

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

6

*XIX. ÉVFOLYAM · BUDAPEST 1967 JÚNIUS*

A mész- és cementipar, az üvegipar-, a finomkerámia-, a téglá-, cserép- és kő-kavicsipar tudományos 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. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 120-850) és minden postahivatalnál. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62. Előfizetési díj: 1/4 évre 13,— Ft; félévre 6,— Ft; egyes szám ára: 6,— Ft.—Csékk számszám egyéni 61.252; közületi: 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

67.6., 4341 Réval Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

### TARTALOMJEGYZÉK

<i>Szuk Géza</i> : Egyes szilikátipari termékek mikrokonduktométeres vizsgálata .....	201
<i>Paulitsch, Peter</i> : Kerámiai anyagok szöveti szerkezete .....	206
<i>Ludwig, Gerhard</i> : Földpáttartalom meghatározása kerámiai nyersanyagokban .....	212
<i>Kiss Lajos</i> : A füzérradványi illites kőzetlepek meddő kőzeteinek finomkerámiai hasznosítása .....	216
<i>Reichard Ernő</i> : A cementkémia fejlődésének története .....	224
<i>Dénes János</i> : Az új szilikátipari üzemek helyének megválasztásánál figyelembe veendő tényezők .....	231
Egyesületi Élet .....	235
Az Építésügyi Tájékoztatási Központ Külföldi Lapszemléje .....	238

### СОДЕРЖАНИЕ

<i>Геза, Сук</i> : Микрокондуктометрические исследования некоторых силикатных продуктов .....	201
<i>Петер, Паулич</i> : Структуре керамических материалов .....	206
<i>Лайош, Кишш</i> : Утилизация пустой породы иллитового месторождения г. Фюзеррadvány .....	216
<i>Эрно, Рэйхард</i> : История развития химии цементов .....	224
<i>Янош, Денш</i> : Выбор размещения новых заводов силикатной промышленности .....	231

### INHALT

<i>Szuk, Géza</i> : Mikrokonduktometrische Untersuchung einzelner Produkte der Silikatindustrie .....	201
<i>Paulitsch, Peter</i> : Struktur der keramischen Stoffe .....	206
<i>Ludwig, Gerhard</i> : Die Bestimmung des Feldspatgehaltes mit mineralogischen Methoden .....	212
<i>Kiss, Lajos</i> : Exploitation des tauben Gesteins der Illit-Lagerstatt in Füzérradvány .....	216
<i>Reichard, Ernő</i> : Die Geschichte der Entwicklung der Zementchemie .....	224
<i>Dénes, János</i> : Anlegung neuer silikatechnischer Betriebe .....	231

### CONTENTS

<i>Szuk, Géza</i> : The Investigation of Cement Hydration by Micro-Conductometry .....	201
<i>Paulitsch, Peter</i> : Structure of Ceramic Materials .....	206
<i>Ludwig, Gerhard</i> : The Determination of Feldspar Content in Ceramic Raw Materials .....	212
<i>Kiss, Lajos</i> : The Utilization of Waste Rocks of the Füzérradvány Illite Deposit .....	216
<i>Reichard, Ernő</i> : The History of the Development of Cement Chemistry .....	224
<i>Dénes, János</i> : How to situate new Factories in the Silicate Industry .....	231

## Egyes szilikátipari termékek mikrokonduktométeres vizsgálata

SZUK GÉZA  
Építéstudományi Intézet, Budapest

A cement hidratációs termékeinek terén az elmúlt években ismereteink nagymértékben gazdagodtak. Számos kutató foglalkozott e témával felhasználva a modern fizikának legalkalmasabb módszereit, mint a röntgenanalízist, DTA, DTG, TG módszereket, illetőleg derivatografiát, elektronmikroszkópiát és infravörös spektrografiát.

Hidraulikus kötőanyagokkal készült építőanyagok kötési és szilárdulási folyamatának folyamatos vizsgálatára azonban a modern fizikának csak néhány módszere alkalmas. Igaz, hogy cement hidratációs folyamatának elektronmikroszkópos követésére történtek kísérletek pl. Copeland [1, 2] de ezek a vizsgálatok mintavétellel megszakított, nem folyamatos vizsgálatok voltak.

Az említett jelenségek összefüggő, folyamatos vizsgálatára nézetünk szerint jelenleg csak két módszer alkalmas. Ez a szónika és a konduktometria. Az első módszerrel már igen figyelemreméltó eredményeket értek el, mint Făcăoaru [3, 4], Jones, Chefdeville, Davance [5] és mások. A másodikat csak néhányan alkalmazták, pl. Shimizu [6], Calleja [7, 8], Müller, Eyman [9], Decoux, Barré [10] és még néhányan.

A konduktométeres módszert, mely a vizsgált anyag elektromos ellenállásának az idő függvényében történő megfigyelésén alapul, jó ideje alkalmazzuk hidraulikus kötőanyagokkal készült építőanyagok kötési, szilárdulási és öregedési folyamatának vizsgálatára [11—15]. A konduktogramok hullámalakja ugyanis szoros összefüggésben van az anyagban lejátszódó szerkezet-átalakulásokkal, kristályosodási folyamatokkal, új hidratációs termékek keletkezésének fázishatáraival. A konduktogramokon észlelt szinguláris pontok azonban nem csak a folyós fázisban létrejött átalakulásokra, hanem a szilárd fázisban lezajló reakciókra is jellemzőek. Ezt öregedési vizsgálataink bizonyítják.

E konduktogramok értelmezése azonban igen nehéz feladat. Oly módon kíséreltük megközelíteni

e kérdést, hogy egyesítettük a konduktometriát a fénymikroszkópiával. Így jött létre a mikrokonduktometria. E módszerrel a konduktométeres vizsgálattal egy időben vizuálisan, fotomikrografikusan vagy kinofotomikrogramon követni tudjuk a kialakuló szerkezetet, annak morfológiáját.

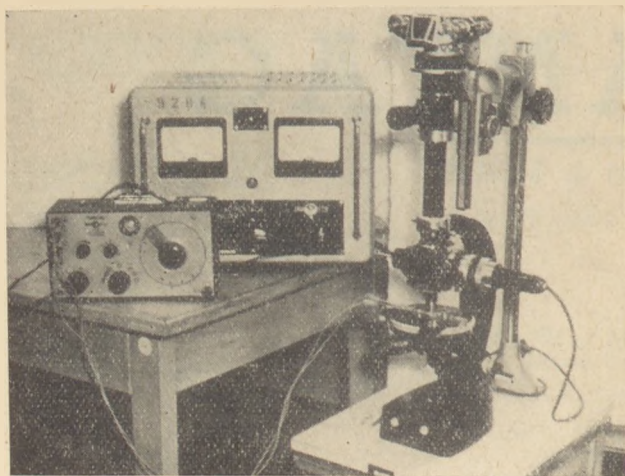
Ismeretes, hogy a fénymikroszkópiában a vékonycsiszolatok vastagságának 30 mikron alatt kell lenni. Ennek figyelembevételével vizsgálatinkhoz olyan 20 mikron vastagságú üvegcellát készítettünk, melynek két oldalán 20 mikron vastag berilliumbronz laposhuzalból képeztük ki az elektrodokat.

A cella megtöltésére azonban külön technikát kellett kidolgozni. A 20 mikron vastagságot figyelembe véve, a vizsgált anyagot ahátmozsárban 20 mikronnál kisebb szemmagyságra kell őrölni. A finom por betöltése igen nehézkes, ezért újabban ezt 1—1—1 trikloretánban (metilkloroform) szuszpendáljuk és a cellába kapilláris úton szivatjuk be. A művelet után a folyadék gyorsan elpárolog, így a visszamaradt vizsgálati anyag hidratációra kész. A hidratációhoz szükséges víz hasonló módon kerül a cellába. A betöltés művelete után a cellát paraffinnal lezárjuk, mikroszkóp tárgyasztalára helyezük és csatlakoztatjuk az ellenállásmérő készülékhez. A vizsgálat alatt a legtöbb esetben szükséges a minta mozgatása, hogy a kialakuló morfológiáról teljes képet kapjunk.

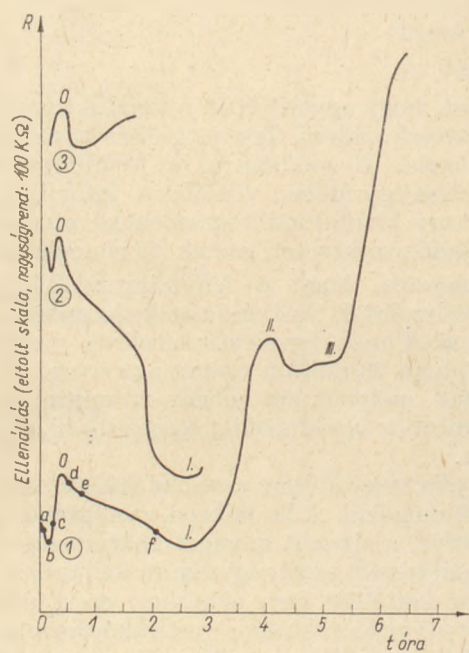
A bemutatott 1. ábrán jobboldalt látjuk a mikroszkópot a mikrokonduktometerrel és fényképező berendezéssel, baloldalt elől az elektronikus ellenállásmérőt és mögötte stabilizált áramforrást. Az utóbbit a mérés pontossága érdekében kell alkalmazni.

Most nézzünk meg néhány konduktogramot.

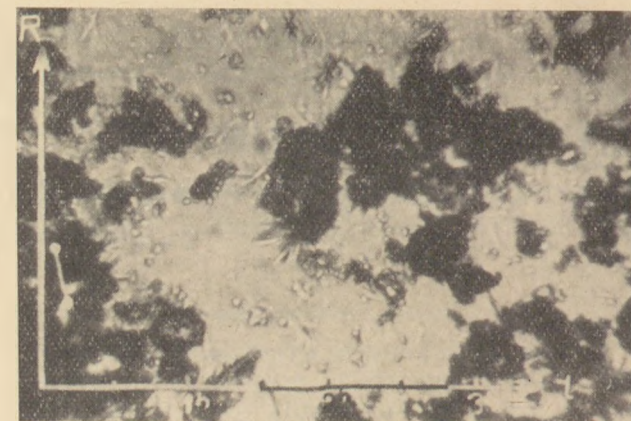
A 2. ábrán alit hidratációjának konduktogramját mutatjuk be. Az egymás felett látható három görbe különböző vízmennyiséggel hidratált alitról készült. A legfelső a leghátrább, a legalsó



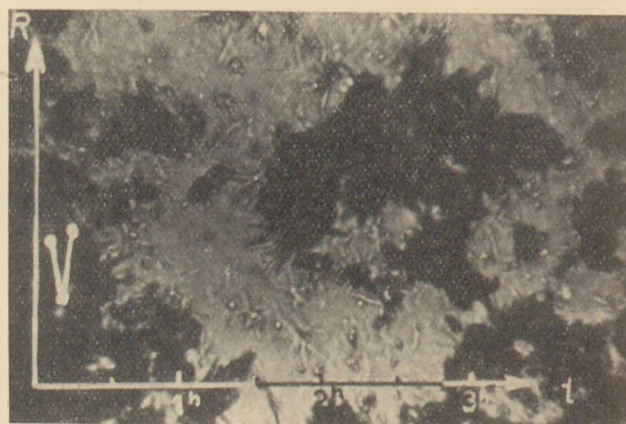
1. ábra. Mikrokonduktométer-berendezés



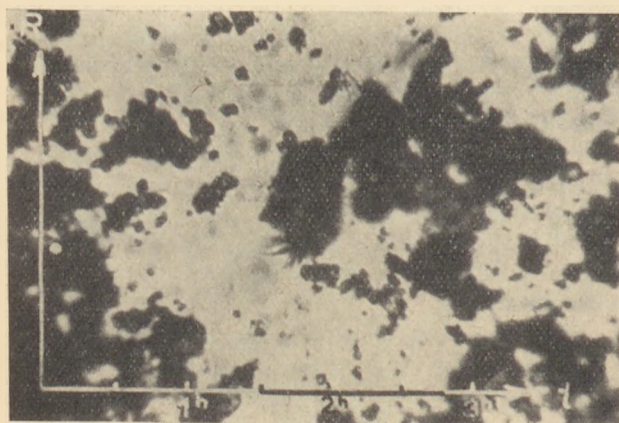
2. ábra. Alit konduktogramja



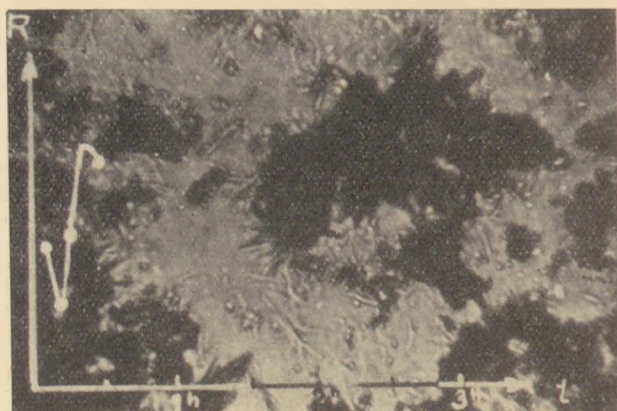
4. ábra. Alit hidratációja a 7. percben



5. ábra. Alit hidratációja a 15. percben

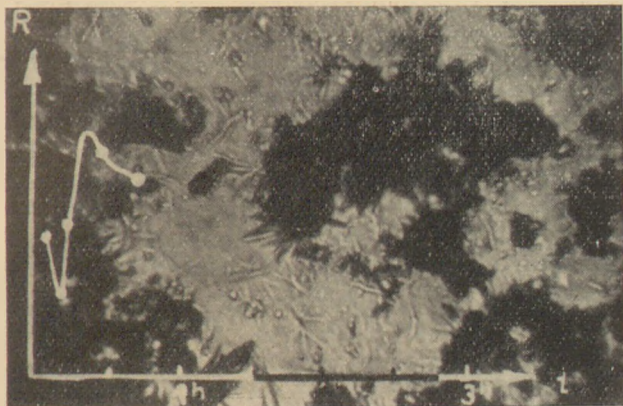


3. ábra. Alit hidratációja a 4. percben



6. ábra. Alit hidratációja a 25. percben

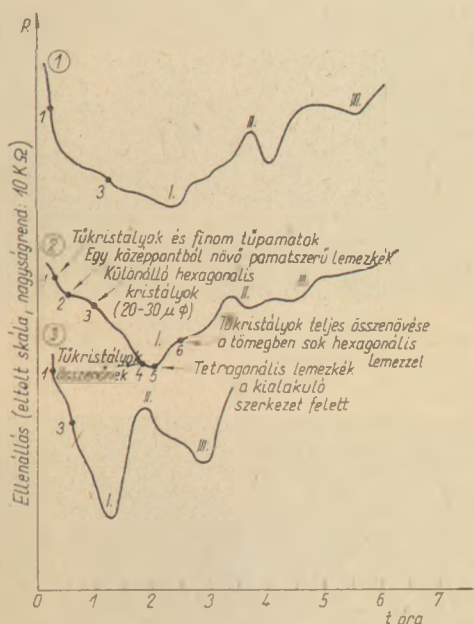
a legnedvesebb pépet szemlélteti. Mint látjuk, a görbék lefutása azonos hullámalakot mutat. Ez a folyamat azonosságát bizonyítja. A szakaszok természetesen rövidülnek a nedvesség csökkentésével. Az alsó és a középső görbén az I-es pontig terjedő szakaszban enyhe hullám jelentkezik. A felső légszárazabb keveréknél ez nem ismerhető fel, mert a mérési időkhöz képest a szakasz lefutása igen gyors. A II. pontnál esücsöt észlelünk, majd a III-as pont után az ellenállás nagymértékben nö-



7. ábra. Alit hidratációja a 15. percben



8. ábra. Alit hidratációja a 120. percben



9. ábra. Láthatlan klinker konduktogramja

vekszik. Ismeretes, hogy az alit a hidratáció kezdeti szakaszában vízre először lassan, majd később meggyorsulva reagál. Ezt a folyamatot érzékelteti a bemutatott konduktogram is. A következőkben bemutatott mikrogramok az alsó konduk-

togramon jelzett *a, b, c, d, e* és *f* időpontokban készültek.

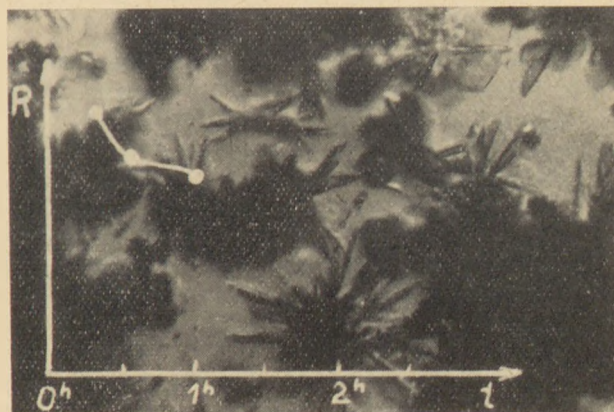
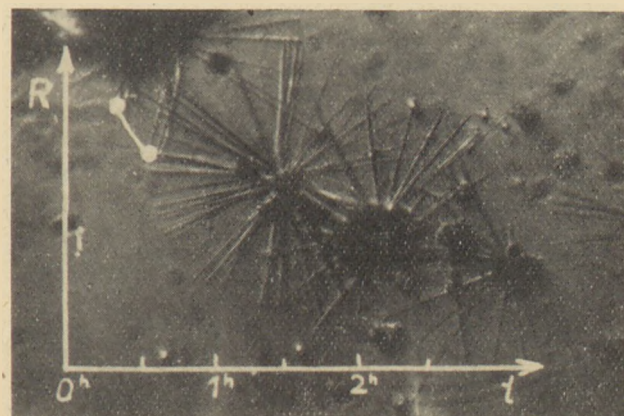
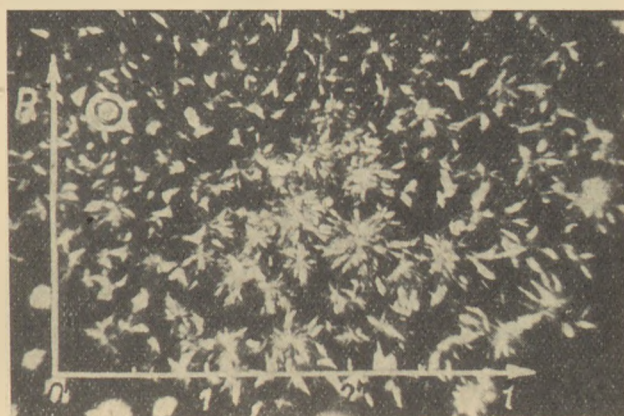
A 4. percben készült mikrogramon (3. ábra) már jól látszik a mikrostruktúra kialakulása. (Konduktogram „a” pontja). A szemcsék felületén apró kristályok keletkeznek, melyek sokasodnak és végül beborítják a teljes felületet.

