit és kalcit között szilárd fázisban lejátszódó reakciónak közbenső szakaszában mutatható ki; a reakció végső termékei dikalciumszilikát  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ , gehlenit  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{SiO}_7$  és kalszilitből  $\text{KAlSiO}_4$  állanak.

A téglagyagok égetésénél az alkalivas(III)-szilikátok képződésének is megvan a lehetősége. Ilyenek a 990°C-on olvadó akmit (egirin)  $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$  és a 930°C-on olvadó, az ortoklással izomorf vasortoklasz  $\text{KFeSi}_3\text{O}_8$ , melyből inkongruens olvadás közben vasleucit  $\text{KFeSi}_2\text{O}_6$  válik ki. A szilikátok egymással elegykristályokat és alacsony olvadáspontú eutektikumokat képeznek és ezeknek a téglaiipari termékek anyagtulajdonságainak kialakulásában döntő jelentősége van.

## 7. A kiégetett téglagyagok vizsgálati adatai

A közönséges agyagokból formázott kerámiái anyagok égetésénél képződő reakciótermékek röntgenanalitikai vizsgálatát elsőként *Brownell* [1951] végezte. Vizsgálatait kiegészítik *Hedges* [1961] kísérletei, melyek során megállapította, hogy a tégláégetés optimális hőmérsékletén kiégetett anyagokban mennyiben változik a kristályos és üveges fázisú képződmények viszonylagos mennyisége, ha az égetés időtartamát növeljük. Vizsgálataik eredményei a következők.

A mészszegény anyagokból a tégláégetés hőmérsékletén kiégetett termékek alkatrészei túlnyomórészt kvarc, krisztobalit, hematit, mullit, korund és mikroklin kristályos fázisokból és amorf fázisú üvegolvadékból állanak. Az égetés időtartamának növelésével a krisztobalit mennyisége a kvarc rovására növekszik, úgyszintén a mullit és

hematit mennyisége is, a mikroklin közben eltűnik, és új kristályos fázisként ensztatit és anortit jelennek meg. Az amorf fázisú üvegolvadék mennyiségében is számottevő növekedés állapítható meg.

A márgás agyagok kiégetett anyagának lényeges alkatrészei a normális égetési időtartam esetében a kvarc krisztobalit, kalciumferrit, dikalciumszilikát, gehlenit, hematit és mikroklin kristályos fázisok, továbbá az üvegolvadékból álló amorf fázis. Az égetési időtartamot növelve a kvarc mennyiségének fokozatos csökkenése mellett a krisztobalit mennyisége növekszik. Folyamatosan csökkennek, majd eltűnnek a kalciumferrit, dikalciumszilikát, gehlenit, mikroklin és hematit kristályos fázisok, és újaként fellépnek a monokalciumszilikát, anortit, diopszid és leucit. Mullit a reakciótermékekben nem szerepel. Az üvegolvadék fokozatos növekedése is megállapítható.

Hazánkban az utóbbi három évben végzett kutatások eredményeit a *MTA Központi Kémiai Kutató Intézete és a Szilikátipari Központi Kutató Intézetnek* kísérleti adatai alapján a következőkben foglaljuk össze.

A reakciótermékeket a 600, 950 és 1200°C-on kiégetett mészszegény és márgás anyagokban vizsgálták. A vizsgálatokhoz a 80°C/óra sebességgel felhevített és két órán át az égetési hőmérsékleten tartott 120×60×20 cm méretű próbatestek 5µ szemcsefinomságú örleményét használták.

a) Mészszegény anyagok (kőszegi, tiszaberceli, zalaegerszegi anyagok). A 600°C-ra felhevített agyagban az eredeti ásványok a metakaolinná átalakult kaolin kivételével változatlanul kimutathatók. A 950°C-os hevítés során valamennyi agyagásvány szétesett, a kvarc viszonylagos mennyisége növekedett a földpátoké egyes agyagoknál változatlanul megmaradt vagy növekedett, másoknál, különösen a montmorillonitban dús agyagoknál csökkent. Új kristályos fázisokként beléptek a krisztobalit, hematit, leucit, spinell és megjelent a mullit is. Megnőtt az üveges fázis mennyisége a termékekben képződő üvegolvadék következtében. 1200°C-on a kvarc mennyisége csökkent, mert részben krisztobalittá alakult, részben pedig az agyag ásványi alkatrészeivel, ill. bomlástermékeivel reakcióba lépett. A földpátok teljesen eltűntek, a spinell és a leucit mennyisége megnőtt. Nagymérvű növekedés állapítható meg az amorf fázis, illetve üvegolvadék mennyiségében is. A montmorillonitban dús égetésnél duzzadó agyagok reakciótermékei túlnyomórésztben üveges fázisú alkatrészből állanak.

b) Márgás agyagok (Óbuda-, kiscelli-, rákosi agyagok.) A 600°C-ra felhevített agyagban a kaolin kristályrácsának szétesése, ill. átrendeződése mellett a kalcit és dolomit kismérvű bomlása állapítható meg, új kristályos fázisokként egyes esetekben fellépett a hematit és a spinell. A 950°C hevítésnél a kalcit és a dolomit teljes egészében megbomlott, a kvarc és a földpátok viszonylagos mennyisége megnőtt, úgyszintén a hematit és a spinell mennyisége is. Új kristályos fázisokként megjelentek a krisztobalit, gehlenit, wollasztont és diopszid, továbbá kis mennyiségben anortit és leu-



cit, valamint kalciumaluminátok is felléphetnek. Üreges fázisú alkatrészek is képződtek, de kisebb mennyiségben, mint a mészszegegy agyagoknál 1120°C-on a kvarc és a földpátok mennyisége csökkent, úgyszintén a wollastonit, diopszid és kalciumaluminátok mennyisége is, a hematit és gehlenit teljesen eltűnt. Növekedett a spinell, anortit és leucit mennyisége. Végül növekedés észlelhető az üveglvadék képződésében is.

A vizsgálati adatokból megállapítható, hogy a két agyagcsoport reakció termékei különböznek egymástól és, hogy az üveges fázis képződése a mészszegegy agyagokban előbb indul meg, és a hőmérséklettel nagyobb mértékben fokozódik, min a márgás agyagokban a téглаégetés hőmérséklet-határain belül.

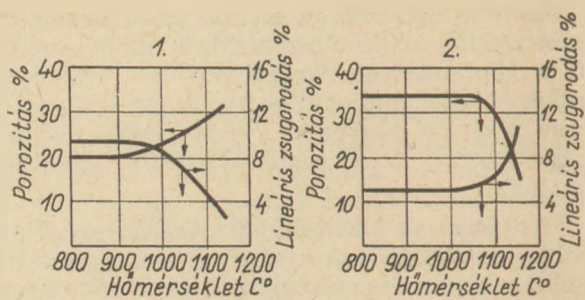
Az agyagok ásványi felépítésében résztvevő földalkalikarbonát-tartalommal van összefüggésben az a szembetűnő különbség, mely a mészszegegy és márgás agyagokból formázott testek zsugorodási és pórusképződési folyamataiban jelentkezik. Míg a mészszegegy agyagok zsugorodása 800°C-tól kezdve deformálódási hőmérsékletükig egyenletesen növekszik, és ezzel párhuzamosan csökken a porozitásuk, a márgás agyagok zsugorodása és porozitása a hőmérséklettel alig változik, zsugorodásuk növekedése és porozitásuk csökkenése csak az olvadáspontjukkal majdnem egybeeső hőmérsékleten észlelhető (1. ábra).

Részben a földalkalikarbonát-tartalom idézi elő a két agyagcsoportnak az agyagok felhevítése során végbemenő folyamatokat szemléltető DTA, DTG, TG és dilatációs görbék lefutásában mutatkozó eltéréseket (2. ábra).

A földalkalikarbonát-tartalom a kiegészített termék szilárdságát is befolyásolja. A tömörebbre égethető mészszegegy agyagokból azonos agyag-ásványtartalom mellett a téглаégetés hőmérsékletén nagyobb szilárdságú építőanyag gyártható, mint a csak kisebb tömörségűre égethető márgás agyagokból (3. ábra).

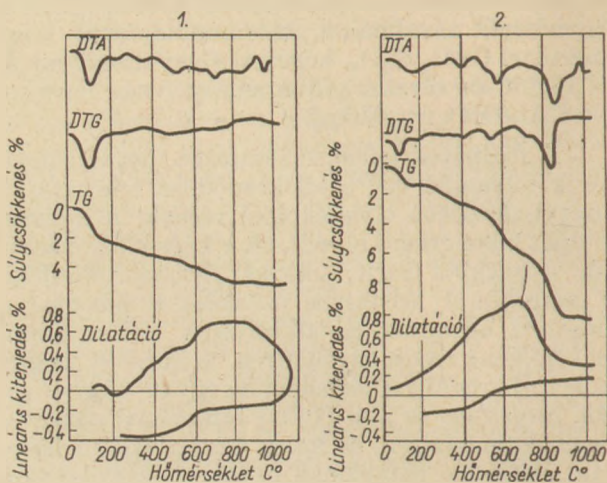
A földalkalikarbonát-tartalom végül a kiegészített termék színét is meghatározza. A mészszegegy agyagokból égetett agyag színe az égetési hőmérséklet fokozatos emelkedésével rózsaszín, piros v. sötétbarna, a márgás agyagokból égetett sárgás rózsaszín, foltos sárga, világos és sötét zöldes sárga.

Az égetés folyamán képződő reakciótermékek a kerámiai építőanyagok szilárdságát, ellenálló képességét légköri hatásokkal, nedvességgel és fagyhatásokkal szemben, időállóságát, valamint egyéb műszaki jellemzőit döntő módon meghatározó alkatrészek. A kristályos és üveges fázisoknak a termék optimális anyagtulajdonságait biztosító viszonylagos mennyiségét, valamint az egyes fázisoknak a műszaki jellemzőkre gyakorolt befolyását azonban még korántsem ismerjük. Kétségtelen, hogy a téглаégetés hőmérsékletén égetett kerámiai építőanyagok anyagtulajdonságai annál kedvezőbbek, minél nagyobb mennyiségű kristályos és üveges fázisú reakciótermékek képződnek az anyag deformálódása és piropasztikussá válása nélkül.



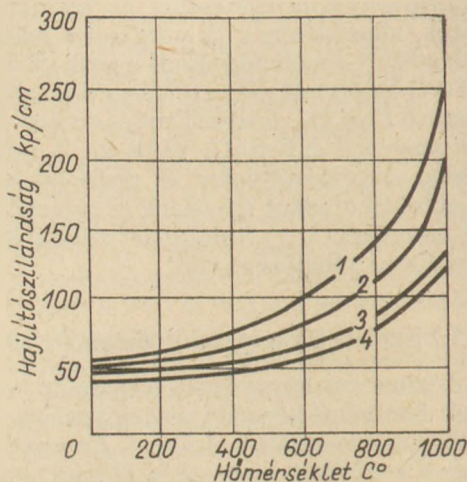
1. ábra

1. mész-szegegy kőszegi agyagból, 2. márgás kiscelli agyagból formázott testek zsugorodása és porozitása az égetési hőmérséklettől függően



2. ábra

1. mész-szegegy kőszegi agyag, 2. márgás kiscelli agyag termouanalitikai görbéi



3. ábra

1. mész-szegegy kőszegi agyag, 2. márgás kiscelli agyag, 3. mész-szegegy debreceni agyag, 4. márgás rákosi agyag, képlékeny masszából formázott idomtestek hajlítás szilárdsága égetési hőmérséklettől függően. A próbatestek keresztmetszete 15 × 15 mm², alátámasztási köze 50 mm

## IRODALOM

- Bowen, N. L.—Schairer J. F. [1935] Amer. J. Sci. (5) 29. 151.  
Bradley, W. F.—Grim. R. E. [1951] Amer. Mineralogist 36. 182.  
Brindley, G. W.—Ali. S. Z. [1950] Acta Crystallogr 3. 25.  
Brindley, G. W.—Nakanira, M. [1959] J. Amer. Ceram. Soc. 42. 311.



- Brownell, W. E. [1950] J. Amer. Ceram. Soc. 33. 309.  
 Brownmiller, L. T.—Bogue, R. H.—Hansen, W. E. [1928] Journ. Americ. Chem. Soc. 50. 396.  
 Buntenbach, M.—Müller-Hesse, H. [1961] Sprechsaal 94. 269.  
 Grim, R. E.—Brandley W. F. [1940] J. Amer. Ceram. Soc. 29. 242.  
 Grofcsik, J. [1961] A mullit szerkezete, képződése és jelentősége. Budapest, 59.  
 Hansen, W. E.—Bogue, R. E. [1926] Journ. Amer. Chem. Soc. 48. 261.  
 Hedges, P. E. [1961] Amer. Ceram. Soc. Bull. 40. 371.  
 Hedvall, J. A. [1941] Zement 30. 498.  
 Hedvall, J. A.—Sandberg, J. V. [1938] Z. anorg. allg. Chemie 240. 15.  
 Hedvall, J. A.—Sjöman, P. [1930] Z. Elektrochemie 37. 130.  
 Hüttig, G. F. [1935] Z. Elektrochemie 41. 527.  
 Hüttig, G. F.—Rosenkranz, E. [1931] Z. Elektrochemie 37. 681.  
 Jander, W.—Petri, J. [1938] Z. Elektrochemie 44. 747.  
 Kitajgorodzskij, J. J. [1948] Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R. 59. 1149.  
 Kröger, E.—Fingas, E. [1935] Z. Anorg. Allg. Chemie 225. 149.  
 Kröger, E.—Illner, K. W. [1936] Z. anorg. allg. Chemie 229. 197.  
 Kühl, H. [1951] Zementchemie II. Berlin, 145; 149.  
 Lea, F. M.—Parker, T. W. [1934] Phil. Transact. Roy. Soc. London 234A 1.  
 Ludwig, H.—Müller-Hesse, H.—Schwiete, H. E. [1960] Zement, Kalk. Gips. 13. 449.  
 Muan, A. [1955] Transact. Amer. Inst. Mining. Nat. Engng. 203. 965.  
 Náray-Szabó, I.—Péter, E. [1964] Chimia 18. 275.  
 Roberts, H. S.—Merwin, H. E. [1931] Amer. Journ. Sci. (5) 21. 145.  
 Stégmüller, L. [1956] Ziegelindustrie 9. 45.  
 Stegmüller, L.—Ney, P. [1955] Ber. deutsch. Keram. Ges. 32. 22.

Albert János: A téglagyagok ásványi alkotórészei és az égetésük folyamán végbemenő reakciók.

A tanulmány a téglaparbán felhasznált alacsony olvadáspontú, színesre égő közönséges agyagok kémiai ásványi összetételével foglalkozik, nyers és kiégett állapotban. Ismerteti a téglagyagok képlékeny és nem képlékeny ásványait, az ásványi alkotórészek hőközta reakcióit, illetve az égetés folyamán keletkező változatos összetételű vegyületek, szilikátok, oxidok, ferritek, alumínatok stb. képződési feltételeit.

A közönséges agyagból előállított kerámiák, építőanyagok anyagtulajdonságainak kialakításában döntő jelentősége van az égetésüknél képződő kristályos és üveges fázisú alkotórészek minőségének és viszonylagos mennyiségének. A mész-szegény és márgás agyagok ásványi alkotórészeinek reakciótermékei szembetűnő mértékben különböznek egymástól. Ennek következtében a két agyagfajtából égetett építőanyagok műszaki jellemzői sem egyeznek meg egymással.

Янош Алберт: Минеральные составляющие кирпичных глин и реакции, протекающие при их обжиге.

Данная статья занимается химическим и минералогическим составом используемых в кирпичной промышленности низкоплавящихся глин в сыром и обожженном состоянии. Описывает пластичные и непластичные минералы кирпичных глин, реакции, протекающие при их тепловой обработке, образующиеся при обжиге соединения различного состава, силикаты, окиси, ферриты, алюминаты и т. д., и условия их образования. Решающее значение в формировании материальных свойств керамических строительных материалов, получаемых из обыкновенной глины, имеет качество и количественное соотношение образующихся при обжиге кристаллической и стекольной фазы. Продукты реакции глин, бедных известью, значительно отличаются от мергелистых глин. В связи с этим технические характеристики строительных материалов, получаемых из этих глин также различны.

Albert, János: Mineralische Bestandteile der Ziegel-erden und die Reaktionsvorgänge während ihres Ausbrennens

Es wird die chemisch-mineralogische Zusammensetzung der in der Ziegelei gebräuchlichen, tiefschmelzenden, farbig ausbrennenden gewöhnlichen Tone besprochen, unzw. in rohem und in gebranntem Zustand. Es werden die im Ziegellehm enthaltenen plastischen und nicht-plastischen Mineralien geschildert, des weiteren die durch Wärme verursachten Reaktionsvorgänge der mineralischen Bestandteile, resp. die Entstehungsbedingungen der sich im Laufe des Brennens bildenden Verbindungen mannigfacher Zusammensetzung: der entstehenden Oxyde, Silikate, Ferrite, Aluminate usw.

Bei der Gestaltung der stofflichen Eigenheiten von aus gewöhnlichem Ton erzeugten keramischen Gegenständen und Baumaterialien sind Qualität und Mengenverhältnisse der beim Ausbrennen entstehenden kristallinen und glasigen Bestandteile von entscheidender Wichtigkeit. Die Reaktionsprodukte mineralischer Bestandteile von Kalk-armen Tonen und von Mergellehmen weisen augenfällige Unterschiede vor. Infolgedessen sind auch die technischen Kennzeichen der aus den zweierlei Lehm-sorten gebrannten Baustoffe ungleich. (S. G.)

Albert, János: Mineralogy of Brick Clays and their Thermal Reactions

The mineralogy of low-melting ordinary clays in green and fired state is discussed: plastic and non-plastic minerals of clays, their thermal reactions and products (silicates, oxides, ferrites, aluminates etc.) as well as their conditions of formation are dealt with.

The quality and relative quantity of crystalline and vitreous constituents of fired clay products are decisive factors of product quality. Mineralogy of fired low-lime and marly clays are markedly different, thus the technical characteristics of building materials fired from these two clay sorts are different too.

# A környező hőmérséklet befolyása a kalcium-szilikátok hidratációs termékeinek összetételére és tulajdonságaira

BUTT, JU. M. — KOLBASZOV, V. M.  
— TOPILSZKIJ, G. V.  
Mendelevjev Kémiai Technológiai Egyetem, Moszkva

A kalciumszilikát-hidrátok fázisösszetétele, valamint az ezekből képződött megszilárdult pép tulajdonságai nagymértékben függenek a környezet hőmérsékletétől. A cementklinkert képező ásványokból alacsonyabb hőmérsékleten hidratáció útján keletkező kalciumszilikát-hidrátok összetétele és tulajdonságai azonban még nem teljesen tisztázottak. Ez a tanulmány erre a témakörre vonatkozó vizsgálatok eredményeit tartalmazza.

A fázisok tanulmányozása céljából a  $C_3S$  ( $3 CaO \cdot SiO_2$ ) és a  $\beta-C_2S$  ( $\beta-2 CaO \cdot SiO_2$ ) ásványokból pépeket hidratáltunk. A minták mérete  $1,41 \times 1,41$  cm volt, a vizet feleslegben alkalmaztuk (a szilárd-folyadék arány 1:25), a mintákat +20, +5, 0, -5, -10 és -15°C hőmérsékleten tároltuk. DTA, röntgendiffrakciós, elektrondiffrakciós, petrográfiai, vegyi és infravörös spektroszkópiai vizsgálatokat végeztünk.

A normális és alacsony hőmérsékleten hidratált mindkét szilikátásvány felfűtési görbéjén 100–200°C közötti tartományban mutatkozó endoterm effektus arra enged következtetni, hogy ilyen körülmények között a  $C_2SH_2$  összetételű kalciumszilikát-hidrát keletkezik, melynek reflexiós vonalai ( $d=3,06$  és  $2,96$  Å) megegyezik a 20°C-on 180 napig megszilárdult  $C_3S$  röntgendiagrammjában fellépő vonalakkal. A 28 napig hidratált  $C_3S$  esetében 845–865°C között kisebb endoterm effektust észlelünk. Ez az effektus megfelel a kismértékben bázikus kalciumszilikát-hidrát, vagyis a CSH (B)

típus jelenlétének; ennek mennyisége 1 éves korig csak elhanyagolható mértékben növekszik.

Az alacsonyabb hőmérsékleten keletkező kalciumszilikát-hidrátok azonosítása röntgendiffrakció útján nehézségekbe ütközik, mert részben nagy a diszperzitásfok, részben pedig az ilyen körülmények között elkerülhetetlenül keletkező kalcit reflexiójának maximuma ( $d=3,04$  Å) egybeesik a kalciumszilikát-hidrát fő reflexiójával (1).

Elektrondiffrakciós módszer segítségével meg lehetett állapítani, hogy a normális és alacsonyabb hőmérsékleten víz feleslegében a szilikátásványokból hidratáció útján keletkező, kismértékben kristályos termékek a CSH (B) típusú kalciumszilikát-hidrátoknak felelnek meg (1. táblázat).

A  $C_3S$  és különösen a  $\beta C_2S$  hidratációjánál keletkező kalciumszilikát-hidrát diszperzitási foka a hőmérséklet csökkenésével erősen növekedik. Ezt bizonyítja mind a szobanforgó hidrátok reflexióinak nagymértékben diffúz volta az elektrondiffrakciós felvételen, mind a közvetlen elektronoptikai megfigyelés. A komplex vizsgálatok kimutatták a szilikátásványok hidratációs termékében a  $C_2SH_2$  és a CSH (B) szilikáthidrátok jelenlétét; ez azt valószínűsíti, hogy a hidratálatlan szemcséket körülvevő hidrátburokban a  $CaO/SiO_2$  arány fokozatosan változik.

A kevésbé bázikus szilikáthidrátok képződése lehetséges oly módon, hogy az először megjelenő, erősen bázikus kalciumszilikát-hidrát az „egyen-

28 napig hidratált minták elektrondiffrakciós adatai

1. táblázat

| Anyag = C <sub>3</sub> S |    |                    |                     |    |                    | β-C <sub>2</sub> S   |    |                    |                     |    |                    |
|--------------------------|----|--------------------|---------------------|----|--------------------|----------------------|----|--------------------|---------------------|----|--------------------|
| Hőmérséklet = +20        |    |                    | +5                  |    |                    | +20                  |    |                    | +5                  |    |                    |
| λL = 17,45 Å             |    |                    |                     |    |                    | λL = 15,61 Å         |    |                    | λL = 17,45 Å        |    |                    |
| r, a kör sugara mm-ben   | I  | d <sub>hkl</sub> Å | a kör sugara mm-ben | I  | d <sub>hkl</sub> Å | a kör sugara, mm-ben | I  | d <sub>hkl</sub> Å | a kör sugara mm-ben | I  | d <sub>hkl</sub> Å |
| 5,75                     | 5  | 3,04               | 5,71                | 5  | 3,05               | 4,89                 | <1 | 3,19               | 5,50                | <1 | 3,17               |
| 6,37                     | 5  | 2,74               | 6,33                | 5  | 2,75               | 5,13                 | 5  | 3,05               | 5,69                | 5  | 3,07               |
| 7,95                     | 1  | 2,20               | 7,92                | <1 | 2,20               | 5,27                 |    | 2,96               | 6,12                | 2  | 2,85               |
| 9,54                     | 4  | 1,83               | 9,45                | 4  | 1,85               | 5,59                 | 4  | 2,79               | 6,37                | 4  | 2,74               |
| 9,97                     | <1 | 1,75               | 10,53               | 4  | 1,66               | 5,75                 |    | 2,72               | 7,19                | <1 | 2,43               |
| 10,67                    | 4  | 1,63               | 11,35               | 3  | 1,54               | 7,09                 | 2  | 2,20               | 8,57                | <1 | 2,04               |
| 11,49                    | 3  | 1,52               | 12,63               | 2  | 1,38               | 8,44                 | <1 | 1,85               | 9,22                | 2  | 1,89               |
| 12,71                    | 2  | 1,37               | 13,14               | 1  | 1,33               | 8,67                 | 2  | 1,80               | 10,24               | <1 | 1,70               |
| 13,57                    | 1  | 1,29               | 13,47               | 1  | 1,30               | 9,50                 | <1 | 1,64               | 11,26               | <1 | 1,55               |
| 14,77                    | 1  | 1,18               | 14,53               | 1  | 1,20               | 9,72                 | 2  | 1,61               | 12,99               | <1 | 1,34               |
| 15,58                    | 1  | 1,12               |                     |    |                    | 10,17                | <1 | 1,54               | 13,34               | <1 | 1,31               |
| 15,80                    | <1 | 1,10               |                     |    |                    | 10,36                | 1  | 1,51               | 13,83               | <1 | 1,26               |
| 16,52                    | <1 | 1,06               |                     |    |                    | 11,31                | 1  | 1,38               | 15,61               | <1 | 1,12               |
| 17,11                    | <1 | 1,02               |                     |    |                    | 11,98                | <1 | 1,30               |                     |    |                    |
| 19,04                    | <1 | 0,92               |                     |    |                    | 13,24                | <1 | 1,18               |                     |    |                    |
|                          |    |                    |                     |    |                    | 13,96                | <1 | 1,12               |                     |    |                    |
|                          |    |                    |                     |    |                    | 14,27                | <1 | 1,09               |                     |    |                    |
|                          |    |                    |                     |    |                    | 15,0                 | <1 | 1,04               |                     |    |                    |
|                          |    |                    |                     |    |                    | 16,82                | <1 | 0,93               |                     |    |                    |
|                          |    |                    |                     |    |                    | 17,18                | <1 | 0,91               |                     |    |                    |
|                          |    |                    |                     |    |                    | 18,45                |    | 0,85               |                     |    |                    |



súlyinál kisebb koncentrációjú  $\text{Ca(OH)}_2$  oldattal érintkezve lassan hidrolizál (2). Ha a  $\text{C}_2\text{S}$  szuszpenzióban hidrolizál, a folyékony fázisban levő  $\text{Ca(OH)}_2$  koncentrációja 2—3 napos korban 0,8—0,9 g/l (2. táblázat).

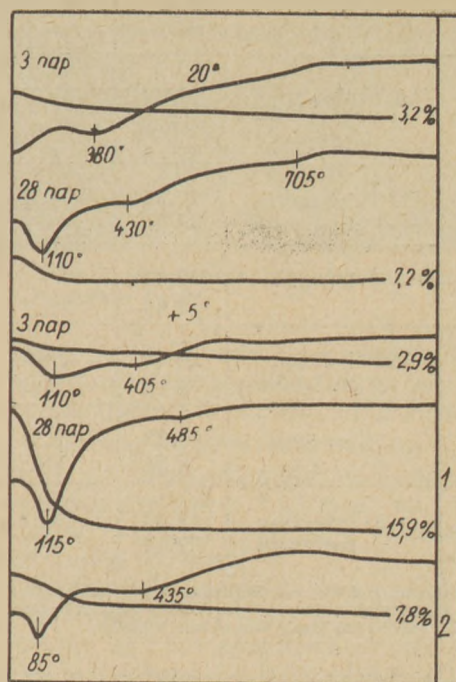
Valószínűleg ez az eredménye a hidrolízis diffúziós szakasza megindulásának. Mint ismeretes, az ilyen koncentrációjú folyékony fázissal az 1,25—1,35  $\text{CaO/SiO}_2$ -arányú kalciumszilikát-hidrát van egyensúlyban. Az elmondottakat figyelembe véve feltételezhető, hogy a kisebb bázicitású kalciumszilikát-hidrát, mint a CSH (B) érintkezik az oldattal és a fő hidrátfázist, a  $\text{C}_2\text{SH}_2$ -ot vékony film alakjában veszi körül.

A hőmérséklet emelkedésével +5-től egészen a +20°C hőmérsékletig terjedő szakaszban végbe megy a  $\text{Ca(OH)}_2$  kristályok egyrészének oldódása a  $\text{C}_3\text{S}$  mintákban. Ezzel egyidejűleg a megfelelő termogrammon a CSH (B) endoterm effektusa csökken vagy el is tűnik. Az adszorbeált kalcium-hidroxidot nem lehet etilénlikollal kioldani, ami kemoszorpcióra utal és arra, hogy a kalciumszilikát-hidrát bázicitása nő.

A hőmérséklet csökkenése lassítja a  $\text{C}_3\text{S}$ , különösen pedig a  $\beta\text{-C}_2\text{S}$  hidratációját.

A  $\text{C}_3\text{S}$  hidratációja kezdetben lassú +5 és 0°C-on. Ez arra vezet, hogy a kalciumszilikát-hidrát képződésénél kisebb a folyékony fázis telítettsége  $\text{CaO}$ -ban. (3. táblázat)

A  $\beta\text{-C}_2\text{S}$ -sel ellentétben azonban a  $\text{C}_3\text{S}$  hidratáció-sebessége és szilárdulása később növekszik +5 és 0°C-on. Ezt a hidrolízis útján felszabaduló  $\text{CaO}$  nagyobb oldékonyságának és a reakcióból való gyors eltűnésének lehet tulajdonítani, mert a levegő  $\text{CO}_2$  intenzív karbonizáló hatásának következményeképpen alig oldódó kalcium-karbonáttá alakul. Ugyanennek tulajdonítható a  $\text{C}_3\text{S}$  hidratációs folyamatánál tapasztalható exoterm effektus,



1. ábra. Hidratált  $\text{C}_2\text{S}$  hevítésénél felvett termogram és a folyamatos súlymérés görbéi. A szilárd anyag aránya a folyadékhoz 1 : 25

amit helyi hőmérsékletemelkedés kísér, ez pedig elősegíti és intenzívebbé teszi a még nem hidratált szemcsék hidratációját. A  $\text{C}_3\text{S}$  és különösen a  $\beta\text{-C}_2\text{S}$  hidratációjának sebessége csökken a környező hőmérséklet süllyedésével, annak ellenére, hogy a hidrát-fázis képződése nagymennyiségű vizet köt meg, különösen abban az esetben, ha a  $\beta\text{-C}_2\text{S}$  hidratációja szuszpenzióban megy végbe (1. ábra). A változó mennyiségű többlet kötött víz eltávozik, ha a kalciumszilikát-hidrátot 110—195°C közötti hőmérsékletre hevítjük.

$\text{C}_3\text{S}$  folyékony fázisának telítődése mésszel, a hőmérséklettől függően

2. táblázat

| A hidratáció időtartama            | 5,5  | 6    | 1    | 1,5  | 2    | 7    | 28   |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                    | óra  |      | nap  |      |      |      |      |
| $\text{CaO}$ -tartalom, g/l + 20°C | 0,83 | 1,21 | 1,17 | 1,04 | 0,99 | 0,83 | 0,88 |
| $\text{CaO}$ -tartalom, g/l 0°C    | 0,25 | 0,30 | 0,94 | 1,26 | 1,31 | 0,87 | 0,93 |

Próbatestek nyomószilárdsága  $\text{kp/cm}^2$ -ben

3. táblázat

| Alkatrész                  | Normális konzisztencia % | A megszilárdulás hőmérséklete °C | A próbatest kora napokban |     |     |     |      |      |
|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|------|------|
|                            |                          |                                  | 1                         | 3   | 7   | 28  | 90   | 180  |
| $\text{C}_3\text{S}$       | 38                       | 20                               | 110                       | 186 | 299 | 487 | 573  | 630  |
|                            |                          | +5                               | 13                        | 147 | 261 | 492 | 580  | 623  |
|                            |                          | 0                                | 12                        | 165 | 236 | 294 | 448  | 607  |
|                            |                          | —5                               | 6*                        | 6*  | 6*  | 61* | 120* | 135* |
|                            |                          | —10                              | 8*                        | 8*  | 6*  | 6*  | 73*  | 86*  |
| $\beta\text{-C}_2\text{S}$ | 26                       | 20                               | 8                         | 11  | 21  | 200 | 445  | 638  |
|                            |                          | +5                               | 10                        | 13  | 29  | 99  | 128  | 287  |
|                            |                          | 0                                | 6                         | 11  | 17  | 21  | 56   | 128  |
|                            |                          | —5                               | 6*                        | 8*  | 8*  | 6*  | 4*   | 0    |
|                            |                          | —10                              | 4*                        | 8*  | 4*  | 4*  | 4*   | 0    |

\* — A próbatestek duzzadtak



Az érlelési körülmények befolyása a  $C_3S$  és  $\beta\text{-}C_2S$  minták összes és kötött víztartalmára

| Alkat-rész          | A pép érlelési körülményei | A mintákban levő víz mennyisége %-ban |                             |                             |                             |                            |
|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                     |                            | 1 nap                                 | 3 na p                      | 7 nap                       | 14 nap                      | 28 nap                     |
| $C_3S$              | 20° levegőn nedvesen       | $\frac{21,33}{10,80}$                 | —                           | $\frac{19,23}{16,70}$       | —                           | —                          |
|                     | + 5° levegőn               | $\frac{22,33}{4,86}$                  | —                           | $\frac{21,60}{21,39}$       | —                           | —                          |
| $\beta\text{-}C_2S$ | 20° levegőn nedvesen       | $\frac{20,80}{2,13}$                  | $\frac{20,00}{2,82}$        | $\frac{18,47}{2,93}$ (3,86) | $\frac{12,02}{3,82}$ (4,50) | $\frac{9,84}{6,07}$ (9,82) |
|                     | + 5° levegőn               | $\frac{16,82}{2,63}$                  | $\frac{10,78}{2,87}$ (1,40) | $\frac{6,53}{3,86}$ (3,21)  | $\frac{6,61}{5,83}$ (5,12)  | —                          |
|                     | + 5° levegőn nedvesen      | $\frac{19,40}{2,68}$                  | $\frac{19,37}{2,79}$        | $\frac{19,20}{5,30}$ (4,27) | —                           | —                          |

Megjegyzés. A kötött víztartalom meghatározása előtt a próbatesteket abszolút alkohollal és éterrel kiszárítottuk. A számláló az összes, a nevező a kötött víztartalmat jelenti. A zárójelben levő számok a minták összes víztartalmát jelentik az adott érlelési időtartam mellett, amihez még egy nap érlelési idő járult szobahőmérsékleten.

A szilikát-hidrátok víztartalmának növekedését nemcsak azok a különbségek okozzák, amelyek a hőmérséklet csökkenésével a víz minőségében mennek végbe (például nő az asszociált molekulák száma stb.), hanem az ilyen körülmények között keletkező kalcium-szilikát-hidrátok számottevő diszperzitási foka is, mert ezek réteges szerkezetük következtében duzzadni képesek. Nagyon érdekes, hogy a CSH (B) hidroszilikát rácsának szerkezeti paraméterei (a és b) azonosak, akár normális, akár alacsony hőmérsékleten megy végbe a szilikát hidratációja.

A levegőn szilárduló  $\beta\text{-}C_2S$ -nál a folyamatot, a lassú hidratáció következtében, a minták keverővizének számottevő párolgása kíséri, mert a minták hosszú ideig lényegében a belitnek és a víznek csak egyszerű keverékei.

Ahogy a  $\beta\text{-}C_2S$  hidratációja előrehalad, a víz párolgása csökken, mert a szilárd fázisnak nő a felülete, mely a vizet visszatartja.

A párolgás akkor is csökken, ha a környezet relatív nedvességtartalma emelkedik (4. táblázat).

Ha a  $\beta\text{-}C_2S$  mintákat, amelyek levegőn, nedves körülmények között szilárdultak meg, +5°C-on alacsony páratartalmú (rel. nedvességtartalom 40–45%) térbe helyezzük, veszt a nedvességtartalmából. A vízvesztés még akkor is fennáll, ha a próbatesteket előzőleg abszolút alkohollal és éterrel szárítottuk meg, mert az alkoholos kezelés során az alacsony hőmérsékleten keletkezett szilikát-

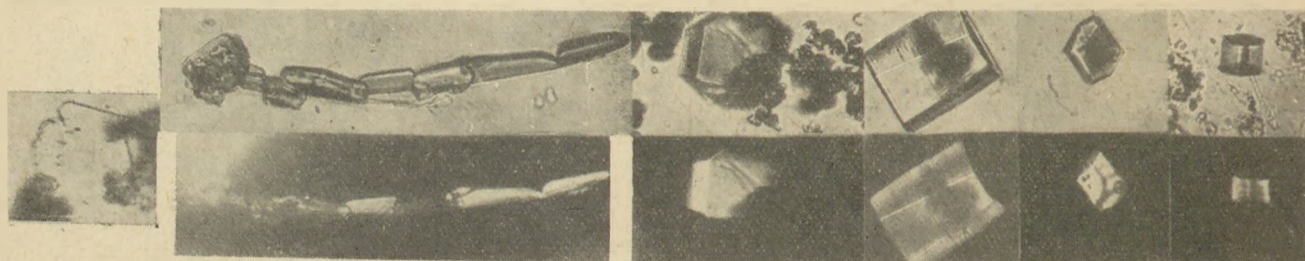
hidrátok adszorbeált víztartalma nem távozik el teljes mértékben.

A kalciumoxid-hidrátot (portlandit) általában úgy tekintik, mint a  $C_3S$  hidratációs termékeinek legjobban kialakult kristályos fázisát. Újabban azonban megjelent egy olyan közlemény (3), amely tagadja a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  keletkezését a  $C_3S$  hidratációjánál. Az említett tanulmány szerzői szerint a  $C_3S$  hidratációjánál inkább  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  keletkezik, mint  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Az említett szilikát-hidrát-nak és a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -nek azonos a röntgendiagramja és a termogramja.

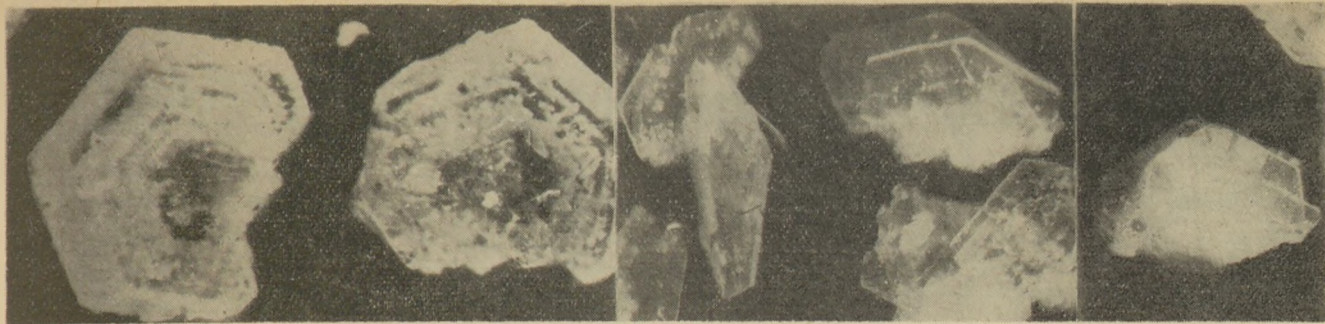
$\text{CaO}$  preparátumok petrográfiai vizsgálata, valamint a  $C_3S$  folyékony fázisában a  $\text{CaO}$  koncentráció meghatározása azt mutatta, hogy a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kristályosodása már akkor megkezdődik, amikor a habarcsban még viszonylag kicsi a  $\text{Ca}$ -koncentráció, így 3–6 órás korban 20°C-on és 24 órás korban 0°C-on. A jelenséget a hidratálatlan részecskék felületén bekövetkező helyi túltelítettséggel lehet magyarázni.

A túltelítettségnek hőmérsékletváltozás vagy más okok miatt fellépő változását a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kristályok oldódása vagy növekedése kíséri, növekedésük meghatározza a különböző hidratációs folyamatokban a kristályszerkezetüket.

Az anizotróp szemcsék alakjában kristályosuló  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kristályok gyorsan növekednek nagy hasábokká, melyek optikai állandói  $N_x = 1,574$  és  $N_y = 1,547$  (2. ábra). A  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  lemezes kristályok

2. ábra.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kristályok szerkezete





3. ábra. Víz feleslegében hidratált  $C_3S$ -ben keletkező  $Ca(OH)_2$  egykristályok és képződésük. A hidratáció időtartama 1 év volt, a szilárd anyag aránya a folyadékhoz 1 : 25

viszont valamivel később jelennek meg (annál gyorsabban, minél magasabb a hőmérséklet), ezzel egyidejűleg csökken a mintában a hasáb alakú kristály. 180—270 napos hidratáció után — ha a víz feleslegben van — a hexagonális lapok 4 mm méretű egykristályokká nőnek össze (3. ábra).

A portlandit kristályok szerkezetében jelentkező változás, vagyis az átalakulás a hasáb-formából a lemezesbe, megnyilvánul a portlandit bázis-

reflexiójának (4,90 R) erős intenzitásnövekedésében; ennek magyarázata a szóbanforgó kristály ki-tüntetett orientációja a bázislap síkja mentén.

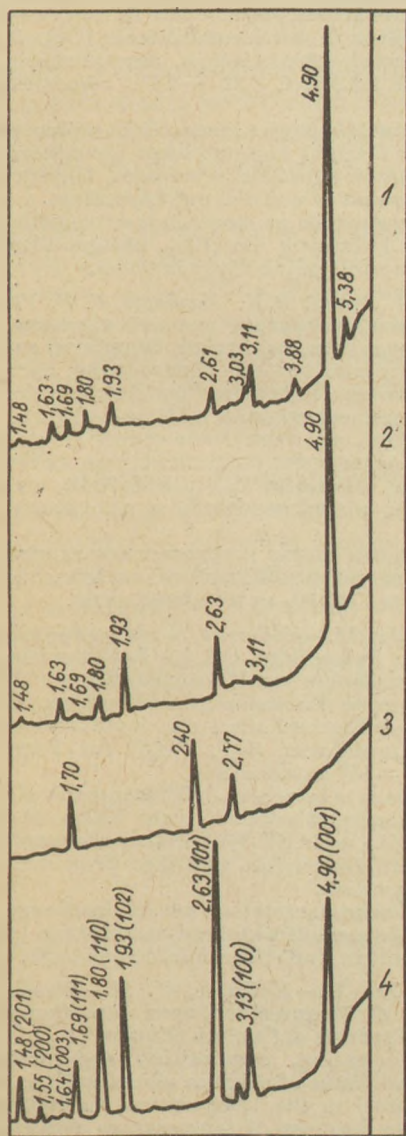
Ez a jelenség jól követhető, mind a  $C_3S$  minták, mind a víz feleslegében hidratált cementminták röntgendiagramján, valamint az előzőleg  $40\ \mu$  méretűre aprított  $Ca(OH)_2$  kristályok röntgendiagramján (4. ábra).

Smolczyk adatai szerint (4) a mintában a legkisebb mennyiségű,  $1,2 \pm 0,2\%$   $Ca(OH)_2$ -t is ki lehet mutatni, ha a röntgendiffrakció mérésénél az orientációs hatást használjuk fel, a  $2\Theta = 18^\circ$  ( $CuK\alpha$ -sugárzás) vonalnál. Ha a  $C_3S$  pép alakjában szilárdul meg, a kristályosodás nehéz körülményei és a  $Ca(OH)_2$  kristályok nagy diszperzitása akadályozza az orientációt. Ennek következtében mind a  $C_3S$ , mind a portlandcement röntgendiagramján a  $d_{191} = 2,63\ \text{\AA}$  diffrakciós csúcs a maximális intenzitású (5. táblázat).

Mikrokémiai, derivatográfias (5. ábra), röntgendiffrakciós és infravörös spektroszkopiás mérések bebizonyították, hogy a portlandit egykristályoknak kielégítő az összetételi homogenitása, bár keveredik hozzá  $SiO_2$  és  $CO_2$ . Az Si-O kötés komplikált abszorpciós sávjai megállapíthatók voltak a  $Ca(OH)_2$  egykristályok infravörös görbéjén, az  $1160\text{—}955\text{ cm}^{-1}$  frekvenciatartományban.

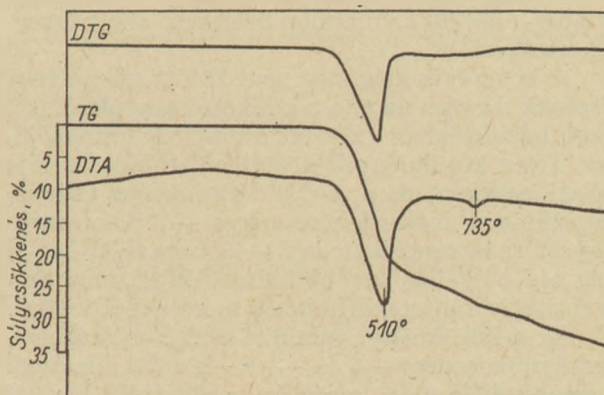
Az egykristályok szennyezettsége a levegő  $CO_2$ -jával (valószínűleg a mintavétel alkalmából) megállapítható az  $1460\text{—}955\text{ cm}^{-1}$  tartományban észlelt karbonátabszorpcióból, valamint a DTA és DTG görbéken  $735^\circ\text{C}$ -on észlelt endoterm effektusból.

A Ca, Si, és K eloszlását a  $Ca(OH)_2$  egykristályokon MAP-1 jelű mikroanalizátor segítségével tanulmányozták. Megállapították, hogy a kálium, amely az üvegből lúgozódik ki, nem szennyezi a



4. ábra. Röntgendiffrakciós felvételek

1. Szuszpenzióban 180 napig hidratált  $C_3S$ , a szilárd anyag aránya a folyadékhoz 1 : 25. 2.  $C_3S$  és cementek hidratációjából keletkezett  $Ca(OH)_2$  egykristályok. A hidratáció időtartama 180 nap, a szilárd anyag aránya a folyadékhoz 1 : 25. 3. A 2. sz. minta  $270^\circ\text{C}$ -on végzett 30 perces hevítés után 4.  $CaO$  hidratációjánál kapott  $Ca(OH)_2$  minta



5. ábra.  $Ca(OH)_2$  egykristályok derivatogramja



Cement (I) és  $C_3S$  (II) hidratációjából keletkezett  $Ca(OH)_2$  egykristály %-os kémiai összetétele

| Komponens                            | Elméleti érték | Cement                            |       |       |       | $C_3S$                  |       |                    |       |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|--------------------|-------|
|                                      |                | Más forrásból származó adatok (5) |       |       |       | Kapott kísérleti adatok |       |                    |       |
|                                      |                | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 1                       | 2     | 3                  | 4     |
| CaO .....                            | 75,69          | 75,41                             | 73,64 | 73,30 | 73,65 | 75,20                   | 74,77 | 75,70              | 75,96 |
| SiO <sub>2</sub> .....               | —              | 0,83                              | —     | 1,98  | 0,62  | 1,04                    | —     | nem határoztuk meg | —     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | —              | nincs adat                        |       | 0,36  | 0,31  | —                       | —     | —                  | —     |
| H <sub>2</sub> O .....               | 24,31          | 23,14                             | 24,46 | 24,28 | 25,31 | 24,2*                   | —     | —                  | 23,9* |

\* Derivatográfias meghatározásból.

portlandit egykristályokat; az egykristályok fő eleme az állandó mennyiségű kalcium. A nem nagy Si-tartalomra jellemző, hogy az egykristály hossza mentén nagymértékben ingadozik.

A röntgen, a kémiai és a közettani tanulmányok arra engednek következtetni, hogy a  $Ca(OH)_2$  egykristályok szennyeződése szilícium-dioxiddal a CSH (B) típusú szilikáthidrát adszorpciója révén megy végbe különböző rostok és az azokból képződött kéreg alakjában, amint azt az elektrondiffrakció mutatja.

Az egykristály elektronoptikai vizsgálatánál megállapított 3,59 Å az elemi cella  $a$  értékére, teljesen megegyezik a  $Ca(OH)_2$   $a_0$  értékével.

A White-féle kvalitatív mikrokémiai reakció a várt módon folyt le. Jól megkülönböztethető, tű alakú hasábkristályok alakjában tű alakú kalciumfenolát keletkezett, míg az egykristályok dehidratációs terméke kalcium-oxid (4. ábra).

Alacsonyabb hőmérsékleten (+5 és 0°C) ahol a  $Ca(OH)_2$  és a  $CO_2$  oldékonysága nő, a megszilárduló szilikát újonnan keletkező hidratált alkatrészei a légköri  $CO_2$  intenzív korróziós hatásának vannak kitéve, amit kalcitképződés ( $d=3,04$  Å, endoterm csúcs 810–870°C között), illetve a  $Ca(OH)_2$  csökkenése kísér.

Az ilyen körülmények között megszilárdult  $\beta$ - $C_3S$  termékek  $CO_2$  megkötése elhanyagolható a  $C_3S$  mintákéhoz viszonyítva. Ez arra vall, hogy a kalciumszilikát-hidrát jobban ellenáll a  $CO_2$  hatásának, mint a  $Ca(OH)_2$ , mely a  $C_3S$  hidratációjánál hidrolízis következtében elbomlik.

0°C alatti hőmérsékleten (–5°C és annál kisebb) a kalcium-szilikát-hidrátok disszociációja a levegő  $CO_2$ -jának hatására csökken, illetve megszűnik, mert a mintákban levő szabad víz megfagy, és a  $CO_2$  nem jut az újonnan keletkező alkatrészekkel érintkezésbe.

A keverővíz még meg nem kötött számottevő részének fagyása az oka a szilikátásványokból 0°C alatti hőmérsékleten készült minták deformációjának. Ilyen körülmények között a  $C_3S$  hidratációja erősen csökken, és a  $\beta$ - $C_3S$  hidratációja teljesen megszűnik. Ennek ellenére még a –15°C-on megfagyott szuszpenzióban is 3–60 nap alatt a  $C_3S$  még 44–53%-ban tovább hidratálódott, mint az a kvantitatív röntgendiffrakciós mérésekből kitűnt.

Ez a körülmény, valamint a  $C_3S$  minták szilárdságnövekedése –5 és –10°C közötti érlelésnél hosszabb állás után, a jég és az alkatrész közötti szilárd fázisban végbemenő reakcióval magyaráz-

ható. Ennél valószínűbbnek látszik, hogy a klinkerásványok a cementgél pórusaiban levő nagymértékben diszpergált vízzel hidratálódnak, mely túlhűlés következtében még –40°C és alacsonyabb hőmérsékleten is folyékony fázisban marad.

Butt Ju. M.—Kolbasov, V. M.—Toppilskij, G. V.: A környező hőmérséklet befolyása a kalciumszilikát hidratációs termékeinek összetételére és tulajdonságaira.

Vizsgálták a kalciumszilikátok ( $C_3S$ ,  $\beta$ - $C_3S$ ) hidratációs termék képződésének, összetételének és tulajdonságának feltételeit +20––15°C hőmérséklet és értékek között.

Kimutatták, hogy a hőmérséklet csökkenése lassítja a  $C_3SH_2$  és CSH(B) összetételeket tartalmazó kalciumhidro-szilikátok képződési sebességét, lényegesen növeli diszperzitásukat és a vízfelvevő képességet.

Meghatározták az összetételt és megállapították a portlandit kristályok  $Ca(OH)_2$  röntgendiffraktogram-jellegét a morfológiájuk függvényében.

Ю. М. Зумт, В. К. Колбасов, Г. В. Топильского: Влияние температурных условий среды на состав и свойства продуктов гидратации силикатов кальция.

Исследованы условия образования, состав и свойства продуктов гидратации силикатов кальция ( $C_3S$ ,  $\beta$ - $C_3S$ ) при температурах от +20 до –15°C.

Показано, что понижение температуры замедляет скорость образования гидросиликатов кальция, представленных составами  $C_3SH_2$  и CSH(B), существенно увеличивает их дисперсность и способность к оводнению.

Определен состав и установлена зависимость характера рентгеновской дифрактограммы кристаллов портландита  $Ca(OH)_2$  от их морфологии.

Butt, Ju. M.—Kolbasov, W. M.—Toppilski, G. W.: Einfluß der Temperatur auf die Zusammensetzung der Hydrationsprodukte von Kalziumsilikaten

Es wurden Entstehungsbedingungen, Zusammensetzung und Eigenschaften der Hydrationsprodukte von Kalziumsilikaten ( $C_3S$ ,  $\beta$ - $C_3S$ ) im Temperaturbereich +20––15° untersucht.

Man konnte beweisen, daß Temperaturabnahme die Entstehungsgeschwindigkeit von Kalziumhydrosilikaten mit  $C_3SH_2$ - und CSH(B)-Gehalt verlangsamt, steigert dagegen ihre Dispersität und ihre Wasseraufnahmefähigkeit wesentlich.

Die Zusammensetzung wurde bestimmt und der  $Ca(OH)_2$ -Röntgendiffraktogrammcharakter der Portlanditkristalle in Funktion ihrer Morphologie. (S. G.)

Butt, Yu. M.—Kolbasov, V. M.—Topilski, G. V.: The Effect of Temperature upon the Composition of Hydration Products of Calcium Silicates

The formation, composition and properties of hydration products of calcium silicates ( $C_3S$ ,  $\beta$ - $C_3S$ ) has been examined in the temperature interval of +20––15°C. The decrease of temperature reduces the formation rate of  $C_3SH_2$  and CSH(B), but increases the dispersity and water retention of the product formed. The composition and X-ray diffraction characteristics of portlandite crystals have been determined as a function of their morphology.



A kőzeteket természetes állapotukban is és alkalmazásuk, beépítésük helyén is a legkülönbözőbb hatások érik. A műszaki gyakorlat az időállóság fogalma alatt a külső tényezőkkel szemben tanúsított ellenállást érti. A hétköznapi szóhasználat szerint is időállónak azt a kőzetet nevezzük, mely ezeknek a hatásoknak hosszú ideig ellenáll. Az élettartam azonban nem meghatározott, mert míg bizonyos felhasználási területeken csupán az alaktartás a követelmény, addig más felhasználási területen a szín vagy fényvisszaverő képesség megváltozása már alkalmatlanná teszi a kőzetet a további használatra.

A kőzetet érő külső hatások között fontos szerepet játszik a mi éghajlati zónánkban a fagy pusztító hatása. Ez olyan kőzeteken mutatkozhat, melynek hézagait többé-kevésbé víz tölti ki. Ha ez a víz megfagy, a halmazállapot-változással együtt járó térfogatnövekedés feszítőerőt fejt ki a kőzetre. Az ebből keletkező igénybevételeket a különböző kőzetek eltérő módon viselik el. Így egy-egy felhasználási területet figyelembe véve, a gyakorlati élet tapasztalati alapon megkülönböztet „fagyálló” és „nem fagyálló” kőzet kategóriákat. Ez a csoportosítás azonban a legtöbb esetben nem elegendő. Szükség van egy olyan vizsgálati módszerre, mely alapján mérni lehet a kőzetek fagyhatással szembeni ellenállóképességét. A nyert adatok alapján pedig lehetőség nyílik az összehasonlításra és a csoportosításra.

Az ún. időállósági vizsgálati módszerek közé tartozó fagyállósági vizsgálat igyekszik laboratóriumi eszközökkel az igényeket kielégíteni. Amint azt a későbbiekben látni fogjuk, a fagyállósági vizsgálat nem szakítható ki a kőzettani, kémiai, fizikai stb. vizsgálatok közül, és a nyert eredmények is csak közösen szolgáltatnak a gyakorlati élet számára jól használható útmutatásokat.

## A fagyállósági vizsgálati módszer leírása

A fagyállósági vizsgálatot szabályos és szabálytalan próbatesten is végezhetjük. A szabályos próbatest alkalmazása előnyösebb, mert a minta felületén a tönkremenetel folyamata jobban követhető.

A vizsgálat megkezdése előtt a kőzetmintákat valamelyik telítési eljárással (normál, fokozatos stb.) vízzel kell telíteni, és az így előkészített mintadarabokat lehet az ismételt fagyasztási ciklusoknak alávetni.

A fagyállósági vizsgálat természeti folyamatot utánozó eljárás. Hiszen a beépített kőzetet is ismételt fagyhatás érheti.

A vizsgálati módszernél szabványelírások szabályozzák a hűtőtér térfogatát, a hűtőtérben történő elhelyezést, a fagyasztási, illetve kiengedési időtartamot, a hűtőtér és a kiengedést biztosító vízfürdő hőfokát. A fagyállósági vizsgálat egy ciklusa a szabvány szerint

4 óra időtartam  $-20^{\circ} \pm 4^{\circ}\text{C}$ -os hűtőtérben és legalább 2 óra  $+18^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ -os vízfürdőben.

Két órás vízfürdőben tartott 5 cm élhosszúságú próbakockák törési eredményei azt bizonyították, hogy ez az időtartam a kiengedéshez kevés. A fagyasztás utáni kiengedés időtartamát a próbatest térfogatának függvényében kellene meghatározni. Így pl. az 5 cm élhosszúságú próbakocka esetében ezt az időtartamot 4 órában lehetne megállapítani.

Az átfagyáshoz szükséges időn túli fagyasztás gyakorlatilag hatástalan a kőzetmintára, a kiengedés utáni vízfürdőben tartás azonban az esetleges oldások miatt nem közömbös. Hosszabb ideig való vízfürdőben tartás minden esetben további vízfelvételt eredményezett. Vizsgálatainknál ezért a vízfürdőben tartás időtartamát állandónak — 4 órának vettük. A próbatesteket minden fagyasztás és kiengedés után gondosan átvizsgáltuk, és feljegyeztük az esetlegesen észlelt repedést, leválást, leporlást, illetve a kőzetalkotó ásványok kiesését.

---

LAPUNK PÉLDÁNYONKÉNT MEGVÁSÁROLHATÓ:

V., VÁCI UTCA 10.

V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 76. SZÁM ALATTI

H Í R L A P B O L T O K B A N



A szabvány előírja, hogy milyen ismétlési számoknál kell súlymérést végezni. Ettől függetlenül, ha elváltozást észlelünk a próbatesten, úgy azt súlyméréssel feltétlenül rögzíteni kell. A vizsgálatot a minták tönkremeneteléig kell végezni.

Itt hívjuk fel a figyelmet a felületfényképezés fontosságára, mert ezzel a módszerrel az ilyen jellegű elváltozások folyamata nagyon jól követhető. A fényképezés a kőzet felületét mintegy 10–20 fokos szögben metsző világítással történjen.

I. Sorozat kőzetei

1. táblázat

|                 |        |                   |                                | Dácit                          | Andezit              |                     | Bazalt                            |           |      |      |      |
|-----------------|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------|------|------|------|
|                 |        |                   |                                | Szob                           | Szob                 | Nógrád-kövesd       | Badacsony                         | Zalahaláp |      |      |      |
| Térfogatsúly    | g/cm³  | Légszáraz         | átlag .....                    |                                | 2,70                 | 2,71                | 2,88                              | 2,87      |      |      |      |
|                 |        |                   | minimum .....                  |                                | 2,70                 | 2,66                | 2,81                              | 2,85      |      |      |      |
|                 |        |                   | maximum .....                  |                                | 2,71                 | 2,72                | 2,94                              | 2,90      |      |      |      |
|                 |        | Telített          | átlag .....                    |                                | 2,71                 |                     |                                   |           |      |      |      |
|                 |        |                   | minimum .....                  |                                | 2,66                 |                     |                                   |           |      |      |      |
|                 |        |                   | maximum .....                  |                                | 2,73                 |                     |                                   |           |      |      |      |
| Vízfelvétel     |        | %                 | átlag .....                    | 1,88                           | 0,29                 | 0,20                | 1,29                              | 0,48      |      |      |      |
|                 |        |                   | minimum .....                  | 1,78                           | 0,26                 | 0,16                | 1,21                              | 0,40      |      |      |      |
|                 |        |                   | maximum .....                  | 1,93                           | 0,33                 | 0,28                | 1,40                              | 0,58      |      |      |      |
| Nyomószil.      | kp/cm² | Légszáraz         | átlag .....                    | 1225                           | 2558                 | 2316                | 3354                              | 2150      |      |      |      |
|                 |        |                   | minimum .....                  | 972                            | 2090                 | 2220                |                                   | 2100      |      |      |      |
|                 |        |                   | maximum .....                  | 1313                           | 3040                 | 2450                |                                   | 2210      |      |      |      |
|                 |        | Telített          | átlag .....                    | 874                            | 1870                 | 2479                | 2307                              | 2050      |      |      |      |
|                 |        |                   | minimum .....                  | 728                            | 1810                 | 2438                |                                   | 1900      |      |      |      |
|                 |        |                   | maximum .....                  | 1070                           | 1930                 | 2690                |                                   | 2100      |      |      |      |
| Rug. modulus    |        | kp/cm²            | légszáraz                      |                                |                      |                     |                                   |           |      |      |      |
|                 |        |                   |                                |                                |                      |                     |                                   |           |      |      |      |
|                 |        |                   | telített                       |                                |                      |                     |                                   |           |      |      |      |
| Összetétel      | %      | kvarc .....       |                                | —                              | 0,6                  | —                   | —                                 | —         |      |      |      |
|                 |        | plagioklász ..... |                                | 25,0                           | 21,0                 | 70,0                | —                                 | —         |      |      |      |
|                 |        | biotit .....      |                                | 1,0                            | 0,4                  | —                   | —                                 | —         |      |      |      |
|                 |        | piroxén .....     |                                | —                              | 1,0                  | —                   | —                                 | —         |      |      |      |
|                 |        | augit .....       |                                | —                              | —                    | 6,0                 | 3,0                               | 15,0      |      |      |      |
|                 |        | amfibol .....     |                                | 4,0                            | 9,0                  | —                   | —                                 | —         |      |      |      |
|                 |        | olivin .....      |                                | —                              | —                    | 3,0                 | 7,0                               | 11,0      |      |      |      |
|                 |        | érc .....         |                                | —                              | 1,0                  | —                   | —                                 | —         |      |      |      |
|                 |        | hézag .....       |                                | —                              | —                    | 5,0                 | —                                 | —         |      |      |      |
|                 |        | alapanyag         | kvarc .....                    | 70,0                           | 6,0                  | 67,0                | —                                 | 16,0      | —    | 90,0 | —    |
|                 |        |                   | plagioklász ....               |                                | 90,0                 |                     | 90,0                              |           | 89,0 |      | 64,0 |
|                 |        |                   | augit .....                    |                                | —                    |                     | 5,0                               |           | 3,0  |      | 22,0 |
|                 |        |                   | olivin .....                   |                                | —                    |                     | 2,0                               |           | 3,0  |      | 8,0  |
|                 |        |                   | érc .....                      |                                | 4,0                  |                     | —                                 |           | —    |      | —    |
|                 |        |                   | magnetit .....                 |                                | —                    |                     | —                                 |           | 5,0  |      | 5,0  |
| kőzetüveg ..... | —      |                   | 3,0                            |                                | —                    |                     | 1,0                               |           |      |      |      |
| összesen .....  |        | 100,00            | 100,0                          | 100,0                          | 100,0                | 100,0               |                                   |           |      |      |      |
| Szín .....      |        |                   | Szürke                         | Sötét-szürke                   | Sötét-szürke         | Világos-szürke      | Világos-szürke                    |           |      |      |      |
| Szövet .....    |        |                   | Mikroholog-kristályos porfíros | Mikroholog-kristályos porfíros | Irányított-ság nincs | Nemez-szerű         | Nemez-szerű mikroholog-kristályos |           |      |      |      |
| Allapot .....   |        |                   | Üde                            | Mállottsága csekély            | Üde                  | Mállottsága csekély | Bőrös                             |           |      |      |      |



## Összehasonlító vizsgálatok

A tanulmány alapjául szolgáló kísérleteket két csoportban végeztük.