A következő mikrogramok a mérést a

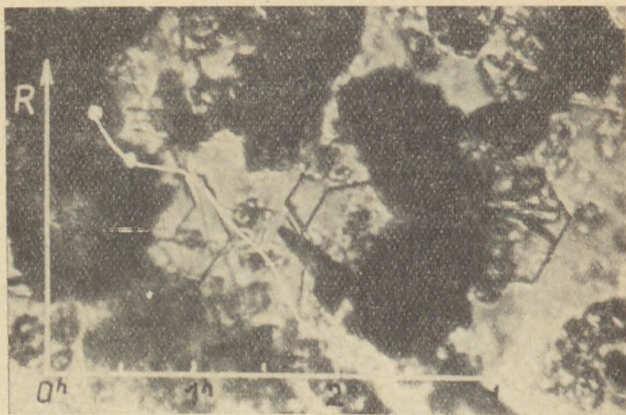
- 7. percben (*b*) pont, 4. ábra),
- 15. percben (*c*) pont, 5. ábra),
- 25. percben (*d*) pont, 6. ábra),
- 45. percben (*e*) pont, 7. ábra) és a
- 120. percben (*f*) pont, 8. ábra)

ábrázolják.

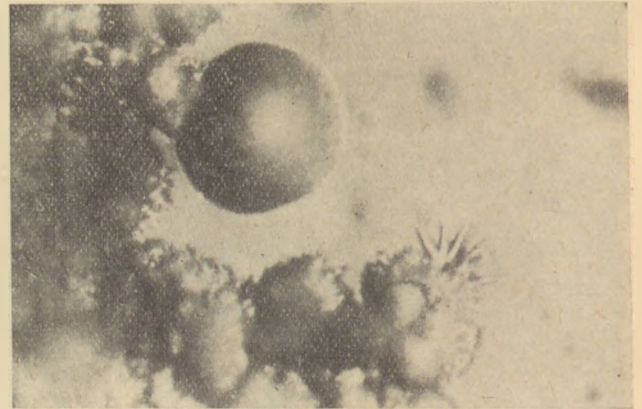
A 9. ábrán látható diagram láthatlan klinker konduktogramját ábrázolja. A görbe erősen ha-



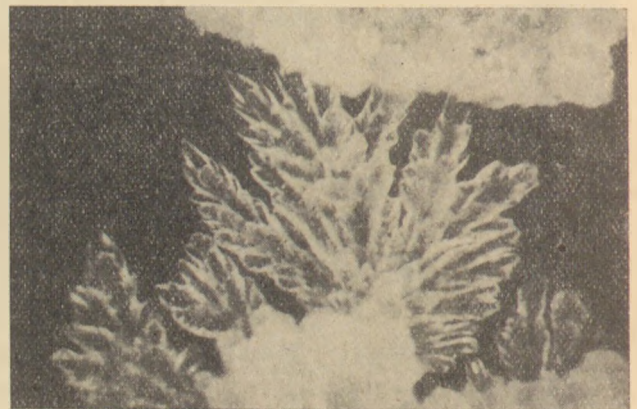
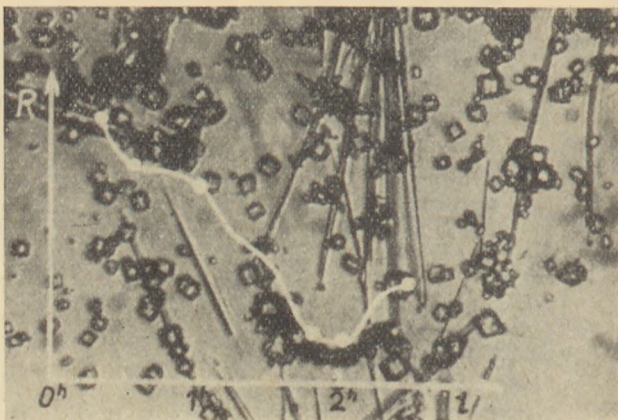
10—12. ábra. Láthatlan klinker hidratációja



képződnek (12. ábra), melyek kettős törést mutatnak (a diagramon 2. pont). Egy órán belül a 3. pont körül 20–30 mikron nagyságú hexagonális fázis észlelhető (13. ábra). Az első ellenállás-minimum időpontjában a túrkristályok összenőnek (14. ábra) — 4. pont — majd az 5. pontban tetragonális lemezek észlelhetők (15. ábra). A konduktogram következő hullámánál a keletkezett túrkristályok teljesen összenőnek — 6. pont —. Az így kialakult szövevényes szerkezetben igen sok hexagonális lemez található.



16. ábra.  $Ca(OH)_2$  szferolit kristály



17. ábra. Kalcit képződmény

13–15. ábra. Lábatlani klinker hidratációja

sonlít a közönséges cementpép konduktogramjához. A három görbe közül a felső a legnedvesebb, az alsó a legszárazabb készítményről készült.

A kialakuló azonos morfológiának pontjait a három görbén azonos számmal jelöltük.

A hidratáció első percében már megindul a kristályképződés. Az 1-es pontban túrkristályok és finom pamatok észlelhetők (10. ábra). Ismeretes, hogy ebben a szakaszban gyorsan keletkeznek a  $C_3A$  hidratációs termékei. Így pl. az első termékek közé tartozik a hexagonális hasábfázishoz tartozó ettringit, mely később radiálisan növekedve sűrű, fonott struktúrát mutat (11. ábra). Nemskára egy központból fejlődő pamatszerű lemezek



18. ábra. Kalcit képződmény

A vizsgálatok során sokszor találkozhatunk a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -nak változatos morfológiát mutató képződményeivel. Ezek közül mutatunk be a 16. ábrán egy szferolitos képződményt. A preparátumok készítésénél vigyáznunk kell arra, hogy gyorsan dolgozzunk, mert ellenkező esetben későbbi időpontban jelentkezni fog a mintánkon a levegő okozta  $\text{CO}_2$ -szennyeződés. Bár az ily módon képződött kalcitkristályok igen szépek, a hidratáció folyamatának vizsgálatához nincsen sok közülük.

Az említett kristályképződményekről mutatunk be a 17. és 18. ábrán néhányat.

A vizsgálatoknál általában 1:9 és szárazanyag—víz arányt használtunk. Számos esetben vizsgáltuk az anyagok reakciómechanizmusát és kialakuló morfológiájukat. Különösen a kötési folyamatot befolyásoló anyagok vizsgálatánál nyújtott nagy segítséget az eljárás.

#### IRODALOM

- [1] Copeland, L. E., Schulz, E. G.: Electron Optical Investigation of the Hydration Products of Calcium Silicates and Portland Cement, P. C. A. Bull. No. 135 (1960).
- [2] Copeland, L. E., Schulz, E. G.: Discussion to paper V-2 (Grudemo) Proc. Symp. Chem. Cem. Washington (1960) pp. 648—655.
- [3] Făcăoaru, I.: Ind. Constr. Mat. Constr. Bucuresti 12, pp. 665—673 (1967).
- [4] Făcăoaru, I.: Contributii la studierea întării betonului prin metode ultrasonore. Cand. diss. Inst. Pol. Timisoara, (1961).
- [5] Chefdeville, J., Dawance, G.: Ann. Inst. Tech. Bat. Trav. Publ. VI—VIII. (1950).
- [6] Shimizu, Y.: Concrete Cements, Mill. Sect. 1928. p. 111. 1929. p. 109. Sci. Rep. Tokoku Imp. Univ. Tokyo, 17, No. 1, 7.
- [7] Calleja, J.: ACI Jour. 23. p. 525 (1952).
- [8] Calleja, J.: An. Soc. Españ. Fis. Quim. Madrid (1951).
- [9] Eymann, K.: Wiąznie cementow portlandzkich. Prace Inst. Techn. Bud., Warszawa, Nr. 136, (1952).
- [10] Decoux, R. Barrée, J.: Étude de la conductibilité électrique des Betons. In. Techn. Bat. Trav. Publ. Circ. Série F. No. 2. (1941).
- [11] Szuk, G. Náray-Szabó, I.: Setting and Hardening of Hydraulic Materials II. Act. Techn. Hung. Budapest. Tom. XXII. Fasc. 1—2. pp. 83—100 (1958).
- [12] Szuk, G.: Setting and Hardening of Hydraulic Materials Act. Techn. Hung. Budapest. III. Tom. 29. Fasc. 3—4, pp. 419—427, (1960). IV. Tom. 29. Fasc. 3—4, pp. 429—439 (1960). V. Tom. 44. Fasc. 3—4, pp. 330—337 (1963). VI. Tom. 46. Fasc. 3—4, pp. 317—329 (1964).

#### Szuk Géza: Egyes szilikátipari termékek mikrokonduktométeres vizsgálata

Az újabb időkben a szilikátok kutatásánál a modern fizika vizsgálati módszerei mellett ismét előtérbe lépett a mikroszkópia és fotomikrográfia. Hidraulikus kötőanyagokkal készült építőanyagok konduktometriks módszerrel végzett kötés-, szilárdulás- és öregedésvizsgálataink során kidolgoztuk a mikrokonduktométernek nevezett mérőcellát, mely egyesíti a konduktométeres és mikroszkópos eljárást. A vizsgáló cellában  $20\mu$  rétegvastagságú pépet lehet ugyanazon időben, mindkét

módszerrel vizsgálni. A pép vezetőképességének mérésére berilliumbronz elektródokat alkalmazunk, míg a vizuális megfigyelés polarizációs mikroszkóppal történik. A mikrokonduktometerben az ellenállásváltozás mellett megfigyelhető a képződő hidratációs termékek morfológiája, mely mikrogramon vagy kinomikrogramon is rögzíthető. A kis rétegvastagság miatt természetesen csak hígabb készítmények vizsgálhatók.

#### Геза Сук: Микрокондуктометрические исследования некоторых силикатных продуктов.

В последнее время, при исследовании силикатов, наряду с современными физическими методами анализа, снова стала широко применяться микроскопия и фотомикрография. При изучении процессов схватывания, твердения и старения строительных материалов на основе гидравлических вяжущих была разработана измерительная ячейка, называемая микрокондуктометром, объединяющая кондуктометрический и микроскопический методы анализа. В измерительной ячейке поддается исследованию одновременно двумя методами образец пасты толщиной 20 микронов. Для измерения электропроводности пасты используются электроды из бериллиевой бронзы, для визуального наблюдения — поляризационный микроскоп. С помощью микрокондуктометра представляется возможным, наряду с измерением сопротивления, также наблюдение или запечатление на киномикрограмме морфологии образующихся продуктов гидратации. В связи с небольшой толщиной слой, естественно, могут исследоваться только разбавленные пробы.

#### Szuk, Géza: Mikrokonduktometrische Untersuchung einzelner Produkte der Silikatindustrie

Neuerdings traten Mikroskopie und Photomikrographie in der Silikatforschung — neben modernen physikalischen Prüfmethode — wiederum in den Vordergrund. Man gestaltete im Laufe der konduktometrischen Untersuchung des Abbindens, der Erhärtung und des Alterns von hydraulisch gebundenen Baustoffen eine Meßzelle Namens „Mikrokonduktometer“, welche das konduktometrische Verfahren mit der mikroskopischen vereint. Man kann in der Prüfzelle einen Teig von  $20\mu$  Dicke gleichzeitig in beider Weisen untersuchen. Zwecks Messung der Leitfähigkeit des Teigs werden Berylliumbronzelektroden angewandt, während die visuelle Prüfung mit Hilfe eines Polarisationsmikroskops vorgenommen wird. Neben der Änderung des Widerstandes kann im Mikrokonduktometer auch die Morphologie der entstehenden Hydratationsprodukte beobachtet und vermöge eines Mikrogramms oder Kinomikrogramms fixiert werden. Selbstverständlich gelingt es infolge der niedrigen Schichtdicke nur dünnflüssige Präparate zu untersuchen. (S. G.)

#### Szuk, Géza: The Investigation of Cement Hydration by Micro-Conductometry.

Among up-to-date physical examination methods of silicates, microscopy and photo-micrography are gaining in importance. A new device, micro-conductometer was constructed for the joint microscopic-conductometric investigation of hydraulic binders during setting, hardening and ageing. Samples of  $20\mu\text{m}$  layer widths can be investigated in the conductometric cell; the conductivity of the paste is measured by beryllium bronze electrodes simultaneously with a visual examination using a polarizing microscope. Morphology of hydration products can be photographed or even filmed with a simultaneous recording of conductivity values. Due to the thin layer width only diluted preparations can be investigated.

Ismeretes, hogy a nyers és égetett kerámiai anyagok szöveti szerkezete különböző. Ez a tanulmány azokkal a módszerekkel foglalkozik, amelyek alkalmasak a szöveti szerkezet, elsősorban a különböző kristályos alkatrészeknek a minta koordinátáira vonatkozó irányítottságának mennyiségi megállapítására. Az eredmények felderíthetik a különböző létrehozó okokat. Tárgyalni fogjuk az optikai, a röntgen és az elektronmikroszkópos módszereket.

## Módszerek

### Optikai módszerek

A vizsgálatokat áteső vagy visszavert fénnel végzik, mind az ortoszkópos, mind a konoszkópos eljárás alkalmazásával. Sok év óta használják a kombinált berendezést (univerzális asztallal ellátott polarizációs mikroszkóp). Alkalmazhatóságának a kristályok mérete szab határt.

Statisztikus módszereknél az ún. *Schnitt*-hatást csak akkor kell figyelembe venni, ha a minta különböző metszeteinek textura-ábrázolásai között rotációs összefüggést nem lehet megállapítani. Sander és munkatársai (1954) nyomán a tengelyelozás - elemzést úgy végzik, hogy megállapítják a tengely helyzetét a sztereografikus projekcióban, valamint a szemcsék helyzetét a vékony sík- vagy gömbmetszetekben.

### Röntgen-módszerek

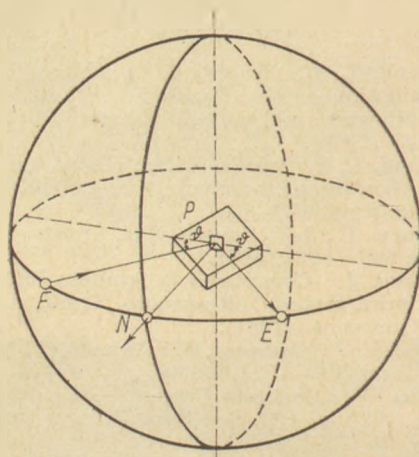
A röntgen-módszereket előnyösen lehet alkalmazni igen kis kristályok és optikailag izotróp anyagok esetében. Ilyen vizsgálatokat különböző módszerekkel már harminc éve végeznek. Az utóbbi időben kifejlesztették a röntgen szöveti szerkezet goniométert (Neff, 1956) és a röntgen univerzális tárgyasztalt (Paulitsch, 1962).

Az 1. ábrán látható a röntgen szöveti szerkezet goniométer működési elve. A röntgensugár az *F* ponton lép be és a kristály rácscikkjéről visszaverődve a középpontba jut. Az intenzitást az *E* pontban határozzák meg, ugyanakkor a felülethez húzott beesési merőleges az *N* ponton halad keresztül. A kristallitek kitértetett irányú orientációját az egész minta mozgatásával lehet megállapítani. A minta mozgatását és az intenzitás mérését lehetővé tevő mechanikai berendezés fejlődésének új szakaszába érkezett. Olyan megoldásokat fejlesztünk ki, amelyek lehetővé teszik a minta egész felületének letapogatását minden irányszögre.

A röntgen szöveti szerkezet vizsgálat lényegében statisztikai összegezés. Ez a geometriai jelentőségű rácscikk reflexiójának az intenzitásától függ; több ásványból felépített termék esetében az intenzitást a szomszédos reflexiók is befolyásolják

(1. táblázat és 13. ábra). Sajnos a geometriai jelentőségű pontok gyakran csak közepes intenzitású reflexiót adnak. Ha egyértelmű következtetéseket kell levonni, két olyan rácscikk felvételére van szükség, amelyek a sztereoszkópikus projekció egész területére kiterjednek, a kristályhelyzeteket csak ilyen módon lehet tisztázni (2. ábra).

Durvaszemcsés anyag esetében a legújabbán kialakított univerzális röntgen tárgyasztal alkalmazható. A televíziós erősítők egyetlen mintahelyzetben egyidejűleg mutatják a kis- és nagytengely helyzetét, film vagy GM-számológó nélkül.



1. ábra. A röntgensugár útja a röntgen szöveti szerkezet goniométerben

1. táblázat  
Geometriai jelentőségű Bragg-szögek és távolságok ásványokban

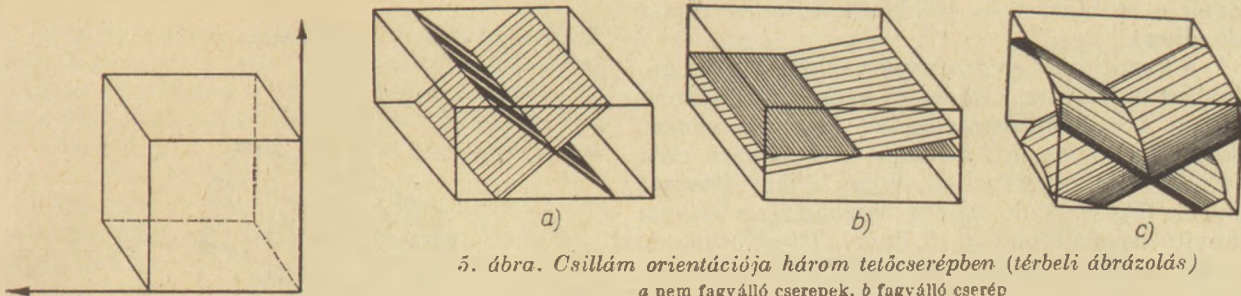
Ásvány	$2\theta$	Intenzitás	<i>hkl</i>	$\frac{H}{2}$	Közeli egyéb reflexiók
Periklász .	54,8	10	002	3	
Cirkonoxid	64,8	10	220	2	
Spinell ...	57,8	6	004	3	
Hematit .	42,2	10	1014	3	Sziderit (1014) 40,5°
Kvarc ....	33,68	10	1011	3	Mullit (210) 33,60° Szillimanit (210) 33,80°
Korund ..	74,6	10	3033	3	
Protoenstatit .	35,6	10	006	1	Talkum (006) 37,0°

A nagyon érzékeny ernyőkkel folytatott kísérletek után most olyan elektronikus erősítőket is forgalomba hoztak, amelyek segítségével még abszorbeáló anyagok röntgeninterferenciája is közvetlenül látható. Így a statisztikai feladatoknál elkerülhető az időigényes fényképezési eljárás.