Az első sorozatban szereplő kőzetminták zúzottkőként gyakran alkalmazott kőzetek voltak. Ezek fagyállósági vizsgálata szabálytalan próbatesteken történt, melyeket a vizsgálat megkezdése előtt Deval-dobban lekoptattunk. Ebbe a sorozatba tartozó kőzetek

|         |                |
|---------|----------------|
| Dácit   | (Szob)         |
| Andezit | (Szob)         |
| Andezit | (Nógrádkövesd) |
| Bazalt  | (Zalahaláp)    |
| Bazalt  | (Badacsony)    |

A második csoportban szereplő kőzetek egy riolittufa sorozat mintái. A mintavétel fő szempontja itt az összehasonlítási lehetőség. Közös alap az egy kőzettani kategória. Itt a vizsgálatokat szabályos próbatesteken végeztük.

A riolittufák az alábbi lelőhelyekről valók:

|                 |                |
|-----------------|----------------|
| Bodrogkeresztúr | (Sepsi bánya)  |
| Erdőbénye       | (Szeleczki-b.) |
| Füzérkomlós     | (felső b.)     |
| Háromhuta       | (útmenti b.)   |
| Pányok          | (cserepes b.)  |
| Rátka           |                |
| Vízoly          | (postánál)     |

A fagyállósági vizsgálatok megkezdése előtt a kiválasztott kőzeteken átfogó kőzettani, kőzetmechanikai, fizikai, kémiai megfigyeléseket, illetve vizsgálatokat végeztünk. Ezek eredményeit az 1. és 2. táblázatban közöljük.

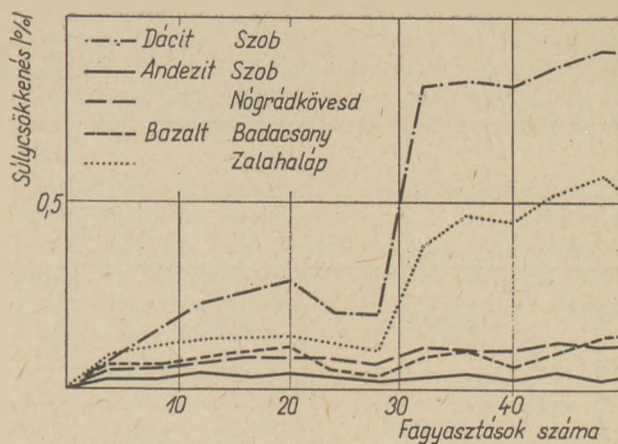
Ez a táblázatos megadási mód alkalmat nyújt az eredmények minden szempontot kielégítő összehasonlítására. A táblázatokban az átlagértékeken túlmenően a maximális és minimális mérési eredményeket is feltüntettük.

### A vizsgálati eredmények kiértékelése

A fagyállósági vizsgálat során bekövetkezett súlyváltozásokat koordináta rendszerbe felrakva az 1. és 2. ábrán feltüntetett görbéket nyertük. A görbék felfutó szakaszai súlycsökkenést, lefutó szakaszai pedig súlynövekedést jelentenek. Az első sorozatban szereplő kőzetminták 50, a második sorozatban szereplők 25 fagyasztási ciklusát ábrázoltuk. Kivételt képeznek a vízolyi, rátkai és háromhutai riolittufa próbatestek, melyek 2, illetve 3 fagyasztási ciklus után szétestek.

A fagyállóságra mértékadó azoknak a fagyasztásoknak a száma, amelyet a kőzet károsodás nélkül elvisel. Károsodásnak tekintjük azt a tényt, ha a próbatesteszt csoport egy darabja a 3. táblázatban megadott súlyvesztéseget elérte vagy rajta nyilvánvaló elváltozások észlelhetők. A 3. táblázat küszöbértékei különböznek az MSz 1991 és az MSz 1991-T által rögzített értékektől. A vizsgálat eredményeként kapott fagyasztási görbéket összehasonlítva a gyakorlati élet tapasztalataival a III. táblázatban feltüntetett értékek tekinthetők realisnak.

A kiállított fagyasztások száma alapján a kőzet „0”–„IV”. kategóriába sorolható. A kategóriahatárokat a 4. táblázatban tüntettük fel.



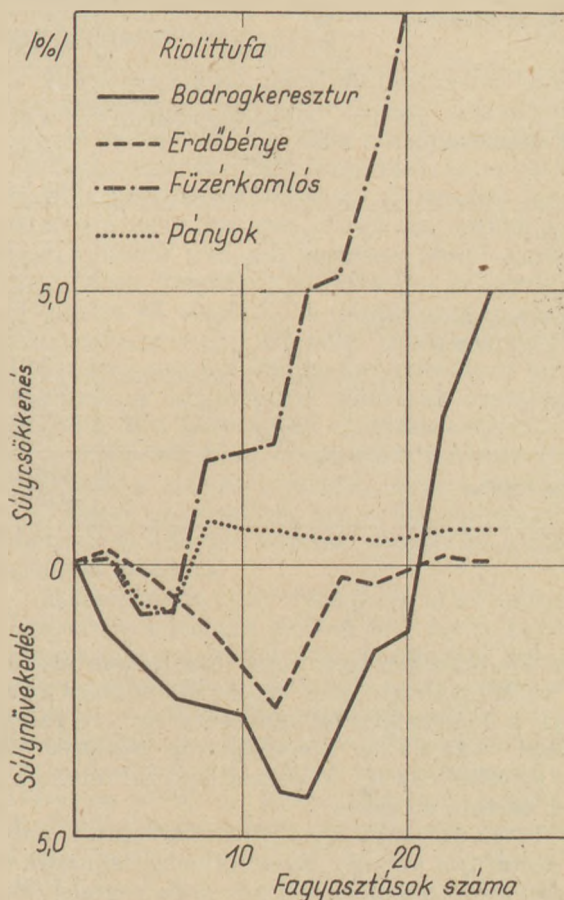
1. ábra. Fagyasztási görbék

Az egyes kategóriákat célszerű csak puszta számértékkel megnevezni, mert a különböző fagyveszélyes, magasépítésre fagyálló stb. elnevezések keverik a felhasználásra és anyagtulajdonságokra vonatkozó fogalmat.

A vizsgált kőzetek besorolását az 5. táblázatban láthatjuk.

A puszta számadatokon túlmenően érdemes vizsgálat tárgyává tenni a fagyasztás folyamatát és a kísérletek során nyert görbék egyes szakaszait.

A vízzel telített próbatestekben a víz hőmérséklet-csökkenés esetén megfagy és a keletkező jég térfogatnövekedése következtében a kőzet belse-



2. ábra. Fagyasztási görbék



## II. Sorozat kőzetei

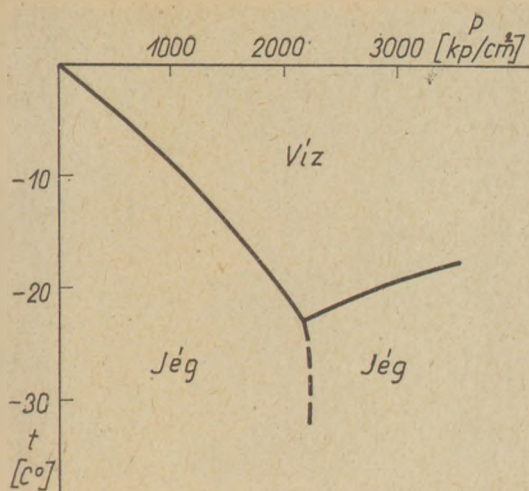
|                                          |                    |                       |                                          | Riolittufa                 |                    |                    |                    |                   |                    |         |
|------------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------|
|                                          |                    |                       |                                          | Bodrog-<br>kereszt-<br>túr | Erdő-<br>bénye     | Füzér-<br>komlós   | Három-<br>huta     | Pányok            | Rátka              | Vizsoly |
| Térfogatsúly                             | g/cm <sup>3</sup>  | Légszáraz             | átlag . . . . .                          | 1,13                       | 1,44               | 1,45               | 1,54               | 1,66              | 1,55               | 1,16    |
|                                          |                    |                       | minimum . . . . .                        | 1,12                       | 1,37               | 1,44               | 1,47               | 1,65              | 1,47               | 1,14    |
|                                          |                    |                       | maximum . . . . .                        | 1,15                       | 1,57               | 1,46               | 1,57               | 1,68              | 1,56               | 1,21    |
|                                          |                    | Telített              | átlag . . . . .                          | 1,50                       | 1,75               | 1,73               | 1,79               | 1,79              | 1,84               | 1,47    |
|                                          |                    |                       | minimum . . . . .                        | 1,44                       | 1,73               | 1,70               | 1,71               | 1,78              | 1,80               | 1,44    |
|                                          |                    |                       | maximum . . . . .                        | 1,71                       | 1,77               | 1,77               | 1,85               | 1,80              | 1,86               | 1,50    |
| Vízfelvétel                              |                    | %                     | átlag . . . . .                          | 30,5                       | 21,2               | 21,7               | 25,1               | 11,2              | 24,3               | 31,7    |
|                                          |                    |                       | minimum . . . . .                        | 24,7                       | 18,1               | 21,2               | 22,2               | 11,0              | 23,8               | 30,2    |
|                                          |                    |                       | maximum . . . . .                        | 34,2                       | 22,5               | 21,8               | 26,8               | 11,7              | 25,8               | 33,5    |
| Látsz. hézag f.                          |                    | 100 g/cm <sup>3</sup> | átlag . . . . .                          | 34,7                       | 30,7               | 30,5               | 35,9               | 18,0              | 30,1               | 34,4    |
|                                          |                    |                       | minimum . . . . .                        | 31,6                       | 26,8               | 30,0               | 32,8               | 17,7              | 29,1               | 33,8    |
|                                          |                    |                       | maximum . . . . .                        | 36,2                       | 32,4               | 30,8               | 38,5               | 18,6              | 32,6               | 35,8    |
| Nyomószilárdság                          | kp/cm <sup>2</sup> | Légszáraz             | átlag . . . . .                          | 41,5                       | 87,4               | 193,3              | 195,8              | 204,0             | 168,0              | 8,5     |
|                                          |                    |                       | minimum . . . . .                        | 34,0                       | 34,0               | 181,0              | 112,0              | 154,0             | 85,0               | 5,0     |
|                                          |                    |                       | maximum . . . . .                        | 50,0                       | 125,0              | 205,0              | 290,0              | 255,0             | 239,0              | 13,8    |
|                                          |                    | Telített              | átlag . . . . .                          | 57,6                       | 99,8               | 98,2               | 98,5               | 219,6             | 84,6               | 1,1     |
|                                          |                    |                       | minimum . . . . .                        | 18,3                       | 63,6               | 75,6               | 59,2               | 156,0             | 22,1               | 0,6     |
|                                          |                    |                       | maximum . . . . .                        | 100,5                      | 133,5              | 133,6              | 138,8              | 259,0             | 106,8              | 1,6     |
| Rug. modulus                             |                    | kp/cm <sup>2</sup>    | légszáraz . . . . .                      | 36 000                     | 83 300             | 167 000            | 154 000            | 222 000           | 128 000            | 2250    |
|                                          |                    |                       | telített . . . . .                       | 76 000                     | 98 000             | 69 500             | 56 800             | 145 000           | 54 000             | —       |
| Felületvizsgálat                         |                    | %                     | horzsaköves . . .                        | —                          | 1,31               | 3,75               | 0,50               | 0,82              | 1,95               | 2,43    |
|                                          |                    |                       | bomlott, mállott                         | 4,84                       | 0,14               | 0,66               | 1,92               | 0,16              | 6,28               | 2,05    |
|                                          |                    |                       | egyéb . . . . .                          | 10,90                      | 9,61               | 6,90               | 11,60              | 10,47             | 3,20               | 12,70   |
|                                          |                    |                       | alapanyag . . . .                        | 84,24                      | 88,45              | 89,59              | 85,95              | 85,80             | 89,37              | 82,81   |
| Vegyelemzés alapján<br>a főbb összetevők |                    | %                     | SiO <sub>2</sub> . . . . .               | 71,71                      | 73,89              | 71,26              | 70,66              | 69,99             | 68,93              | 67,78   |
|                                          |                    |                       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 12,52                      | 10,55              | 11,89              | 10,57              | 12,47             | 10,76              | 12,81   |
|                                          |                    |                       | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 0,69                       | 0,64               | 0,54               | 0,74               | 0,66              | 0,64               | 2,05    |
|                                          |                    |                       | MgO . . . . .                            | 1,05                       | 0,72               | 1,30               | 3,67               | 0,65              | 0,75               | 1,72    |
|                                          |                    |                       | CaO . . . . .                            | 2,01                       | 1,70               | 2,28               | 2,35               | 0,40              | 3,45               | 2,29    |
|                                          |                    |                       | Na <sub>2</sub> O . . . . .              | 1,58                       | 1,74               | 1,73               | 1,10               | 0,90              | 0,29               | 3,22    |
|                                          |                    |                       | K <sub>2</sub> O . . . . .               | 5,13                       | 5,03               | 3,71               | 3,40               | 4,08              | 4,51               | 4,22    |
| A kőzet színe . . . . .                  |                    |                       |                                          | Sárgás-<br>szürke          | Világos-<br>szürke | Világos-<br>szürke | Világos-<br>szürke | Zöldes-<br>szürke | Világos-<br>szürke | Szürke  |

jében kis helyeken igen nagy feszültségek alakulnak ki. Mint ahogy azt a víz-jég állapotára bizonyítja, a hőmérséklet csökkenésével ez a folyamat a közel —22,5°C-os könyökpontig növekvő jellegű. (3. ábra) Az így keletkező igénybevételnek a kőzet szövete áll ellent.

Ha feltételezünk egy ideális kőzetmintát, melynek porozitása állandó, hőtechnikailag homogén és a vízzel telítetten átfagyott kőzet rész végtelen mérv, úgy a fentiek alapján a fagy okozta tágulást

számolni lehet, és a fagyhatással kapcsolatos ellenálló képességet meg tudjuk határozni. Természetesen az eredmények csak a feltételezéseket kielégítő kőzetmintára érvényesek. Kőzeteknél a fagyás folyamatában meg kell különböztetni a pórusokba telítéskor bejutó vizet a víztartalmú kőzetalkotó ásványok kristályvizétől, valamint a higroszkópikus és hártaviztől. Irodalmi adatok bizonyítják, hogy azonos víztelítettség mellett és azonos hőfokra történő hűtésnél ismételt fagyasztás esetén





3. ábra. Víz-jég állapotábra

3. táblázat  
Súlyvesztési határok javasolt értékei

| Kőzet<br>térfogatsúlya | Súlycsökkenés<br>mértéke |
|------------------------|--------------------------|
| g/cm <sup>3</sup>      | %                        |
| > 2,4                  | 0,25                     |
| 2,0—2,4                | 1,00                     |
| < 2,0                  | 2,00                     |

Kategóriahatárok 4. táblázat

| Kiállított fagyasztások száma ..... | < 15 | 16—24 | 25—34 | 35—49 | > 50 |
|-------------------------------------|------|-------|-------|-------|------|
| Kategória .....                     | 0.   | I.    | II.   | III.  | IV.  |

Vizsgálati eredmények 5. táblázat

| S.  | Kőzet neve | Lelelőhelye     | Kategória |
|-----|------------|-----------------|-----------|
| I.  | Dácit      | Szob            | I.        |
|     | Andezit    | Szob            | IV.       |
|     |            | Nógrádkövesd    | IV.       |
|     | Bazalt     | Badacsony       | IV.       |
|     |            | Zalahaláp       | II.       |
| II. | Riolittufa | Bodrogkeresztúr | I.        |
|     |            | Erdőbénye       | I.        |
|     |            | Füzérkomlós     | 0.        |
|     |            | Háromhuta       | 0.        |
|     |            | Pányok          | 0.        |
|     |            | Rátka           | 0.        |
|     |            | Vizsoly         | 0.        |

a jéggé alakult víz mennyisége különböző. Például a hézagterfogat 73%-ig vízzel telített mészkőben —5°C-ra való lehűtéskor a teljes vízmennyiség 51,6%-a, a harmadik fagyasztásnál 81,9%-a a tizedik fagyasztásnál pedig a 90,2%-a alakult át jéggé.

Ennek a jelenségnek valószínűleg az a magyarázata, hogy az első fagyás után a laza szerkezetben a mikroszkópikus szerkezet egyrésze elrombolódik, jégbeágyazások keletkeznek, melyek felengetés után ismételt fagyasztásnál tovább terjedő jelleggel gyorsabban fognak megfagyni.

A megfigyelések szerint fagy hatására a kőzet-szövet tönkremenetele a belső feszültségeken túlmenően egyéb feszültséget előidéző okok miatt is bekövetkezik. Ilyen például a kőzetalkotó ásványok térfogati kiterjedési együtthatójának különböző volta, valamint az egyes kőzetalkotó ásványok különböző hővezetési tényezője is. Ezek is feszültségi csúcserőtekeket okozhatnak.

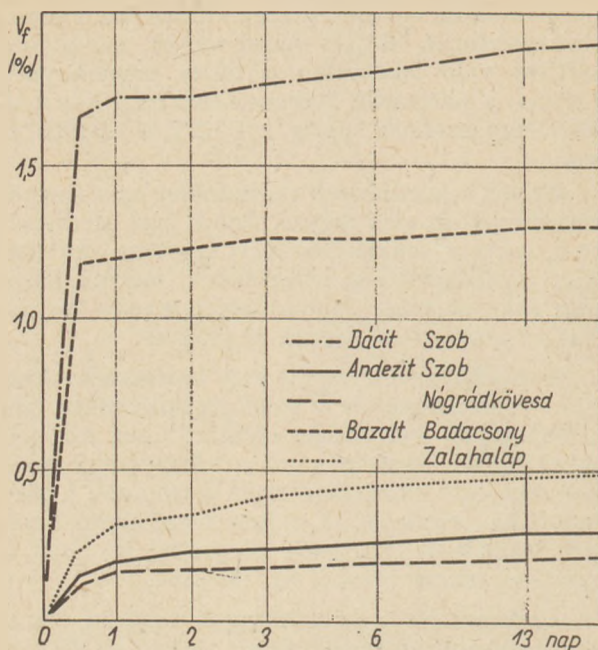
Amennyiben a kőzethézagok teljesen összefüggő rendszert képeznek, úgy a telített és teljesen átfagyott próbatesteken a jég belülről kifelé ható nyomóerőt fejt ki, és a próbatest megrepedezik. Ha a hézagrendszer nem összefüggő, vagy a kőzetben kiugróan nagy vízfelvételi szemcsék találhatók, akkor az elváltozás csak lokális lesz.

Mérési eredményeinket tükröző fagyasztási görbék első, emelkedő szakasza a felületről már a próbatest kialakításakor megbontott kőzetrészecskék lepergését, illetve a bomlott vagy a kötőanyagba nem kellően beágyazott kőzetalkotó ásványok kiesését tükrözi.

Bizonyos számú ismételt fagyasztás után a teljes alakváltozás nagyságától függő maradó alakváltozás és repedésmegnyílás következik be. Természetesen ezek is vízzel telítődnek, és mivel még nagyobb méretű roncsolódások és leesések nincsenek, a hatásokat összegző jellegű fagyasztási görbe lefelé irányuló (súlynövekedésre utaló) szakaszt mutat. A nagyságrendi különbségek az egyes görbék között jól mutatják a hézagrendszer nagyságát. Természetesen a nagyobb térfogatú víz megfagyása még nagyobb térfogat-növekedéssel jár. Ez a folyamat a fagyasztások számának ismétlésével fokozódik és a kőzetminta tönkremeneteléhez vezet. A vízfelvétel mennyiségének növekedése ebben a szakaszban már jóval kisebb, mint a lepergések és leválások sokasodása, így a fagyasztási görbe ismét felfelé irányuló szakaszt mutat. Ez a görbék harmadik szakasza.

Kőzeteknél a vízfelvételi görbe is jól mutatja a hézagrendszer jellegét (4. ábra és 5. ábra). Így nem véletlen, hogy a vízfelvétel mértékéből már sok esetben következtetni tudunk a kőzet fagyhatással szembeni viselkedésére. Összehasonlító adatsorként közöljük a vizsgált kőzetek vízfelvételi görbéit is. A vízfelvételi adatok természetesen önmagukban az időállóság jellemzésére nem használhatók. Például a badacsonyi bazalt nagy látszólagos hézagterfogatából és vízfelvételéből arra következtetnénk, hogy nem jó a fagyállósága. Mégis vizsgálataink azt bizonyították, hogy ilyen irányú tulaj-

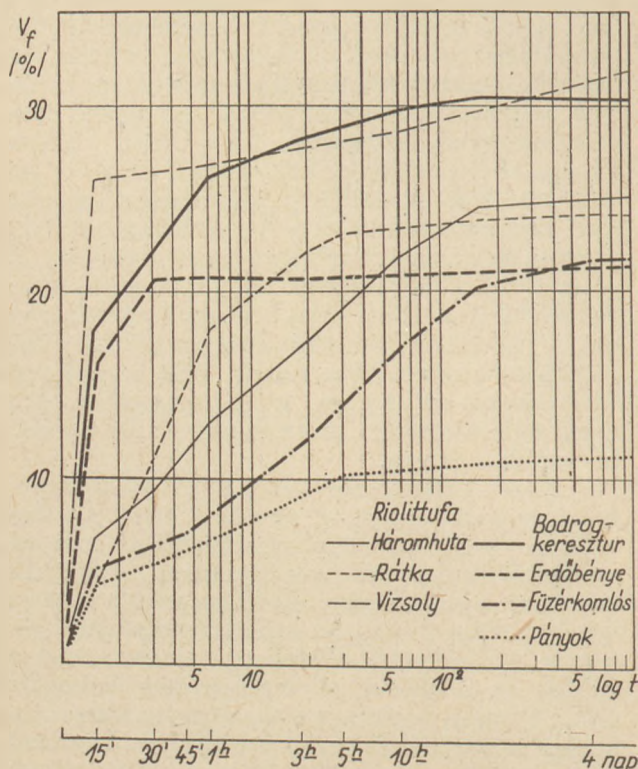




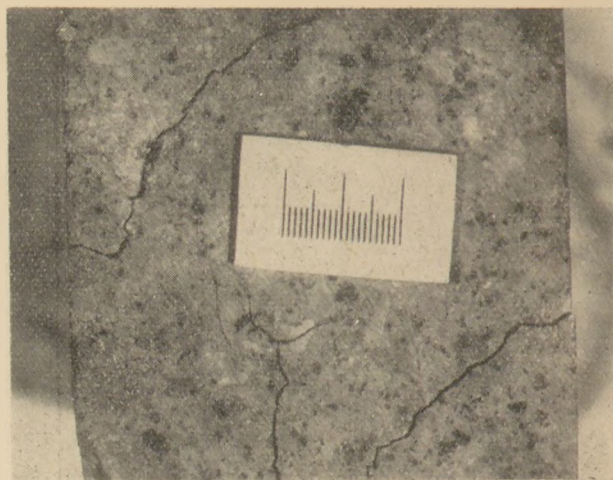
4. ábra. Vízfelvételi görbék

donságai sokkal kedvezőbbek a zalahalápi bazalténál, pedig vízfelvétele csupán csak az egyötöde a badacsonyi bazalt által szolgáltatott vízfelvételi értéknek.

A jelenség magyarázatát a mikroszkópi vizsgálat szolgáltatta. A badacsonyi bazalt szövete egyenletes, a porfiros elegyrészek jól beágyazottak. A zalahalápi bazaltnál a szövetszerkezetben nagy egyenlőtlenségeket tapasztaltunk. A porfiros elegy-



5. ábra. Vízfelvételi görbék



6. ábra. Teljes szétesés

részek mérete nagyságrendileg eltér az alapanyag szerkezetet biztosító részecskéinek méretétől. Így a kőzet húzószilárdsága és fagyhatással szembeni ellenállása is kisebb.

A kőzetalkotó ásványok mállottsága még nem szolgáltat egyértelműen rossz időállósági tulajdonságokat mutató kőzetet. Hiszen a szobi andezit kőzetalkotó ásványai teljesen bomlottak. Mégis jobbak a tulajdonságai, mint a szobi dácit, melyben az ásványok mállottsága ezt a fokot még nem érte el. Itt is a szerkezetek közötti különbség a döntő. A szobi dácitban a hézagok nagyok, és jelenlétük bontja a szerkezet egységét.

Az erdőbényei és bodrogkeresztúri rioltuffa fagyasztási görbéje, valamint a vízfelvételi görbéje is jellegében különbözik egymástól. Ezt a különbséget támasztja alá a szerkezetvizsgálat is. A mikroszkópi vizsgálatok az erdőbényei rioltuffában üvegesedett, opálosodott részeket, míg a bodrogkeresztúri rioltuffában kaolinos részeket mutattak ki.

E néhány kiegészítő megjegyzés után térjünk át a tönkremenetel formáinak vizsgálatára.

A tönkremenetel formáit nagyon jól megfigyelhetjük a rioltuffa sorozaton végzett méréseknél. Természetesen ezek értékelése továbbra is szubjektív tényező a vizsgálatokban, de rögzítésükre és mérési eredményként való kezelésükre szükség van.

Megkülönböztetünk teljes szétesést, gömbösödést, lemezes leválást, szivacsosodást.

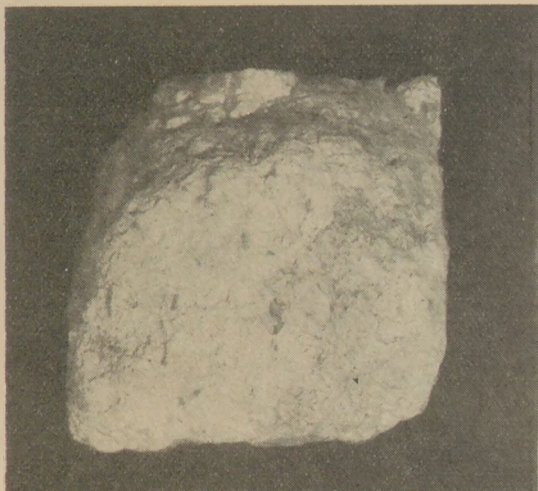
— A teljes szétesést nem kell külön magyarázni (6. ábra).

— Gömbösödnél a sarkokon kezdődik a leválás, majd az fokozatosan az élre is kiterjed (7. ábra).

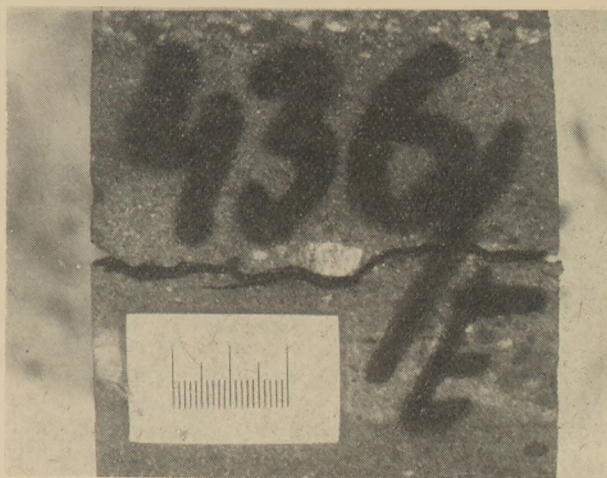
— A leválás lapokra kiterjedő változatát nevezzük lemezes leválásnak. A lemezes leválás speciális formája következik be, ha a kőzetmintán áthaladó repedés vagy idegen anyagbetelepülés van. Ez esetben a minta egyéb károsodás nélkül ezek mentén eshet darabokra (8. ábra).

— Szivacsosodás akkor következik be, ha a kőzetszövet hézagaiból a kitöltő anyag kifagy vagy





7. ábra. Gömbösödés



8. ábra. Lemezes leválás speciális formája

kioldódik. Ez a folyamat természetesen súlymérés-sel nem követhető, mert a kőzet belsejében tönkremenet anyag nem tud eltávozni (9. ábra).