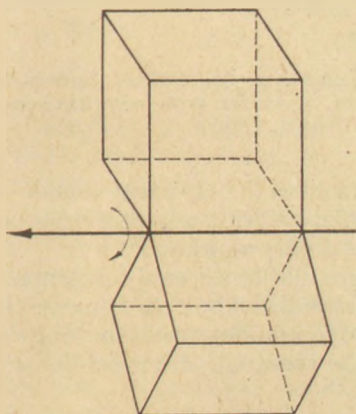
A 3. ábrán röntgen-erősítővel kombinált triaxiálisan felfüggesztett minta látható. Ezt az össze-

\* A VIII. Szilikátipari Konferencián elhangzott hozzászólás.



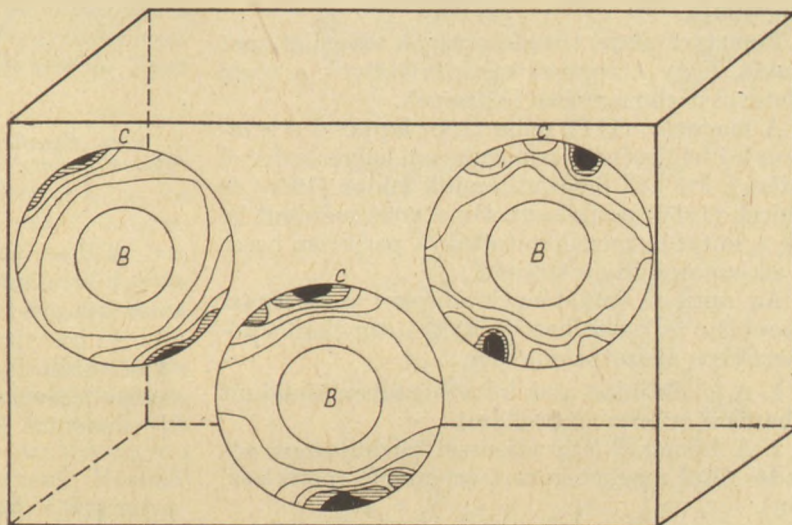


5. ábra. Csillám orientációja három tetőcserépben (térbeli ábrázolás)  
a nem fagyálló cserépek, b fagyálló cserép

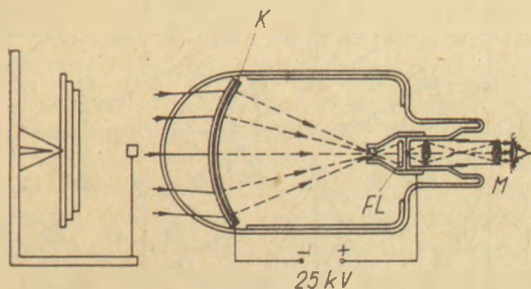


2. ábra.

A röntgen szöveti szerkezet  
goniométeres méréshez  
ajánlott elrendezés



6. ábra. Csillám orientációja a tégl különböző metszeteiben



3. ábra. Triaxiálisan felfüggesztett minta röntgensugár  
nagyítóval kombinálva a röntgen univerzális tárgyasztal  
berendezésben

K — katód, M — mikroszkóp, FL — fluoreszkáló ernyő

állítást nevezhetjük univerzális röntgen tárgy-  
asztal berendezésnek. A különböző kristályirányok-  
ban felvett előzetes Laue-felvételekre még szükség  
van. A röntgen univerzális tárgyasztal egymásután  
megvizsgál minden szemcsét, és a bemutatással  
egyidejűleg statisztikai összegezést is ad. Ezt a be-  
rendezést eddig statisztikai célokra csak 0,3 m-  
nél nagyobb kristályok esetében alkalmazták.

#### Elektronmikroszkópos módszer

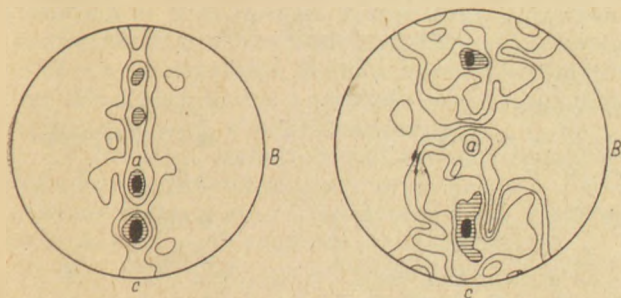
Az elektronmikroszkóp igen kis kristályátmé-  
rők esetében felfedheti a kristályok alakját és irá-  
nyítottóságát, a por vagy egy-kristály diffrakciós  
felvétele alapján pedig felvilágosítást adhat a statisztikus orientációról.

#### Eredmények

##### Optikai vizsgálatok

Néhány eredményt mutatunk be, amelyet az  
univerzális asztallal ellátott polarizációs mikrosz-  
kóppal kaptunk. Statisztikai értékelés után az ered-  
ményeket sztereografikus projekció alakjában mut-  
tatjuk be.

Két tetőcserépben vizsgáltuk a csillám orien-  
tációját (Blümel és Paulitsch, 1952). A 4a. ábrán  
nem fagyálló cserép csillámtextúrája látható, a kes-  
keny óvsáv csökkenti a durvaszemcsés csillámtext-  
úra stabilitását. A fagyálló cserépnek viszont fi-  
nom csillám szemcséi vannak, széles óvsávval. Ez



4. ábra. Csillám orientációja két tetőcserépben sztereo-  
grafikus projekció

a nem fagyálló tetőcserép, b fagyálló tetőcserép

növeli a stabilitást és csökkenti az anizotrópiát (4b. ábra).

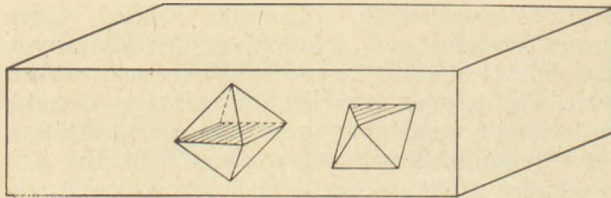
A kvantitatív eredmények vázlatos térbeli ábrázolása látható az 5. ábrán. A nem fagyálló cserepekben a csillámkristályok két egymást metsző síkban fekszenek (a), másfajta cserepekben ezek a felületek némileg íveltek, és így a fagyállóságot növelik (b). Hasonló módon vizsgáltuk a csillám irányítottságát téglában (6. ábra). Itt az uralkodó szerkezeti síkok változók, és a téglák különböző részeiben különböző elrendeződést mutatnak (Paulitsch, 1961).

Forszterit alapú tűzállóanyagok vizsgálata azt mutatta, hogy a rombos olivinkristályok a téglák felületével párhuzamosan fekszenek.

A magnetit (111), néha (100) lapjával a szintetikus kő felületével párhuzamosan helyezkedik el (7. ábra). Itt kell megemlítenünk Rinne (1926) és Zednicek (1956) periklászra vonatkozó méréseit is. Ezek a kutatók megállapították a periklász hasadási síkjainak irányítottságát.

Az optikai eredmények alapján a kerámiai anyagokban tapasztalható irányítottság okait a következőkben állapíthatjuk meg:

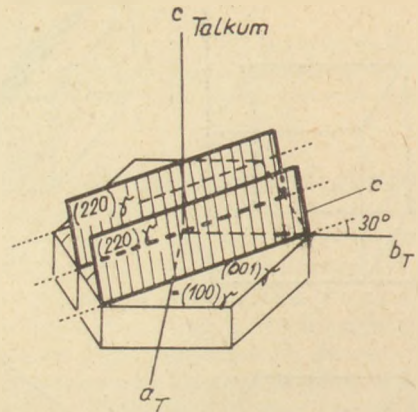
1. A jól definiált alak következtében kialakult mechanikai orientáció (csillám).
2. A hőmérsékletgradienssel párhuzamos növekedés által meghatározott orientáció (periklász, olivin).
3. A nyírás következtében fellépő mechanikai orientáció fecskefark alakú kristályok képződésére vezethet (8. ábra).



7. ábra. Magnetit orientációja tűzálló téglában



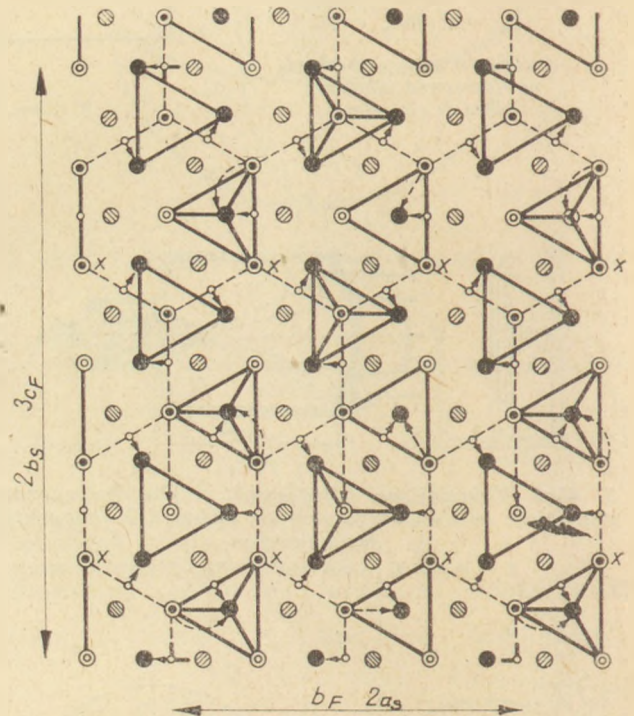
8. ábra. Fecskefark-kristályok képződése nyírófeszültség hatására (Borchert, 1959)



9. ábra. Egyetlen talkumlemez átalakulása protoenstatitá. A T index talkumra, a  $\gamma$  index protoenstatitra vonatkozik (Gehlen, 1962)

4. Bizonyos hatásokat lehet várni annak az elvnek az alapján, amely szerint a kristályrács orientációja megfelel a kristály alakjának.

Az irányítottságnak különös módja származik az orientált fázis-átalakulásokból. A hőmérséklet emelkedésével a víz olyan módon távozik, hogy az új vízmentes kristály rácsának orientációja egy-



Szerpentin

- (O) A rétegben
- (O) C "
- ⊙ (OH) C "
- Si

Forszterit

- (O) A rétegben
- (O) C "
- ⊙ (Mg) B "
- ⊙ (Mg) D "

10. ábra. Szerpentin orientált átalakulása forszteritű. A forszterit és a szerpentin szerkezetének tetraéderezsége közötti összefüggés. Az oxigén- és szilícium-atomok mozgását nyilak jelzik (Brindley és Zussman, 1957)

idejűleg végbemegy, és az anyakristály orientációjának felel meg. A brucit dehidratációja következtében az oktaéderes síkban periklásszá alakul. Hasonló irányított átalakulás ismeretes a talkum és az enstatit, a szerpentin és az olivin, valamint a kaolinit és a mullit között.

A 9. ábrán látható egy talkumlemez irányított átalakulása protoenstatitá. A talkum (220) rétegsíkja a protoenstatit (100) síkjává alakul.

A 10. ábrán láthatók az átalakulási viszonyok a szerpentin és az abból keletkező forszterit között. Az oxigén atomok kis forgást végezve a (010) lapokat (001) lapokká változtatják (Bindley és Zussman, 1957).

### Röntgenvizsgálatok

Ezeket az átalakulási szerkezeteket, a kis kristályszemcsék miatt, leginkább csak röntgendiffrakció segítségével tudták felderíteni. Laboratóriumban a röntgen szöveti szerkezet gonio-méterrel a következő kitüntetett irányú orientációkat lehetett megállapítani.

A 11a. és b. ábrán láthatók a periklász orientált kockalapjai mikrokristályos csiszolókorongban. Az 1:8 intenzitásarány nagyfokú orientációnak felel meg. A periklász kockalapjai párhuzamosan fekszenek a csiszolókorong felületével. Hasonló eredmény látható a 11c. ábrán, amely összehasonlítja a kvarc optikai módszerrel és röntgensugár segítségével megállapított orientációját. A 7:10 intenzitásarányból (lásd fent balra) a romboéderes hasadási lapnak csak kismértékű orientációjára lehet következtetni. A zsugorított korund kifejezett alak szerinti orientációt mutat (intenzitásarány 4:7), a sajtolás és őrlés következtében. A (1011) romboéderek a bázislap körül gyűrűt képeznek (d).

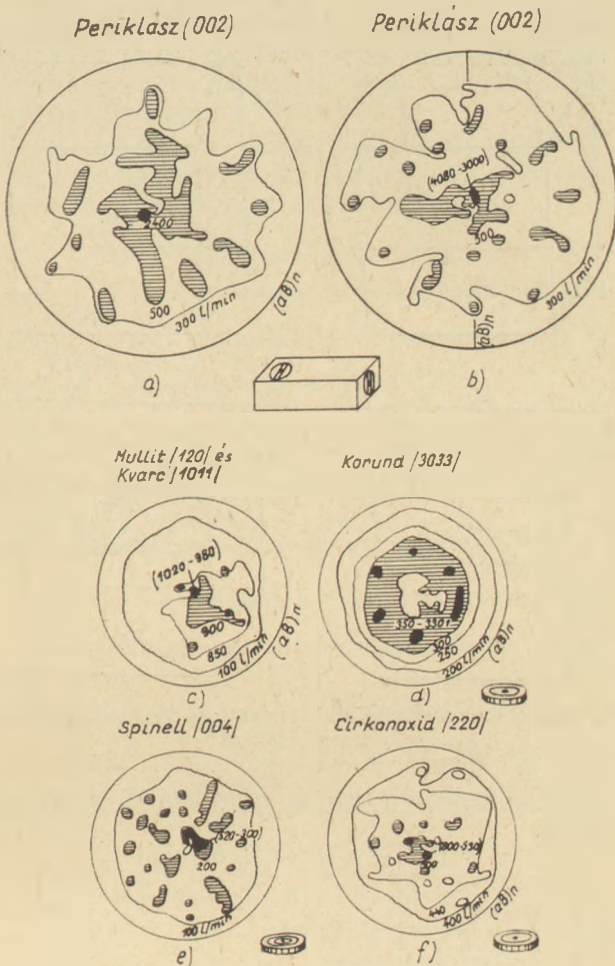
A zsugorított spinell 1:5 intenzitásarányú, ami arra mutat, hogy a kockalapok nagymértékben orientálódtak a csiszolókorong felületével párhuzamosan. A cirkonoxid (220) rácssíkja is a próbatest felületével párhuzamos orientációt mutatott (f). Protoenstatit tartalmazó kerámiai anyagokban a (006)-ra az intenzitásarány 1:2.

További eredményről tehetünk említést a cukorral kapcsolatban. A cukorgyártásban egyik folyamat a rudak sajtolása, amelyből a kockákat vágják. Ez a sajtolási eljárás — mint az optikai és a röntgenmódszerek mutatják — változó mértékű kitüntetett orientációt hoz létre.

Orientációkat találtunk kvarcban, csillámban, gránitban és turmalinban. Kvarc esetében azt tapasztaltuk, hogy a szemese hasadásának a típusa mind a kristályrácstól, mind a környező közegtől függ. Ez a tény fontos a csiszolás és polírozás nedvesítő anyagának a megválasztásánál.

A 12. ábrán látható a vulkanikus kőzetekben előforduló természetes kvarc orientációja. A gránitban előforduló kvarckristályok a z-vel, a porfir-kvarc az r-rel párhuzamosan orientálódnak.

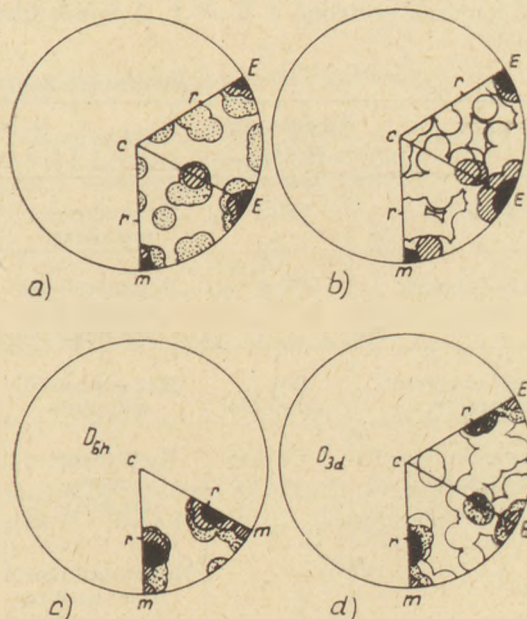
Meg lehet kísérelni a 13. ábrából a polikristályos termék tulajdonságainak kiszámítását, felhasználva az egyedi kristályok értékeit és irányítottságát a kerámiai anyag felületéhez viszonyítva. Kalcit és csillám keverékéből álló termékre a hő-



11. ábra. Orientált kristályok kerámiai anyagokban

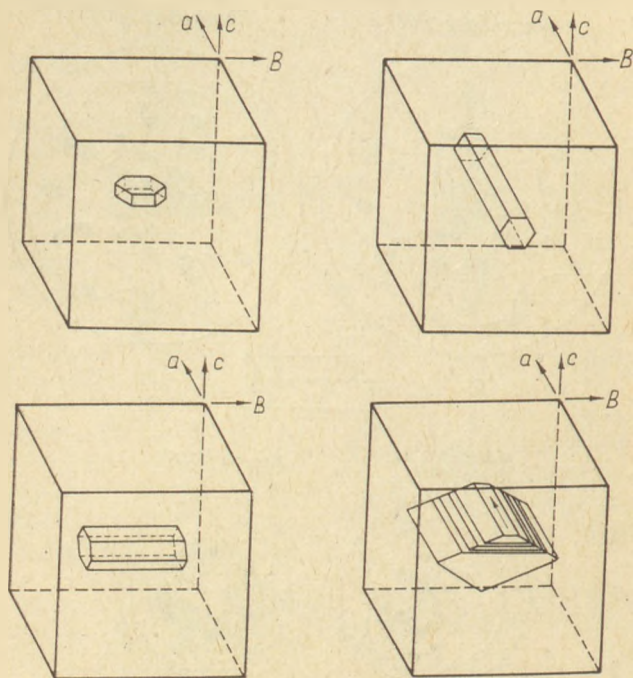
a és b csiszolókorongból származó periklász-kristályok, c porcelánkorongból származó kvarc-kristályok (intenzitás-viszony: 7:10), d korund-kristályok zsugorított korundból készült testből (intenzitás-viszony = 4:7), e csiszolókorongból származó spinell (intenzitásviszony = 1:5), f cirkonoxid kristályok zsugorított cirkonoxidból készült testből (intenzitás-viszony 2:3).

A kristálytani síkokat a zárójelbe tett indexek jelentik



12. ábra. Kvarcseemcsék irányítottága vulkanikus kőzetben

a gránit, b gneisz, c és d kvarcprofil



13. ábra. Különböző habitusú kristályok kitüntetett orientációja kerámiai blokkokban

vezető képességet a keverési egyenletéből számítottuk ki.

$$\lambda = \frac{[(\delta_1 \cdot \lambda_1) + (\delta_2 \cdot \lambda_2)] \cdot K \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)}{(\delta_2 \cdot \lambda_1) + (\delta_1 \cdot \lambda_2) + K \cdot \lambda_1}$$

ahol  $\lambda$  = a hővezetőképesség

$\delta$  = térfogati arány

$K$  = „szerkezeti tényező”.

az 1 és 2 indexek a kisebb és a nagyobb hővezetőképességű komponensekre vonatkoznak, az index nélküli érték a kevert termékre vonatkozik.

A  $K$  érték az orientáció típusától függ. A mérés irányára merőlegesen rendezetlenül elhelyezkedő lemezek esetében a  $K = 0,1$ . A mérés irányá-

ban rendezetlenül elhelyezkedő lemezek esetében a  $K = 10$ . A számított és a mért értékek igen jó egyezést mutatnak, az értékek közötti viszony majdnem azonos, bár maguk az értékek nem teljesen egyenlők.

A szemcsék fecskefark alakú összenövése és nyírás deformáció a nagymértékben összenyomott anyagban alakulhat ki (8. ábra). Ilyen termékek esetében felmerül a termék izotipizmusának a kérdése: a különböző kristályok melyik síkja fekszik párhuzamosan a termék egyik síkjával.

Korábbi tapasztalataink azt mutatták, hogy ha a kristálynak több translációs rendszere van, azok a síkok fekszenek a termék azonos síkjában, amelyek a legnagyobb siklatási értékkel rendelkeznek; ez a kristály rácstípusától függ.

A 2. táblázatból levezethető két korund síkra az eltolási érték. A csúszás következtében végrehmenő áthelyeződés a bázislap mentén nagyobb, elérheti a 36%-ot is. Ugyanilyen módon a rutilban az (101) sík a hosszát még 55%-kal is megváltoztathatja.

A 3. táblázat összegezi a röntgenmódszerek előnyeit és korlátjait, valamint alkalmazásának területét.

2. táblázat

Ásvány	Izotipizmus			
	Transzlációs sík	Elcsúszási érték	Százalékos deformálódás, feszültség	Százalékos deformálódás, összenyomás
Korund	0112	0,205	10,8	9,7
	1011	0,205	10,8	9,7
	0001	0,634	36,6	26,8
Hematit	0112	0,205	10,8	9,7
	1011	0,205	10,8	9,7
	0001	0,634	36,6	26,8
Kalcit	0112	0,6934	41,0	29,0
	1011	0,6934	41,0	29,0
	0001			
Rutil	101/101	0,908	55,0	35,5
	101/301	0,190	9,0	1,2

3. táblázat

Szöveti szerkezet analízisére alkalmas röntgen-módszerek

Műszer	Regisztrálás módja	Hátrányok	Előnyök	Kvantitatív összefüggések
Porkamera	Film	Fotométeres megoldás	Kis mennyiségű anyag	$\cos \theta = \cos \theta \cdot \cos \sigma$ $\sin \theta = \text{tg} \delta \cdot \text{ctg} \sigma$
Kratky-kamera	Film	Filmfelszerelés és fotométeres megoldás	Kis mennyiségű anyag	$\text{tg}(\varphi + \alpha_R) = \sin \beta_R \cdot \text{ctg} \frac{\theta}{2}$ $\sin(90 - \varphi) = \cos \beta_R \cdot \cos \frac{\theta}{2}$
Szöveti szerkezet goniometer	GM számláló	Két expozíció szükséges	Közvetlen intenzitások	
Röntgen univerzál tárgyasztal	TV-kép erősítő	Korlátozott szemcse-átmérő;  Korlátozott stabilitás; az intenzitás részleges akkumulációja szükséges	A fő és másodrendű tengelyek egyidejűleg láthatók; egy expozíció	$R_R = R_0 \cdot \text{tg} 2\theta$ $R_R = R_0 \cdot \text{tg} \frac{90 - \theta}{2}$

A röntgenvizsgálatnál az intenzitást GM-szám-  
lálóval vagy szcintillációs csővel, röntgen univerzális  
tárgyasztal-módszernél televíziós erősítővel le-  
het mérni. A szöveti szerkezet-módszert a két expo-  
zíció szükségessége korlátozza, az univerzális tárgy-  
asztal-módszernak határt szab, hogy csak a 0,3  
mm-nél nagyobb szemcsékre alkalmazható.

A 4. táblázatban foglaltuk össze a kerámiai  
anyagokban tapasztalt kristályorientációra vonat-  
kozó eredményeinket. A statisztikai értékelés azt

4. táblázat

Kristallitek orientációja kerámiai anyagokban

Kristallit	A termék felületével párhuzamos sík
Periklász	(111) és (100)
Spinell	(111) és (100)
Kvare	(1011)
Olivin	(010), (100) és (001)
Mullit	(210)
Korund	(0001)*
Csillám	(001)**
Hematit	(0001)
Cirkonoxid	(220)
Protoenstatit	(006)
Gránit	(111) (100)

\* A nyírással is párhuzamos

\*\* Hasadási sík

mutatja, hogy ezek alak szerinti orientációnak fe-  
lelnek meg. Lemezes kristallitek párhuzamosan  
helyezkednek el az összenyomás síkjával, a rúd  
alakúak viszont a folyás irányában vagy arra merő-  
legesen helyezkednek el (13. ábra).

Ikerképződésre vezető, korlátozott áthelyező-  
dési képességű, tisztán mechanikai orientációról ed-  
dig az irodalomban nem számoltak be.

#### IRODALOM

- Bautsch, H. J.: Freiburger Forschungshefte, C 106  
(1960).  
Blümel, O. W.—Paulitsch, P.: Tonindustrie-Ztg. 76  
(1952). 256—258.  
Brindley, G. W.: Min. Mag. 30 (1953) 71—78.  
Brindley, G. W.—Zussman, J.: Amer. Min. 42 468  
(1954).  
Gehlen, K.: Ber. d. d. keram. Ges. 39 (1962) 315—320.  
Neff, H.: Z. Metallkunde (1956) 646—649.  
Paulitsch, P.: Silikattechnik 12 (1961).  
Rinne, F.: Z. Kristallogr. 64 (1926) 71—75.  
Zednicek, W.: Radex Rundschau, 80 (1956).

Paulitsch, Peter: Kerámiai anyagok szöveti szerkezete.

Петер Паулиц: Структура керамических матери-  
алов.

Paulitsch, Peter: Struktur der keramischen Stoffe.

Paulitsch, Peter: Structure of Ceramic Materials.

## PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A műszaki felsőoktatás két intézménytípusa, a műszaki egyetem és felsőfokú techni-  
kum (műszaki főiskola) között a szükséges kapcsolatok kialakításának meggyorsításához,  
elmélyítéséhez és tervszerűbbé tételéhez az illetékes szervek munkáján felül hatékony  
társadalmi segítség is kívánatos. Ennek előmozdítására a Műszaki és Természettudo-  
mányi Egyesületek Szövetsége a Művelődésügyi Minisztériummal közösen pályázatot  
hirdet az alábbi két témában:

1. A műszaki egyetemek és felsőfokú technikumok (műszaki főiskolák) kölcsönös  
hatása egymás jövőbeni fejlődésére.
2. A műszaki szakemberképzés érdekében milyen a hallgatóságot érintő új és  
hasznos intézkedések bevezetését teszi lehetővé a kétfajta műszaki felsőoktatási  
intézmény — műszaki egyetem és felsőfokú technikum (műszaki főiskola)  
létezése.

Pályadíjak témánként:

I. díj	10 000 Ft
II. díj	6 000 Ft
III. díj	3 000 Ft

A díjnyertes dolgozatokon felül hat további megvételre kerül, összesen 9000 Ft  
értékben.

A pályázatot jelígyesen kell benyújtani

Határidő: 1967. október 30.

A pályázati felhívásra vonatkozó részletes tájékoztatót az MTESZ Központi Oktatási  
Bizottságánál lehet igényelni (Budapest V., Szabadság tér 17. Telefon: 120-316, vagy  
113-250/192 mellék).

Budapest, 1967. május 21.

**MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
EGYESÜLETEK SZÖVETSÉGE  
Központi Oktatási Bizottság**

# Földpáttartalom meghatározása kerámiai nyersanyagokban\*

LUDWIG, GERHARD  
Előkészítéstechnikai Kutató Intézet Freiberg, NDK

## Bevezetés

A „földpát” gyűjtőnév alatt számos kerámiai nyersanyagot értünk; ezek összetétele igen különböző lehet. Ásványtani szempontból a földpátok a földkéreg felépítő szilikátos ásványok legnagyobb és legfontosabb csoportját képezik. Képlettel egyértelműleg meghatározható „földpát”-ásvány tehát egyáltalában nincs is, az egyes földpát-ásványok, ill. azok keverékei kémiai összetételükben nagymértékben különböznek, és ennek következtében fizikai és műszaki tulajdonságaik is különbözők. Az 1. táblázat a legfontosabb földpátok, ill. azok keverékének kémiai összetételét ismerteti.

1. táblázat  
Földpátok kémiai összetétele

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Or <sub>100</sub> .....	64,7	18,4	—	—	16,9
Or <sub>80</sub> , Ab <sub>20</sub> .....	65,6	18,5	—	2,4	13,5
Ab <sub>100</sub> .....	68,8	19,4	—	11,8	—
Ab <sub>80</sub> , An <sub>20</sub> .....	63,3	23,1	4,3	9,3	—
Ab <sub>60</sub> , An <sub>40</sub> .....	58,1	26,6	8,4	6,9	—
Ab <sub>40</sub> , An <sub>60</sub> .....	53,0	30,0	12,4	4,6	—
Ab <sub>20</sub> , An <sub>80</sub> .....	48,0	33,4	16,3	2,4	—
An <sub>100</sub> .....	43,2	36,7	20,1	—	—

Or = ortoklász, Ab = albit, An = anortit.

A legtöbb földpát sztöchiometriai összetétele azonban csak ritkán felel meg az 1. táblázatban közölt adatoknak. Így a legjobban elterjedt, és a kerámiai ipar szempontjából különlegesen fontos kálicföldpátban a K<sub>2</sub>O-t más elemeken kívül kisebb-nagyobb mértékben Na<sub>2</sub>O helyettesíti. Ebben az esetben a földpátot Na-ortoklásznek nevezzük. A kerámiai iparban ezenkívül elterjedtek a földpáttartalmú kőzetek megjelölésére az olyan nem egyértelmű elnevezések, mint „pegmatit”, „pát” stb. Ha ezeket az anyagokat — elnevezésüknek megfelelően — tiszta földpátnak tekintjük, felmerül a technológiai hibákra vezető tévedések lehetősége.

A földpáttartalmú anyagok feltételezett ideális összetételüktől a mállás következtében is eltérhetnek. Ezen folyamat alatt különösen az alkália távozhat el. Így a kémiai analízis alapján hibásan számíthatjuk ki például egy előkészített termék földpáttartalmát. Mielőtt földpátokat vagy földpáttartalmú anyagokat technikai célokra felhasználnánk, pontosan ismernünk kell az előforduló földpátok minőségét és százalékos mennyiségét.

\* A VIII. Szilikátipari Konferencián elhangzott hozzászólás.

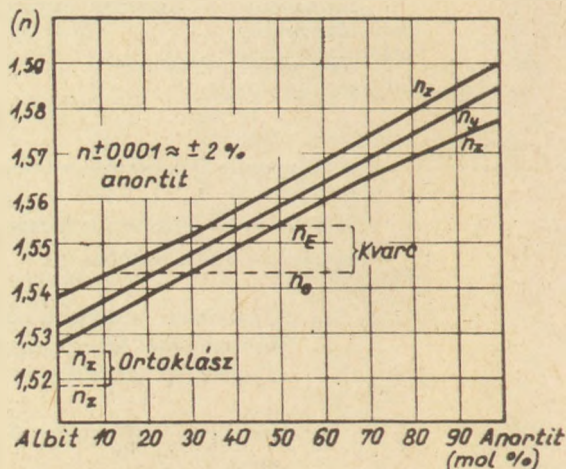
A földpátot kielégítő módon csak komplex módszerek segítségével lehet meghatározni. Ide tartoznak a kémiai analízisen kívül a különleges ásványtani és fizikai eljárások, amelyekre itt részletesebben nem térünk ki. A következőkben inkább olyan módszereket tárgyalunk, amelyek segítségével homokok és földpáttartalmú kőzetek földpáttartalmát, üzemi ellenőrzés vagy az előkészítés ellenőrzése céljából, rutinvizsgálat-szerűen meg lehet állapítani. Ilyen vizsgálatokat akkor is sikerrel lehet elvégezni, ha a jelenlevő földpátok kémiai és ásványi sajátságait nem ismerjük teljes részletességgel.

A kerámikust és az üvegtechnológust elsősorban a földpátokkal bevitt elemek, a K<sub>2</sub>O és az alkáloxidok érdeklik. Ezeket általában korszerű kémiai eljárásokkal határozzák meg (Ludwig, 1959; Schmidt, 1957). A kémiai elemzésből — az elmondottak alapján — nem lehet megbízhatóan következtetni a földpátok ásványi összetételére vagy valamely termék földpáttartalmára.

Az előkészítéssel foglalkozó szakembernek azonban ismernie kell a tényleges földpáttartalmat. Ezt a legcélszerűbb ásványtani módszerrel meghatározni. Ilyen célokra, vagyis a különböző ásványi alkotórészek meghatározására kerámiai anyagokban, két ásványtani állandó mérése alkalmazható előnyösen; a *fénytörés* és a *fajsúly*. Az ásványi alkotórészeket az első esetben mikroszkóp segítségével, a másodikban mechanikus szétválasztási eljárással határozzuk meg.

## Mikroszkópos meghatározások

A különböző szemcsés vagy por alakú ásványokat megfelelő törésmutatójú folyadékba beágyazva, polarizációs mikroszkópban meg lehet különböztetni. Az 1. ábrán láthatók a legfontosabb földpátok és a kvarc fő törésmutatójának átlagos értékei.



1. ábra. Földpátok törésmutatói

Az adatokból következik, hogy a különböző földpátféleségek optikailag csak igen kis mértékben különböznek egymástól és a kvarctól, sőt nagy tartományban a plagioklászok értékei egybeesnek a kvarc értékeivel. Nehezíti a helyzetet, hogy az ásványokat annál nehezebb a törésmutató alapján megkülönböztetni, minél finomabb a szemcsekeverék. E körülmény miatt még az is kétséges, hogy az egyszerű mikroszkópos eljárás egyáltalában alkalmas-e sorozatvizsgálatok elvégzésére.

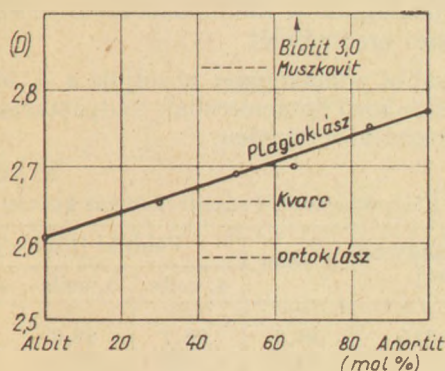
Ezeknek a nehézségeknek az elkerülésére olyan eljárásokat dolgoztak ki, amelyek szerint az ásványokat optikailag festik, és ezáltal a mikroszkóp alatt jobban megkülönböztethetők (Radzewski, 1961). Ezeknek az eljárásoknak azonban ugyanazon hiányosságai vannak, mint minden mikroszkópos számolási módszernek, vagyis a megszámlált szemcsék százalékos mennyiségének átszámításakor tömegszázaléokra figyelembe kell venni a fajsúlykülönbségeket és a szemcse alakváltozóit. Ehhez járul még, hogy a kőzetek aprításánál az egyes ásványi alkotórészek szelektív módon bizonyos szemcseosztályokban feldúsulnak. Ugyanilyen hatást gyakorolhattak a földpáthomokok geológiai keletkezésekor az osztályozó és szétválasztó effektusok, amelyek hasonló eredményre vezetnek. Ezért nem lehet egy megvizsgált szemcseosztályról a teljes szemcsetartományra következtetni. Az ásványok mennyiségi arányait tehát csak szűk határok között osztályozott anyagban lehet meghatározni, és a vizsgálatnak minden szemcseosztályra ki kell terjednie.

Ezen tényezők következtében sok esetben a mikroszkópos meghatározások hibája megengedhetetlenül nagy, ugyanakkor időigényesek.

### Fajsúly szerinti meghatározás

Kedvezőbbek a körülmények, ha a második fizikai állandót, vagyis a fajsúlyt választjuk az analízis alapjául. A 2. ábrán adjuk meg a kvarc, a muszkovit és a földpátok fajsúlyát.