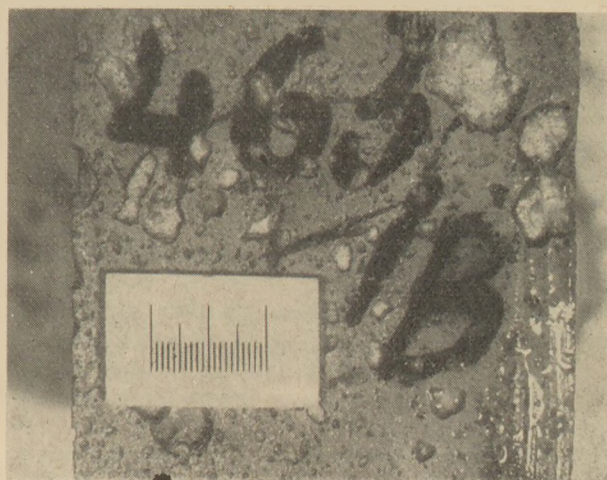
A tönkremenetel folyamatát minden esetben fényképfelvételekkel érdemes követni. Ezek jó kiegészítői a fagyasztási görbéknek, valamint az egyéb elvégzett kiegészítő vizsgálatoknak.

### Összegezés

Vizsgálatsorozatunk eredményeként szeretnénk az alábbi kiegészítés bevezetésének javaslatával az eddigi kísérleti módszert pontosabbá tenni.

Javasoljuk, hogy az idevonatkozó szabvány-előírások a vízfürdőben tartás időtartamát a mintadarab térfogatának függvényében adják meg. Ezen túlmenően egy-egy sorozaton belül ez az időciklusonként állandó legyen.

Kiegészítésképpen megemlítjük, hogy az időállóság megállapítására gyakran használják a kristályosítási vizsgálati módszert főleg zúzottkövek és zúzalékok vizsgálatánál. Itt a kőzet ellenálló képességét határozzuk meg a sóoldatok kristályosodásakor bekövetkező feszítőerővel szemben. Ezek alkalmazása nem teszi másodlagossá a fagyállósági vizsgálatot. Hiszen az időállóság meghatározása összetett feladat, és vizsgálatát a felhasználás céljának megfelelően kell elvégezni. A nyert eredményeket célszerű közösen kezelni, így lehetőség nyílik az anyag ilyen irányú tulajdonságainak legjobb megismerésére. A BME Ásvány és Földtani Tanszékén a fenti kőzetmintákon a szulfátos kristályosítási vizsgálatot is elvégeztük. A nyert eredmények feldolgozása folyamatban van.



9. ábra. Szivacsosodás

Befejezésül még egyszer szeretnénk felhívni a figyelmet a tönkremenetel formáinak rögzítésére és a felületfényképezés fontosságára.

Gálos Miklós—Kürti István: Kőzetek fagyállósági vizsgálata

Галош, Миклош—Кюрти, Иштван: Исследование морозостойкости каменных пород

Gálos, Miklós—Kürti, István: Untersuchung der Gesteine auf Frostbeständigkeiteit

Gálos, Miklós—Kürti, István: Frost Resistance Examination of Rocks



A konzultációra a szakterületet felölelő három tudományos egyesület: a Szilikátipari Tudományos Egyesület, az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület és az Építőipari Tudományos Egyesület közös rendezésében került sor. Az egész napos konzultáció programját a rendezőség kívánsága alapján úgy állították össze, hogy a gyártástechnológia, a hő-, és hidegszigetelési technika, valamint az építészeti, hő- és akusztikai szigetelés legújabb eredményei egyaránt bemutatásra kerüljenek. A konzultációt kísérő gazdag prospektusanyag, a diapozitív és filmvetítések, valamint a cég teljes gyártmányválasztékát bemutató igen szép kiállítási anyag együttesen színvonalasan illusztrálta a szakterület jelentőségét, s felhívta a figyelmet számos — nálunk még csak részben kiaknázott — műszaki lehetőségre.

A konzultációt dr. Talabér József a SZTE főtitkárának előadása vezette be. Előadásában szemléletesen illusztrálta azt a fejlődési folyamatot, amely során a szigetelőanyagok egyre inkább a hagyományos építőanyagok méltó versenytársaivá, sőt a legkorszerűbb építési technikában nélkülözhetetlen anyagokká válnak.

A délelőtti program dipl. ing. Rudolf Klingholz műszaki igazgató: „A G&H cég gyártási és szigeteléstéchnikai programja a meleg- és hidegszigetelés területén” című előadása köré csoportosult.

Előadásából megtudtuk, hogy a céget 1878-ban alapították. Első nagy fellendülését dr. Carl Grünzweig vegyész 1906. évi „Expanzit parafa” szabadalmához lehet kapcsolni. Azóta a termék világszerte elterjedt, és a hidegszigetelési területen ma is egyik uralkodó hőszigetelő anyagnak tekinthető. E termékből a G&H cég jelenleg kb. 165 000 m<sup>3</sup> évi termelést produkál.

A G&H cég fejlődésében új határkövet jelentett 1938, amikor az amerikai Owens—Corning eljárás szerint „SILLAN” márkanév alatt megkezdte közetgyapot termékeinek gyártását. A céltudatos fejlesztési tevékenység eredményeként a szálaz anyagból kitűnő minőségű hő- és akusztikai szigetelő gyártmányok igen széles skáláját dolgozták ki:

— SILLAN lose, ömlesztett szál tömő szigeteléshez

— SILLAN-BAHNEN, lágy tekercsanyagok papír v. más rétegelő anyagokkal kombinálva.

— SILLAN-MATTEN, tömöttebb szövetű steppelt, bitumenpapírral, nádpallóval, vagy dróthálóval kombinált termékek.

— SILLAN-ZÖPFE, csőszigetelő fonatok, kötelek, zsinórok.

— SILLAN-FILZE, műanyagkötésű lágy lemezek, ill. tekercsanyagok.

— SILLAN-PLATTEN, félkemény műanyagkötésű lemezek.

— SILLAN-HARTPLATTEN, műanyagkötésű keménylemezek nagy tábla mérettel,  $\gamma = 450$  kg/m<sup>3</sup>, vagy még nagyobb térfogatsúllyal.

— SILLAN-SCHALEN, műanyagkötésű előregyártott csőszigetelő héjidakok,  $\varnothing$  max. = 450 milliméterig.

— SILLAN-MONOBLOCK (R) nagy hőállóságú termékek.

— SILLATERM (R).



1. ábra. Dr. Talabér József bevezető előadását tartja

Ma már a „SILLAN” termékek gyártását több mint 100 000 t, kb. 1,5 millió m<sup>3</sup>/év volumenben folytatják. Bár viszonylag bonyolult és drága technológiával gyártják, minőségi szempontból felülmúlja az egyéb eljárással gyártott szálaz szigetelőanyagokat. Ezzel magyarázható, hogy a G&H cég SILLAN eljárását és gyártóberendezését számos ország, így: a Szovjetunió, Spanyolország, Románia stb., eddig összesen 7 ország vásárolta meg.

A G&H cég a 2. világháború után hagyományos profilja mellett a műanyaghabok feldolgozására és alkalmazására is felkészült. Termékei:

— A B.A.S.F. féle Styropor (R) polistírolhab gyártmányok (Évi termelés 250 000 m<sup>3</sup>, az NSZK-termelés 50 %-a)

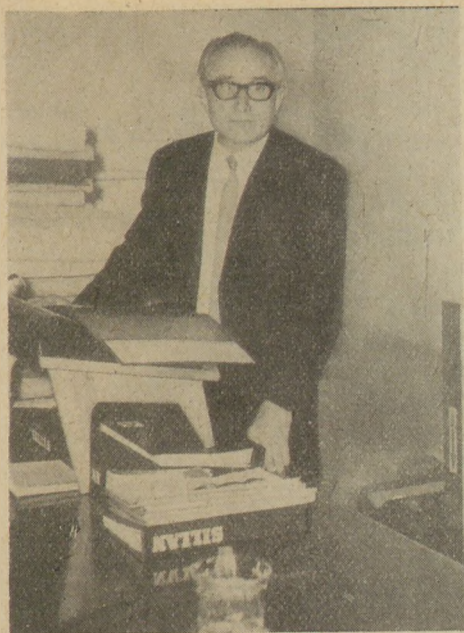
— A STYRODUR polistírol, a DOW-eljárás szerint extrudált, edzett, nagyobb szilárdságú habanyagok.

— Kemény poliuretán, a BAYER-eljárás szerint, helyszínen is kivitelezve.

Tekintettel arra, hogy a G & H cég a szigetelő szakterület minden ágát: gyártás, tervezés, kivitelezés végzi, jelentős lemezfeldolgozó és kivitelező részlegekkel is rendelkezik. Anyaggyártással 3 gyártelepen kb. 3500, kivitelezéssel 38 körzeti iroda szervezetében kb. 7000 munkavállaló foglalkozik. Évi forgalmuk kb. 400 millió DM., s ezzel a G&H cég nemcsak Európa legnagyobb, hanem világviszonylatban is egyik legnagyobb szigetelőipari vállalatnak tekinthető. Talán ezzel is magyarázható az a tény, hogy a G & H cég a szakterület egyik úttörője volt és maradt, amit jelentős kutató, fejlesztő apparátusa szolgál.

\* Beszámoló a „Grünzweig und Hartmann A. A.” (NSZK) cég hő-, hideg-, és akusztikai szigetelési konzultációjáról. (Budapest, Technika Háza 1967. november 27-én).





2. ábra. Rudolf Klingholz műszaki igazgató előadását tartja

Klingholz mérnök előadása további részében igen szemléletes technológiai vázlatokkal és dia-  
pozitívokkal hőségesen illusztrált ismertetést adott a SILLAN gyártástechnológiáról. Előadásának ki-  
emelkedően érdekes fejezete volt az ásványi gypot  
szálképzési eljárásainak rendszerező, összehason-  
lító értékelése, az alapeljárások és kombinált eljá-  
rások ismertetése, amelynek vázlatát a 3. ábra  
szemlélteti.

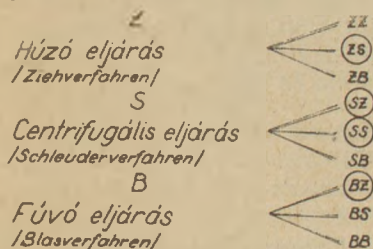
Ugyancsak említésre méltó a nyersanyagok  
vegyi összetétele és a szálképzés kapcsolatát, rész-  
letező fejtegetés, amely a legfinomabb szilikát-ké-  
miai, üvegtechnológiai ismeretek frappáns ipari  
alkalmazásának volt emlékezetes példája.

Klingholz mérnök előadása a gyártmányok  
kézi mintáinak bemutatásával és a legkedvezőbb  
alkalmazási területek vázlatos ismertetésével feje-  
ződött be.

A német nyelvű előadás magyar nyelvű ösz-  
szefoglalóját Dr. Tóth Kálmán tartotta meg.

A délelőtti program: „Egy kb. 20 km hosszú  
olajtávvezeték hőszigetelési munkái” című színes  
hangosfilm levetítésével fejeződött be.

Az ebédszünetből fentmaradó időt a hallgató-  
ság nagy része a színvonalas gyártmánybemutató  
kiállítás megtekintésére használta fel. A kb. 11×2  
m alapterületű kiállítás nemcsak anyagmintákat,  
hanem szigetelési szerkezeti modelleket is tartal-



○ Nem megvalósítható

3. ábra. Szálképzési eljárások rendszerezése

mazott, amelyek különösen a csomópontok meg-  
oldása és a szigetelő rétegek rögzítése szempontjá-  
ból igen tanulságosak. A kiállítás néhány részletét  
a 4a, b ábrák szemléltetik.

A délutáni program a szigetelőanyagok leg-  
korszerűbb építészeti alkalmazástechnikai megol-  
dásainak bemutatását célozta. Ennek megfelelően  
a hallgatóság jelentős része kicserélődött és délután  
már nagy számban jelentek meg tervező és kivi-  
telező építészek, hűtőház-szigetelési, ill. épület-  
akusztikai kérdésekkel foglalkozó szakemberek,  
sőt számosan a mezőgazdasági tervezés szakterüle-  
téről is.

A konzultáció délutáni programjának első elő-  
adását Dipl. Ing. Rudolf Klingholz tartotta „A  
Grünzweig és Hartmann cég programja az építészeti  
hő- és akusztikai szigetelés számára” címmel.

Előadásában főként a speciális rendeltetésű  
ásványi gypot termékek — mint az akusztikai  
födémek: álmennyezetek, válaszfalelemek — fej-  
lődésével foglalkozott. Röviden ismertette a G &  
H cég fejlesztési terveit, a szigetelőanyagok fejlő-  
dési tendenciáit, a különleges ásványi gypot le-  
mezek előállítására szolgáló berendezéseket.

A cél a termékek választékának további bőví-  
tése, olyan termékek gyártása üzemszerűen, me-  
lyeket felhasználásuk során csak szerelni kell. Ezen  
termékek dekoratív jellegűek, felhasználásuk so-  
rán közvetlenül alkalmazhatók pl. épületek, elő-  
adótermek mennyezetének és belső falainak burko-  
lására.

Fontos feladat, magasabb hőmérsékleten is  
alkalmazható, jó szigetelési tulajdonságokkal ren-  
delkező termékek kialakítása. Ilyen termékek a  
teljesen anorganikus ásványgypot-bentonit ösz-  
szetételű monoblokkok.

A konzultáció további részében Dr. Helmut  
Schmidt fizikus tartott előadást „Az építészeti és  
hűtőház-szigetelés speciális problémái” valamint  
„Korszerű megoldások az építészeti hőszigetelés, hang-  
szigetelés és terem-akusztika területén, ásványi gya-  
pot lemezek felhasználásával” címmel.

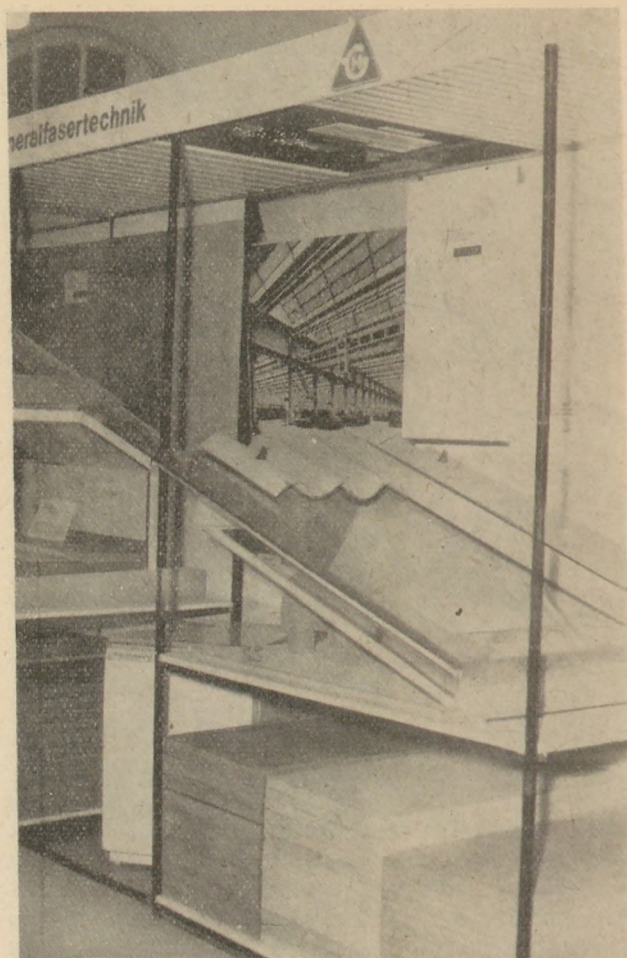
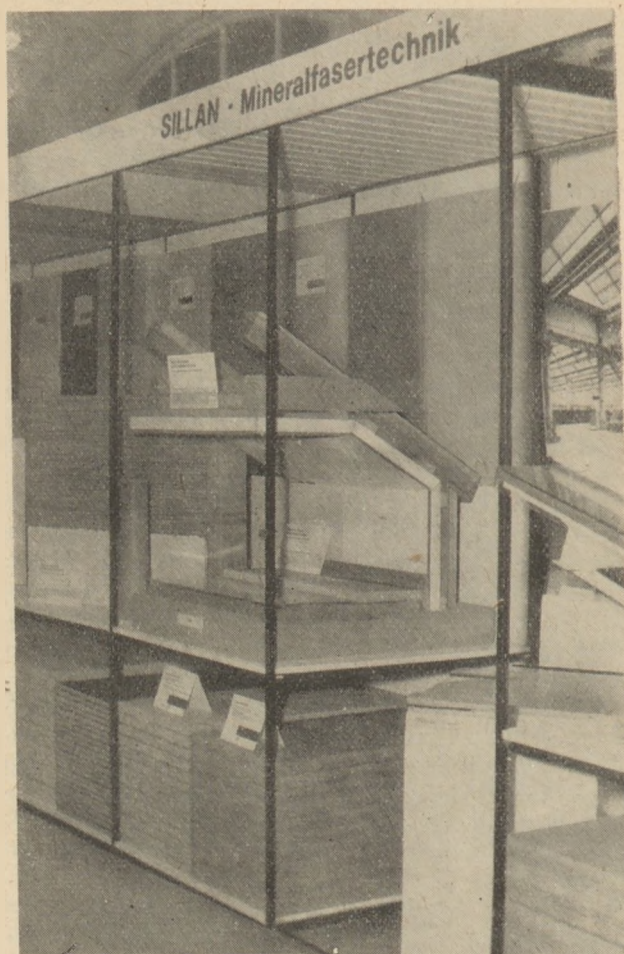
Előadásának elején összefoglalta a hő- és hang-  
szigetelés elméleti alapjait. Külön kiemelte az ás-  
ványigypot alapú SILLAN termékek jelentősé-  
gét, melyek jó hőszigetelő tulajdonságaik mellett,  
igen kiváló akusztikai tulajdonságokkal is rendelke-  
znek. A hangszigetelő és hangelnyelő anyagoknál  
lényeges a nagy fajlagos felület és a túlnyomórészt  
nyitott pórusszerkezet kialakítása.

A jó hangszigetelő anyagok kiválasztása mel-  
lett igen fontos azok helyes alkalmazása. Az előadó  
számos példát mutatott be előadótermek, színház-  
termek, hangversenytermek, irodaházak üzem-  
csarnokok hangszigetelő belső felületének kialakí-  
tására. Láthattuk, hogy a világító és szellőző be-  
rendezések kombinációjával, dekoratív szempont-  
ból is igen tetszetős akusztikai megoldások alakít-  
hatók ki.

Az előadó beszélt a szigetelőanyagok számos  
felhasználási területéről.

Érdekes probléma a hidegszigetelés, nevezete-  
sen hűtőházak szigetelése, melyeket a hagyományos  
vasbeton épületszerkezetek kiküszöbölésével szinte  
kizárólag polistírol alapú műanyagból készült





4a, b ábrák. A G & H cég gyártmánykiállításának részletei

„EXPORT” elnevezésű előregyártott nagyelemekkel oldanak meg. A szerkezetet kívülről nedvességvédelem céljából alufóliával burkolják.

Széles körben elterjedtek a szigetelőanyagok, elsősorban az ásványi gyapot termékek a mezőgazdaságban is, ahol tárolóhelyiségek, istállók szigetelésére használják őket. Kedvező páradiffúziós tényezőjük következtében a jó hőszigetelés mellett biztosítják a helyiségek szellőzőttségét, mely a nagy nedvességforgalom szempontjából igen lényeges.

A szigetelőanyagok legfőbb alkalmazási területe a magasépítészet, ahol elsősorban mint úsztatott Esztrich hullámlemez-alátét, külső és belső falszigetelés, dupla héjazású keménylemezek kerülnek felhasználásra. Az előadó táblázatokban foglalta össze és diagramokon szemléltette az egyes szerkezetmegoldások hőtechnikai jellemzőit.

Nagy jelentőséggel bírnak a szigetelőanyagok az iparban is, ahol az energiaköltségek csökkentése mindenütt elsőrendű feladat. A szigetelőanyagokat ezért itt főként meleg és hidegvezetékek, szerelvények, tartályok, készülékek, sokszor egész üzemszerek szigetelésére használják.

A szigetelőanyagoknak ezeken kívül még számos speciális felhasználási területe ismeretes, mint pl. a hajóépítés, járművek szigetelése, repülőgépek motorházának szigetelése, mozgó alkatrészű gépek talapzatának rezgésgátlása.

Az előadást szerkezeti modellek és diafilmek tették szemléletesebbé. A délutáni előadások magyar nyelvű összefoglalóját Zettwitz Sándor tartotta meg.

Befejezésül színes filmet láthattunk egy komplett hűtőláz újszerű szerelési munkálatairól, amelynek során „Export”-ból előregyártott nagyelemekből építettek hűtőlázat rendkívül termelékeny munkamódszerekkel.

Összegezésként megállapítható, hogy a konzultáción résztvett mintegy 150 szakember a szigetelési szakterület legkorszerűbb anyagait és alkalmazási módszereit ismerhette meg. A konzultáció visszhangjából és a kiállítás nagy látogatottságából levonható az a következtetés, hogy a rendezvény igen sikeres volt. A sikeres konzultációért köszönet illeti a G & H cég munkatársait, a szervezési munkák nagy részét gördülékenyen bonyolító SZTE titkárságát és a szervezésben, kiállítási munkálatokban szintén jelentős részt vállaló SZiKKTi Durvakerámia és Szigetelőanyag Osztályt.

Tóth Kálmán—Weöres László: Hő- és hangszigetelés az építőiparban

Тот, Кáльман—Вереш, Ласло: Тепло- и звукоизоляция в строительстве

Tóth, Kálmán—Weöres, László: Wärme- und Schalldämmung in der Bauindustrie

Tóth, Kálmán—Weöres, László: Thermal and Sound Isolation in the Building Industry



A Tégl- és Cserépipar Központi Laboratóriumában folyik a téglagyártásra szolgáló agyagok gyakorlati szempontok szerint végzett minősítő vizsgálata. A minősítő vizsgálatoknak technológiai kérdésekre kell választ adniuk. Meg kell például alapítani egy fűrészekkel feltárt település vizsgálati adatai alapján, hogy abból milyen fajtájú és minőségű téglaiipari termék állítható elő, és javaslatot kell tenni a nyersanyag sajátosságainak legjobban megfelelő technológiai eljárásra. Az elmondottakból következik, hogy a laboratóriumi vizsgálatot üzemi vagy félüzemi kísérlettel célszerű kiegészíteni, de a következőkben csak a laboratóriumi vizsgálatot tárgyaljuk.

A minősítő vizsgálat módszere már régebben kialakult.\* Elvben a minta pl. egy fűrésnek valamelyik rétege, fizikai, kémiai és műszaki vizsgálatát végezzük el, és az elvégzett vizsgálatok alapján véleményt mondunk a nagyüzemi felhasználásról. A fizikai és kémiai vizsgálat általában a szemcseszerkezet, a földalkalikarbonát-tartalom, a szennyeződések, a képlékenységi mérőszámának a meghatározására terjed ki, ritkábban az oxidos összetétel, kationcsere stb. mérésére.

A műszaki vizsgálat alkalmából az agyagból nedves vagy félszáraz eljárással próbatesteket készítenek, és ezek adatait határozzuk meg szárazon, valamint különböző hőmérsékleteken égetve. Ez a vizsgálat kiterjed a zsugorodásra, vízfelfevő képességre, térfogatsúlyra, a megmunkáláshoz szükséges víz mennyiségének mérésére és a hasáb alakú próbatestek száraz állapotban mért hajlítószilárdságára.

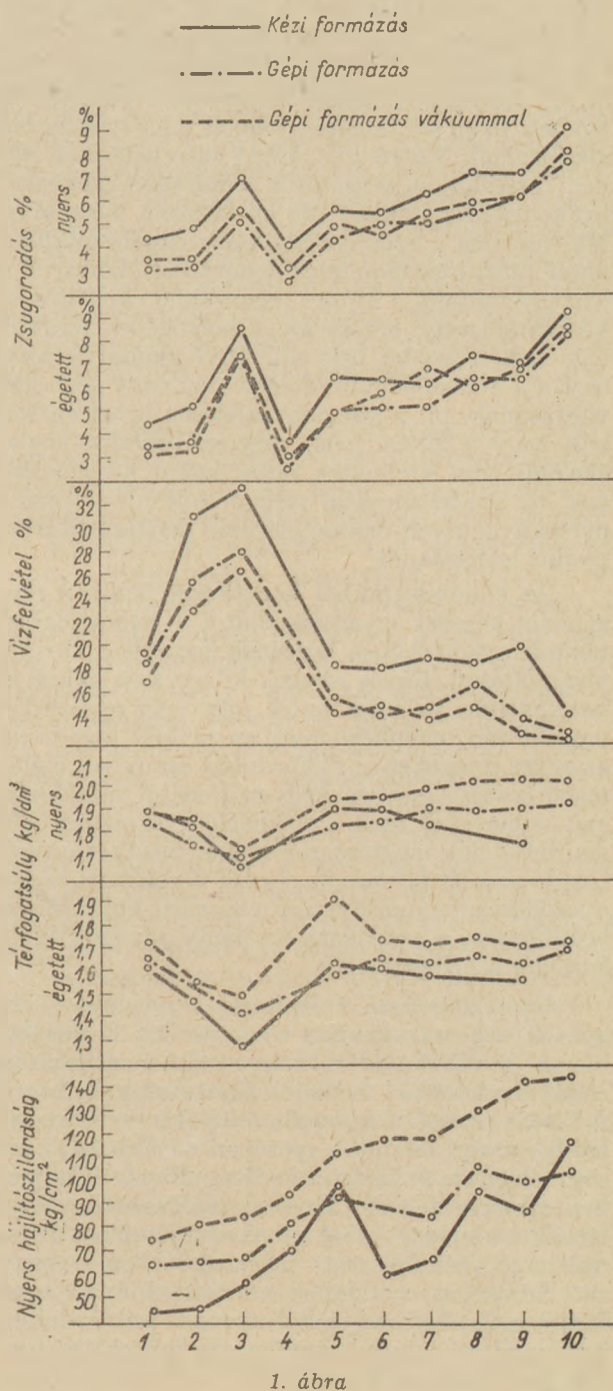
Az utóbbi években a laboratóriumi vizsgálat annyiban módosult, hogy a  $7 \times 3,5 \times 1$  cm méretű kézzel formált próbatestek helyett áttértünk az agyagok gépi formázására. Erre a célra az üzemekben használt 30–45 cm hengerátmérőjű csigaprések 8 cm átmérőjű kicsinyített mását használjuk fel, mely mind vákuummal, mind anélkül működ-tethető.

A kilépő  $2,5 \times 5$  cm méretű agyagszalagot 10 cm hosszúságúra vágjuk le. A kézzel és géppel készült próbatestek műszaki adatai azonban nem azonosak a kézi és gépi formázáshoz szükséges különböző nedvesítés és alkalmazott nyomás különbsége miatt. Mivel az agyagok minősítésénél a kapott műszaki adatok döntő szerepet játszanak, meg kellett állapítanunk a kétféle formázással készült testek műszaki adatai között az összefüggést.

A vizsgálathoz tíz különböző agyagot formáztunk ki kézzel és géppel, a gépi formázást vákuum alkalmazásával és anélkül is elvégeztük. A gépi megmunkáláshoz általában 10%-kal kevesebb víz volt szükséges, mint a kézi formázáshoz. A kapott műszaki adatokat grafikusán ábrázoltuk az 1. áb-

rán. Minden tulajdonság mérésénél nyilvánvaló volt a vákuum tömörítő hatása. A kapott különbségeket figyelembe vesszük a kézzel vagy géppel formázott testek műszaki adatainak értékelésénél.

Az idők folyamán azonban nemcsak a vizsgálati módszerek változtak, hanem a gyártási technológiában is olyan változások mentek végbe, melyek megváltoztatták a minősítés módját. Elsősorban figyelembe kell vennünk a minősítésnél, hogy a téglagyárak szinte kivétel nélkül áttértek a



\* A vizsgálati eljárást dr. Albert János dolgozta ki.



gépi agyagkitermelésre, leginkább a kotrógépes fejtésre.

A téglagyártásra használt agyagtelepülések ugyanis nem egységesek. Az agyagbányákban már szemrevételezéssel is különböző rétegeket figyelhetünk meg, pl. szín, repedezettség, szennyezettség alapján. A vizsgálat alkalmából ezek a rétegek gyakran teljesen elütő tulajdonságokat mutatnak, máskor a különböző színű agyagok között csak lényegtelen különbségek adódnak.

A kézi fejtés idejében a rétegenként végzett agyagvizsgálat alapján javaslatot lehetett tenni egyes rétegek kihagyására a téglagyártásra szolgáló agyagkeverékből, ill. általánosságban megvolt a lehetősége, hogy az egyes rétegeket az eredetétől eltérő arányban alkalmazzuk. Ez azt jelentette, hogy a túl képlékeny agyagkeverékből el lehetett hagyni a legképlékenyebb réteget, a túl sovány agyagok közé ékelődő homokréteget, vagy az agyagok közé ékelődő szennyezett rétegeket le lehetett fedni stb. A gépi fejtés, ill. a leggyakrabban alkalmazott vedersoros kotró elterjedésével elvben továbbra is megvan a lehetősége ezeknek a gyakorlati fogásoknak, de korlátozott mértékben. Míg ugyanis a szennyezett vagy egyéb tulajdonságai miatt meg nem felelő fedőréteget könnyen el lehet távolítani, a fejtett településbe ékelődő nem kívánatos réteg elhagyása a kotrógépes fejtésnél már nehézségekbe ütközik. Elvi akadály a szennyezett agyagok közbeékelődése a kőszennyeződések kiválogatásának vagy a fejtési front megosztásával a közbeékelődő nem kívánatos réteg külön kitermelésének, de gazdaságossági megfontolások alapján a nyersanyag ilyen módon elérhető javításáról rendszerint lemondanak.

Az elmondottakból következik, hogy a rétegenként végzett agyagvizsgálatot ki kellett egészítenünk a kotrógépes fejtésnek megfelelő keverék vizsgálatával. Egyes rétegek kihagyását akkor javasolhatjuk, ha az a fejtés folyamán egyszerűen megoldható, ellenkező esetben el kell fogadnunk az egyes rétegeket az előfordulási arányban tartalmazó keverék esetleg kedvezőtlenebb tulajdonságait, amelyeket csak a megfelelő gyártástechnológiai feltételek megteremtésével ellensúlyozhatunk. Gondolunk itt például az el nem távolítható szennyeződések finomörlésére, agyagszűrő, kőkiválasztó beállítására, a szárításra érzékeny agyagok kiméletesebb szárítására stb.

Új téglagyárak telepítése, a meglevő téglagyárak rekonstrukciója, vagy esetleg a meglevő bánya továbbhaladási irányának megállapítása céljából a kérdéses területen fúrásokat mélyítenek. A fúrási pontokat nyugodt település esetében ritkább, zavart település esetében sűrűbb háló szerint telepítik. A fúrási mintákat először a helyszínen szemrevételezik. Ez első tájékoztató vizsgálatnak tekinthető, mert ennek alapján lehet a tisztán homokból álló vagy nagymértékben szennyezett fúrásokat meddőnek minősíteni, és az egyes fúrási rétegeket nagyjából azonosítani. A mintákat ezután a laboratóriumban megvizsgáljuk, ennek és a földtani dokumentációban nyújtott ada-

tok (helyszínrajz, földtani szelvények stb.) alapján kialakul a kitermelhető nyersanyag képe.