A közölt adatokból látható, hogy az ortoklász és a kvarc fajsúlya a második tizedesben 7 egységgel különbözik. A plagioklász fajsúlya növekvő anortittartalommal folyamatosan nő, és  $Ab_{70}An_{30}$  összetételnél a kvarcéval megegyezik. Kerámiai célokra azonban általában csak kálföldpátot használnak, amely az albitban leggazdagabb fajtából



2. ábra. Földpátok fajsúlya

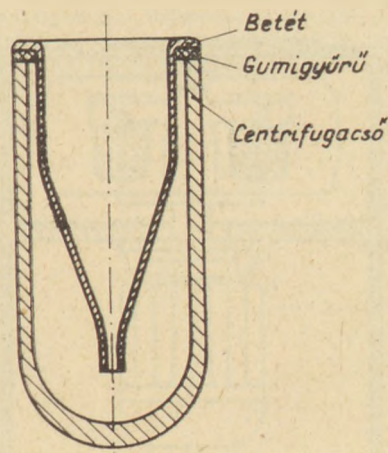
álló plagioklászból tartalmaz esetleg egy keveset. Ezek a kisebb fajsúlyú földpátok tehát fajsúly szerint szétúszathatók, mennyiségileg elválaszthatók a kvarctól és más ásványoktól.

Az analízis céljára alkalmas az ásvány-fázis-analízis. Ezt az ásványtani laboratóriumban főleg arra használják, hogy a homoktól vagy kőzetektől a nehéz ásványokat elválasszák. Ebből a célból a szemcsés, feltárt alakban levő ásványkeverékeket nehéz folyadékokban választják szét.

Ezt a módszert — mint korábbi munkáinkban közöltük (Ludwig, 1963; 1965) úgy fejlesztettük ki, hogy annak segítségével ásványkeverékekben a mennyiségi arányokat is megállapíthassuk az ásványelőkészítési laboratóriumban. Különösen akkor alkalmazható sikerrel, ha kémiai analízis segítségével a termék ásványi felépítését nem lehet egyértelműen tisztázni, ill. ehhez túl nagy ráfordítás volna szükséges. Ez az eset áll fenn a szilikátos ásványkeverékek elemzésének széles területén.

Ha finomszemcsés terméket vagy olyan anyagot kell analizálni, amelyben kicsik a fajsúlykülönbségek, a szétválasztási műveletet centrifuga és különleges edények segítségével kell elvégezni. Minden mintát háromszor tíz percig kell kb. 3000 ford/perc sebességgel centrifugálni. Közben a különleges edényben úszó frakciót felső részén horoggá hajlított üvegbottal megkeverjük. Keverés után nem vesszük ki a választóedényből, hanem az edény peremére akasztva, azzal együtt centrifugáljuk. A minta mennyisége 100 ml úrtartalmú centrifugaedény esetében ne haladja meg a 2 g-ot, nagyon finomszemcsés anyag esetében pedig 0,5 g-nál ne legyen több.

Az ásványtani laboratóriumokban ismeretes számos választóedény közül a legjobban bevált a Wolff—Jäger-től (1930) származó egyszerű forma. A 3. ábrán látható ilyen centrifugaedény pipettabetéttel, amelyet az üvegtechnikus minden nehézség nélkül elő tud állítani a megfelelő csőből. Arra kell ügyelni, hogy a kifolyónyílásának ne legyen pereme, amelyen a süllyedő ásványszemcsék lerakódhatnak, és az analízis eredményét meghamisíthatják. A kifolyónyílás átmérője ne legyen 2 mm-nél nagyobb, mert különben a centrifugálást



3. ábra. Centrifugacső pipettabetéttel

követő kiemelésnél a folyadék túl gyorsan kifolyik. Ebben az esetben az úszó frakcióból ásványszemcsék kerülhetnek a süllyedő frakcióba, és ugyan- csak megghamisíthatják az analízis eredményét.

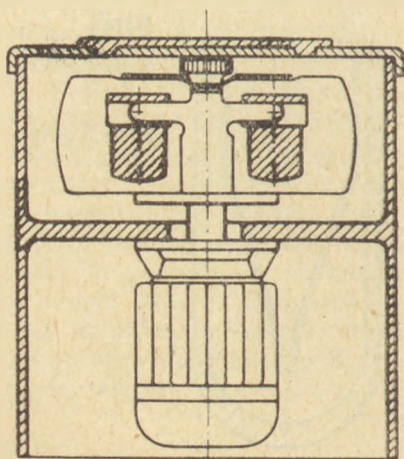
Mivel a kerámiai földpátok (káli-földpát és albitban dús plagioklász) fajsúlya a kvarctól csak kismértékben különbözik, a szétválasztásnál né- hány körülményre különösen ügyelni kell.

Nagy figyelmet kell szentelni a folyékony se- gédfázis fajsúlyára. Vizsgálatainknál a földpátot és a kvarcot kifogástalanul szét lehetett választani, ha a folyadék fajsúlya 2,625 volt. Ha a fajsúly et- től az értéktől nagyobb mértékben eltért, a kapott értékek erősen szórtak, és a „lebegő anyag” há- nyada több vagy kevesebb volt.

A bcállított fajsúlyértéket a szétválasztási fo- lyamat elejétől végéig okvetlenül be kell tartani. A nehéz folyadékkeveréket alkotó tiszta kompo- nensek és a hígítószer gőznyomása ennek megfele- lően lehetőleg ne különbözzön, hogy egyikük se tudjon frakcionáltan elpárologni. Ezért használjuk a tetrabróm-etán és a toluol keverékét. Mivel a toluol gőznyomása mégis valamivel nagyobb, mint a tetrabróm-etáné, tartályba zártuk a centrifuga forgó részét (4. ábra). Ilyen módon a centrifuga- edények e centrifugálás alatt nem melegednek fel a levegőben való sűrűlódás következtében, és a folya- dék felszínére nem hathat a légáramlás.

A centrifugálás után mindkét fajsúlyfrakciót üvegszűrőre visszük. A nehéz folyadékot leszivat- juk, és a tiszta szemcsefrakciókat acetonnal ki- mossuk, egyidejűleg a választóedények falán ta- padó szemcséket leöblítjük. Erre a célra alkalma- sak a polietilénből készült fecskendező palackok.

A közölt előírás szerint kivitelezett analízisek eredményei reprodukálhatók, és a párhuzamos meghatározások eredményei között az eltérés 1%- nál nem több. Egy laboráns egy munkanap alatt mintegy 10 párhuzamos vizsgálatot tud elvégezni, ami a  $K_2O$  analízise útján végzett földpát-megha- tározással összehasonlítva azt jelenti, hogy ugyan- azon idő alatt négyszer több vizsgálatot lehet kivi- telezni. Az anyagszükséglet gyakorlatilag elhanya- golható, egyedül a mosófolyadékként használt ace- ton fogy el, a nehéz folyadékkeveréket folyamato-



1. ábra. Centrifuga zárt rotorral

san regenerálni lehet, ha a fajsúlyt toluol adagolásá- val korrigáljuk.

Ezen túlmenően a módszer különleges elő- nye abban áll, hogy széles szemcse-sávra terjed ki, és az ásványkeverék összetételét közvetlenül tömeg%-ban adja meg anélkül, hogy bármilyen korrekciót vagy átszámítási tényezőt figyelembe kellene venni. A szárított és lemért szemcsefrak- ciók tisztaságát — ha szükséges — mikroszkóposan lehet ellenőrizni. Ehhez rendszerint elegendő a sztereomikroszkóp. Polarizációs mikroszkóp segít- ségével további kísérőásványokra vonatkozóan félkvantitatív becsléseket lehet végezni, mert ezek a vizsgálati eljárás alatt feldúsulnak. Esetleg a csillám- és a nehézásvány-tartalom is leválaszt- ható és meghatározható további szétválasztási fo- lyamat segítségével.

### Földpáthomokok előkészítési kísérletei

A leírt módszer segítségével, hosszabb időn ke- resztül Kahlából (Thüringia) származó földpát- homokok flotációval történő előkészítési kísérle- teit ellenőriztük és értékeltük. E homokok fő al- katrésze a kvarc és a káli-földpát. Emellett alárend- delt mennyiségben albitot és nehézásványokat tar- talmaznak. A 2. táblázatból látható a mérési pon- tosság, ha összehasonlítjuk az előkészítési termékek egy mérési sorozatának párhuzamos értékeit.

2. táblázat  
Mérési pontosság

Vizsg. száma	Szemcseméret [mm]	Földpáttartalom [tömeg %]		
		egyedi	értékek	átlag
680	0,315—0,1	95,8	95,2	95,5
681	+0,315	98,9	98,8	98,9
682	—0,1	20,0	18,7	18,9
683	0,315—0,1	80,0	80,5	80,3
684	+0,315	98,8	98,7	98,8
685	—0,1	7,9	8,0	8,0
686	0,315—0,1	56,0	57,0	56,5
687	+0,315	92,5	92,5	92,5

Mint már említettük, a mintát a fázisanalízis előtt nem kell osztályozni. A közölt példákban en- nek megfelelően az osztályozást nem a vizsgálat céljából végeztük, erre csak azért volt szükség, hogy jellemezzük a különböző szemcseosztályok előkészítési eredményét.

További példaképpen közöljük a 3. táblázat- ban a különböző flotációs cellák földpáttartalmát a szemcseosztálytól függően.

3. táblázat  
Földpáthomokkal végzett flotációs kísérlet

Szemcse nagyság [mm]	3. cella	Földpát [tömeg %]		
		4. cella	5. cella	6. cella
+0,315	96,6	98,7	98,6	95,0
0,315—0,1	96,4	97,3	93,2	87,0
—0,1	91,4	84,6	50,0	26,9



Ezekből a kísérletekből látható, hogy az egymás után kapcsolt cellákba egyre nagyobb mértékben kerül finom kvarc. Az ásványfrakciók mikroszkópos ellenőrzésekor megállapítottuk, hogy a könnyű frakciók gyakorlatilag a földpát teljes mennyiségét tartalmazták. Ezzel szemben a kvarcfrakciókban esetenként ingadozó mennyiségben nehéz-ásványok voltak kimutathatók. Az ásványfázis-analízis és a polarizációs mikroszkópos vizsgálat együttes alkalmazásával könnyen bebizonyítható volt, hogy a nehézásványok a flotációnál előszere-ttel dúsulnak fel a földpátkoncentrátumok alsóbb szemcseosztályaiban, és a flotációból távozó anyagok gyakorlatilag nehézásvány-mentesek. Ennek a ténynek fontossága lehet, mert az előkészítéskor felhalmozódó kvarcot az üvegyártásban kívánják felhasználni.

A közvetlenül megállapított és a kémiai alkália-meghatározásból számított földpáttartalom összehasonlítása azt mutatta, hogy a szétúsztatással meghatározott értékek a földpát-koncentrátumokban és más nagy földpáttartalmú anyagokban néhány százalékkal nagyobbak voltak, mint a kémiai analízisből számítottak. Csökkenő földpáttartalommal az értékek egyre jobban megközelítik egymást. Ennek oka visszavezethető azokra a bevezetőben vázolt fogyatékoságokra, amelyek a kémiai analízis eredményeinek földpátra való átszámításánál fennállnak. Figyelembe kell venni továbbá, hogy a kémiai  $K_2O$ -meghatározás, beleértve a mintavételt és a feltárást, 0,2—0,3% hibával jár. A  $K_2O$  átszámítási tényezője ideális összetételű kaliföldpátra megközelítőleg 6. Ennek következtében a kémiai analízisből kiindulva legfeljebb  $\pm 2\%$  a meghatározás pontossága. A teljes racionális elemzés esetleg nagyobb pontosságra vezetne, ez azonban ilyen kísérletsorozatok ellenőrzésére és üzemellenőrzésre szolgáló rutinvizsgálatok céljára túl költséges és időtrábló. Az ásványtani módszerek tehát üzemi és kísérleti ellenőrzésre alkalmasabbak, mint a kémiai meghatározások.

Kísérleteink földpáthomokokra szorítkoztak, melyeknek alsó szemcsehatára mintegy 0,060 mm volt. Más szilikátos nyersanyagok fázisanalitikai elválasztásánál nyert tapasztalataink alapján azonban az a véleményünk, hogy a 0,060 mm-nél kisebb tartományban sem léphetnek fel áthidalhatatlan nehézségek. Ilyen módon örölt nyersanyagok földpáttartalmát is gyorsan és pontosan lehetne meghatározni.

- Ludwig, G. (1959): Freiburger Forschungshefte A 120, 24—34.  
 Ludwig, G. (1963): Freiburger Forschungshefte, A 269, 59—76.  
 Ludwig, G. (1965): Freiburger Forschungshefte, A 358, 85—103.  
 Ludwig, G. (1967): Freiburger Forschungshefte, nyomtatás alatt.  
 Radczewski, O. E. (1961): Berichte DKG 38 389—395.  
 Schmidt, H. J. (1957): Z. anal. Chem. 157 321—338.  
 Wolff, F.—Jäger, W.) 1930): Die mechanische Phasenanalyse Wien, 943—1022. (Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden).

**Ludwig, Gerhard: Földpáttartalom meghatározása kerámiai nyersanyagokban.**

Kerámiai nyersanyagok földpát-tartalmát eddig általában vagy a kémiai elemzéssel kapott alkálioxid-tartalomról számítással határozták meg, vagy a nyersanyagot mikroszkópos törésmutató-vizsgálatnak alávetve következtettek a földpát-tartalomra. Egyik eljárás sem kielégítő, mert a földpátok összetétele és törésmutatója tág határok között változik; ezenkívül mindkét módszer igen hosszadalmas. A cikkben leírt, nagy fajsúlyú folyadékban történő szétúsztatás, fajsúly szerinti elválasztás gyors, a földpát-tartalom minden átszámítás nélkül, közvetlenül súly%-ban kapható meg, kb. 1% pontossággal.

**Ludwig, G.: Die Bestimmung des Feldspatgehaltes mit mineralogischen Methoden.**

Zur laufenden Überwachung des Einsatzmaterials in keramischen Betrieben und für die Feldspataufbereitung wird eine Methode angegeben, nach welcher der Feldspatgehalt in solcherlei Produkten direkt bestimmt werden kann. Auf die Unzulänglichkeiten der indirekten Errechnung aus chemischen Analysenwerten, sowie der mikroskopischen Bestimmungsmethoden wird eingegangen. Die gravimetrische Bestimmung des Feldspatgehaltes mit Schwerflüssigkeiten wird eingehend beschrieben. Hierdurch können die Mineraliengehalte eines breiten Körnungsbandes ohne Umrechnung unmittelbar als Masse-% mit einer Genauigkeit von ca 1% ermittelt werden.

**Ludwig, Gerhard: The Determination of Feldspar Content in Ceramic Raw Materials.**

The feldspar content of ceramic raw materials is usually determined by calculation from analytical data (from the percentage of alkali oxides), or by the determination of refractive indices under the microscope. None of these methods is reliable, because the composition and refractive index of feldspars may vary within wide limits: a further disadvantage is, that both methods require long lasting operations. The paper describes a recommended method of feldspar determination, consisting of a heavy liquid separation of the sample. The method, based upon the difference in specific gravities is rapid, the feldspar content is obtained in weight per cents without any further calculation. The error of the method is about 1%.

# A füzérradványi illites kőzettelep meddő kőzeteinek finomkerámiai hasznosítása\*

KISS LAJOS  
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet

## 1. Helyzetismertetés és célkitűzés

A Füzérradvány melletti Koromhegy—Emberkő vonulat illites kőzete (helytelenül „hollóházi kaolin”) a finomkerámiaipar legjelentősebb hazai plasztikus nyersanyag-előfordulása. 1958-ban a Borai-tározó valamennyi hozzáférhető vágatát tüzetesen átnéztük, és azokból számos kőzetmintát gyűjtöttünk be. Ezeknek vizsgálata alapján jellemeztük a füzérradványi kőzeteket és azok jellegzetes két agyagásványát, az illitet és a hidromuszkovitot (1). Az iparilag közvetlenül hasznosítható illites kőzet mennyisége a telep meddő kőzeteihez viszonyítva jóval kisebb. A meddőként kezelt kőzetek közül figyelmünk a „homokos” és a „kavicsos” típusú kőzetre terelődött, amelyek sok agyagásványt tartalmaznak, és vasoxidtartalmuk a megengedett határértéken belül van. Azokat, „homokos” és „kavicsos” jellegük miatt a vágatokkal kikerülnek vagy a meddőhányókra hordják. Az ilyen meddő kőzetekből nagy illittartalmú, jó minőségű plasztikus anyagot sikerült kiiszapolni. Vizsgálataink alapján már 1959-ben felvetettük a füzérradványi „homokos” és „kavicsos” kőzetek dúsításának gondolatát.

Időközben a Mád környéki földtani kutatások újabb finomkerámiai nyersanyag előfordulásokra tereltek a figyelmet, és a vizsgálatok ezekre összpontosultak. Remény volt arra, hogy Mád környékén a füzérradványi illites kőzettel egyenértékű kőzettelepeket sikerül feltárni. A kutatás több új nyersanyagtelep megismerését eredményezte, de az illittel egyenértékű kőzetet mind ez ideig még nem sikerült találni. Így, a füzérradványi meddőkőzetek dúsításának vizsgálata időszerűvé vált. Előzetes tájékozódás céljából a dúsított füzérradványi illittel nyersanyagkeverékeket készítettünk. Ezeknek előnyös tulajdonságai rendszerezett kísérletek megkezdésére bátorítottak (2).

Kísérleteink eredményeképpen, 1966-ban az Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat megkezdte a füzérradványi illites terület rendszeres földtani kutatását. Intézetünkben a meddő kőzetek dúsításával és a dúsított nyersanyagok tulajdonságaival kapcsolatos vizsgálatokat tovább folytattuk (3).

Az I. osztályú illit minőségének állandó ingadozását kellőképpen megvilágítja az az 1963. évi 28 kémiai vizsgálati eredmény, melyeket Ludas Mihály a Pécsi Porcelángyár laboratóriumvezetője volt szíves rendelkezésünkre bocsátani. A 28 elemzés közül 5 a raktári készletből, 23 pedig az időnként érkezett szállítmányokból vett átlagmintákra vonatkozott.

\* A Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet finomkerámiai osztályán elvégzett kutatási eredmények alapján.

A 28 kémiai elemzésből kiszámított átlagértékek, valamint azok s a szélső legnagyobb (+) és legkisebb (—) értékek közötti különbségek (súly%):

	Izz. v.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Átlag % ...	5,02	56,74	0,45	26,78	0,68
(+) % .....	1,23	8,09	0,29	4,58	0,86
(—) % .....	1,76	4,91	0,38	6,09	0,47

	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
Átlag % ...	0,68	1,30	0,74	7,89	0,87
(+) % .....	0,90	1,53	1,65	4,87	0,73
(—) % .....	0,48	0,75	0,55	3,37	0,73

Az adatokból kitűnik, hogy a jelenleg I. osztályú illitként szállított nyersanyag minősége széles határok között ingadozik, és azt még gondos szelektív bányászattal sem sikerül kiküszöbölni.

A cél tehát az, hogy a meddő kőzetekből dúsított nyersanyagok összetétele a fenti átlagértékeket elérje, legalábbis megközelítse.

## 2. A kísérleti mintakőzetek

A Borai felső tároból 1964. IV. havi saját begyűjtés:

200 kg „homokos” meddőkőzet. Fehér, limonitos, érdes tapintású, gyúrható kőzet, mely száraz állapotban morzsolékony. Nedvességtartalma: 21—22%. Jele: Fr-Ho.

200 kg „kavicsos” meddőkőzet. Fehér limonitgócós kőzet, melynek plasztikus alapanyagában 20—30 mm Ø kvarcit és bomlott riolittufa kavicsok is vannak. Nedvességtartalma: 22—23%. Jele: Fr-K.

A Borai altároból:

1965. XII. 31-én érkezett kb. 500 kg kőzet, melyet az Országos Érc- és Ásványbányászati V. Hegyaljai Ásványbánya és Előkészítőmű Pálházi Üzeme szállított. Az Fr-Ho mintánál homokosabb, érdesebb tapintású kőzet. Nedvességtartalma: 19—20%. Jele: Fr-Ho<sub>2</sub>.

1966. VII. havi saját begyűjtés:

600 kg „homokos” illit. Az Fr-Ho mintához hasonló kőzet. Nedvességtartalma: 18—20%. Jele: Fr-Ho<sub>3</sub>.

100 kg „kavicsos” illit a középszint É-i osztóvágatvégből. Hasonló az Fr-K anyaghoz, de kevesebb plasztikus alapanyaggal. Nedvességtartalma: 21—22%. Jele: Fr-K<sub>2</sub>.

100 kg „homokos” illit az É-i kutatóvágatból. Valamennyi minta közül a legtöbb „homok”-szemcsét tartalmazó, de még mindig képlékeny kőzet. Nedvességtartalma: 19—20%. Jele: Fr-A.

### 3. Előkészítés

A 20% körüli bányanedvességű közet külön előkészítést nem igényel. A huzamosabb ideig tárolt minták kiszáradtak, így feláztatás előtt azok rögeit kézidöngölővel 10–20 mm  $\varnothing$  rögökre aprítottuk.

### 4. Feláztatás

Az 1:4, anyag:víz súlyarányban betonkádba feladott zagyot szárnyas keverővel kevertük. A bányanedves anyag 1–1,5 órás, a kiszáradt anyag pedig 1,5–2 órás keverés után teljesen felázott, az agyagos rész diszpergálódott, és hidrociklonozásra megfelelő zagy keletkezett.

### 5. Szétválasztás

A zagyot gravitációs úton 2 mm lyukbőségű vibrószítára engedték. A kádban leülepedett durvább szemcséket vízzel öblítettük, majd a kádból kiszedtük, a szitamaradékkal együtt megszáritottuk és megmértük.

A 1080–1100 g/l sűrűségű, szitán átment zagyot 70 mm  $\varnothing$  hidrociklonnal, 2,0–0,03 mm  $\varnothing$  szemcséket (ciklon alulfolyás) és 0,03 mm  $\varnothing$  kisebb szemcséket (ciklon felülfolyás) tartalmazó, két részre választottuk szét.

A zagyszivattyú nyomása 1,8 kp/cm<sup>2</sup> volt.

#### 70 mm $\varnothing$ hidrociklon

	Alulfolyás	Felülfolyás
Zagysűrűség g/l . . . . .	1390–1520	1060–1100

A 70 mm  $\varnothing$  hidrociklon felülfolyásából származó zagyot 3 db 20 mm  $\varnothing$  egységből álló hidrociklontelep segítségével 0,03–0,02 mm  $\varnothing$  szemcséket (ciklon alulfolyás) és 0,02 mm  $\varnothing$  kisebb szemcséket (ciklon felülfolyás) tartalmazó részre választottuk szét. Ez utóbbi tartalmazza a dúsított végterméket.

A házilag készített laboratóriumi centrifugarendszerű szivattyú 1,5–2–3 kp/cm<sup>2</sup> nyomással nyomta a zagyot a hidrociklontelepbe.

#### 20 mm $\varnothing$ hidrociklon

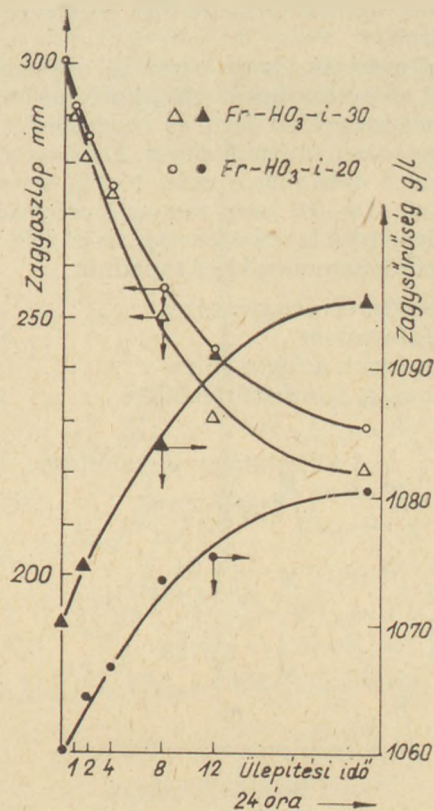
	Alulfolyás	Felülfolyás
Zagysűrűség g/l . . . . .	1150–1170	1030–1090
Legtöbbször . . . . .		1060–1070

A hidrociklon-alulfolyásokat a rendszerbe ismételtén visszavittük, egyrészt, hogy a művelet során felhígult zagyokat kellő sűrűsége beállítsuk, másrészt, hogy ismételt hidrociklonozással a finom szemcséknek minél nagyobb mennyiségét kiválaszthassuk.

### 6. Zagybesűrítés

Az 1. ábra szemlélteti, hogy a hidrociklonok felülfolyásából származó- eredetileg 300 mm zagyszlop magasság 24 órás ülepedés után:

- a 30 mikronos zagy esetében 220 mm-re,
- a 20 mikronos zagy esetében 228 mm-re csökkent, miközben a zagysűrűség:



1. ábra. A zagybesűrűsödés grafikus ábrázolása

- 30 mikron esetében 1070 g/l-ről 1095 g/l-re száraz anyag 114 g/l 155 g/l
- 20 mikron esetében 1060 g/l-ről 1080 g/l-re száraz anyag 96 g/l 130 g/l

változott.

1200 g/l zagysűrűség az az alsó határérték, melyet ülepitéssel el kell érni, hogy a víztelenítés további művelete (pl. szűréssel) gazdaságos legyen. A szóban levő anyagok ezt az értéket, szuszpenzióik stabilitása miatt meg sem közelítik.

A fenti adatokból kiszámított fajlagos sűrítő felületek:

- 30 mikronos szuszpenziónál 555 m<sup>2</sup>/t/óra
- 20 mikronos szuszpenziónál 833 m<sup>2</sup>/t/óra

Ezek az adatok arra figyelmeztetnek, hogy az ülepitéses módszer nem gazdaságos, a megfelelő zagysűrűséget más módszerrel kell elérni.

### 7. Víztelenítés

A híg szuszpenziók egy részét Demeter-féle alumíniumkeretes laboratóriumi szűrőpréssel, 10–15 kp/cm<sup>2</sup> nyomással szűrtük.

Az Fr-K<sub>2</sub>-20, és az Fr-A-20 anyagok szuszpenziói 12–15 órás szűrés után nem szolgáltatottak a kereteket teljesen kitöltő, megfelelő konzisztenciájú lepényeket. Ugyanakkor, a Fr-Ho-20 és a Fr-K-20 anyagok híg szuszpenzióinak 5–6 órás szűréssel 34–35% nedvességet tartalmazó, aránylag jól kezelhető lepényeket kaptunk.

Az Fr-Ho<sub>3</sub>-20 anyag 1070 g/l zagysűrűségű szuszpenzióját (114 g/l száraz anyag) 500 mm  $\varnothing$ ,

gumírozott keretű Demeter-féle szűrőpréssel víztelenítettük.

Megjegyezzük, hogy ezzel az anyaggal próbáltuk ki az új szűrőprést. Az új prés üzemeltetése eleinte nehézségekkel járt, és kezdetben csak 4,5 kp/cm<sup>2</sup>-nyomást tudtunk elérni. Ezzel az alacsony nyomással 6 órás szűrés után 40,6% nedvességet tartalmazó, 15—16 mm vastag lepényeket kaptunk. A lepények konzisztenciája megfelelő volt, de azok a szűrővásznonhoz kissé tapadtak.

Nedves lepények átlagos súlya ..... 3,76 kg  
 Nedvességtartalom ..... 40,60 %  
 Száraz lepények átlagos súlya ..... 2,24 kg  
 Az 500 mm Ø keret szűrőfelülete ..... 0,39 m<sup>2</sup>

A teljesítmény kiszámítása:

Szűrőfelület m <sup>2</sup>	Száraz anyag kg	Szűrési idő óra
0,39	2,24	6
1,00	5,7437	6
100,00	574,37	6
100,00	95,728	1
1044,5	1000	1

A szűrőprés teljesítménye:

1 to/1044,5 m<sup>2</sup>/óra

A sárisápi iszapolóban, a 30 mikronos elválasztású rátikai fehéragyag („pettyes” kaolin) szűréséhez alumíniumkeretes szűrőprést használtak (4). 1 liter zagy 192—210 g száraz anyagot tartalmazott.

Szűrőfelület m <sup>2</sup>	Száraz anyag kg	Szűrési idő óra
0,5	3,09	7
1,0	6,18	7
100,0	618,00	7
100,0	88,25	1
1113,0	1000,0	1

A szűrőprés teljesítménye:

1 to/1113 m<sup>2</sup>/óra

Közismert, hogy a rátikai fehéragyag a fűzerradványi illites anyagnál könnyebben vízteleníthető. Mégis, hogy 1 óra alatt 1 tonna száraz anyagra átszámított, megfelelő konzisztenciájú lepények keletkezzenek, a rátikai fehéragyag esetében 1113 m<sup>2</sup> szűrőfelületre, míg a gumírozott keretű szűrőpréssel a fűzerradványi anyagnál csak 1044,5 m<sup>2</sup> szűrőfelületre van szükség.

Egyik teljesítményt sem tekintjük gazdaságosnak, de eddigi kísérleti tapasztalataink alapján a Demeter-féle gumírozott keretű szűrőpréssel kisebb változtatásokat eszközölve reméljük, hogy a plasztikus anyagok víztelenítését sikerül megoldani.

Elméleti megfontolások és kedvezőtlen gyakorlati tapasztalatok alapján, a zagybesűrítésnél a szerves koagulenseket mellőzni kívánjuk. Célszerűbbnek tartjuk az illites, allevarditos vagy montmorillonitos zagyok besűrítését könnyen ülepedő nyersanyagfajták bekeverésével elősegíteni. A BKI-ban (5) és a SZIKKTI-ben (3) ilyen céllal elvégzett kísérletek sikeresek voltak.

Az eredeti közetek és azok

	Fr—Ho			Fr—Ho <sub>2</sub>	
	E	—30	—20	E	—20
Nedv. (200°C), %		2,31	3,53		2,06
Izz. veszt. (1200°C), %	2,00	4,48	5,34	2,03	4,26
SiO <sub>2</sub> , %	75,17	66,92	53,80	74,55	67,40
TiO <sub>2</sub> , %	0,12	0,26	0,09	0,13	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	15,36	20,52	32,45	14,10	18,91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	0,49	0,64	0,30	0,50	0,56
MgO, %	1,02	0,89	1,04	1,35	1,47
CaO, %	1,10	0,56	0,14	0,65	0,60
Na <sub>2</sub> O, %	0,18	0,24	0,08	0,10	0,05
K <sub>2</sub> O, %	4,56	5,13	6,73	6,00	6,19
SO <sub>3</sub> , %	0,11	ny	ny	0,12	0,04
Illit, %	35	52	78	30	50
Kvarc, %	47	36	12	45	35
Földpát (egyéb), %	18	12	10	25	15
Fajsúly, g/cm <sup>3</sup>		2,663	2,625		2,640
Szemcseösszetétel Ø mikron, %					
+ 40		3,0	0,2		1,9
40—20		3,0	0,8		3,8
20—10		17,0	2,0		9,0
10—5		17,0	10,0		15,3
5—2		20,0	29,0		24,0
— 2		40,0	58,0		46,0
Fehérség					
fehér szűrővel, %		69,7	61,7		71,9
kék szűrővel, %		62,1	53,8		65,9

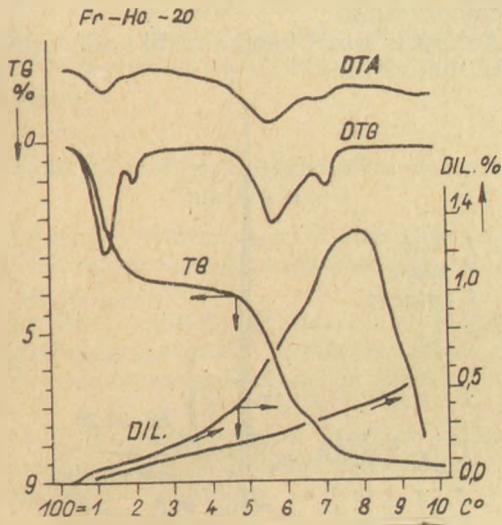
### 8. Kémiai és ásványi összetétel

Az eredeti, valamint a dúsított nyersanyagok kémiai és ásványi összetételét az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat utolsó két oszlopában a 6 minta 1:1 arányú keverékének összetételét tüntettük fel.

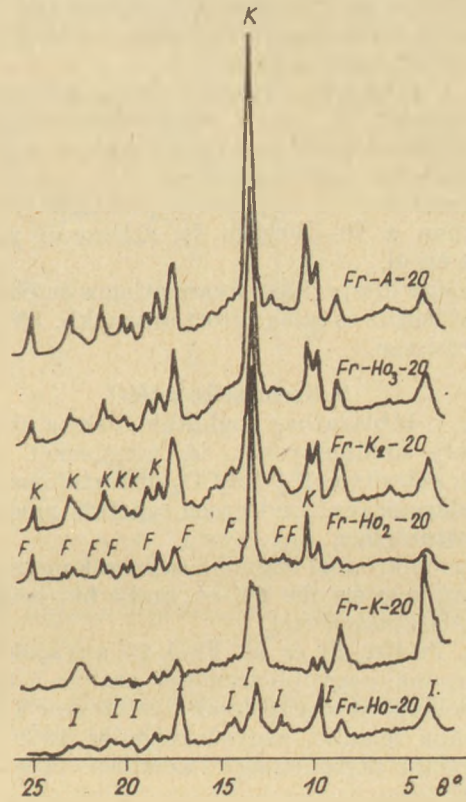
Átlagban a 74,5%-os SiO<sub>2</sub>-tartalom dúsításkor 61%-ra csökkent, ugyanakkor a 15,8% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalom közel 25%-ra növekedett.

Nagy figyelmet érdemel, hogy az átlagosan 0,5%-nál kisebb Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmú füzérradványi meddő kőzetek hidrociklonozott anyagában a vas-

oxid nem dúsult fel. Az allevarditos és a bába-völgyi illites-kaolinites kőzetekkel ellentétben, a füzérradványi dúsított nyersanyagokban a vas-oxid aránya nem haladja meg a 0,5%-ot.



2. ábra. Az Fr-Ho-20 dúsított anyag termogramjai (DTA, DTG, TG és Dil)



3. ábra. A dúsított nyersanyagok röntgendiffraktogramjai

dúsított termékeinek jellemzése

1. táblázat

Fr—Ho <sub>3</sub>		Fr—A		Fr—K		Fr—K <sub>2</sub>		Átlag	
E	—20	E	—20	E	—20	E	—20	E	—20
3,74	3,77	4,17	3,08	3,14	3,06	2,10	3,65	2,94	3,19
75,44	4,61	4,63	4,63	5,35	5,35	4,64	4,64	4,80	4,80
	62,80	72,54	64,50	74,30	55,54	75,20	61,28	74,53	60,88
	0,08	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,06	0,11	0,09
15,43	23,65	17,82	22,48	16,38	28,39	15,73	23,91	15,81	24,96
0,39	0,64	0,28	0,39	0,45	0,42	0,48	0,53	0,44	0,47
1,34	2,12	0,99	1,70	1,05	1,42	1,42	2,00	1,19	1,63
0,90	1,12	0,97	0,83	0,45	1,24	0,85	0,98	0,82	0,80
0,05	ny	0,05	ny	0,05	0,44	0,09	ny	0,08	0,09
2,31	4,55	2,59	4,83	4,58	6,57	4,34	5,85	4,07	5,79
0,28	0,03	0,27	0,06	0,10	ny	0,30	0,04	0,18	0,03
39	62	45	65	38	70	40	65	38	65
54	32	45	33	50	16	50	26	49	26
7	6	10	2	12	14	10	9	13	9
	2,674		2,701		2,639		2,645		2,654
	0,7		1,7		0,4		1,0		1,0
	0,7		1,4		0,6		1,0		1,4
	4,6		3,6		1,0		3,0		3,9
	21,0		17,9		5,0		12,0		13,5
	24,0		19,8		15,0		18,0		21,6
	49,0		55,6		78,0		65,0		58,6
	71,8		75,5		63,5		69,7		61,5
	65,5		69,4		55,4		61,5		

Valamennyi minta jellemző agyagásványa az illit és a hidromuszkovit, melyek mellett még kvarc és kisebb mennyiségben adular is van.

A 2. ábra a legtöbb agyagásványt tartalmazó Fr-Ho-20 anyag termogramjait szemlélteti. A termogramok alakja az illit és hidromuszkovit együttes jelenlétét igazolják (1).

A 3. ábra a hat dúsított anyag röntgenreflexióit mutatja be. Az 1. táblázatban feltüntetett ásványi összetételre vonatkozó adatokat a röntgenvizsgálatok is alátámasztják.

Dúsításakor az agyagásványok aránya egyes mintákban a 70–80%-ot is, átlagosan pedig a 65%-ot éri el.

A nagy diszperitású kvarc átlagos értéke 26%.

A dúsított és átlagosított anyag kb. 10% adular tartalmaz.

### 9. Szemcseösszetétel

Az 1. táblázatban foglaltuk össze a szemcsevizsgálati eredményeket is, amelyeket száraz anyagra számítva, 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-ot tartalmazó elektrolit adagolásával Andreasen-pipettás módszerrel állapítottunk meg.