Zavart település esetében természetesen fúrásról fúrásra változás észlelhető, pl. minden fúrásban más az agyag-homok aránya vagy a rétegek szennyezettsége, és így a minősítést jóformán fúrásról fúrásra kell elvégezni. Még nyugodt, sőt szabályos településekben is mindig találunk kisebb változásokat pl. az agyag szemszerkezetében vagy földalkálikarbonát-tartalmában. A kérdés most az, hogy milyen mértékű változásokat kell a minősítésben figyelembe vennünk, vagyis milyen mértékű ingadozás az, amely már gyártástechnológiai szempontból is érezteti a hatását.

Ebben a kérdésben a készgyártmányok szabványai nyújtanak segítséget. A téglaféleségek olcsó tömegcikk, amelyeknek gyártásánál a körülmények nagymértékben ingadozhatnak. Erre a tényre tekintettel voltak a téglaiipari szabványok tűréseinek megállapításánál, amelyek jóval nagyobbak, mint a drágább kerámiai termékek esetében. Ezek a nagyobb tűrések, valamint a gyártási körülmények viszonylag nagyobb ingadozást tesznek elfogadhatóvá a nyersanyagban is, mint pl. finomkerámiai gyártmányoknál.

Az alábbiakban részletesen kitérünk a nyersanyagokban tapasztalható ingadozások és a késztermékek anyagtulajdonságai közötti összefüggés tárgyalására, figyelembe véve az anyagtulajdonságokra vonatkozó szabványos tűréseket, valamint a téglagyártás technológiáját.

A téglaféleségek vizsgálatánál az alábbi tulajdonságokat kell mérni és a kapott értékek alapján a szabvány szerinti minősítést elvégezni.

1. Méret
2. Káros zárványok
3. Szilárdság
4. Vízfelvevő képesség
5. Fagyállóság

1. *Méret.* Az átlagos mérettől a szabvány általában  $\pm 3\%$  eltérést enged meg. Ennél nagyobb eltérés esetében az áru — fajtájától függően — alacsonyabb osztályba kerül vagy nem minősíthető.

A téglamérete, adott szájnylásméret mellett, a nyersanyagkeverék zsugorodásától függ. Ha a fejtett agyagba homok ékelődik be, vagy a nyersanyagkeverékben megváltozik a képlékeny és a homokos agyagok aránya, változik a zsugorodás is. Kérdés azonban az, hogy milyen mértékű nyersanyag-ingadozás esetében tapasztalható olyan zsugorodásváltozás, mely az áru méretpontosságát veszélyezteti.

A téglagyárak bányáiban éles homok csak nagyon ritkán fordul elő, de az agyagrétegek közé gyakorta 0,5, sőt 0,2 mm-nél finomabb szemcséjű agyagos homokok ékelődnek. Az agyagos homok az agyaghoz keverve annak anyagtulajdonságait kisebb mértékben befolyásolja, mint az éles homok. Ezt bizonyítják a laboratóriumi kísérletek is, az agyaghoz 10—15%-ban kevert finomszemcséjű homok befolyása a próbatest műszaki adataira jóformán még ki sem mutatható (1. táblázat.) Tehát a kitermelt nyersanyagban a homok 15%-nál nem



1. táblázat

## Balatonszentgyörgyi agyag és agyagos homok keverékek

Összetétel:

|                                                  | 100% | 85% | 75% | 50% |
|--------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|
| Agyag .....                                      | 100% | 85% | 75% | 50% |
| Homok .....                                      | 0%   | 15% | 25% | 50% |
| Lineáris száradási zsugorodás, % ...             | 3,9  | 3,8 | 3,6 | 3,0 |
| Lineáris összes zsugorodás 950°C-on égetve ..... | 4,0  | 3,8 | 3,4 | 2,8 |

1. Csillaghegyi agyag. 2. Devecseri sárga agyag. 3. Devecseri kék agyag. 4. Kunszentmártoni agyag. 5. Újlaki agyag. 6. Bécsi úti agyag. 7. Soly-mári kék agyag. 8. Békéscsabai sárga agyag. 9. Soly-mári sárga agyag. 10. Békéscsabai kék agyag

nagyobb ingadozása méret szempontjából nem bír jelentőséggel.

Ha különböző képlékenységu agyakok keverednek a masszában, és ezek előfordulási arányában következik be változás, az még kisebb hatást gyakorol a zsugorodásra, mint az agyagos homok mennyiségének ingadozása. Gyakorlati körülmények között a tégl méretére a nyersanyagnál sokkal nagyobb befolyást gyakorol a szájnnyílás kopása és az égetés hőmérséklete. A szájnnyílást a kopás miatt időnként cserélni kell, így a szájnnyílás mértékének megváltoztatásával a nyersanyag megváltozásának a hatását is ki lehet küszöbölni.

**2. Káros zárványok.** A téglaiipari szabványok tekintettel vannak arra a tényre, hogy nagyon kevés olyan téglagyártásra szolgáló agyagtelepülés van, amely nem tartalmaz káros mészkonkréciókat.

Mint ismeretes, a mészkonkréciók az égetésnél égetett mésszé alakulva a levegő nedvességtartalmának hatására megoltódnak, és a termék kipattogzását, súlyosabb esetben mállását idézik elő. Nedvesség hatására kipattogzó káros zárványoktól mentesnek csak egyes különleges termékeknek kell lennie, mint a burkolótéglának, pillértéglának, egyéb termékeken a kipattogzás bizonyos határértékig megengedett. Így még a nagyszilárdságú és az I. o. téglán is lehet kipattogzás, ha a kipattogzott felület nem éri el az összfelület 3–5%-át. A tetőcserép, feltéve, hogy a kipattogzás 1,5 mm-nél nem mélyebb, még I. o. minőségű, ha a kipattogzott felület nem éri el az összfelület 0,4%-át.

Ha a fúrásokkal feltárt terület fészkes márgaszennyeződéseket tartalmaz, a fúrások sűrítésével sem tudjuk a szennyeződések helyét biztonsággal megállapítani. Ebben az esetben a gyártástechnológia megválasztásánál tekintettel kell lenni arra a tényre, hogy a massa esetenként szennyezetté válik, és a finomlőrés, valamint a legkedvezőbb égetési hőmérséklet biztosításával kell az árut a szennyeződések káros hatásától megóvni. Mivel a szabványok bizonyos mértékű kipattogzást megengednek, a technológiai feltételek betartása esetén közönséges gyártmányoknál a szennyeződés kisebb mértékű fokozódása még nem jár okvetlenül minőségromlással.

Sem a szennyeződés megengedett mértékére, sem káros hatásának a kiküszöbölésére általános szabály nem állítható fel, mert ez függ mind az

agyag, mind a szennyező anyag kémiai, fizikai és ásványtani tulajdonságaitól. Például szerepet játszik a kiégetett termék szilárdsága, a szennyező mészkonkréciók keménysége,  $\text{CaCO}_3$ -tartalma stb. A szennyeződések káros hatásának kiküszöbölésére alkalmas gyártástechnológiát minden esetben kísérletileg kell megállapítani.

Ha a szennyeződések nem fészkekben fordulnak elő, a termelésnél elkülönítésük esetleg megoldható.

**3. Szilárdság.** Kerámiai termékek legfontosabb tulajdonsága a szilárdság. Ennek alapján kell a különböző téglaféleségeket osztályozni a vizsgálatnál. A szilárdságnak döntő szerepe van, más tényezők mellett, a kerámiai termékek fagyállóságában, ill. időállóságában. A szilárdság igen sok tényezőtől függ, ezek részben a nyersanyag minőségének, részben az alkalmazott gyártási technológiának a függvényei. Szerepet játszik a nyersanyag összetétele, agyagásvány-tartalma, az agyagásvány minősége, a szemszerkezet stb. Ennek következtében igen nagy különbség van a nyersanyagok között az azokból készíthető áru szilárdsága tekintetében. Míg például a nagyképlékenységu márgás kiscelli agyagból a legkedvezőbb gyártástechnológiai feltételek mellett 250–300 kp/cm<sup>2</sup> szilárdságú terméket lehet készíteni, addig a kis képlékenységu, márgás, homokos dombóvári vagy kecskeméti agyagból még optimális feltételek mellett is csak 100 kp/cm<sup>2</sup>-nél kisebb szilárdságú termék állítható elő.

A nyersanyag adottságain kívül igen fontos szerepe van a szilárdság kialakulásában a gyártás körülményeinek is. Az agyag megmunkálása, a nyersgyártás, a szárítás és az égetés mind lényegesen befolyásolja a szilárdságot. A téglagyártás folyamán éppen ezek a szilárdságot befolyásoló tényezők változnak, mint a nedvesítés a présnél, a bekevert tüzelőanyag fűtőértéke, a kiszáritás mértéke, az égetés hőmérséklete és időtartama. A legfontosabb befolyást a szilárdság kialakulására ez az utóbbi tényező gyakorolja, pedig a téglaiiparban ma még legjobban elterjedt körkemencék keresztmetszetében a 100°C hőmérsékletkülönbség még elfogadott érték. Az egyenlőtlen égetés következménye, hogy az ugyanabban a gyárban készült téglák szilárdsági értékei is igen nagy szórást mutatnak, még abban az esetben is, ha azonos nyersanyagból ellenőrzött körülmények között végezzük a gyártást, például egy üzemi kísérlet alkalmából.

A magyar szabványok a téglá szilárdságának a szórását figyelembe veszik, és a minősítésnél a mértékadó szilárdságot a szórás levonásával kell az átlagos szilárdsági értékből kiszámítani.

A nyugodt településeken is észlelhető kisebb ingadozások a földalkálikarbonát-tartalomban és a szemcseösszetételben nem befolyásolják a szilárdságot. Zavart települések esetében különbséget kell tenni aszerint, hogy a zavart települést felépítő rétegek szilárdság szempontjából azonos értékűek-e vagy sem. A képlékeny mészszegegy és márgás agyakok általában szilárdság szempontjából azonos értékűek, ha tehát a zavart településen belül változik az előfordulási arányuk, ez nem fog a téglá szilárdságának a változásában megnyilvánulni.



Más a helyzet ha a zavart települést olyan nyersanyagok építik fel, amelyek szilárdság szempontjából nem azonos értékűek. Ez az utóbbi eset gyakran fordul elő a löszös települések feltárásánál, ahol a kisképlékenyséű, meszes, homokos, löszös agyakok között lencsék formájában fordul elő a löszből képződött képlékeny, mészszegény anyag. Ha e két, szilárdság szempontjából nem azonos nyersanyag előfordulási arányában az ingadozás 15—20 százaléknál nem tesz ki többet, nem kell a szilárdság ingadozásától tartanunk. Ha a kétféle nyersanyag előfordulási aránya ennél többel változik, a szilárdság ingadozásának elkerülésére olyan kitermelési módot kell választani, mely az állandó összetételt biztosítja. Például lehet a két nyersanyagot külön-külön kitermelni és a megfelelő arányban keverni.

Ugyancz vonatkozik képlékeny agyag és homok előfordulására, ha az előfordulás aránya ingadozó.

Azok a szilárdsági különbségek, amelyek az áru minősítésénél egy osztállyal való romlást okoznak, elég nagyok. A téglá nyomószilárdságában két minőségi osztály között a különbség 20—60 kp/cm<sup>2</sup>, az I. és II. osztályú cserép hajlító-törő erejében a különbség 30—40 kp.

4. *Vízfelvő képesség.* A téglaiipari szabványok a vízfelvő képességnek általában csak az alsó határértékét szabják meg 10, ill. 15%-ban, ezt az értéket általában csak a túléltetett ún. vasas téglák vízfelvő képessége nem haladja meg. A vízfelvő képesség felső határát csak a burkolótégláknál állapították meg 20%-ban. A késztermék vízfelvő képessége a nyersanyag összetételének és az égetési folyamatnak a függvénye, a nyersanyag földalkálikarbonát-tartalmával egyenesen, az égetési hőmérséklet emelkedésével fordított arányban változik. Tehát burkolótégla gyártásánál figyelemmel kell lenni arra, hogy a nyersanyag földalkálitartalma ne dúsuljon fel olyan mértékben, amely a vízfelvő képességet az optimális égetési feltételek mellett is 20 % fölé emeli.

A tetőcserepek szabványában a vízfelvő képességre semmiféle kikötést nem találunk, de a cserepeknek meghatározott víztartó képességgel kell rendelkezniük. Mivel a víztartó képesség és a vízfelvő képesség között összefüggés van, cserépgyártás esetében is figyelemmel kell lenni arra, nem válik-e valamely település a fejtés folyamán túl karbonátossá. A víztartó képesség szempontjából az is fontos, hogy a nyersanyag-szemszerkezet ne változzék lényegesen, főleg a finomszemcsék mennyisége ne csökkenjen.

5. *Fagyállóság.* A fagyállóság minden olyan kerámiai építőanyagnál követelmény, amely a felhasználás során vízzel telített állapotban az időjárás viszontagságainak kitett. Fagyállónak kell tehát lennie a tetőcserépnek, burkolótéglának, kémény- és pillértéglának; nem kívánjuk meg a fagyállóságot a közönséges téglától és a falazó elemektől. Mivel a felsorolt különleges termékeket mindig a legjobb minőségű képlékeny és nagyképlékenyséű mészszegény és kissé márgás agyagokból készítik, a fagyállósági követelményt az agyagok mi-

nősítésénél külön nem kell figyelembe venni. A felhasznált jó minőségű agyagoknál a fagyállóság hiányát mindig valamilyen gyártástechnológiai hiba, legtöbbször a nyersgyártásnál keletkező rétegződöttség (struktúra), ill. a nem kielégítő hőkezelés okozza.

Az elmondottakat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az agyagok minősítéséhez gondos és alapos vizsgálatra van szükség. Ezeknek a vizsgálatoknak az alapján véleményt alkothatunk arról, hogy milyen változásokra számíthatunk a nyersanyag-település kitermelése során. A közönségesebb kerámiai építőanyagok, mint pl. a különböző téglák és építőelemek gyártásánál a gyártási feltételek változásai elfedik azokat a kisebb változásokat, amelyeket a nyersanyag ingadozásai okoznak. Igényesebb termék gyártása esetében, így tetőcserép-nél és burkolótéglánál, a nyersanyag egyenletességével szemben nagyobb követelményeket támasztunk, és csak jelentéktlenebb változásokat engedünk meg. A különféle termékek esetében csak nagyon alapos vizsgálat és gondos mérlegelés alapján állapítható meg a nyersanyag-ingadozások elfogadható határa. Ennél a nyersanyag földtani és minőségi viszonyain, valamint a gyártandó árura vonatkozó szabványos előírásokon túlmenően, döntő szerepe van az alkalmazott vagy tervezett technológiai folyamatnak. Ez utóbbi részletes tárgyalása meghaladja ennek a cikknek a kereteit.

Az agyagvizsgálat és minősítés más szakemberek munkájához szolgál alapul. Gyakran találkozunk olyan szemlélettel, mely szerint közönséges téglá gyártásánál csak a technológiai folyamat a döntő, az agyag minőségének pedig nincs fontossága. Előfordul ennek az ellenkezője is, mikor a technológiai folyamatot figyelmen kívül hagyva, túl nagy követelményeket támasztanak a nyersanyag egyenletességével szemben. A cikknek az volt a célja, hogy mind a nyersanyag, mind a gyártástechnológia fontosságára valamint a két tényező összehangolásának a szükségességére felhívja a figyelmet.

#### *Kudelka Dénesné: Téglaiipari agyagok minősítése.*

A téglagyagok laboratóriumi minősítő vizsgálatát gyakorlati szempontok szerint végzik. A fizikai-kémiai, ill. technológiai vizsgálati adatok alapján kell megállapítani, hogy a nyersanyag milyen fajtájú és minőségű téglaiipari termék előállítására alkalmas. A minősítésnél figyelembe kell venni az agyagtelepülésben észlelhető kisebb-nagyobb változásokat. Az ingadozások elfogadható határának megállapításánál a nyersanyag adottságain és a vonatkozó szabványos előírásokon kívül döntő befolyása van az alkalmazott gyártási technológiának is.

#### *Куделка, Денешне: Качественная оценка глин кирпичной промышленности*

Лабораторная качественная оценка кирпичных глин обычно производится с практической точки зрения. На основании физико-химических, а также технологических испытаний необходимо установить, для производства каких продуктов и какого качества пригодна та или иная глина. При качественной оценке необходимо принимать во внимание также те изменения, которые наблюдались для данного месторождения глин. При установлении пределов допустимых колебаний, помимо стандартных предписаний на сырьевой материал, решающую роль играет также технология производства.



#### *Frau Kudelka, Judith: Qualifizierung der Ziegel- lehme*

Die Qualifizierung der Ziegellehne erfolgt im Laboratorium laut praktischer Gesichtspunkte. Man hat aufgrund physikalisch-chemischer resp. technologischer Daten festzustellen, zu welcher Gattung und Qualität von Ziegeleiprodukten der betreffende Rohstoff geeignet sei. Man muß bei der Qualifizierung die geringeren oder größeren Änderungen, die in der Lehmagerung zu beobachten sind, in Betracht ziehen. Bei der Feststellung der Grenzen jener Schwankungen ist — neben gegebenen Eigenheiten des Rohstoffes und den bezüglichlichen Normvorschriften — die zu verwendende Erzeugungstechnologie von entscheidender Bedeutung. (S. G.)

#### *Kudelka, Judith (Mrs.): Qualification of Brick Clays*

Laboratory testing and qualification of brick clays are done according to practical aspects. Physico-chemical and technological data enable the determination of type and quality of the product which can be economically manufactured. Quality changes within the deposit must be given special attention; when determining quality tolerances of the clay, not only standard specifications but also the special technology should be taken into consideration.

## Szakosztályi pályázatok értékelése

A kő-kavicsipar az elmúlt évtizedben világszerte rohamos fejlődésen ment keresztül mind az előállított termékek volumene, mind technológiai vonatkozásban. Ez a megállapítás hazai vonatkozásban is érvényes, de a helyzetfelmérés azt mutatja, hogy az iparág a tervek túlteljesítése ellenére sem volt képes a növekvő mennyiségi és minőségi igényeket kielégíteni.

Az Építésügyi Minisztérium és a kutatóintézetek számos koncepciót dolgoztak ki a III. 5 éves, ill. az 1980-ig terjedő időszakra, melyek a közvetlen iparvezetés elgondolásaival kiegészítve alkalmasak lesznek nemcsak a fejlesztési irányok, hanem egyes alapvető technológiák korszerűsítési módjának meghatározására is.

Ezekkel a kérdésekkel kapcsolatban jónéhány téma került a szakosztályi rendezvényeken ismertetésre és megvitatásra, a szakosztályvezetőség mégis úgy látta, hogy ezen túlmenően hasznos lenne néhány olyan megoldás alaposabb kidolgozása, mely a műszaki fejlesztés napirenden levő feladatainak megoldását elősegítené és pedig oly módon, hogy az ipari alkalmazásba vételre közvetlenül, vagy csekély kiegészítéssel mód legyen.

Az ilyen címen 1967. X. hóban kiírt pályázatra 21 dolgozat érkezett be, a bíráló bizottság ebből 19-et díjazott azzal, hogy a pályaműveket általában színvonalasnak és az említett cél szempontjából hasznosaknak ítélte meg. Az Egyesület az iparnak oly módon kíván társadalmi segítséget nyújtani ebben a vonatkozásban, hogy az általános érdeklődésre számot tartó dolgozatokat az „Építőanyag”-ban, vagy a „Szilikástechniká”-ban publikálja, azokat pedig, melyek egyes üzemi megoldásokat tartalmaznak, az illetékes vállalatnak közvetlenül rendelkezésre bocsátja.

A következőkben felsoroljuk azokat a pályázato-

kat, melyek között az összesen 16 000,— Ft pályadíj szétosztásra került.

*Ferenczy Pál:* Zúzottkő- és kavicsátrolók korszerűsítése, összevont elrendezésű zúzó-osztályozóüzemek és a tarczyli NZ termelés fokozása tárgyú témák.

*Gyenes Béla, Komáromi István:* Némahegy és Sárospatak termelésnövelését célzó üzemszervezési tanulmány.

*Gyimesi József:* A nagykamrás, és az oszlopos sorozatrobantás üzemgazdasági összehasonlítása.

*György Károly:* A bedöntőbunkerek alatt működő adagolókecsik konstrukciós változtatására vonatkozó javaslat.

*Hajnal Lajos:* Zagyvítelenítés és betonadalékanyagok agyagtalanításának technológiája.

*Pallos Imre:* A briart adagolórács javítására vonatkozó gépészeti konstrukció.

*Pintér Örs:* Bányaiüzemi épületek bővíthető módon való kialakítása.

*Szabó Elek:* Összefüggés a zúzási energia és a kőanyag fizikai tulajdonságai között.

*Szántó Lajos, Zubriczky László:* Mobil kavicsosztályozó konstrukciója.

*Vágány Sándor:* A reeski rekonstrukciónál alkalmazható automatizálási megoldás.

*Vajda László:* Mobil üzemek alkalmazása a kőbányaszatban és röplítő törővel kialakított előtörő művek.

*Zubriczky László:* Javaslat szállítószalagok rácsos vasszerkezete helyett szekrénytartós megoldásra.

Simon Jenő szakosztályvezető az 1968. I. 5. tartott klubdélutánon méltatta a pályázatokat és azt a véleményét fejtette ki, hogy a szakosztály hasonló jellegű pályázattal az iparfejlesztésnek 1968-ban is értékes segítséget nyújthat. (V. L.)



## Az agyagrészecskék töltésének szerepe

Az agyag—víz rendszerben lejátszódó fizikokémiai jelenségek és technológiai folyamatok alapja az a körülmény, hogy az agyagképző ásványok részecskéi vízben negatív töltésűek és ezért elektroforézis esetén az anódon rakodnak le.

A sűrű pépes rendszer bizonyos mennyiségű alkáli ion bevitelkor felhígul, további lúgadagoláskor viszont ismét sűrűsödés figyelhető meg. A sav reverzibilis hatást gyakorol erre a dinamikus felhígulási folyamatra.

Az elektroforézis, a felhígulás és a besűrűsödés jelensége tehát az agyagásványrészecskék természetével és a felületükön lejátszódó ioncserevel függ össze.

Az agyagrészecskéken levő negatív töltések és az ioncsere természetére vonatkozóan kétféle elképzelés alakult ki.

Megállapítják, hogy a kristályos részecskék törési felületein a megszakadt kötések (a pozitív és negatív kötések mennyisége mindig pontosan kiegyenlítődik) vizes közegben úgy nyilvánulnak meg, hogy összekapcsolják a  $H^+$ , illetve az  $OH^-$  ionokat, minthogy azonban a  $H^+$  ion feltehetően mozgékonyabb, mint az  $OH^-$ , a disszociáció jelensége áll fenn, amelyet az agyagrészecskéknél elektromosan negatív jelleg fellépése kísér. A cserképességre vonatkozóan Brindley és McEwan által végzett, eléggé leegyszerűsített számítás szerint a kaolin és a montmorillonit ioncsere-kapacitási értéke —  $C$  (amelynek kifejezőmódja általában mekv/100 g) és a részecskék átmérője között összefüggés áll fenn.

A  $C$  mért értékét a különböző agyagásványokra vonatkozóan az 1. táblázat tartalmazza; a  $C$  számított és tényleges értékei elég közel állnak egymáshoz.

1. táblázat

| Agyagásvány            | A $C$ értéke, mekv/100 g |
|------------------------|--------------------------|
| Kaolinok .....         | 3—15                     |
| Halloysitok .....      | —                        |
| Hidrocsillámok .....   | 10—40                    |
| Montmorillonitok ..... | 75—150                   |
| Vermikulitok .....     | 100—150                  |

Nem volna azonban helyes, ha a montmorillonit esetében a  $C$  értékének növekedését csupán a montmorillonitrészecskék átmérő-csökkenésének tulajdonítanánk. Kétségtelen, hogy a montmorillonit-kristályrács strukturális változásainak még nagyobb jelentősége van, elsősorban a  $Si^{4+}$   $Al^{3+}$  helyettesítéseknek.

Az ilyen helyettesítésekkel közvetlenül összefügg a negatív töltés eredetére és az ioncsereképességre vonatkozó másik feltevés az agyagásványok esetében.

Az  $Si^{4+}$ -nak  $Al^{3+}$ -nal vagy  $Fe^{3+}$ -nal való izomorf helyettesítések — amint ez gyakran előfordul az alumíniumferroszilikátokban — a pozitív töltések elégtelensége vagyis a negatív töltés túlsúlya figyelhető meg a részecskéknél. Ezt az elégtelenséget kompenzálhatja egyrészt az, hogy (rácsszerkezetbe bejutó) kétvegyértékű kationokat háromvegyértékűek helyettesítik, másrészt pedig az, hogy az oktaéder réteget képező kationok mennyisége növekszik. Feltételezhető, hogy ezeknek a „kompenzáló” kationoknak a rácsban elfoglalt helyzete nem túlságosan stabil, hidratálódhatnak és bekövetkezik az ioncsere.

Az izomorfizmus kérdésének gondos vizsgálata ténylegesen bebizonyította azt, hogy az  $Si^{4+}$  egy része valóban helyettesíthető  $Al^{3+}$ -nal és az  $Al^{3+}$  az  $Mg^{2+}$ -nal a vizsgált kaolinites agyagokban, ami a pozitív töltés elégtelenségét előidézhette.

Aligha lehet tehát megalapozottnak tekinteni valamiféle feltevés kiválasztását az agyagásvány negatív töltésének vízben való megjelenéséről. A kvarc-részecskék vízben ugyancsak negatív töltésűek.

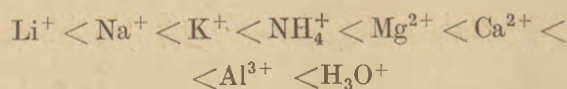
Óvatosan kell fogadnunk az ioncsere tényei-  
nek kétféle feltevés alapján történő magyarázatát, külön-külön egyik vagy másik feltevésnek a lehetséges megközelítése mellett.

A kaolinit lemezében az elszakított kötések számított hatóenergiája — mint ez a 2. táblázatból is látható — elég jelentős.

2. táblázat

| A kation kapcsolódásakor | Az anion-rész-jelentkezősi formája | A kation hidratációs foka, kal/mol. | A hidratálódott kation sugara, Å | Kötésenergia, erg/kötés $10^{-12}$ a lemez szélén |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1                        | 2                                  | 3                                   | 4                                | 5                                                 |
| $Na^+$                   | $O^{--}$                           | 5                                   | 3,3                              | 48,0                                              |
| $K^+$                    | $O^{--}$                           | 4                                   | 3,1                              | 5,8                                               |
| $Ca^{2+}$                | $O^{--}$                           | 10                                  | 4,2                              | 8,3                                               |
| $Al^{3+}$                | $O^{--}$                           | 6                                   | 1,85                             | 21,6                                              |
| $H_2O$                   | $O^{--}$                           | 8000                                | 0,5                              |                                                   |

A kaolinit lemezke szélénél a kation és a negatív töltés között kötésenergia a következőképpen növekszik:



Az elnyelt alumíniumion nagyon nehezen távolítható el.

Különösen szilárd az oxóniummal,  $H_3O^+$ , alkotott kötés és ezzel magyarázható meg az a körülmény, hogy az oxónium a kaolinit termikus dehidratációjának legnagyobb hőmérsékletén távozik el.

Figyelmet érdemel az agyagásványok ioncsere-



kapacitásának finomra őrlésük mértékében felépő változása.

Mint ismeretes, a hosszú ideig tartó finom őrlés az ásvány amorf állapotának kialakulását eredményezi. Így pl. egy csillámminta 36 óras őrlés után amorffá vált, termoanalízis során nem mutatta többé ki a csillám hőeffektusait és röntgenfelvételen a jellemző csúcsértékek intenzitása erősen csökken. Hasonlóképpen amorffá válhat a kvarc és a kaolin is.

A csillám infravörös elnyelési sávja, amely 2,8  $\mu\text{m}$  hidroxil-ioncsoportnak felel meg, fokozatosan az őrlés elhúzódása mértékében kisimult, az OH hidrogénionnal kötött csoportra jellemző 3,0  $\mu\text{m}$  sáv pedig megerősödött.

A muszkovit kationcsere-kapacitását vizsgálva megállapították, hogy ez a kapacitás a szárazon őrlött anyagnál sokkal nagyobb, mint nedvesen őrlött anyagnál, ami megegyezik az infravörös elemzés fentebb közölt adataival.

Ugyanakkor a képlékenységi és a koherencia ellenkezőleg — sokkal nagyobb mértékű a nedvesen őrlött kaolinnál, mint a szárazon őrlöttnél.

Ehhez hasonló eredményeket kaptak a csillám őrlésekor indiai kutatók is.

Az agyagrézecske szolvátosodáskor „micella” formájában képzelhető el. Ez tulajdonképpen egy kemény részecske és egy többértékű szolvátburok, amely szolvátosodott kationokból és anionokból áll. A töltések különbsége miatt a részecskéhez viszonyított első rétegnek természetesen szolvátosodott kationokból kell állnia, amelyet azután szolvátosodott kationrétegek követnek a szolvátosodott anionok mennyiségének fokozatos növekedésével.

Az agyagrézecskektől való eltávolodás mértékében a szolvátburok elázik a diszperziós közegben.

Az agyagrézecske töltése nem csupán a hidratálódott ionok adszorpcióját, hanem a víz-dipólusok rendezett elhelyezkedését is előidézi; ezek a dipólusok úgy helyezkednek el, hogy a szilárd részecske felületének irányában egyre inkább tömörülnek. Az első réteg után következő többi réteg mozgékonyabb, aktívan részt vesz az ioncserében és az ionok disszociációjában, ami megváltoztatja a szolvátréteg vastagságát és a massa tulajdonságait — képlékenységet, kohézióját, víz általi elázását stb.

Közvetlenül a részecske melletti rétegben a víz 1,065—1,714 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű mivel 950—3000 kp/cm<sup>2</sup> nyomás alatt áll; ez különbözteti meg a szolvátburok vizétől.

A vízhártya a csaszovjari agyag részecskéinél 0,07—0,14  $\mu\text{m}$ , a kaolinrészecskéknél pedig körülbelül 0,005  $\mu\text{m}$  vastag.

Ezek az adatok jóval meghaladják East (2) értékeit, akinek a számításai szerint a 0,4—0,8  $\mu\text{m}$  méretű kaolinrészecskéknél a vízhártya vastagsága 80 Å, a kaolinitnál 86 Å, a hidragilitnél 60 Å, a kvarc részecskéknél pedig 22 Å.

Az adszorbeálódott réteg anionjait az agyagré-

szecskék különböző erővel, az alábbi sorrendben tartják vissza:



Kis mennyiségű felületaktív anyag — amely az agyagrézecskek felületén adszorbeálódik — bevitele az agyagrézecskek halmazait a kiindulási részecskékre osztja fel, miközben olyan védő hatást fejt ki, amely megakadályozza a koagulációt és gyorsítja az őrlést.

A felületaktív anyagokhoz tartozik a karboxilmetilcellulóz (KMC), és a szulfitszennylúg. Peptizátorként hat a nátriumtannát, a barnaszénből nyert huminsavak, a vízüvegalapú tőzegkivonat stb.

Az agyagrézecskek és a víz kölcsönhatásakor közöttük töltéskülönbség keletkezik, amelynek jellemzője a zéta potenciál.

Vizes szuszpenzióban néhány agyagos anyag pH értékét és zéta potenciálját a 3. táblázat mutatja.

3. táblázat

| Anyag               | Szilárd-fázis-tartalom, %-ban | Szuszpenzió pH-ja | Zéta-potenciál, mV |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| Bentonit . . . . .  | 6                             | 7,89              | —18,9              |
| Bentonit . . . . .  | 11                            | 7,80              | —18,9              |
| Kaolin . . . . .    | 2                             | 8,57              | —14,5              |
| Kaolin . . . . .    | 14,5                          | 8,53              | —14,5              |
| Kaolin . . . . .    | 30                            | 8,44              | —14,5              |
| Muszkovit . . . . . | 8                             | 8,28              | —10,6              |
| Muszkovit . . . . . | 24                            | 8,09              | —10,6              |

Ha a koncentrációk eltérőek, a zéta-potenciál értékei ugyanannál az anyagnál változatlanok maradnak, a pH értékek viszont a koncentráció növekedése mértékében csökkennek.

Az a körülmény, hogy az ásványi részecskéken negatív töltés van jelen, gyakorlati célokra — az agyagok elektroforézis általi dúsítására és víztelepítésére, a talajok kötéseire, továbbá elektroforetikus leválasztásra használható fel.

Amikor az agyagok vízben duzzadásáról beszélünk, kétféle duzzadást különböztetünk meg. Egyik — a szolvatáció általi duzzadás, például a kandit csoport ásványainak duzzadása, amelyet nem kísér a síkok közötti távolság változása a *c* tengely irányában, a másik pedig — a főként peptizálódás következtében fellépő duzzadás, például a szmektitcsoport ásványainak duzzadása, amelynek kísérője (a szolvátosodás mellett) a víz behatolása a kötegek közötti térbe és a kötegek eltolódása a *c* tengely mentén; ez a második duzzadási forma nagyobb hatású, mint az első.

Az első duzzadási forma elsősorban az agyag-ásványok felülete által elnyelt kationok természeténél tulajdonítható. Az agyagtöltésű, jól szolvátosodott nátrium-, kálium- és ammonium-kationok beborítják a felületet (elsősorban a részecske sarkait és éleit) és ezáltal a nagymérvű agyagduzzadást hozzák létre.



A kéttöltésű kalcium- és magnéziumkationok, továbbá a háromtöltésű alumínium- és négytöltésű tóriumkationok gyengén szolvatósítják az agyagot.

A második duzzadási forma jórészt az agyag-ásvány kötések közötti kötés kis szilárdságával magyarázható.

A behatoló víz kapilláris széthasító hatása jóval intenzívebb a kötegközi kötések szilárdságánál, különösen szorbeálódott ionok jelenlétében.

Ennek következtében az ásvány, például a vízben levő montmorillonit könnyen diszpergálódik, továbbá könnyen végbemegy a reverzibilis vízleadás a megduzzadt anyag kiszáradásakor, ugyanakkor ennek a megfordíthatóságnak bizonyos határai vannak.

Ha az agyagba jól szolvatódott kationokat vagy a rosszul duzzadó agyagba jól duzzadó agyagot visznek be, az agyag kohéziója, képlékenysége és felázása szabályozható.

### Tixotróp megszilárdulás

A képlékeny agyagmasszákból az agyagrészecskék szolvatációjával összefüggő jelenség figyelhető meg. Ez az úgynevezett tixotróp megszilárdulás, amely — mint már először megállapították — a száradást megakadályozó körülmények között az agyagmasszákból szilárdságának spontán, reverzibilis növekedésében fejeződik ki. Ez a szilárdabbá válás mennyiségileg kifejezhető, az agyag csúszó-ellenállásának százalékában, a golyó vagy kúp bizonyos mélységre való benyomódásakor:

$$\tau = \frac{P_t - P_0}{P_0} \cdot 100 \quad (1)$$

ahol  $P_0$  — a kiindulási terhelés;

$P_t$  — terhelés a massa néhányórás pihentetése után.

A megszilárdulás a kúpbenyomódáskor megállapított maximális nyírófeszültség ( $P$ ) értéke alapján is meghatározható.

$$P = k \frac{F}{h^2} \text{ (din/cm}^2\text{)} \quad (2)$$

ahol  $F$  — a kúpra irányuló terhelés, grammal;

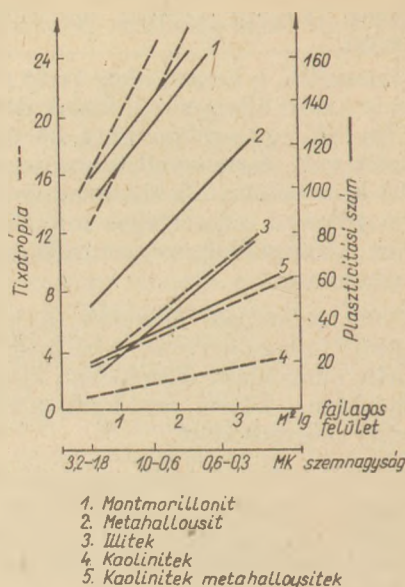
$h$  — a kúp bemerülési mélysége, mm

$$k = \frac{100 \cdot 981}{\pi} \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

Érdekes feladat a tixotrópia és az agyagok képlékenységének összehasonlítása. Az 1. ábra adatai azt tanúsítják, hogyan változnak az agyag-ásványok fajlagos felületüktől ( $\text{m}^2/\text{g}$ ), illetve az átlagos részecske átmérőtől ( $\mu\text{m}$ ) függően. Láthatjuk, hogy a képlékenység és a tixotrópia között összefüggés van.

### Képlékenység

Bármilyen finom diszperzitású „szilárd test — folyadék” rendszerben a képlékenység megjelenésének oka az ilyen finoman diszpergált részecskék felületének stabil szolvatációja, a részecskékre irányuló ionabszorpció hatásának túlsúlya és a lapos, feltételeken két dimenziós részecskék kialakulása formájában jelentkező geometriai tényező intenzív hatása mellett.



1. ábra

A finom diszpergáltságú szilárd testek plasztikus viselkedésének három típusa:

1. Valódi képlékeny rendszerek, amelyekben a képlékenység, mint a szilárd és folyékony fázis közötti reakciók következménye jelenik meg. Ezekben a rendszerekben a legkisebb mértékben nyilvánulnak meg a kémiai tulajdonságok és a képlékenység komoly mértékben megváltoztatható bizonyos fizikai eszközökkel, és pedig a szilárd részecskék aprítási hatásfokával vagy pedig a mikrokristályok felületi, fizikai tulajdonságainak változtatásával, ami különösen komoly mértékben jelentkezik a bonyolult strukturájú hidroaluminumsilikátokban.

2. A képlékenység, mint az olyan adalékok hatásának a következménye, amelyek felületaktív tulajdonságokat fejlesztenek, illetve erősítik azokat. Ezt a hatást a kristályok felületének vegyi aktiválódása idézheti elő, ilyen például oxidkloridok képződése a cirkondioxidnál és az alumínium-oxidnál, vagy pedig a poláris, hidrofil kolloidok, elsősorban a szerves eredetűek, mint például a humusz adszorpciója. A felületnek hidrofilnek kell lennie.

3. Fiktív képlékenységgel nevezi Gruner ennek a tulajdonságnak olyan megnyilvánulását, amikor a szilárd részecskék bemerülnek a nagy viszkozitású folyadékba vagy gélbe.

Meg kell állapítani, hogy a második fajta képlékenységre vonatkozóan kétféle hatás van érvényben. Figyelembe kell venni a képlékenység bakteriológiai folyamatok (az agyagok fermentálása) és adalékok bevitele általi növekedését.

A fermentálás hatása azzal magyarázható, hogy 25–30°C optimális hőmérsékleti érték mellett a szerves savak baktériumainak kifejlődése következtében növekszik a kolloidok mennyisége.

A kolloidok mennyiségének növekedése annak a következménye, hogy az agyagásványok és a földpát részecskéi ezeknek a szerves savaknak a hatására szétesnek.



Ami viszont az adalékok hatását illeti, a finoman diszpergált anyag képlékenysége fokozható, sőt sok esetben (például oxidrendszerekben) elő is idézhető tannin, polietilénalkohol bevitelével, humusz- és szalmakivonattal, továbbá ecetsavas és oxálsavasadalékok segítségével.

Hasonlóképpen hatnak az agyaghoz adott, olyan viszonylag könnyen hidrolizálódó vegyületek, mint például a magnéziumklorid.

Ilyen adalékok bevitele esetén az agyagok plasztikus tulajdonságai megjavításának alapja az agyagmicellák felépítésének és méreteinek megváltoztatása.

Grunernek az agyagképlékenység okairól alkotott elképzelései nincsenek teljes összhangban a gyakorlati megfigyelésekkel, amelyek között a fagyállóság egyike a legfontosabbaknak.

Rosenthal (4) megállapítása szerint a monoionos agyagokból készített égetett kerámiai gyártmányok fagyállósága megfelel az agyagok képlékenységének, vagyis meghatározható ezeknek az agyagoknak a diszperzitásával.

Ezt az elképzelést viszont nem támasztja alá a nagy képlékenységgű csaszovjari monotermités agyag példája, amely különböző (750 és 1100° közötti) égetések után nem állta a szükséges 15 fagyasztási ciklust, ugyanakkor a sokkal kevésbé képlékeny gorodnjanszki agyagok teljesen fagyállóknak mutatkoztak.

Megállapítják, továbbá hogy a fagyálló agyagokban a részecskemegoszlási maximum 20–38  $\mu$ -nak felel meg, ugyanakkor a nem fagyálló agyagokban a 0,2–40  $\mu$ -os tartományban a részecskék megoszlása egyenletes.

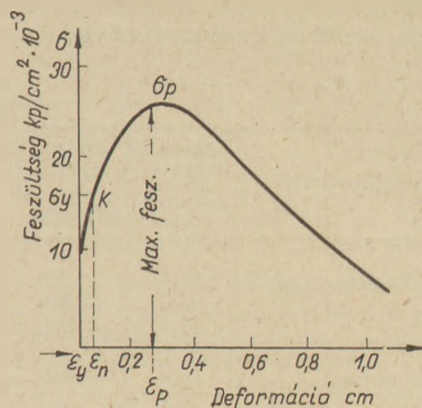
### Az agyagok szerkezeti-mechanikai sajátosságai

A diszperz rendszerek fiziko-kémiai mechanikája szempontjából az agyagos masszák technológiai átdolgozása textúra szerinti mechanikai tulajdonságaik megváltoztatását jelenti.

A tapasztalatok szerint arra a maximális feszültségi értékre, amelyet egy képlékeny, agyagos test kibír, nagyon erősen hat a folyékony fázis és az agyagásványok közötti felületi feszültség. Kingery és Franel szerint az ilyen kerámiai test „üzemképes állapota” (folyóssági határ szorozva a deformáció maximumával) lineáris függvénye a felületi feszültség értékének. Vízzel kevert kaolin masszánál pH=6–8 mellett a felületi feszültség értéke 25°-on, felkerekítve 71 din/cm.

Az agyag által kibírt feszültség ( $\sigma$ ) és az agyagban fellépő deformáció értéke ( $\epsilon$ ) között összefüggés mutatkozik, amelyet a 2. ábra szemléltet.

A kis (6–8%) nedvességtartalmú agyagra irányuló terheléskor megkülönböztethető a  $K$  pontig terjedő rugalmas (reverzibilis) alakváltozás, ezután pedig, mint egyesek feltételezik, megindul az irreverzibilis, álképlékeny alakváltozás  $\epsilon_n$ . A  $\sigma_y$  határt (a fémekkel való indokolatlan analógia alapján) folyóssági határnak nevezik. A kis nedvesség-



2. ábra

tartalmú agyagokban az  $E$  rugalmassági moduluszt állandónak tekintik (a folyóssági határig), bár ez nem pontos.

A kis nedvességtartalmú agyagos masszák  $E$  értéke az alakváltozás sebességétől és a feszültség értékétől függ. Az agyagok és talajok 50–2000 kp/cm² rugalmassági modulus és nyírómodulus értékei ezért nem tekinthetők megbízhatónak.

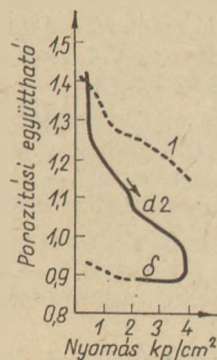
Bizonyos  $\sigma_p$  feszültség mellett az agyagminta tönkremenetele megkezdődik és ez az állapot a maximális  $\epsilon_p$  deformációértékkal fejezhető ki.

A  $\sigma_p$  és  $\epsilon_y$  értékek a feszültségráadás sebességétől; a  $\sigma_p$ ,  $\sigma_y$ ,  $\epsilon_p$ , és  $\epsilon_y$  értékek a tixotróp megszilárdulástól is függenek.

Megállapították hogy az irreverzibilis alakváltozás az agyagra irányuló gyors, egyszeri hatás közben kisebb, mint a rövidebb vagy ugyanannyi ideig tartó, de többszöri hatás mellett. Mechanikai kezelés közben az agyagokban a kompresszió jelentősége is fellép. Nyomás alatt az agyag nem csupán deformálódik, hanem bizonyos mértékig tömörebbé is válik.

Ha az agyagot talajnak tekintjük, a nyomás és a porozitás közötti összefüggés „kompressziós görbék”-vel jellemezhető, amely két ágból áll — terhelés alatti nyomás,  $a$  és tehermentesítés közben fellépő tágulás,  $\delta$  (3. ábra).

Az agyagmassza tömörödési értéke a nedvességtartalomtól függ. A 3. ábrán a szaggatott vona-



3. ábra



lozás a légszáraz agyagra, a tömör vonal pedig a nedvesített üzemi állapotban levő agyagra vonatkozik.

4. táblázat

| Anyag megnevezése           | Szilárd-<br>anyag-tar-<br>talom a<br>masszában,<br>%-ban | Nyíró-<br>feszültsé-<br>g,<br>din/cm <sup>2</sup> | Viszko-<br>zitás,<br>poise |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|
| Gluhoveci kaolin . . . . .  | 49,4                                                     | 765                                               | 6,28                       |
|                             | 55,5                                                     | 2 290                                             | 24,6                       |
|                             | 60,1                                                     | 2 670                                             | 108,0                      |
| Csasovjari agyag . . . . .  | 40,8                                                     | 3 440                                             | 24                         |
| Szmolenszki agyag . . . . . | 62,5                                                     | 574                                               | 110                        |
|                             | 68,8                                                     | 8 800                                             | 786,5                      |
|                             | 70,3                                                     | 9 560                                             | 1544                       |
|                             | 73,8                                                     | 14 900                                            | 3760                       |

Az agyag, mint rugalmas tulajdonságokkal rendelkező álképlékeny test a Svedow—Bingham-féle egyenlettel írható fel:

$$\frac{F}{S} - \Theta = \eta \frac{dv}{dr} \quad (4)$$

ahol  $F/S$  — összes nyírófeszültség az agyag megállapított folyása közben;

$\Theta$  — az a nyírófeszültségi határ, amely az agyagmozgás megindulásához szükséges;

$\eta$  — viszkozitási koefficiens, amely az agyag belső súrlódását mutatja;

$\frac{dv}{dr}$  — sebességgradiens, vagyis az agyag-folyás sebességi értékének változása  $r$  távolságon.

A kaolinra és az agyagokra vonatkozó néhány  $\Theta$  és  $\eta$  értéket táblázatosan ismertetjük.

Az agyag nyíróellenállása,  $\sigma$  nyíró a Kulpn-féle egyenlettel írható fel, mint a kohézió és a belső súrlódás összege.

A  $\text{kp/cm}^2$ -ben kifejezett kohézió nem függ a nyomástól.

A belső súrlódás a tömörítő nyomás  $\sigma$  és a súrlódási tényező szorzata.

$$\sigma \text{ nyíró} = C + f \cdot \sigma.$$

A 22—23% nedvességtartalmú, kambriumi agyagnál a kohézió értéke  $C = 1,05$ — $1,19 \text{ kp/cm}^2$ . A belső súrlódási tényező  $f$   $4,0$ — $4 \text{ kp/cm}^2$  tömörítő nyomás mellett  $0,31$ — $0,23$ .

Az agyag formázhatóságát nem jellemzi a nyírószilárdság, ezért ennek a tulajdonságnak az értékelésére a „koherencia” —  $C$  és a belső súrlódási tényező,  $f$  használatához folyamodnak.

A jól formázható agyagok  $C$  értéke legfeljebb  $0,15 \text{ kp/cm}^3$ , az  $f$  pedig  $0,4$ — $1,0$  között mozog. A gyenge minőségű agyagoknál  $C = 0,25$ — $0,44$   $f = 0,1$ — $0,27$ .

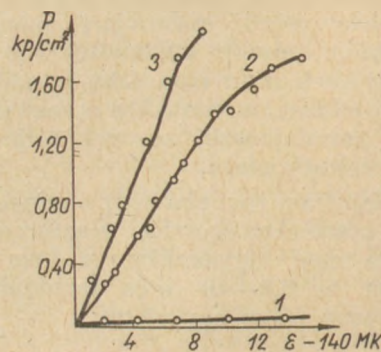
Ha a zárt edényben levő, üzemi nedvességtartalmú agyagmasszára nyomást gyakorolnak,

akkor az oszcillogram jelzése szerint azt a nyomást, amelyet egy pontban irányítanak a masszára, felveszi az egész massa és ugyanezzel az erővel minden irányban átadja az edény falaira; az agyag-képző ásvány természetének nincs jelentősége.

Az üzemi nedvességtartalmú agyagmassza tehát hidraulikus testnek tekinthető.

Olyan finoman diszpergált rendszerek, mint az agyagok, talajok stb., felületaktív tulajdonságait kihasználva ezek a rendszerek komoly mértékben megszilárdíthatók nedves állapotban, az ezekben a rendszerekbe bevitt kopolimerizálódó anyagok vizes oldatainak polimerizálódási reakciója révén.

A vízben oldódó akrilamid alapú kopolimerok bizonyos vegyületekkel — amelyeknek két vagy több reakcióköte van, ilyen a hexahidrotriakril-triazin (TAT) ammóniumperszulfát és nátrium-hidroszulfát katalizátorok jelenlétében — kopolimerizálódás közben vízben oldhatatlan képződménnyé alakulnak át.



4. ábra

Az ilyen megszilárdulás határfoka rendkívül komoly lehet (4. ábra) — az 1. görbe a TAT nélküli szilárdulást, a 2. görbe a 25% TAT általi megszilárdulást, a harmadik görbe pedig 5% TAT-val való megszilárdulást jelöli a homokkal alkotott kaolinkeverék vizes gépénél.

Az agyagmasszákat égetés nélküli megszilárdításának a gyakorlati jelentősége igen nagy lehet és az ilyen agyagmassza-szilárdítási módok komoly tanulmányozást igényelnek.

#### IRODALOM

- [1] Brindley G. W.—Mc. Ewan D. M.: *British Ceramic Society Symposium*. 1953. 15—19.
- [2] East W. H.: *Journal of the American Ceramic Society* 1950. 33. 211—218.
- [3] Gruner E.: *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft* 1952. 31. 35—142.
- [4] Rosenthal G.: *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft* 1962. 39. 304—309.
- [5] Kingery W. D.—Franck J.: *Journal of the American Ceramic Society* 1954. 37. 596—602.



#### A. I. Avgusztinik: Agyagásvány-vízrendszerek

Az elektroforézis, a felhígulás és a besűrűsödés jelensége az agyagásvány-részecskék természetével és a felületükön lejátszódó ioncserével függ össze. A cikk kritikai áttekintést ad az agyagásványok negatív töltésének keletkezésére, az ionsere képességre vonatkozó jelenlegi hipotézisekről, valamint a képlékenység, tixotropia, duzzadás jelenségéről és az agyagok szerkezeti-mechanikai tulajdonságairól.

#### Августиник, А. И.: Системы воды глинистых минералов

Явления электрофореза, разжижения и загустевания связаны с природой частиц глинистых минералов и с ионным обменом на их поверхности. В статье обсуждаются существующие гипотезы о происхождении отрицательного заряда и о способности к ионному обмену глинистых минералов, явления пластичности, тиксотропии, набухания, а также структурно-механические свойства глин.

#### Avgustinik, A. I.: Tonmineralien-Wassersysteme

Die Elektrophorese, das Verdünnen und das Eindicken hängen von der Natur der Tonmineralienteilchen ab, ferner vom Ionenaustausch, der auf ihrer Oberfläche vonstatten geht. Man erhält einen kritischen Überblick über die Entstehung der negativen Ladung in den Tonmineralien, einen Überblick der z. Z. vorherrschenden Hypothesen betreffs des Vermögens zum Ionenaustausch, desweiteren der Erscheinungen der Plastizität, Thixotropie und Quellung, schließlich auch der strukturell-mechanischen Eigenschaften von Tonen. (S. G.)

#### A. I. Avgustinik: Clay Mineral-Water Systems

Phenomena of electrophoresis, dilution and concretion of clay-water slurries depend on the nature of clay mineral particles and on ion exchange upon their surface. A critical survey is given on the formation of negative charge of clay particles, up-to-date hypotheses of ion exchange characteristics of plasticity, thixotropy, swelling and on structural-mechanical properties of clays.

## Könyvismertetés

### „Műszaki Nagyjaink”

A Gépipari Tudományos Egyesület kiadásában megjelent a „MŰSZAKI NAGYJAINK” életrajzgyűjtemény első három kötete.

Az I. kötet 544 oldalon Segner János András, Bánki Donát, Csonka János, Jendrassik György, Patantyus Á. Géza, Zámor Ferenc, Láng László és fia Láng Gusztáv, Erney Mór, Epperlein Oszkár, Böszörményi Jenő, Bohácz Ottokár, Vidéky Emil, Szeniczai Lajos, Kühne Ede, Haggemacher Károly, Hankóczy Jenő életét és munkásságát ismerteti.

A II. kötet 536 oldalon Hell József, Ganz Ábrahám, Mechwart András, Kandó Kálmán, Korbuly József, Korbuly Károly, Tóth László, Zipernowsky Károly, Déri Miksa, Bláthy Ottó Titusz, Borbély Lajos, Bermann Miksa, Barlai Béla, Mercader Jenő életét és munkásságát tartalmazza.

A III. kötet 384 oldalon Hatvani István, Jedlik Ányos, Eötvös Loránd, Hunyady Jenő, König Gyula, Kürschák József, Rados Gusztáv, König Dénes, Bauer Mihály, Egerváry Jenő életét és munkásságát tartalmazza.

A gazdagon illusztrált kötetek könyvkereskedői forgalomba nem kerülnek, kizárólag a Gépipari Tudományos Egyesületől rendelhetők meg. Az I. kötet ára 90,— forint, a II. köteté 96,— Ft, a III. köteté 72,— Ft.

E kötetek a Műszaki Könyvkiadó gondozásában, a Zrínyi Nyomda magas nyomásával jelentek meg és azokat Szóke Béla gépészmérnök c. egyetemi docens szerkesztette.

**Bodó László: Betonacélok és feszítőhuzalok feldolgozása.**

Azoknak a szakembereknek a számára, akik vasbeton és feszített beton szerkezetek tervezésével, gyártásával foglalkoznak, vagy érdeklődnek a témakör iránt, igen hasznos könyvet jelentetett meg a Műszaki Könyvkiadó.

Bodó László: „Betonacélok és feszítőhuzalok feldolgozása” c. könyve bőséges anyagot nyújt e terület mélyebb megismeréséhez.

A vasbeton és feszített beton szerkezetek tervezésével kapcsolatos ismeretek rövid áttekintésében is — mintegy bevezetésképpen — inkább a betonacél és a feszítőhuzalok szerepét domborítja ki, áttekintve a húzott, hajlított, excentrikusan nyomott elemeket, a nyíróigénybevétel felvételét hajlított és csavart elemekben, a nyomóigénybevételek felvételét nyomott vasbetétrel. Összefoglalja az elosztó vasbetétekről, az emelőfülekről és kampókról a betonacélok távolságtartásáról — a betonfedés (takarás) — ról, a vasbetétek másodlagos célokra való alkalmazásáról és végül a szerkezet repedésmertességének biztosításáról való tudnivalókat, valamint a betonacél rendeltetését a feszített beton szerkezetekben.

A gyárilag elpállított betonacélok és huzalok minőségi előírásait, választékát a hazai és a nálunk is használatos külföldi betonacélok és feszítőhuzalok csoportosításban írja le. Áttekintést nyújt a vasműven elvégzendő felületi megmunkálásokról, a mérettűzésekről is.

Részletesebben foglalkozik a betonacélok és huzalokkal szemben támasztott követelményekkel az előregyártás vonatkozásában, és szemléltető képet ad a betonacél szilárdságnövelésének lehetőségeiről az előregyártó üzemből. Ismerteti a betonacélok feldolgozásával kapcsolatos műveleteket, a különféle egyengető módszereket, a méretrevágást, a hajlítást, a hegesztést és a vasszerelést a munkaműveletek elvégzésére rendelkezésre álló gépekkel együtt.

Külön fejezetben foglalkozik a feszítőhuzalok feldolgozásával, felületi megmunkálásával és ezek elvégzéséhez szükséges gépekkel. Az utófeldolgozási eljárás előkészítési munkáit, a feszítőhuzalok lehorgonyzásával kapcsolatos korszerű eljárásokat és ismereteket, az előforduló hibákat, és azok megszüntetésének lehetőségeit. Végül a betonacélokkal és huzalokkal kapcsolatos munkaműveletekre bontott munkavédelmi előírásait tartalmazza a könyv utolsó fejezetei.

A könyvben levő nagyszámú ábra jól egészíti ki a szöveget, a táblázatok és a képletek pedig szinte nélkülözhetetlenek a gyakorlatban. (K. J.)



# Szilikátok MgO-tartalmának közvetlen meghatározása EGTE és EDTA kelátkomplex-képzőkkel

B A R N A L Á S Z I Ó — U D V A R D I M I K L Ó S  
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet

## Bevezetés

A szilikátanalitikai eljárások között a MgO-tartalom közvetlen meghatározására alkalmas kémiai elemzési módszerek nem nyújtanak bő választékot az elemző laboratóriumok számára.

A közvetlen meghatározások lehetőségei hosszú évtizedeken keresztül elsősorban a súlyszerinti eljárások körébe tartoztak. Ezen eljárások klaszikus képviselője, a laboratóriumi gyakorlatban általánosan használt úgynevezett *foszfátos módszer*, azonban közismerten egyike a leghosszadalmasabb meghatározásoknak. A magnézium tartalmú oldatból a zavaró komponensek: kovásv, az  $R(OH)_3$  (alumínium-, titán-, vas-hidroxidok), kalcium mennyiségi elválasztása és a  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  leválasztása, leszűrése és izzítása  $Mg_2P_2O_7$ -á több napot vesz igénybe [1].

A súlyszerinti közvetlen módszerek közül még elterjedt az oxidos módszer. A magnézium tartalomnak a foszfátos meghatározáshoz hasonlóan a zavaró ionoktól való elválasztása, majd 8-hidroxichinolinval lecsapása, szűrése, szárítása szintén időigényes [2].

A fotometriás módszerek közül a titánsárgával képzett színes komplex fotometráltása ad még lehetőséget a gyakorlatban a magnéziumoxid közvetlen mérésére.

Az eljárás csak korlátozott mértékben alkalmazható, főleg kismennyiségű magnézium elemzésére [3].

Az utóbbi évtizedben a kelátkomplekxképzők, elsősorban az EDTA (etiléndiamin-tetraecetsav dinátrium sója) analitikai alkalmazása alapjaiban átforgalmazta az analitikai eljárásokat, és a magnéziumoxid tartalom gyors, de közvetett meghatározására is kitűnő lehetőségeket nyújtott.

Schwarzenbach [4], Pribil [5], Flaschka [6], Sajó [7] és még számos kutató eredményei alapján a komplexometria, illetve a kelátkomplex-képzők analitikai alkalmazása a magnézium és ezzel együttesen a kalcium tartalom meghatározása nemcsak az elemzések idejét csökkentette napokról mintegy percekre hanem pontosság tekintetében is felülmúlta a klasszikus súlyszerinti módszereket.

A kelátkomplex-képzők analitikai alkalmazásával első lépésként kézenfekvő volt, hogy a szilikátok elemzésénél a foszfátos meghatározásnál alkalmazott elválasztások után (a kalcium-oxalát szűrletében ammóniumhidroxidos közegben 9,5–10,5 pH tartományban) közvetlenül titrálható a magnézium ion EDTA-val erikromfekete T indikátor jelenlétében [8]. A kalcium-ionok, mint zavaró komponensek ammoniumoxaláttal történt elválasztását kiküszöbölő Kőrös [9] módszere. Eljárása alapján először 12 pH-nál a kalcium-ionokat murexid indikátor jelenlétében EDTA-val titráljuk. Az indikátor színének zavaró hatását ezután só-

savas forralással elroncsoljuk, majd az oldat pH-értékét 9–10-re csökkentjük, és a magnézium-ionokat ezután ugyanabban az oldatban EDTA-val erikromfekete T indikátor jelenlétében közvetlenül mérjük. E módszer különösen a víz elemzésénél vált be kitűnően, szilikátok vizsgálatánál azonban nem terjedt el.

Szilikátok elemzésénél főleg azok az eljárások bővültek és nyertek gyakorlati alkalmazást, melyeknél a kalcium és magnézium-ionokat együttesen mértük 9,5–10,5 pH tartományban, kelátkomplex-képzőkkel, pl. EDTA-val. A magnézium-oxid tartalmat megkapjuk, ha az együttes titrálásnál fogyott mérőoldat ml-einek számából levonjuk a kalcium meghatározásakor fogyott mérőoldat ml-einek számát.