A 20 mikronnál nagyobb szemcsék mennyisége átlagosan nem éri el a 2%-ot, ami a hidrociklonok éles elválasztására utal.

Az Fr-Ho<sub>2</sub>-20 és az Fr-A-20 anyagokban a 20 mikronnál nagyobb szemcsék aránya 5,7%, ill. 3%. Ezeknek az anyagoknak dúsításakor a hidrociklonokba feladott zagysűrűsége az 1070–1080 g/l optimális zagysűrűséggel szemben, 1100–1140 g/l volt.

A szemcsék 80%-a 5 mikronnál és 58%-a 2 mikronnál kisebb.

### 10. A dúsítás hatékonysága

A 2. táblázat adatai az oxidos és az ásványi alkatrészek alakulása szerint ismertetik a dúsítás hatékonyságát.

A dúsítás hatékonyságát általában a SiO<sub>2</sub>, az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, illetve az agyagásvány- (jelenleg az illit) és a kvarctartalom alakulásával szokás kifejezni.

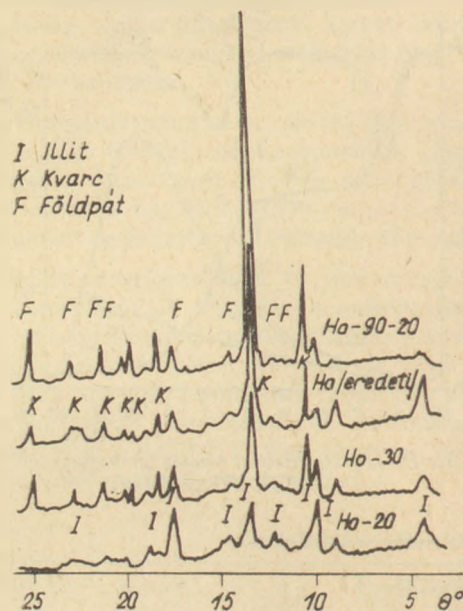
A gazdaságosság szempontjából kívánatos, hogy a dúsításra szánt eredeti kőzet mennyel nagyobb hányada kerüljön a dúsított részbe, a haszonanyagba. Ezt fejezi ki a súlykihozatal.

A dúsítás hatékonyságára utal két hányados:

— A „dúsítási érték”, mely kifejezi, hogy dúsításakor az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-kihozatal hányszor nagyobb a SiO<sub>2</sub>-kihozatalnál.

— A „dúsítási szám”, mely megmutatja, hogy az agyagásvány-kihozatal hányszorosa a kvarckihozatalnak.

A dúsítás annál hatékonyabb, minél nagyobb ez a két hányados.



4. ábra. Az Fr-Ho minta és frakcióinak röntgendiffraktoqramjai

A dúsítás hatékonyságára

	Fr-Ho			FrHo <sub>2</sub>	
	E	-30	-20	E	-20
	1	2	3	4	5
Súlykihozatal, %	100	50	32	100	48
SiO <sub>2</sub> -tartalom, %	75,17	66,92	53,80	74,55	67,40
SiO <sub>2</sub> -kihozatal, %	100	44,51	22,90	100	43,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -tartalom, %	15,36	20,52	32,45	14,10	18,91
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -kihozatal, %	100	66,79	67,72	100	64,3
Dúsítási érték = $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3\text{-kihozatal } \%}{\text{SiO}_2\text{-kihozatal } \%}$	1	1,50	2,95	1	1,48
$\frac{\text{SiO}_2 \%}{\text{Al}_2\text{O}_3 \%}$ hányados	4,89	3,26	1,65	5,28	3,56
Illit-tartalom, %	35	52	78	30	50
Illit-kihozatal, %	100	74,28	71,31	100	80,00
Kvarc-(egyéb)-tartalom, %	65	48	22	70	50
Kvarc-(egyéb)-kihozatal, %	100	36,92	10,83	100	34,28
Dúsítási szám = $\frac{\text{Illit-kihozatal } \%}{\text{Kvarc-(egyéb)-kihoz. } \%}$	1	2,01	6,58	1	2,33
$\frac{\text{Kvarc(egyéb) } \%}{\text{Illit } \%}$ hányados	1,85	0,92	0,28	2,33	1,00

A dúsított termék minőségére a  $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ , illetőleg a kvarc: illit arányokból is következtethetünk.

A tiszta illitben a  $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,18$ .

Ezt az értéket természetesen egyetlen mintaközet dúsított terméke sem éri el. Azt legjobban a Fr-Ho-20 és az Fr-K-20 anyagok közelítik meg.

A meddő kőzetek hatékony dúsíthatóságát a 4. ábra röntgendiffraktogramjai meggyőzően bizonyítják. A dúsítási meddő anyagban (—60—20 mikron) a kvarc, míg a hidrociklon felülfolyásokban az agyagásvány dúsul jobban.

A diagramok annak bizonyítására is alkalmasak, hogy az ásványi összetétel szempontjából a 20 mikronos elválasztású dúsítás a 30 mikronosnál előnyösebb.

### 11. Finomkerámiai jelentőségű fizikai és mechanikai tulajdonságok

A dúsított nyersanyagokat nagy illittartalmuk miatt vakuumpréssel struktúramentesen megmunkálni aligha lehet.

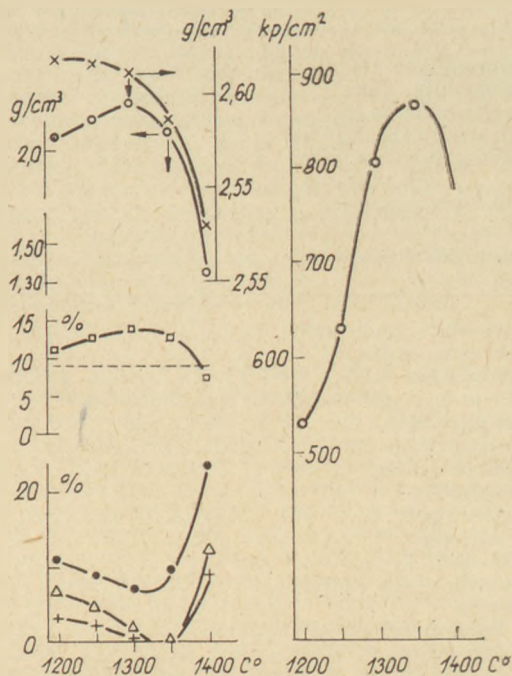
Az 50% illitet tartalmazó F-Ho<sub>2</sub>-20-jelű anyagból nagy gonddal a kísérletek céljára megfelelő, vakuumozott próbatesteket sikerült kialakítani.

Az Fr-Ho<sub>2</sub>-20 anyaggal elvégzett vizsgálatok eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze, és az 5. ábrán szemléltetjük.

A vizsgálatokat előző jelentéseinkben már többször leírt módon végeztük el (6, 7, 8), így azok ismertetését mellőzzük.

A kb. 21% nedvességet tartalmazó, nagyon plasztikus gyurma jól tömörödik. A száraz próbatestek térfogatsúlya 2,10 g/cm<sup>3</sup>, porozitásuk pedig 20%-nál alig nagyobb.

Az illit és a hidromuszkovit lemezkék szorosan illeszkednek egymáshoz, a tömör szövetszerkezet-



5. ábra. Az Fr-Ho<sub>2</sub>-20 dúsított anyag fizikai tulajdonságainak grafikus ábrázolása az égetési hőmérséklet függvényében

ben érvényesülő kohéziós erők 143 kp/cm<sup>2</sup> szilárdságot biztosítanak.

A lemezkék orientáltsága következtében a szárítást csak lassan szabad elvégezni, mert ellenkező esetben a próbatestek deformálódnak.

A száradási zsugorodás 9,5%.

Tömörödés szempontjából az optimális égetési hőmérséklet-tartomány, amint az ismeretes (9), 1100—1150°C között van. Ezt tükrözi az a megfigyelés, hogy az 1150°C-on égetett próbatestek térfogatsúlya, szemben az 1100°C-on égetettekével,

vonatkozó értékek

2. táblázat

Fr—Ho <sub>3</sub>		Fr—A		Fr—K		Fr—K <sub>2</sub>		Átlag	
E	—20	E	—20	E	—20	E	—20	E	—20
6	7	8	9	10	11	12	13	1—12	3—13
100	35	100	28	100	53	100	35	100	38,5
75,44	62,80	72,52	64,50	74,30	55,54	75,20	61,28	74,53	60,88
100	29,8	100	24,89	100	39,61	100	28,52	100	31,44
15,43	23,65	17,82	22,48	16,38	28,39	15,73	23,91	15,81	24,96
100	53,64	100	35,32	100	91,85	100	45,32	100	60,77
1	1,80	1	1,42	1	2,32	1	1,58	1	1,93
4,88	2,65	4,07	2,26	4,53	1,95	4,77	2,56	4,71	2,43
39	62	45	65	38	70	40	65	38	65
100	55,89	100	40,44	100	97,63	100	56,87	100	65,9
61	38	55	35	62	30	60	35	62	35
100	21,80	100	17,81	100	25,64	100	20,41	100	21,73
1	2,56	1	2,27	1	3,80	1	2,78	1	3,03
1,56	0,61	1,22	0,53	1,63	0,42	1,50	0,53	1,63	0,53

Megmunkálási víz, %					20,8
Térfogatsúly, g/cm <sup>2</sup>					2,10
Összes porozitás, %					20,44
Hajl. szilárdság, kp/cm <sup>2</sup>					143
Fehérség fehér szűrővel, %					71,9
kék szűrővel, %					66,0
Száradási zsugorodás, %					9,5
Égetési hőmérséklet, C°	1000	1050	1100	1150	1200
Égetés alatti zsugorodás, %	2,13	3,41	4,53	3,79	+1,89
Teljes zsugorodás, %	11,18	12,46	13,58	12,84	7,16
Fajsúly, g/cm <sup>3</sup>	2,6177	2,6157	2,6117	2,5858	2,5295
Térfogatsúly, g/cm <sup>3</sup>	2,06	2,16	2,24	2,09	1,35
Nyílt porozitás, %	13,16	8,68	2,98	0,00	24,03
Zárt porozitás, %	7,91	8,66	11,09	18,94	22,35
Összes porozitás, %	21,07	17,34	14,07	18,94	46,38
Pórusokból					
nyílt por., %	62,4	50,00	21,2	0,0	51,7
zárt por., %	37,6	50,0	78,8	100,0	48,3
Vízfelvétel, %	6,37	4,02	1,33	0,00	17,73
Hajl. szilárdság, kp/cm <sup>2</sup>	526	626	804	863	94
Fehérség					
fehér szűrővel, %	68,5	65,8	71,5	76,5	87,9
kék szűrővel, %	64,0	61,5	68,7	74,9	86,3

2,24-ről 2,09-re csökken. Ezzel összhangban megfelelően változik a zsugorodás és a porozítások mértéke.

Nagy figyelmet érdemel, hogy a hajlítószilárdság az optimális égetési hőmérséklet-tartományban a 800 kp/cm<sup>2</sup>-t is meghaladja. Ezt a kedvező tulajdonságot számos tokaji finomkerámiai nyersanyag-nál tapasztaltuk. Ez a hidrotermális eredetű ásványtársulások nagy reakcióképességére, valamint az üveg- és a kristályos fázisok között kialakult előnyös erőviszonyokra utal. Sajnos, az optimális égetési hőmérséklet-tartomány nagyon szűk, és ha azt túllépjük, a fizikai és mechanikai tulajdonságok hirtelen leromlanak.

Az égetés folyamán a szín meglehetősen szélsőségesen változik. Az 1100°C-on kiégetett cserép sötét rózsaszínű, majd annak színe fokozatosan halványodik, és az 1200°C-on égetett anyag kifehéredik.

## 12. Összefoglalás

A 20 mikronos elválasztású hidrociklonnal dúsitott 1,2 tonna füzérradványi „homokos” és „kavicsos” meddő kőzet dúsitási tapasztalatai:

— A 20—22% nedvességet tartalmazó kőzet előkészítés (aprítás vagy őrlés) nélkül, szárnyas keverőben felázik és diszpergálódik.

— A hidrociklon felülfolyásokból származó híg szuszpenziók stabilak, azok nagyon lassan ülepednek, aminek következtében ülepítéssel a besűrítést és a víztelenítést gazdaságosan megoldani egelőre nem lehet.

— Dúsitáskor az eredeti anyagok vasoxid-tartalmához képest a dúsitott nyersanyag Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalma alig változik.

— A füzérradványi dúsitott nyersanyagok Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalma jóval kisebb (0,5%), mint a királyhegyi VIII. táró (5), a töröktanyai I—VII. tárók (6) vagy a bábavölgyi kutatótárá (7) kőzeteiből dúsitott nyersanyagoké. A Pécsi Porcelángyár elem-

## A 20 mikronos elválasztású anyagok jellemzése

	A 6 mintára vonatkozó		
	átlag	szélső	
	értékek %		
Kihozatal	38,5	53,0	28,0
SiO <sub>2</sub>	60,9	67,4	53,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,9	32,4	18,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,47	0,64	0,30
NaKO	5,88	7,01	4,55
Illit	65	78	50
Kvarc	26	35	12
Földpát (egyéb)	9	15	2
Illitkihozatal	65,9	97,6	40,4
Kvarc- és földpát((egyéb)-kihozatal	35	50	30
— 5 mikron Ø szemcsék	80	93	70
— 2 mikron Ø szemcsék	58	78	46

zései szerint még az I. osztályú illit átlagos Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmánál is kisebb.

— Az I. osztályú átlagosított illitmintákhoz viszonyítva, a dúsitott és átlagosított anyag 4%-kal több SiO<sub>2</sub>-t és kb. 2%-kal kevesebb Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ot tartalmaz, ami illitre átszámítva kb. 5% illittel egyenértékű.

— Az ásványi összetétel szempontjából a 20 mikronos elválasztás előnyösebb, mint a 30 mikronos.

— 20 mikronos-elválasztású hidrociklonnal a füzérradványi meddő kőzetek közel 40%-a finomkerámiai plasztikus nyersanyagként hasznosítható.

— A kutatás ezen szakaszának egyik legnagyobb eredménye az a gazdasági jelentőségű megállapítás, hogy a nagy tömegben előforduló, jelenleg meddőként nyilvántartott füzérradványi kőzetekből, az I. osztályú illit átlagával közel azonos összetételű, dúsitott nyersanyagot lehet előállítani.



— A népgazdaság és közvetlenül a bányászat számára nagy előnyt jelent, hogy a meddő kőzetek hasznosításával lehetőség nyílik az I. osztályú illites kőzetek olcsóbb, és az egész füzérradványi ásványvagyon nagyobb mennyiségének értékesítésére.

— Finomkerámiai gyártástechnológiai szempontból a dúsítás azt a nagy előnyt is jelenti, hogy általa anyersanyagok minőségigadozása csökkenthető.

Közvetlen feladat a híg szuszpenziók gazdaságos besűrítése, illetve azok víztelenítése. Erre legcélravezetőbb módszer, a különböző lelőhelyekről származó dúsított anyagok vizes szuszpenzióit nyersanyagkeverékek előállítására céljából, megfelelő arányban közvetlenül elegyíteni. Az illites híg szuszpenziókhoz gyorsan ülepedő anyag besűrített szuszpenzióját keverve, a gazdaságos szűrőpréses víztelenítéshez megfelelő zagvsűrűséget be lehet állítani.

#### IRODALOM

- [1] Kiss L.—Dr. Takáts T.: A füzérradványi illitbánya anyagának ásványközettani vizsgálata finomkerámiai szempontból. ÉAKKI. Kutatási zárójelentés. 1960. márc. ÉAKKI. 10. sz. Tudományos Közlemény, 1963.
- [2] Kiss L.: A Tokaj-hegylajai finomkerámiai nyersanyagkeverékek előállítási lehetőségeinek vizsgálata. ÉAKKI. Kutatási jelentés, 1965. január. Építőanyag, Bp. 1966. 7. sz.
- [3] Kiss L.: A füzérradványi illites meddőkőzetek dúsítási vizsgálata és ásványközettani jellemzése finomkerámiai szempontból. Kaolinit-, illit- és montmorillonit-tartalmú nyersanyagkeverékek vizsgálata. SzIKKTI. Kutatási zárójelentés, 1967. január.
- [4] Rados K.—Bodnár L.—Falus T.: A Sárísi Kaoliniszapolómű-ben 1966. július 12-től 26-ig a különféle királyhegyi nyersanyagokkal végzett nagyüzemi kísérletekről és laboratóriumi vizsgálatokról. OÉÁV. Dunántúli Ásványbánya és Előkészítő. Összefoglalás, Bp. 1966. aug.
- [5] Demeter L.—Dr. Barna J.: Hegylajai finomkerámiai nyersanyagok nedves előkészítését szolgáló üzem technológiájának kidolgozása. BKI. Kutatási zárójelentés. 1964. aug.
- [6] Kiss L.: A királyhegyi kaolinos plasztikus kőzet ásványközettani vizsgálata finomkerámiai szempontból. ÉAKKI. Kutatási zárójelentés, Bp. 1965. márc.
- [7] Kiss L.: A Királyhegy—Töröktanya környéki agyagásványosodott riolittufába telepített hét (I—VII) kutatóakna kőzeteinek vizsgálati eredményei. ÉAKKI. Kutatási zárójelentés. 1965. nov.
- [8] Kiss L.: A bábavölgyi kaolin ásványközettani vizsgálata finomkerámiai szempontból. ÉAKKI. Kutatási zárójelentés. Bp. 1964. márc.
- [9] Dr. Kacsalova L.: Az illit (hidromuszkovit) porcelán gyártástechnológiájának javítására irányuló elméleti kutatás. ÉAKKI. 14. sz. Tudományos Közlemények, 1965.

**Kiss Lajos: A füzérradványi illites kőzetelep meddő kőzeteinek hasznosítása**

Hat különböző helyről vett, összesen 1,2 tonna „homokos” és „kavicsos” füzérradványi illites meddő kőzet hircociklonos dúsítását végezték el. 20 mikronos

elválasztással a meddő kőzetek 38%-a hasznosítható. Az átlagosan 65% illitet, 26% kvarcot és kb. 10% adulárt tartalmazó dúsított anyag nagyon plasztikus, melynek  $Fe_2O_3$ -tartalma 0,5%-nál kevesebb. Finomkerámiai szempontból megközelíti a jelenleg I. osztályú illitként szállított nyersanyag átlagos minőségét. Szerző beszámol a dúsítási módszerről, azzal kapcsolatosan felmerült víztelenítési nehézségekről és a finomkerámiai szempontból elvégzett ásványközettani komplex vizsgálati eredményekről. A tanulmány a füzérradványi meddő kőzetek dúsításának népgazdasági jelentőségére hívja fel a figyelmet. Kihangsúlyozza, hogy a stabil illites szuszpenziók hatékony és gazdaságos víztelenítését nyersanyagkeverékek készítésével meg lehet oldani.