Hasonló elven e közvetett módszerek számos változata alakult ki, melyek abban különböztek egymástól, hogy részben a zavaró ionok elválasztása, maszkírozása (az alumínium, vas, mangán tartalom komplexírozása trietanolaminnal, szulfoszalicilsavval, tironnal stb.), részben a kalcium és magnézium + kalcium meghatározásánál alkalmazható különböző indikátor típusok használata pl.: calcon, Patton-Reeder, glioxál-bisz-anil, pirogal-lol-karbonsav, fluorexon, továbbá az erikromfekete T és származékai SE, B, erikrom-feketék R, metiltimolkék, timolftalexon, különböző kombinációs lehetőségeket rejtett magában [10, 11].

A meghatározások módjai tovább fejlődtek az újabb kelátkomplex-képzők analitikai alkalmazásával, mint a DCTE (1,2-diamino-ciklohexan-tetraecetsav), DTPE (dietylén-triamin-pentaecetsav) stb. [12, 13]. Végeredményben azonban e változatos, komplexonos módszerek, melyek túlnyomóan EDTA, továbbá a DCTE, DTPE kelátkomplex-képzők használatán alapulnak, nem biztosítják a magnéziumoxid tartalom szelektív meghatározását. A közvetett módszerek, mint ismeretes, alapvető hibalehetőséget tartalmaznak, melyek az elemzési előírások pontos betartása mellett is fellépnek.

Az említett módszerek esetében, ha a kalcium tartalom mérése pozitív hibával, a kalcium + magnézium tartalom mérése negatív hibával történt, akkor az EDTA mérőoldatok ml-einek különbségéből számított magnéziumoxid tartalom százalékos értéke a megengedett elemzési hibahatárt túl-lepheti. A pontosan végzett titrálások esetében is általánosítható az a tény, hogy a kalcium tartalom meghatározásakor fellépő összes hiba a magnézium-oxid százalékos értékét befolyásolja. A magnézium tartalom közvetlen meghatározását elsősorban az a körülmény nehezíti, hogy a kalcium és magnézium-ionok EDTA-val, DCTE-vel, DTPE-vel, 9,5–10,5 pH tartományban közel azonos stabilitású kelátkomplekxet képeznek. További problémát okozott a kalcium-ionok megfelelő mennyiségi lekötése, maszkírozása stb., hogy ugyanabban az



oldatban csak a magnézium lépjen reakcióba a fent említett kelátkomplex-képzőkkel.

Mint ismeretes, a magnézium-ionok pl. EDTA-val vizes közegben\* csak szűk pH tartományban 9,5—10,5 között, képeznek stabil komplexet. 9 pH értéke alatt a fém komplex stabilitása csökken, mennyiségi fém komplex képződés nem jön létre. 11 pH felett a magnézium hidroxid csapadék formájában kilép a kelátkomplexből.

A kalcium-ionok viszont pl. EDTA-val vizes közegben már 8—13 pH tartományban stabil komplexet adnak.

Az 1. táblázat [14] számszerűen kitűnik, hogy mind a kalcium, mind a magnézium-ionok az 1, 2, 3, sorszámú keltaképzőkkel kapcsolatos stabilitási állandói, illetve negatív logaritmusának értékei nem mutatnak lényeges eltérést. Az elmondottakat ez mindenben alátámasztja, mivel a titrálások alkalmával a kalcium és magnézium-ionok együtt képeznek kelátkomplexet. A pontosság kedvéért a stabilitási állandók értékeinél mutat-

1. táblázat  
A valóságos stabilitási állandók negatív logaritmusának értékei

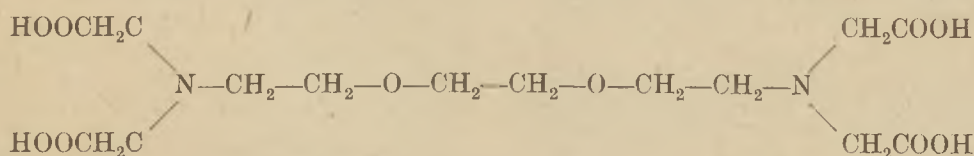
| (lg $K_{MY}$ ) | Mg <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> |
|----------------|------------------|------------------|
| 1. EDTA .....  | 8,7              | 10,7             |
| 2. DCTE .....  | 10,3             | 12,7             |
| 3. DTPE .....  | 9,0              | 10,7             |
| 4. EGTE .....  | 5,4              | 11,0             |

(Y a teljesen disszociált kelátkomplex)

kozó különbségek értelmében először a kalcium, majd közvetlenül a magnézium képez mennyiségi-leg kelátkomplexet.

Az 1. táblázatban 4. sorszám alatt feltüntetett EGTE kelátképzőnek (etilénglikol-bis-β-amino-etiléter-N,N-tetraecetsav) a kalciummal, illetve magnéziummal kapcsolatos stabilitási állandója lényegesebb különbséget mutat.

Az EGTE szerkezeti képlete:



A mennyiségi fémkelátkomplex-képződés feltétele, illetve, hogy a komplexképződési reakció felhasználható legyen térfogatossághatározásra, a stabilitási állandó negatív logaritmusának 7 felett kell lennie. Az EGTE-vel kapcsolatos kalcium és magnézium stabilitási állandók közti eltérés (lg  $K_{MgY} = 5,4$ , lg  $K_{CaY} = 11$ ) már mutatja, hogy mennyiségileg kelátkomplex csak a kalcium-ionnal jöhet létre, a magnézium-ionnal nem.

Pribil és Vesely [15] tanulmányukban kísérleteket végeztek tiszta oldatokban kelátképzőkkel a magnézium tartalom kalciumionok melletti közvetlen meghatározására.

#### Kísérleti rész

Vizsgálataink célja volt, hogy az EGTE és EDTA együttes alkalmazásával különböző szilikátipari nyersanyagok (dolomit, márga, agyag stb.) és késztermék (cement, samott, üveg stb.) magnézium-oxid tartalmát közvetlenül mennyiségileg meghatározzuk a következő elv szerint.

A kalcium és magnézium tartalmú oldatból a zavaró komponenseket (kovasav, alumínium, vas, titán) elválasztjuk. Az oldat pH-ját 9,5—10,5-re állítjuk és EGTE mérőoldatot adunk feleslegben a kalcium tartalom komplexizálására.

Az oldatban szabadon levő magnézium-ionokat közvetlenül titráljuk EDTA-mérőoldattal timolftalexon indikátor jelenlétében.

Kísérleteink során, először tiszta oldatokban méréseket végeztünk, hogy 9,5—10,5 pH tartományban a Ca-EGTE mennyiségi kelátkomplex-képződés végbemegy-e, és a kelátkomplex-képződést a magnézium-ion különböző mennyiségben befolyásolja-e? (2. táblázat)

Kísérleteket végeztünk továbbá, hogy a Ca-EGTE kelátkomplex-re EGTE-felesleg jelenlétében, 9,5—10,5 pH tartományban az EDTA milyen hatást gyakorol, képződik-e parciálisan Ca-EDTA kelátkomplex? (3. táblázat).

A méréseket 0,05 m-os EGTE, 0,05 m-os EDTA, 0,05 m-os kalciumklorid és 0,05 m-os magnéziumklorid mérőoldatokkal végeztük. Az oldatok mérőszámát 1,000-ra állítottuk be. A 9,5—10,5 pH tartomány biztosítására 20 ml ammóniumklorid-ammoniumhidroxid tartalmú puffert használtunk. A titrálásokat timolftalexon indikátor jelenlétében végeztük. A modellkísérleteknél az oldat térfogatát desztillált vízzel 200 ml-re egészítettük ki.

A 2. táblázatban feltüntetett mérési adatokból kitűnik, hogy az EGTE még a kalciumhoz viszonyított 10-szeres mennyiségben jelenlevő magnéziummal sem reagált.

A 3. táblázat mérési adataiból megállapítható, hogy a képződött kalcium-EGTE kelátkompleyre az EDTA nem gyakorolt hatást és csak a különböző mennyiségben szabadon levő magnéziummal reagált.

#### Elemzési eljárás

A 60 mμ szita finomság alá porított homogenizált mintát 110°C-on egy órán keresztül szárítjuk. A mintaanyagból 1 g-ot 0,2 mg pontos-

\* Szerves oldószerek jelenlétében a stabilitási állandók értékei megváltozhatnak, pl. etilalkoholos közegben a Ca—EDTA kelátkomplex mennyiségi képződése már 6,8 pH értéktől kezdődik.



2. táblázat

Modellvizsgálatok a Ca-EGTE mennyiségi kelátkomplex-képződésre, különböző mennyiségű magnézium-ion jelenlétében

| Sorszám | Adagolt<br>0,05 m-os<br>CaCl <sub>2</sub> ol-<br>dat (ml) | Adagolt<br>0,05 m-os<br>MgCl <sub>2</sub> ol-<br>dat (ml) | Elméleti<br>fogyás<br>0,05 m-os<br>EGTE ol-<br>datból<br>(ml) | Mért<br>0,05 m-os<br>EGTE ol-<br>dat (ml) |
|---------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1.      | 50,00                                                     | —                                                         | 50,00                                                         | 49,95                                     |
| 2.      | 40,00                                                     | —                                                         | 40,00                                                         | 40,00                                     |
| 3.      | 30,00                                                     | —                                                         | 30,00                                                         | 30,05                                     |
| 4.      | 20,00                                                     | —                                                         | 20,00                                                         | 20,00                                     |
| 5.      | 10,00                                                     | —                                                         | 10,00                                                         | 10,00                                     |
| 6.      | —                                                         | 50,00                                                     | 0,00                                                          | *                                         |
| 7.      | —                                                         | 40,00                                                     | 0,00                                                          | *                                         |
| 8.      | —                                                         | 30,00                                                     | 0,00                                                          | *                                         |
| 9.      | —                                                         | 20,00                                                     | 0,00                                                          | *                                         |
| 10.     | —                                                         | 10,00                                                     | 0,00                                                          | *                                         |
| 11.     | 50,00                                                     | 50,00                                                     | 50,00                                                         | 49,95                                     |
| 12.     | 50,00                                                     | 25,00                                                     | 50,00                                                         | 50,00                                     |
| 13.     | 50,00                                                     | 10,00                                                     | 50,00                                                         | 50,00                                     |
| 14.     | 10,00                                                     | 25,00                                                     | 10,00                                                         | 10,00                                     |
| 15.     | 10,00                                                     | 50,00                                                     | 10,00                                                         | 10,00                                     |
| 16.     | 10,00                                                     | 100,00                                                    | 10,00                                                         | 10,00                                     |

\* A 6—10 sorszámú méréseknél az \* értékeknél a timoleftalexon indikátor színátcsapása nem következett be, a feleslegben adagolt 0,05 m-os EGTE mérőoldat miatt.

3. táblázat

Modellvizsgálatok a Ca-EGTE kelátkomplexre vonatkozó EDTA behatásról

| Sorszám | Adagolt<br>0,05 m-os<br>CaCl <sub>2</sub> ol-<br>dat, ml | Adagolt<br>0,05 m-os<br>MgCl <sub>2</sub> ol-<br>dat, ml | Felesleg-<br>ben ada-<br>golt<br>0,05 m-os<br>EGTE ol-<br>dat, ml | Fogyott<br>0,05 m-os<br>EDTA ol-<br>dat, ml |
|---------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.      | 40,00                                                    | 40,00                                                    | 50,00                                                             | 40,05                                       |
| 2.      | 30,00                                                    | 40,00                                                    | 35,00                                                             | 40,00                                       |
| 3.      | 20,00                                                    | 40,00                                                    | 25,00                                                             | 40,00                                       |
| 4.      | 10,00                                                    | 40,00                                                    | 15,00                                                             | 10,00                                       |
| 5.      | 20,00                                                    | 50,00                                                    | 25,00                                                             | 49,95                                       |
| 6.      | 20,00                                                    | 30,00                                                    | 25,00                                                             | 30,00                                       |
| 7.      | 20,00                                                    | 10,00                                                    | 25,00                                                             | 10,05                                       |
| 8.      | 20,00                                                    | 5,00                                                     | 25,00                                                             | 5,00                                        |
| 9.      | 20,00                                                    | 2,50                                                     | 25,00                                                             | 2,50                                        |
| 10.     | 50,00                                                    | 2,50                                                     | 60,00                                                             | 2,50                                        |

sággal ezüsttálba mérünk. 2—3 ml etilalkohollal átnedvesítjük, és 8—10 g káliumhidroxiddal óvatosan feltárjuk. A kihűlt olvadékot csak desztillált vízzel (kb. 300 ml) kioldjuk 600 ml-es főzőpohárba és 70 ml tömény sósavval kevergetés közben át-savazzuk.

A lehűlt sósavas oldatot 500 ml-es mérőlombikba öntjük, és 10%-os sósavas desztillált vízzel jelíg töltjük. Összerázás után a várható MgO-tartalomnak megfelelően 100—200 ml (0,2—0,4 g) térfogatrészt 400 ml-es magas főzőpohárba mérünk.

Az oldatból az alumínium titán, vas tartalmat leválasztjuk.

A leválasztás előtt a savfelesleget közömbösítjük 3—4 csepp pentametoxi-vörös indikátor jelenlétében. A lila színű oldathoz 1:1 hígítású am-

mónium-hidroxidot adagolunk az indikátor elszíntelenedéséig. Az oldathoz ezután cseppenként 1+1 hígítású sósavat adunk az indikátor lila színének újbóli megjelenéséig (3,0—3,5 pH-tartomány).

Az oldatot ezután forrásig melegítjük, majd kevergetés közben részletekben adagolt két-három g urotropinnal leválasztjuk az R(OH)<sub>3</sub>-t. A csapadékos oldatot egy percig forraljuk, majd három-négy percig állni hagyjuk.

A R(OH)<sub>3</sub> csapadékot ritka pórusú szűrőpapíron leszűrjük és 1%-os ammónium-klorid tartalmú forró 70—80°C-ú desztillált vízzel kimossuk.

A szűrletet 500 ml-es mérőlombikba töltjük, és desztillált vízzel kiegészítjük. Összerázás után 200 ml térfogatrészt 750 ml-es Erlenmeyer-lombikba mérünk. A várható kalcium tartalomnak megfelelően, illetve ha már a kalciumot meghatároztuk, a fogyott EDTA ml-cinek megfelelően az oldathoz EGTE mérőoldatot adunk feleslegben. (Pl. ha kalcium tartalom meghatározásakor 20,00 ml 0,05 m EDTA fogyott, akkor kb. 24—25 ml kb. 20%-kal több 0,05 m EGTE-oldatot adunk. Az EGTE oldatot mérőhengerrel is 0,05 m adhatjuk a vizsgálandó oldathoz, mert jelen esetben mint komplexizáló szerepel az oldatban levő kalcium megkötésére).

Összerázás után az oldathoz 10 ml ammónium-klorid-ammóniumhidroxid puffert adunk a 9,5—10,5 pH tartomány biztosítására, majd 0,1—0,2 g timoleftalexon indikátor jelenlétében a kék színű oldatot 0,05 m vagy 0,025 m EDTA mérőoldattal halványzürke színig titrálunk. A titrálásnál fogyott EDTA ml-ek közvetlenül a MgO-tartalmat adják.

1 ml 0,05 m EDTA megfelel 2,016 mg MgO-nak

1 ml 0,025 m EDTA megfelel 1,008 mg MgO-nak

A CaO-tartalmat az alábbi módon határozhatjuk meg:

Az R(OH)<sub>3</sub> csapadék leszűrése után készített 500 ml-es törzsoldatból 200 ml-t 750 ml-es Erlenmeyer lombikba mérünk. 2—3 csepp auramin indikátor jelenlétében, a sárga színű oldathoz 20%-os káliumhidroxidot adagolunk elszíntelenedésig. (Az indikátor elszíntelenedése a kalcium tartalom meghatározásához szükséges 12—13 pH-tartományt jelzi.) A kontraszt szín kialakítására az oldathoz pár csepp 0,1%-os brómkrezolvörös indikátort, majd 0,1—0,2 g fluorexont adunk, és a zöldesen fluoreszkáló oldatot 0,05 m-os EDTA-mérőoldattal a fluoreszkálás megszűnéséig, illetve lila színátcsapásig (kontrasztzsinig) titráljuk.

Mind az MgO, mind a CaO meghatározásnál a titrálás végpontja ellenőrizhető, ha a titrálás után ismert mennyiségű pl. 1,00 ml 0,05 m-os CaCl<sub>2</sub> mérőoldatot adunk a vizsgált oldathoz és 0,05 m-es EDTA-mérőoldattal ismét színátcsapásig titrálunk [18]

A törzsoldat készítésekor, ha az SiO<sub>2</sub>-tartalom meghatározásra nincs szükség, akkor legmegfelelőbb, ha a savban oldhatatlan szilikátokat ezüst tálban káliumhidroxiddal tárjuk fel, és átsavazás, majd lehűtés után az oldatot 500 ml-es mérőlombikba töltjük. A kovasav tartalom nem zavarja a meghatározást, és főtömege az urotropinos leválasztásnál az R(OH)<sub>3</sub> csapadékba kerül.



Az urotropinos leválasztás előnyösebb az ammónium-hidroxidos helyett, mivel az urotropin az oldat pH-ját önmaga állítja be 5,5 értékre, mely pH-érték legmegfelelőbb az alumínium-hidroxid lecsapására. Az urotropinnal történő leválasztásnál nincs szükség kétszeres leválasztásra, mivel az így leválasztott  $R(OH)_3$  is csapadék, a kalcium és magnézium ionokat nem abszorbeálja.

### Az eljárás reprodukálhatósága és pontossága

Ugyanazon anyag megismételt vizsgálata során a reprodukálhatóság tökéletes: az egyes titrálási eredmények cseppre egyeztek. A módszer pontosságára vonatkozóan a 4. táblázat ad tájékoztatást.

4. táblázat

Egyes szilikátipari anyagok magnéziumoxid-tartalmának meghatározása közvetett és közvetlen módszerrel

| Minták sor-száma | Anyagtípus               | MgO-tar-talom<br>%-a<br>közvet-tett mód-szerrel | MgO-tar-talom<br>%-a<br>közvet-len mód-szerrel |
|------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.               | Dolomit 1273 .....       | 21,20                                           | 21,05                                          |
| 2.               | Nyers dolomit M .....    | 21,41                                           | 21,48                                          |
| 3.               | Dolomit gy. I., II. .... | 20,92                                           | 20,80                                          |
| 4.               | Dolomit 2. kohó .....    | 20,87                                           | 20,78                                          |
| 5.               | Dolomit D .....          | 21,20                                           | 21,30                                          |
| 6.               | Márga I-3 31 m .....     | 1,65                                            | 1,65                                           |
| 7.               | Márga I-3 34 m .....     | 3,22                                            | 3,25                                           |
| 8.               | DCM 500-as pc. ....      | 1,22                                            | 1,16                                           |
| 9.               | S-2 samott .....         | 0,44                                            | 0,42                                           |
| 10.              | Orosházi IS üveg .....   | 4,41                                            | 4,33                                           |
| 11.              | Öntött üveg .....        | 3,14                                            | 3,19                                           |

Az egyes anyagtípusokra közölt eredmények 6 db párhuzamos titrálás átlagértékei, melyek mindegyike a mérési hibahatáron belül volt. A standard deviáció  $\pm 0,27$ . A közvetett módszerrel végzett összehasonlító vizsgálatoknál a kalcium és magnézium tartalmat 9,5—10,5 pH-tartományban 0,05 m (1—5 sorszám) — 0,02 m (6—11 sorszám) EDTA-mérőoldattal együtt titráljuk timolftalexon indikátor jelenlétében. A kapott értékből levontuk a kalcium tartalomra fogyott 0,05 m, illetve 0,02 m EDTA-mérőoldat ml-einek számát.

#### Oldatok és indikátorok készítése:

##### 0,05 m-os EDTA-mérőoldat:

18,7 g EDTA-t kb. 500 ml desztillált vízben melegítéssel oldunk 2—3 g kálium-hidroxid jelenlétében. Az oldat pH-ját 5,5—6 körüli értékre állítjuk. Lehűlés után desztillált vízzel 1000 ml-re töltjük. Az oldat töménységét 0,05 m kalciumklorid mérőoldattal ellenőrizzük.

##### 0,05 m-os EGTE-mérőoldat:

19,1 g EGTE-t mérünk be 1000 ml-re. A mérőoldat készítését az EDTA-hoz hasonlóan végezzük. Az EGTE ms-a 380,36. A vizsgálatokhoz használt EGTE Koch—Light Laboratories LTD. gyártmányú volt.

##### 0,05 m-os kalcium-klorid mérőoldat:

5,005 g Merck-féle pa kalcium-karbonátot pa sósavban oldunk, és desztillált vízzel 1000 ml-re feltöltünk.

##### 0,05 m-os magnézium-klorid mérőoldat:

4,22 g pa magnéziumkarbonátot sósavban oldunk, és desztillált vízzel 100 ml-re feltöltjük. A mérőoldat készítéséhez Johnson—Matthey-féle magnéziumkarbonátot használtunk.

##### Ammónium-klorid-ammónium-hidroxid:

70 g ammóniumkloridot és 570 ml cc ammónium-hidroxidot 1000 ml-re desztillált vízzel feltöltünk.

##### Fluorexon indikátor:

1 g fluorexont 100 g pa kálium-kloriddal elporítottunk.

##### Timolftalexon indikátor:

1 g timolftalexont 100 g pa káliumkloriddal elporítottunk.

##### Auramin indikátor:

0,1 g auramint 100 ml desztillált vízzel oldunk.

##### Brómkrezol-vörös indikátor:

0,1 g brómkrezol-vöröst 100 ml desztillált vízben oldunk.

##### Pentametoxi-vörös indikátor:

0,1 g pentametoxi-trifenil-karbinolt 100 ml etilalkoholban oldunk.

### I R O D A L O M

- [1] Schmitz, B.: Z. anal. Chem. 65. (1925) 49.
- [2] Berg, R.: Z. anal. Chem. 71. (1927) 23.
- [3] Faucherre, J.: Bull. soc. chim. France 20, (1955) 900.
- [4] Schwarzenbach, G.: Die komplexometrische Titration. 3. kiadás Stuttgart, 1957.
- [5] Pribil, R.: Komplexe in der chemischen Analyse Berlin 1961.
- [6] Flaschka, H.: EDTA Titrations. London, 1959.
- [7] Sajó, I.: Komplexometria 2. kiadás Budapest, 1962.
- [8] Körbl, J.—Pribil, R.: Coll. Czech. Chem. Comm. 23, (1958) 873.
- [9] Körös, E.: Magyar Kém. Foly. 59, (1953), 137.
- [10] Burglen, L.—Lunquet, P.: Revue des Matériaux de Construction, No 604, 605, 606 I. a III. 1966.
- [11] Patton, J.—Rieder, E.: Anal. Chem. 28. (1956), 1026.
- [12] Schwarzenbach, G.—Ackermann, H.: Helv. chim. acta 32. (1949), 1682.
- [13] Ryskiewich, D. P.—Kroll, H.: Alroso Chemical Co., Report Nr. Res. 31 (1964).
- [14] Bermejo, F.—Prieto, A.: Information de Quimica Analitica. 15. (1961) 1.
- [15] Pribil, R.—Vesely, V.: Z. anal. Chem. 228 2. (1967).
- [16] Körbl, J.—Pribil, R.: Coll. Czech. Chem. Comm. 23, (1958) 1213.
- [17] Barna, L.: Samott típusú szilikátok elemzésére javasolt módszer. Budapest. (1966). SZIKKTT 20. Tud. Közl.
- [18] Sajó, I.: Z. anal. Chem. 219. (1966) 279.

Barna László—Udvardi Miklós: Szilikátok MgO-tartalmának közvetlen meghatározása EGTE és EDTA kelátkompleképzőkkel.

A szilikátok magnéziumoxid tartalmának közvetlen meghatározására az analitikai gyakorlatban csak a hosszadalmas súly szerinti meghatározások biztosítottak lehetőséget. A kelátkomplex-képzők analitikai alkalmazásával a közölt eljárás megoldást ad szilikátok magnéziumoxid tartalmának közvetlen térfogatossághatározására. A meghatározás alapja az EGTE és EDTA kelátképzők együttes használata. Az EGTE 9,5—10,5 pH tartományban a kalciumot komplexirozza és ezáltal a magnézium közvetlenül titrálható EDTA-val.



Ласло Барна—Миклош Удварди: Определение содержания  $MgO$  в силикатах с помощью келатовых комплексонов ЕГТЕ и ЕДТА.

Для непосредственного определения содержания  $MgO$  в силикатах в практике обычно применяется весьма продолжительный метод весового определения. Путём применения келатового комплексона в аналитике открывается возможность непосредственного объемного определения  $MgO$  в силикатах. Основой определения является совместное применение ЕГТЕ и ЕДТА.

ЕГТЕ в области рН 9,5—10,5 связывает кальций в комплекс, за счёт чего магний может быть непосредственно определен с помощью ЕДТА.

Barna, László—Udvardi, Miklós: Bestimmung des  $MgO$ -Gehaltes von Silikaten mittelst EGTE und EDTA Kelatkomplex-Bildner

Die unmittelbare Bestimmung des Magnesiumoxyd-gehaltes von Silikaten war in der analytischen

Praxis nur auf langwierigem gravimetrischem Wege möglich. Es wird ein Vorgang beschrieben, welcher durch die analytische Anwendung von Kelatbildnern die unmittelbare Bestimmung des Magnesiumgehalts in Silikaten ermöglicht. Die Methode beruht auf der gleichzeitigen Anwendung der Kelatbildner EGTE und EDTA. EGTE führt im pH-Bereich 9,5—10,5 zu einer komplexen Kalziumverbindung, wodurch sich das Magnesium mit EDTA unmittelbar titrimetrisch bestimmen läßt.

(S. G.)

Barna, László—Udvardi, Miklós: The Analytical Determination of Magnesia in Silicates Using EGTE and EDTA Complexing Agents

The time-consuming gravimetric direct determination of magnesia in silicates can be replaced by a direct titrimetric method, described in detail in the paper. The essence of the new method: two complexing agents are used: in the first step EGTE is used for complexing Ca (pH-limits: 9,5—10,5); thus Mg can be titrated in the second step directly with EDTA.

HIRDESSEN AZ

# Építőanyag-ban

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

LAPKIADÓ VÁLLALAT, BUDAPEST VII., LENIN KÖRÚT 9—11

A befizetéseket az MNB 46 csekkszámlára kérjük



A világirodalomban számos közlemény ad hírt a gőzfeltárással kapcsolatban. A gyakran egymástól eltérő kutatási eredmények bennünk is felkeltették az érdeklődést és arra indítottak, hogy néhány hazai típusanyag esetében megvizsgáljuk a gőzfeltárási lehetőségét és várható előnyeit.

Laboratóriumi kísérleteket végeztünk hat különféle téglagyaggal olyan gőzfeltárási keverő készülék segítségével, mely P. Lindl (1962) irodalmi közlése nyomán készült.

Ebben a kb. 5–7 kg agyag megmunkálására alkalmas keverő készülékben 3, 8 és 12 att nyomású telített gőzzel végeztünk kísérleteket. A gőzzel feltárt masszából a próbatesteket kézi formálással állítottuk elő.

A kiformázott idomok hőmérséklete a 3 att nyomású gőz alkalmazása esetén 45–50°C, a 8 att nyomású gőznél 50–60°C és a 12 att nyomású gőz esetében 60–70°C között változott.

Kísérleteink során vizsgáltuk a gőzzel feltárt massa formázhatóságának növekedését, a kiformázott idomok megmunkálási víztartalmát, lineáris száradási zsugorodását, hajlítószilárdságát, száradási érzékenységét, és szárítási idejét.

Elsőként a gőzzel feltárt massa formázhatóságát vizsgáltuk különböző hőmérsékleteken. A formázhatóság változását a hőmérséklet függvényében a következőképpen határoztuk meg. Pfefferkorn-féle készülékkel mértük a gőzzel feltárt masszából kiformázott  $t_m$  hőmérsékletű henger

$$p_{ss} = \frac{h_0}{h_{tm}}$$

összenyomódási viszonyszámát, ahol  $h_0 = 40$  mm,  $h_{tm}$  pedig az összenyomódás után mért vastagság milliméterben.

Ezután a vízgőzzel telített légtérben szobahőmérsékletre lehűtött masszából formáztunk próbahengert, s meghatároztuk a

$$p_h = \frac{h_0}{h_{th}}$$

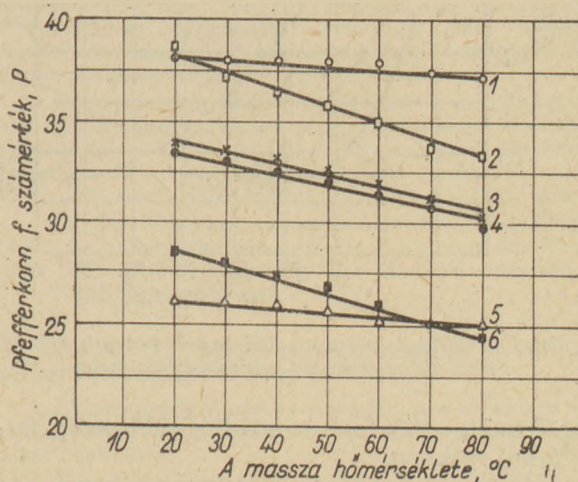
összenyomódási számértéket, ahol  $h_{th}$  a hengernek a  $t_h$  hőmérsékleten az összenyomódás után mért vastagságát jelenti mm-ben. A formázhatóság növekedésének mértékszámát Schiener (1954) nyomán a

$$\frac{p_m}{p_h}$$

viszonyszám alapján kaptuk meg.

Kísérleteink során úgy találtuk, hogy a vizsgált agyakok formázhatóságának növekedése 45–50°C-os masszahőmérséklet esetén 8–16%, 50–60°C-os masszahőmérsékletnél 12–20% és 60–

70°C -os masszahőmérséklet mellett 14–28% között változott.



1. ábra. A kísérleti agyakok Pfefferkorn-féle értékeinek hőmérséklettel való változása. Devecseri kék (1), Törökbálinti s. (2), Törökb. k. (3), Solymári k. (4), Devecseri s. (5), Szegedi (6)

A gőzfeltárási kísérletekkel párhuzamosan meghatároztuk a hideg vízzel feltárt agyakokból előállított és különféle hőmérsékletre melegített masszák Pfefferkorn-féle számértékeit is. Mint ismeretes, ez a szám lényegében a 3,25-ös összenyomódási számértékhez tartozó megmunkálási nedvességtartalmat adja meg. A Pfefferkorn-féle értékek hőmérséklettől függő alakulásából a megmunkálási vízmennyiségnek gőzfeltárási során várható csökkenésére következtethetünk.

A kísérleti agyakokból készített masszák Pfefferkorn-féle számértékeinek a hőmérséklet emelésével összefüggő változását az 1. ábra szemlélteti.

Az ábrából látható, hogy a 3,25-ös összenyomódási számértékhez tartozó megmunkálási víz a hőmérséklettel kis hajlásszögű egyenes mentén csökken. A csökkenés mértéke legkisebb a devecseri kék (1) agyagnál, mintegy 3%, legnagyobb a szegedi (6) agyagnál, ahol kb. 14%-ot ér el 20°C és 80°C között.

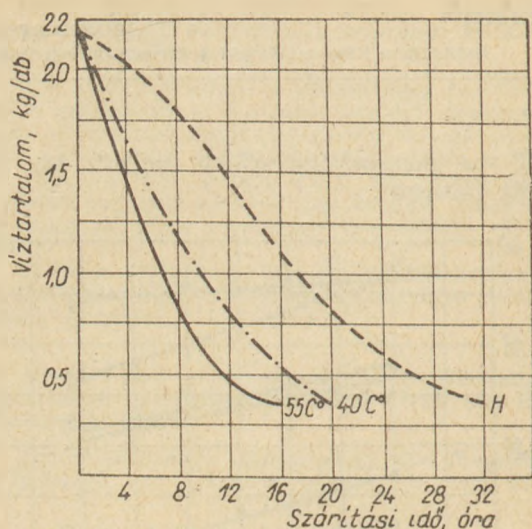
Laboratóriumi kísérleteinknél megvizsgáltuk a hideg vízzel feltárt és a gőzzel feltárt agyagmassza megmunkálási víztartalmát. Úgy találtuk, hogy a gőzzel feltárt massa víztartalma 5–10%-kal kisebb volt, mint a gőzfeltárási nélkül kezelt masszáé.

A lineáris száradási zsugorodás mértékében 5–10%-os csökkenést tapasztaltunk a hideg vízzel feltárt massa értékeihez képest. Ugyanakkor a nyers hajlítószilárdság 10–50%-os növekedést mutatott.

A kisméretű próbatestekkel elvégzett kísérleteink során azt is megállapítottuk, hogy a Macey-féle száradási érzékenységi szám az agyag fajtájától

\* A IX. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás





2. ábra. A csillaghegyi agyagból sajtolt idomok szárítási görbéi hideg és meleg megmunkálás esetén

függően 10–50%-kal, a szárítási idő pedig 20–30%-kal csökken.

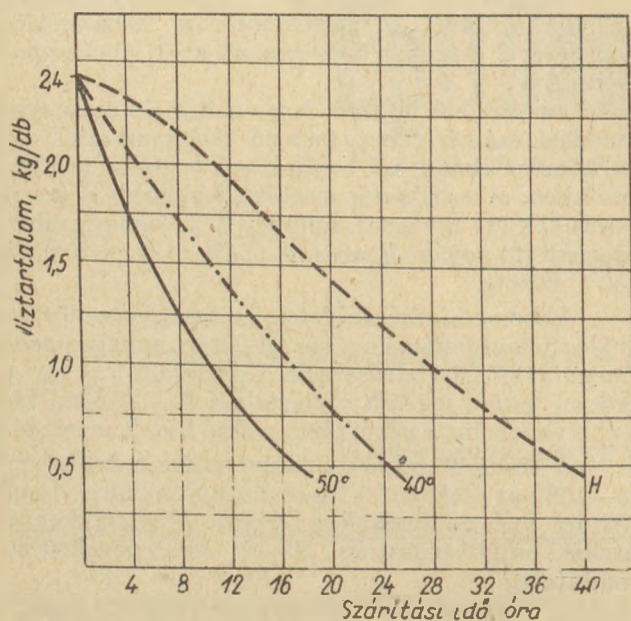
Az üzemi gőzfeltárási kísérleteket a hazai négy jellegzetes típusagyag egy-egy fajtájával végeztük el.

A megmunkálásra használt gépsor szekrényes adagolóból, törőhengerműből, görgőjáratból, két-tengelyű tekőskeverőből, finomhengerműből és 450-es KEMA vákuumpresből állt.

A gőzt a vákuumpres keverőjébe vezettük be, melyet 8 db fűvóka, 1 rostély, valamint fedéllemez elhelyezésével a célnak megfelelően alakítottunk át.

Az agyag gőzöléséhez 3–4 att nyomású telített gőzt használtunk, melynek segítségével a masszát 38–42°C és 53–56°C hőmérsékletre melegítettük.

A gőzfeltárási hatékonyságának megállapítása céljából vizsgáltuk a prés energiafelvételének, a



3. ábra. A kőbányai agyagból sajtolt idomok szárítási görbéi hideg és meleg megmunkálás esetén

kiformázott nyersgyártmányok megmunkálási víztartalmának, lineáris zsugorodásának és szárítási idejének alakulását. Emellett meghatároztuk mind a nyers, mind a kiégetett áru szilárdságát is.

Az összehasonlításnál alapul vettük a hideg vízzel feltárt massa és a gőzzel feltárt massa tulajdonságait. Ez utóbbi esetben megvizsgáltuk a 40°C és 55°C körüli hőmérsékleten formázott idomok viselkedését.

A formázáshoz szükséges fajlagos villamos energia fogyasztás a gőzzel feltárt 40°C-os masszánál 22%-kal, az 55°C-os masszánál 30%-kal volt kisebb, mint a hideg vízzel feltárt 15°C-os anyagnál.

A megmunkálási víz mennyiségében mérhető különbséget nem találtunk, ami ellentétben áll az előbbieken említett laboratóriumi vizsgálatokkal, azol ez az érték 5–10% volt.

Mind a négy kísérleti agyag esetében tanulmányoztuk a különféle módon készített idomok szárítási idejének alakulását. A szárítási kísérleteket recirkulációs rendszerű kamrás műszárítóban végeztük.

A nagy száradási érzékenységgű karcagi és debreceni agyagokból gőzfeltárással előállított nyersgyártmányoknál a szárítási idő csökkenését nem tapasztaltuk.

Ezzel szemben a közepes száradási érzékenységgű csillaghegyi és kőbányai agyagoknál kedvezőbb eredményeket kaptunk. A csillaghegyi agyagból hidegen, valamint 40°C-on és 55°C-on formázott idomok szárítási idejének alakulását a 2. ábrán látható görbék mutatják. A kőbányai agyagra vonatkozó adatokat a 3. ábrán tüntettük fel.

Látható, hogy a csillaghegyi agyagból sajtolt nyersgyártmányoknál a 3% maradék nedvességtartalom eléréséig szükséges szárítási idő a hidegen (H) megmunkált árunál 32 óra, a 40°C-os masszából sajtolt árunál 20 óra és az 55°C-osnál 16 óra. Mindez a szárítási idő 37%-os és 50%-os csökkenését jelenti, azonban ezen értékek csupán a szárító kamrák legkedvezőbb szárítási körülményeket biztosító részére vonatkoznak. A kamrák egészére vonatkoztatva 15–20%-os és 20–25%-os szárítási idő megtakarítás érhető el.

A kőbányai agyagból sajtolt nyersgyártmányok azonos maradék nedvességtartalomra vonatkoztatott szárítási ideje a hidegen (H) megmunkált árunál 40 óra, a 40°C-os és az 55°C-os masszából sajtolt árunál pedig 26 és 19 óra. Ezen számok, melyek ugyancsak a szárító kamrák legkedvezőbb részeire vonatkoznak, a szárítási idő 35 és 52%-os csökkenését mutatják. A teljes kamrára vetített szárítási idő 15–20%-kal és 20–25%-kal rövidebb, mint a hidegen megmunkált áru esetében.

Végül vizsgáltuk a gőzfeltárásnak a nyers és a kiégetett gyártmányok szilárdságára gyakorolt hatását. Úgy találtuk, hogy a gőzölt, 40°C-os és 55°C-os masszából formázott idomok nyers szilárdsága a debreceni agyagnál alig nőtt, a karcagi agyagnál pedig maximálisan 22%-ot ért el. A többi agyagfajta értékei a két határérték közé estek.

A kiégetett áru szilárdsága valamennyi agyagnál és masszahőmérséklet esetén kismértékű növekedést mutatott.



Lindl, P. (1962): Ziegelind. 15. 663.  
 Schiener, P. (1954): Ziegelind. 7. 718.

**Bálint Pál: Hazai gőzfeltárási kísérletek tapasztalatai**

Kísérleteket folytattunk az agyagok gőzfeltáráásával kapcsolatban laboratóriumi és üzemi szinten.

Az e témakörben végzett laboratóriumi kísérleteink során megállapítottuk, hogy a vizsgált agyagoknál gőzfeltárási hatására 10–25%-kal nőtt a massa formázhatósága valamint 10–50%-kal emelkedett a kiformázott idomok hajlításiilartsága. 5–10%-kal csökkent a megmunkáláshoz szükséges vízmennyiség, valamint a próbatestek lineáris zsugorodása és 20–30%-kal rövidebb lett a szárítási idő.

Az üzemi gőzfeltárási kísérletek során a prés energiatelvétele 40–55°C-os masszahőmérséklet esetén 22–30%-kal csökkent. A gőzfeltárással előállított áru nyers, száraz állapotban mért törőszilárdsága 0–22%-kal, az égetett árunál mért törőszilárdság pedig 1–12%-kal nőtt.

A vizsgált agyagokból gyártott idomok szárítási ideje gőzfeltárási hatására, a Csillaghegyi Téglagyár recirkulációs rendszerű műszárítójában 15–20%-kal csökkent.

**Аалнт Пал: Отечественные эксперименты по обработке глин паром.**

Были проведены эксперименты по обработке паром глин в лабораторных и заводских условиях. В ходе лабораторных испытаний было установлено, что у рассмотренных глин под влиянием обработки паром способность к формованию повышается на 10–25%, а прочность формованных изделий на изгиб — на 10–50%. Количество воды, необходимое для обработки изделий, снижается на 5–10%. Линейная усадка образцов также понижается. Время сушки сокращается на 20–30%. Под влиянием обработки паром в заводских условиях расход энергии прессы при температуре массы 40–55°C снижается на 22–30%. Прочность изделий после обработки паром в сыром, сухом состоянии повышается на 0–22%, а обожженных изделий — на 1–12%. В результате применения обработки паром время сушки изделий в искусственной сушилке рециркуляционной системы Чиллагхедьского кирпичного завода удалось снизить на 15–20%.

**Bálint, Pál: Heimische Versuchsergebnisse bei der Heißaufbereitung.**

Es wurden im Laboratorium und im Betrieb Versuche zur Heißaufbereitung von Tonmassen durchgeführt.

Im Laufe der Laborversuche konnte festgestellt werden, daß die Formbarkeit der untersuchten Tone infolge der Heißaufbereitung um 10–25% größer wird, auch steigt die Biegefestigkeit der Formkörper um 10–50% an. Die zur Bearbeitung erforderliche Wassermenge verminderte sich um etwa 5–10%, ähnlich der linearen Schwindung, auch nahm die Zeitdauer des Trocknens um 20–30% ab.

Der Energieaufwand der Presse verminderte sich bei der Heißaufbereitung — im Falle einer Massestemperatur 40–55°C — um 22–30%, während die Bruchfestigkeit in rohem und trockenem Zustand um 0–22%, und nach dem Ausbrennen um 1–12% anstieg.

In der Rezirkulationstrockenanlage der Ziegelei Csillaghegy verminderte sich die Zeitdauer des Trocknens der Formkörper infolge der Heißaufbereitung um 15–20%. (S. G.)

**Bálint, Pál: Experiences Collected in Steam Tempering Experiments of Clays in Hungary.**

Experiments have been conducted on steam tempering of various clays in the laboratory and at pilot plant level too.

The laboratory experiments completed in this field revealed that upon the effect of steam tempering, the material types tested would exhibit a 10 to 25 per cent higher formability, a 10 to 50 per cent higher bending strength in the moulded forms, a 5 to 10 per cent lower water requirement of processing as well as linear sample shrinkage, and a 20 to 30 percent shorter drying period.

In course of the pilot plant steam tempering experiments, the power consumption of the press decreased at a body temperature of 40° to 55°C by about 22 to 30 per cent. The green and fired strengths of the samples produced with steam tempering increased by about 0 to 2 and 1 to 12% respectively.

The drying time of the forms made of the material types tested decreased upon the effect of steam recovery in the recirculation type induced dryer of the Csillaghegy Brick-yard, by about 15 to 20 per cent.

## Könyvismertetés

Dr. Végh Sándorné: Nemércek földtana. Tankönyvkiadó 1967. (Tankönyv a Természettudományi Kar számára.)

Az előforduló sokféle nemércek ásványi nyersanyagot — kutatásuk, értékelésük alapelveinek ismertetése után — a könyvben a földtani jelleget tükröző genetikai csoportosításban találjuk meg. A felsorolás azonban figyelembe veszi a technológiai vonatkozásokat is. Az egyes ásványi nyersanyagok általános (ásványtani, közettani) ismertetésén, valamint a hasznosítás szempontjain túl, fontos szerepet kapott a hazai előfordulások földtani-teleptani ismertetése, amit nagyszámú földtani térkép és szelvény támaszt alá.

A könyv két részre tagozódik. A mechanikai és vegyi átalakítással hasznosítható ásványi nyersanyagok mellett az építőanyagok tárgyalása a teljességre való törekvést mutatja. Kár, hogy a könyv címe nem hívja fel az építőanyagokkal foglalkozó szakemberek figyelmét

a könyv tartalmának ilyen kiteljesedésére. Az első rész leöször a magmás eredetű anyagokat ismerteti, folyósmagmás (gyémánt, horzsakő, perlit), pegmatitos (földpátok, csillámok), hidrotermális (pl. barit, fluorit, kvarc) fázisra bontva. Ezután jelentőségüknek megfelelő súlyt kapnak az üledékes eredetű ásványi nyersanyagok, így a kovaanyagú (pl. kvarchomok az ún. nemeshomok, kovaföld) és az agyagos (pl. kaolin, bentonit) kőzetek. Az első rész a metamorf (pl. szerpentin, talk) és vegyes eredetű (pl. foszfát, kén) ásványi nyersanyagokkal, végül bő irodalomjegyzékkel záródik.

A második rész az építőanyagok földtanával és felhasználásával foglalkozik. Rövid fejezet tárgyalja az építőanyagok kutatását, termelését és előkészítését, majd részletes ismertetést találunk a természetes építőkövek fizikai tulajdonságairól, (pl. szilárdság, megmunkálhatóság, szín, hézagosság, fajsúly, térfogatsúly, vízzel kapcsolatos tulajdonságok, hő-, hang-, elektromos



vezetőképesség, mállás) és ezek értékeléséről. Kisebb fejezet tárgyalja az építészeti kötőanyagokat (pl. égetett mész, gipsz, román-, portland-, traszement), ill. mesterséges építőkövek címmel a betont és a könnyű adalékokat. Végül vázlatos összefoglalást találunk Magyarország építési nyersanyagairól és az e fejezetben felhasznált irodalomról.

A tankönyv megfelel rendeltetésének, de haszonnal tanulmányozhatják az építőipar és építőanyag-ipar gyakorlati munkakörben foglalkoztatott mérnökei és technikusai is.

(K. P.)

#### Dr. Albert János: Téglaanyagok és felhasználásuk a durvakerámia-iparban

Az Akadémia Kiadó Szilikátkémiai monográfiák címen könyvsorozat kiadását indította meg, melynek egyik tagja dr. Albert munkája. Ez a monográfia a téglagyagok vegyi- és ásványi összetételéből indul ki. Ehhez csatlakozva ismerteti az agyagok technológiai jellemzőit és durvakerámia-ipari felhasználásuk lehetőségeit.

A négy részre tagozódó munka fő fejezetei a következők:

Az első rész behatóan ismerteti a téglagyagokat, illetve a felépítésükben részt vevő agyagásványokat és az ezeket kísérő ásványi alkotórészeket. Leírja az agyagok alaptulajdonságait, ezekre vonatkozó vizsgálati módszereket és a téglagyagokat különféle szempontból csoportosítja.

A második rész az agyagok összetétele, illetve ásványi felépítése, valamint technológiai jellemzői között megállapítható összefüggéseket tárja fel. Egyrészt a szerteágazó és a szakirodalomban sokfelé megtalálható kutatások, másrészt jelentős arányban a szerző saját vizsgálatainak eredményeit foglalja egységes rendszerbe. Tárgyalja az agyagok szemszerkezetére, képlekenységre, továbbá az agyagokból előállított építőelemek száradási és égetési folyamataira vonatkozó vizsgálatok eredményeit. Különösen értékes a kiégetett termékek agyagtulajdonságait befolyásoló tényezők ismertetése. A nyersanyag összetétele jórészt meghatározza az abból készült termék tulajdonságait. Az égetésnél képződő kristályos és üveges fázisok minősége és aránya adja meg a termék szilárdságát, légköri hatásokkal szembeni ellenállóképességét, hő- és hangtechnikai jellemzőit. Ezért igen fontos a külföldi szerzők eredményeinek ismertetése mellett azoknak a vizsgálatoknak a tárgyalása, amelyeket — elsősorban a szerző kezdeményezésére — a MTA kutatóintézetében Náray-Szabó és munkatársai végeztek. Az általuk kidolgozott röntgendiffrakciós módszer segítségével kimutathatók és értékelhetők a téglagyagok égetése során képződő kristályos és üveges fázisok. A szilárd és olvadék fázisban vegybenő szilikátkémiai folyamatok tanulmányozása a finomkerámia, cementkémia stb. területéről ismertek. Igen fontos a szerzőnek az a törekvése, amellyel a téglá és cserépipar vonatkozásában is erre irányítja a figyelmet.

Mindezen ismeretek nagy jelentőségűek abból a szempontból, hogy helyesen megválasztott égetési technológiával kedvezően befolyásolhatók a késztermék tulajdonságai.

Az előzőkhez szorosan kapcsolódik a harmadik fejezet. Ebben a téglagyagok felhasználásával gyártható építőanyagok technológiáját tudományos alapon ismerteti a mű. Nemcsak a hagyományos téglá, cserép és burkolóanyagok előállításával, hanem az ún. vázkerámiai idomok és nagyporozitású könnyű építőelemek gyártásával foglalkozik, és ismerteti ezeknek a termékeknek műszaki jellemzőit.

A negyedik fejezet a magyarországi téglagyagok általános leírása után kilenc jellegzetes agyagtelepülést ismertet részletesen. Ezek a legfontosabb előfordulások, amelyekből a hazai ipar termelésének jelentős hányadát állítják elő.

Ismeretes, hogy intézeti kutatási jelentés formájában a szerző- és munkatársai összeállították a Magyarországon működő téglagyárak agyagainak és berendezéseinek leírását. A néhány évvel ezelőtt készült munka azonban jellegénél fogva nem került könyvkereskedői forgalomba. Ebben a fejezetben újabb adatokkal egészül ki az előző anyag. Elsősorban vonatkozik ez az ásványi összetétel ismertetésére.

A hazai téglaiipar helyzetének, fejlesztésének, lehetőségeinek megismerése szempontjából igen hasznos és nagy jelentőségű ez a könyv. Tudományos alapossággal megírt mű, amely elsősorban a magyar szakemberek számára készült, de idegen nyelvre lefordítva külföldiek számára is sok újdonságot ad. Ismereteink szerint ugyanis téglaiipari agyagok vonatkozásában ilyen összefoglaló munka még nem jelent meg. A szerző több évtizedes munkásságának, gazdag ipari és kutatóintézeti tapasztalatainak eredménye ez az igen hasznos és érdekes monográfia.

(K. Gy.)

#### Siklósi Róbert: Fedél- és szigetelőlemezek gyártása

A Műszaki Könyvkiadó TECHNOLÓGIA sorozatában megjelentetett „Fedél- és szigetelőlemezek gyártása” c. kiadvány alapvető munka, melyet mind a szakemberek, mind pedig a tárgykör iránt érdeklődők haszonnal olvashatnak.

A fedéllemezgyártás hazánkban közel 100 éves múltra tekinthet vissza, és ezen idő alatt a szigetelőlemezek gyártásában koránt sem volt olyan arányú fejlődés, mint azt az építő és egyéb iparok egyre növekvő mennyiségi és minőségi igényei megkövetelték volna. Ismeretes, hogy az igények kielégítésére a közeljövőben új fedél- és szigetelőlemez gyár felépítését tervezik, és a szerző utal is erre, mikor a legkorszerűbb gyártósorokat és technológiákat ismerteti.

A zsebkönyv első részében a hagyományos fedél- és szigetelőlemezek előállításához szükséges nyersanyagokról a tudnivalókat a hordozó, a töltő, a töltő és a hintőanyagok szerint csoportosítja a szerző.

Kellő részletességgel írja le összetételüket, előállításukat, a minősítésükhöz szükséges mintavételek számát és módját, valamint a laboratóriumi vizsgálatokat. Ismerteti minden egyes nyersanyagnál a helyes tárolásra, a szállításra és a felhasználás módjára vonatkozó előírásokat — kiegészítve gyakorlati tapasztalatokkal az előforduló hibák és károk vonatkozásában.

A második rész a fedél és szigetelőlemezek gépi berendezései és gyártási technológiájának részletes ismertetését tartalmazza. Külön fejezetben írja le a régebbi, és még hazánkban is előforduló egyfűrdős és a korszerű kétfűrdős — másnéven folyamatos — eljárást. Mindkét eljárás főbb munkafolyamatának ismertetésével egyidőben a munkaművelet végző gép és a gépnek a gyártósorral való összefüggését is megadja, utalással a két eljárás közötti különbségekre, ill. hasonlóságokra.

Ismertetést nyújt a legkorszerűbb utánszívós — más néven utánhevítős — eljárásról, mely módszerrel 8000 m/óra feletti teljesítményt érnek el, továbbá egyéb különleges gyártási eljárásokról és gyártóberendezésekről.

Részletesen taglalja a gyártás közben előforduló hibákat és azok elhárításának módját, és kitér a gyártási folyamattal kapcsolatos baleset- és tűzvédelemre is.

Külön fejezetben ad tájékoztatást a hagyományosnak nevezett fedél- és szigetelőlemezekon túlmenően a műanyagokból, vagy a hagyományos és műanyagok kombinációjából, a fémfóliák felhasználásával készülő lemezekből, bevonatokról és a gyártás várható jövőbeni fejlődéséről.

A zsebkönyvet számos táblázat és kép, továbbá minőségi előírás és szabványgyűjtemény teszi teljessé.

(K. J.)



# AZ ÉPÍTÉSÜGYI TÁJÉKOZTATÁSI KÖZPONT KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

## Szteklo i keramika

1967. 6. sz.

*Brehovszkih, Sz. M.—Viktorova, Ju, N.—Landa, L. M.:* Lágyított és edzett üvegek radiális-optikai ellenállóképessége (p. 10—11, á: 2, t: 1, b: 2.)

A radiális ellenállóképesség fokozása céljából az üvegösszetételbe cirkondioxidot adagoltak. Az üveg tartós hőmegmunkálásának hőmérsékletét a lágyítási hőmérséklet felső és alsó határával, 560—390°-ban határozták meg. Az üveget 25, 50, 100 és 200 óráig hőkezelték. A kísérletek eredményeképpen megállapították, hogy az üveg hőmúltja és a radiális optikai ellenállóképesség között közvetlen összefüggés van.

*Bobkova, N. M.—Rudakov, V. V.:* Szerkezeti átalakulások az üvegek szilikátolvadékokban az olvasztás folyamán (p. 11—16, á: 4, b: 7.)

A tapasztalatok szerint az olvadékokban bekövetkező szerkezeti változásokat nem lehet a kristálynak folyadékba való átmenetével indokolni. Az olvadékot hirtelen lehűtötték olyképpen, hogy vékony rétegben fémlemezre öntötték. A mintákat elektronmikroszkóp alatt vizsgálták. A friss főzés felületéről 45° szög alatt platinabeporozással árnyékolták. A végzett vizsgálatok alapján levonták azt a következtetést, hogy a mikroegyenletlenséget az üvegben szerkezeti hibának kell tekinteni.

*Alekszejev, V. N.—Ananina, N. M.:* Új szabvány az üreges üvegblokkokra (p. 16—18, á: 1, b: 1.)

Az új szabvány pontosan meghatározza az üvegblokkok felhaszná-

lási területeit. Meghatározza az üvegblokkok minőségével szemben támasztott fokozott műszaki követelményeket. Felsorolja a forgalombahozható termékeket. Újmódszert ír elő a fénytábocsátási tényező meghatározására. Az előírt követelmények jelentékeny mértékben fokozzák az üvegblokkok építészeti tulajdonságait, és csökkentik az önköltséget. Az üreges üvegblokkokat csak függőleges vívítások kitöltésére, valamint a külső és belső, fénytábocsátó térelhatároló- és tartószerkezetekben lehet előnyösen felhasználni.

*Nigin, E. R.—Olejnikova, A. H.:* Üvegszálgyártás centrifugális fűvási módszerrel és hő- és hangszigetelő termékek készítése az üvegszálakból (p. 18—21, t: 1.)

Új üvegszálgyártási technológia centrifugális fűvási módszerrel. Az új módszer jelentékeny mértékben fokozza a termelékenységet, jó minőségű, a világszínvonalnak megfelelő termékek gyártását biztosítja. A CFD-módszer biztosítja az olvadéknak egyes mikrosugarakra való szétforgácsolódását és lehetővé teszi a szálhúzást. A szálhúzási technológia kidolgozására a következő üvegösszetételt fogadták el: 62,5% SiO<sub>2</sub>; 7% R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 9,5% RO; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 16% R<sub>2</sub>O.

## Sztroitelnü Materialü

1967. 7. sz.

*Mihajlov, V. I.—Evszejev, V. M.:* Homok- és kavicsanyag kitermelésére szolgáló hidropneumatikus földkotrók (p. 5—8, á: 6, t: 1, b: 7.)

A hidratáció segítségével a Szovjetunióban 1965-ben termelt 39 millió m<sup>3</sup> homok és kavics mennyiségét 1970-ig 56—60 millió m<sup>3</sup>-re növelik. Az új termelési eljárás a minő-

séget is javítja. A hidropneumatikus földkotrók és működésük. Kísérleti berendezés és működése. Az új berendezés óránkénti termelékenysége 250 m<sup>3</sup>, a talajmegművelés mélysége 5—30 m. A berendezés méretei: hossza 62,6 m, szélessége 9,78 m. Építési munkák elvégzésére és nem-ásványi építőanyagok termelésére a megadott mélységnél és nagy szállítási távolságoknál is a speciális hidropneumatikus földkotrókat lehet alkalmazni.

*Tabunscikov, N. P.: A berakóberendezések tökéletesítése javítja az aknakemenékek munkáját.* (p. 8—10, á: 8.)

A mész egyenletes égetése minimális tüzelőanyag-felhasználás közben főképpen a réteg eloszlásának egyenletességétől függ a kemence keresztmetszetében. A különböző berakó berendezések és működésük, új berendezést próbáltak ki szilárd tüzelőanyaggal üzemelő 1,8, 2,5 és 3,7 m átmérőjű aknakemenékben. A vizsgálatok eredményei. Három különböző üzemben működő kemencének 1—2 évig tartó vizsgálata után megállapították az új berendezés hatékonyságát. Az új berendezés beruházási költségei két hónapon belül megtérülnek.

*Vlaszov, N. I.: Tudományos munkaszervezési tervek és bevezetéseiknek eredményei* (p. 4—5.)

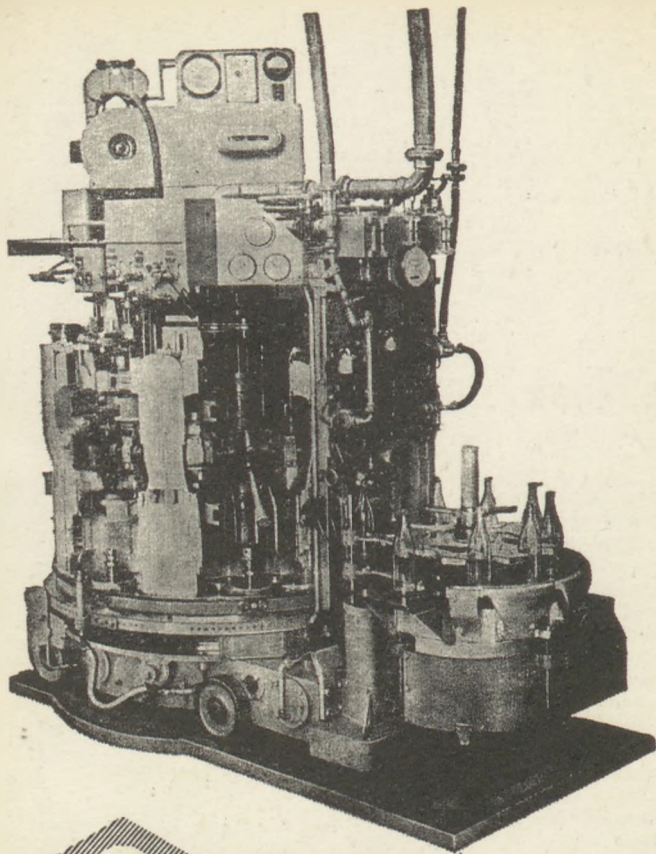
A Minszki Építőanyagipari Kombinátban bevezették a mettlachilapok tok nélküli égetését. A munka szervezésével a termelékenységet 3,1%-kal növelték. A burkolólapok készítéséhez szükséges présor gyártási technológiáját tökéletesítették. Új technológiák a nehéz fizikai munka felszámolására. Az éjjeli műszakok részbeni felszámolása.



Világszerte gyártják a R-115

**ROIRANT**

típusú gépek száza a különféle üvegeket,  
palackokat, ballonüvegeket... stb.



**250 darab R7 típusú gép**  
(lásd a képen)

került eladásra 10 éven belül  
palackok és hasonló tárolóedények nagy  
szériában való gyártására

**UTOLÉRHETETLENÜL  
ALACSONY ÁR!**

*Kívánatra részletes ismertetőt küld:*



**ATELIERS J. HANREZ S.A.**

MONCEAU-SUR-SAMBRE - CHARLEROI - BELGIQUE - ☎ (07) 31.44.00

gazdálkodás eredményessége  
termelékenység emelése  
önköltség csökkentése

**= az anyagmozgatás és  
csomagolás fejlesztése**

Ebben nyújt nélkülözhetetlen segítséget az

## **ANYAGMOZGATÁS — CSOMAGOLÁS**

kéthavonta 48 oldalon megjelenő műszaki-gazdasági folyóirat

Közületek előfizethetik (1 évre 48,— Ft) a P.K.H.I 61066 csekkszámláján  
vagy az MNB 8. egyszámlájára