**Лайош Кушш: Утилизация пустой породы иллитового месторождения г. Фюзерадвань.**

Подвергались обогащению на гидроциклоне 6 проб иллитовой пустой породы общим весом 1,2 т, отобранных с различных мест указанного месторождения. При отделении фракций до 20 микронов удается утилизировать 38% пустой породы. Материал содержащий в среднем 65% иллита, 24% кварца и около 10% адюляра является весьма пластичным и содержит  $Fe_2O_3$  менее 0,5%. С точки зрения использования в производстве тонкой керамики, по качеству материал приближается к иллиту 1 класса. Автор описывает метод обогащения, возникшие трудности обезвоживания и результаты комплексных минералогических и петрографических исследований. Обращается внимание на экономическую эффективность обогащения пустой породы м. р. Фюзерадвань. Подчеркивается, что путем приготовления сырьевых смесей представляется возможным эффективное и экономичное обезвоживание стабильных иллитовых суспензий.

**Kiss, Lajos: Exploitation des tauben Gesteins der Illit-Lagerstatt in Füzérradvány.**

Man hat die Anreicherung des tauben illithaltigen Gesteins von Füzérradvány mittelst Hydrozyklonverfahren durchgeführt, unzw. insgesamt 1,2 to tauben Steins, teils „sandigen“, teils „kiesigen“ Charakters, von sechs verschiedenen Stellen gesammelt. Im Falle einer Korngröße von 20  $\mu$  können bei der Separation 38% des tauben Gesteins verwertet werden. Das durchschnittlich 65% Illit, 26% Quarz und etwa 10% Adular enthaltende angereicherte Material ist durchaus plastisch, und enthält weniger als 0,5%  $Fe_2O_3$ . Was seine Qualität vom Standpunkt der Feinkeramie aus gesehen betrifft: es steht das Produkt kaum hinter dem z. Z. als Illit I. Klasse gelieferten Rohstoff zurück. Es werden Anreicherungsverfahren und Schwierigkeiten bei der Entwässerung besprochen, wie auch Resultate der komplexen mineralischen Prüfungen, die man für die feinkeramische Industrie durchgeführt hat. Es wird auf die volkswirtschaftliche Bedeutung der Frage hingedeutet und betont, daß eine Entwässerung von stabilen illithaltigen Suspensionen bei der Bereitung des Rohgemisches in wirksamer und wirtschaftlicher Weise möglich ist. (S. G.)

**Kiss, Lajos: The Utilization of Waste Rocks of the Füzérradvány Illite Deposit.**

Waste rocks, taken from six different places of the Füzérradvány illite deposit, totalling about 1.2 metric tons have been dressed by hydrocyclone, using an adjusted limiting grain size of 20  $\mu$ m. Under such conditions approximately 38% of the waste rock was utilizable. The fine product contains about 65% illite, 24% quartz, 10% adularia and less than 0,5%  $Fe_2O_3$ ; its overall quality approaches that of First Class commercial illite. The paper describes the dressing method and the dewatering of slurries in detail as well as the results of a complex mineralogical-petrographical examination of different particle size fractions. The economical significance of waste rock dressing is emphasized. The dewatering problems of stable, illite-containing suspensions can be solved by preparing synthetic, mixed raw materials.

## Történeti előzmények

A portlandcement kémiájának fejlődését a nem zsugorított hidraulikus kötőanyagokkal kapcsolatos kémiai és fizikai ismeretek fejlődése előzi meg. Smeaton már a XVIII. század közepén megállapította, hogy a hidralicitás a kötőanyagban levő feltárt agyagásványok jelenlététől függ. A XIX. század első felében ilyen kötőanyagokat használtak, és csak az évszázad második felében jelentek meg a zsugorított féltermékből előállított cementek. Természetesen évtizedek múltak el, amíg az említett kötőanyagok eltérő jellege, anyagszerkezeti felépítése és a kötés folyamata tisztázódtak.

Az angol Smeaton (1791), a svájci Saussure (1779) és a francia Vicat (1817) ismerték fel az agyagos alkatrészek, a kovasav és timföld jelentőségét. Az akkori ismereteket Fuchs foglalta össze 1829-ben Londonban megjelent munkájában. A Hollandiai Akadémia által jutalmazott munkájában megállapította, hogy az égetéssel feltárt agyagos alkatrészek és az égetett mész közt vízzel való keverés után játszódna le azok a kémiai folyamatok, amelyek vízben oldhatatlan terméket, a lekötött cementet hozzák létre.

J. N. Fuchs még 1832-ben is állította, hogy a cementklinker égetésekor csak az agyag és mész „disszociációja” következik be, hogy a vízzel történő feloldáskor a szilícium-dioxid egyesülni tudjon a mésszel.

Ezeknek az elképzeléseknek segítségével megmagyarázható volt a nem zsugorított cementek, például az 1100°C-on égetett román cement, a római mészpuzzolán, az Eifel-i mész-trasz, vagy a Közép-Keleten ma is használatos mész-égetett agyag, azaz a vörös cement kötőképessége. Ma is vannak ilyen kötőanyagok használatban, mint például a francia hidraulikus meszek, a szovjet mészpuzzolánok, a különböző mésszel kötött traszok, vagy akár a Berentén autoklaválással gyorsított kötésű mészpernyék.

Érdekes módon még a múlt évszázad közepén is a zsugorított cementekkel szemben sok szakember éveken keresztül a régi, jólismert kötőanyaghoz ragaszkodott, csak azt találta megbízhatónak a térfogatálló beton előállításához.

A zsugorított cementek megjelenésével kísérleti alapokra helyezett vita indult meg a két cementfajta anyagtulajdonsága felett. Ez a vita 1849-től körülbelül 1869-ig tartott. Az első dátum Pettenkofernek a „Dinglers Politechnisches Journal” c. folyóiratban megjelent cikkét, a másik Michaelis „Die hydraulischen Mörtel” c. könyvének megjelenési időpontját idézi.

Ebben a vitában résztvettek az említettek kivül németek (Feichtinger, 1856), franciák (Rivaut, 1856), oroszok (Zulkovszkij, 1863), majd később Winkler, Rohland, Lebuffet is bekapcsolódtak a kutatásba, akik célul tűzték ki a különböző

módon előállított cementek szabad mésztartalmának megállapítását. Végre 1915-ben mennyiségi meghatározásra is sor kerülhetett. Érdekes, hogy már a múlt évszázad közepe táján felismerték ennek a meghatározásnak döntő jelentőségét.

A portlandcementet bevezetésének első évtizedeiben túlnyomórészt gyakorlati tapasztalatok alapján gyártották. Mai értelemben vett kutatóintézetek még nem léteztek, az egyetemek és főiskolák tanszékein a cementkémia fontosságát még nem ismerték fel, és a cementgyárak kezdetleges laboratóriumaiban sem foglalkoztak tudományosan és rendszeresen a cement kémiájával. Így tehát elég hosszú idő telt el, amíg elméletileg is felismerték a klinkerképződés lényegét, a cement kötések lejátszódó folyamatokat és tudományos rendszerbe foglalták a cement anyagszerkezeti felépítését.

Kezdetben az a felfogás alakult ki, hogy a mész és agyagösszetevők egyesülése a vízzel történő feloldáskor következik be. M. V. Pettenkofer is helyesen fogadta el ezt a nézetet és felhívta a figyelmet arra, hogy a kalcium-oxid és a szilícium-dioxid közötti aránynak 1:3-nak kell lennie.

G. Feichtinger (1850) szerint azonban a mész kémiaiilag a zsugorodáskor kötődik meg. Elméletét azzal támasztotta alá, hogy a klinkerből csak egészen jelentéktelen mennyiségű szabad meszet sikerült kiválasztania.

Az orosz kutatók közül kiemelkedik I. Eziorszkij és D. Zabotkin (1863) munkája, akik kidolgozták a cementszilárdulás elméletét. Foglalkoztak még a cement korróziójával, a habarcsösszetétel megváltoztatásával és a cement szilárdosságával. K. Zulkovszkij (1863) a hidraulikusság kérdésével foglalkozott. Szerinte a cement „bázikus puccolán” és a szabad mész keverékéből képződik. D. J. Mendelejev (1870) megállapította, hogy a cementek hidraulikus tulajdonságait azok a vegyületek határozzák meg, melyek a vízzel reagálva stabilis (vízoldhatatlan) vegyületeket képeznek.

A tizenkilencedik század második felében, 1880 körül ismerték fel, hogy a portlandcement nem egységes kémiai vegyület. Számos mikroszkópiai vizsgálatot végeztek abból a célból, hogy megállapítsák a portlandcement ásványi összetételét.

A hetvenes években egymás után jelentek meg nagyjelentőségű cementkémiai foglalkozó munkák. Zulkovszkij, Erdmenger, idősebb Hauenschild, majd 1882-től kezdve Le Chatelier foglalkozik az égetett zsugorított klinker szerkezetével, melyről már 1863-ban Zulkovszkij, 1868-ban Freymy állapították meg, hogy az égetett zsugorított klinker nem homogén termék. Hauenschild az égetett klinker mikroszkópiáját is megindította. Az akkori ismereteket Knapp Ferenc a Berni Világkiállítás alkalmával, 1873-ban foglalta össze Londonban kiadott munkájában. Ezek a kutatók már

foglalkoztak a mészduzzadás és a gipszduzzadás jelenségeivel is, némely esetben, ragaszkodva a régebbi, a nem zsugorított cementekkel végzett kutatásaik eredményeihez, néha tévedhettek, és tévedtek is, nagyon sok megállapításuk azonban ma is helytálló. De már 1868-ban Szuljacsenko tisztázta a nem zsugorított és zsugorított klinker közti különbséget, illetve megmagyarázta Fuchs „tévedését”.

A kutatás két alapkérdés megoldására irányult: az első kérdés, hogy a cementet alkotó, illetve analitikailag meghatározható oxidok milyen *vegyületek* alakjában vannak jelen, a második pedig, hogy a cement kötése és szilárdulása során a *vegyületek* milyen kötőképes *új képződményeket* adnak. A két alapkérdésen kívül számos más részletprobléma is felmerült, ezek azonban valamilyen módon mindig visszavezethetők a fentebb említett két alapkérdésre.

Ilyen módon már a múlt század végén kialakult a kutatás két legfontosabb területe, melyek egymástól elkülönülve, mégis teljes egységben fejlődtek: a klinkerkémia és a cementkötés kémiája.

#### A tudományos cementkémiai kutatás megindulása és fejlődési fázisai

Kérdés, mikortól lehet számítani mai szemmel is a tudományos cementkémiai kutatás megindulását?

Vannak, akik időpontnak a francia Le Chatelier 1887-ben megjelent értekezésétől számítják a tervszerű tudományos módszerekkel végzett kutatási munka megindulását. Valóban, 1882-től 1887-ig Le Chatelier öt cikkben is megközelíti mai ismereteinket a mikroszkópia igénybevételével, mely lehetőségre a svájci Hauenschild mutatott rá. E nagynevű és igen eredményes kutatónak azonban az a feltételezése, hogy a szilárdulás hordozója a trikálcium-szilikát, tulajdonképpen csak intuitív meglátás volt, bizonyíték nélkül. Bizonyítékot erre vonatkozóan csak az 1930-as évek hoztak. Mindenesetre Törnebohm 1897-ben megjelent petrográfiai munkája nagymértékben támasztotta alá Le Chatelier meglátását; kérdés azonban, hogy a Le Chatelier helyesnek bizonyult felismerése, vagy a klinker és cementkémiai nagyjelentőségű kutatási eredményei a magnéziaduzzadásról (1880), a gipszduzzadásról (1870, Michaelis és Gosslich), illetve 1890 (Candlot), avagy a mészduzzadás jelenségének megnyugtató leírása és felismerése (1889, Michaelis) volna inkább a cementkémia fejlődésének kezdete. Vagy talán csak 1906-ot tekinthetjük kiindulásnak, amikor Shepherd, White és Wright kidolgozták a  $\text{CaO}-\text{SiO}_2$  rendszer első egyensúlyi diagramját. Ezt a diagramot azóta is többször javították különböző kutatók. Esetleg csak 1934-et vehetjük a ma is korszerű cementkémia megalapozásának időpontjává, amikor Solacolu, Hansen, Brownmiller, Bogue, Lea és Parker a  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Fe}_2\text{O}_3$  négyösszetevős rendszer kutatását befejezték. Itt említjük meg, hogy az évszázad első éveiben Newberry és Schott olyan mésztelítési számításokat dolgoztak ki, melyeknél sem a Kühl-féle, sem a Kind-féle mézstandard vagy telítési tényező sem sokkal jobb.

A cementkémia fejlődése tehát nem volt ugrás-szerű, az új ismeretek megszerzése megkívánta a régebbi, esetleg ma már elavultnak nyilvánított előző ismereteket; a kutatók egymás eredményeit felhasználva dolgoztak tovább, egymással vitatkozva értékelték az újabb ismereteket. Erre a folyamatosságra feltétlenül súlyt kell helyezni.

Mégis, különböző szempontok figyelembevételével, a fejlődésben bizonyos alapok, fázisok, korszakok különböztethetők meg. Egyik ilyen szempont a kutatási módszerek, eszközök fejlődése, melyek a kutatók rendelkezésére álltak. Észereint hat korszakot különböztethetünk meg:

I. Az első időben a többé-kevésbé kialakult analitika állt csak rendelkezésre, melyhez mineralógiai kutatások, illetve felismerések csatlakoztak. Nem volna helyes ezt az időt az empiria korszakának nevezni, mert a cementtel folyó kutatások az abban az időben rendelkezésre álló kutatási lehetőségeket teljes mértékben igénybe vették.

II. A második korszak a mikroszkópia igénybevételével jellemezhető, melynek időpontja 1882. Ekkor jelenik meg Hauenschildnak erre vonatkozó munkája, és ebben az évben jelenik meg Le Chatelier első értekezése.

III. A következő korszak időpontjául 1890-et lehet venni, amikor tudományos irányítással derítették fel a klinkerhibák forrását.

IV. Az ezt követő időszak 1906-tal kezdődik, az egyensúlyi diagrammok kidolgozásának korszaka.

V. A következő periódus a röntgenvizsgálatok igénybevételével jellemezhető, melynek időpontját 1930-ban lehetne megjelölni.

VI. A jelenlegi korszaknak jellemző eljárásai a röntgendiffrakció, a termikus elemzési módszerek (DTA, derivatográf) és az elektromikroszkópia.

A fejlődéstörténetnek volna egy másik felfogása is. Kezdetben egyes kutatók dolgoztak, részben főiskolákon, illetve egyetemeken, részben ipari vállalatok laboratóriumaiban. Első szervezett kutatás, illetve annak irányítása 1887-ben indult meg, amikor a kutatók, elsősorban német kutatók, évi tudományos üléseken számoltak be végzett munkájukról. Ezek a „Protokollok” ma is értékes adatgyűjteményt jelentenek részünkre. Ennek keretében folytak le azok a kutatások, melyeket Michaelis-szel, Gosslich-hel, Candlottal kapcsolatban említettünk, s melyhez csatlakoztak Passow, Dyckerhoff, Erdmenger és a többi nagy cementkutatóval kapcsolatos vizsgálatok.

Az évente megtartott német tudományos üléseken kívül nemzetközi intézmények is működtek. Az Association International pour l'essai des Matériaux már a múlt évszázadban megkezdte működését. Tudomásunk van az 1895-ös zürichi, 1897-es stockholmi és az 1901-es budapesti ülésekről. Az első világháború után újra alakult ez a szövetség. Nouvelle Association Internationale pour l'Essai des Matériaux megnevezéssel folytatta működését. Négy-öt évenként tartottak egy-egy konferenciát, melyek közül kettőnek, az 1931-es zürichinek és az 1937-es londoninak jegyzőkönyve birtokunkban van.

Bár ezek a konferenciák elsősorban anyagvizsgálattal foglalkoztak, a cementekkel foglalkozó szekciók tulajdonképpen összefogták a cement-kémiai kutatások eredményeit is, így Sasstini, Rengade, Vittori különböző klinkerfajták szerkezeti kérdéseivel, Wiegner, Hjemstädter, Graf a kémiai hatásokkal, Lea, Bates a cementhidratációs hő fejlesztésével, tehát cementkémiai kérdésekkel foglalkoztak, nem beszélve a többi előadóról, mint Ferrari, Kallauner stb.

Az első cementkémiai szimpóziumot 1918-ban Londonban, a másodikat húsz évvel később, Stockholmban, a harmadikat 1952-ben ugyancsak Londonban tartották meg, a negyedikre 1960-ban, Washingtonban került sor. Ezekkel az alábbiakban részletesen foglalkozom.

Ezeken kívül természetesen a Szovjetunióban, az NDK-ban, Csehszlovákiában, Franciaországban, Olaszországban és más államokban is tartottak részben téma- részben előadókör-szűkítéssel különböző értekezleteket, melyek mind a cement-kémia szolgálatában álltak, s melyekhez immár méltóan csatlakoznak a magyarországi szilikátipari konferenciák keretében tartott cement- és klinkerkémiai kutatási jelentések.

A fejlődéstörténet néhány nagy jelentőségű összefoglaló mű megjelenésével is jellemezhető. Ilyen mű volt Vicat 1818-ban megjelent kutatási jelentése (Fuchs említett munkája sem tartalmazott többet, mint Vicaté).

Jelentős összefoglaló munka volt Knapp 1873-ban említett kiadványa, Michaelis és Erdmenger 1879-ben megjelent cikksorozata „Über die Zusammensetzung des Portlandzementes”, továbbá az 1882 és 1887 között megjelent öt Le Chatelier-értekezés.

1913-ban és 14-ben jelentek meg Bates és Kühl—Knothe klinker-kémiai könyvei, mely utóbbi könyvből az ötvenes években alakult ki a még ma is egyedülálló háromkötetes Kühl-féle cement-kémiai könyvsorozat.

1927-ben adta ki Wecke—Kaminsky cement-irodalmi kézikönyvét, amely 15 000 irodalmi kiadványt tartalmaz, 2500 szerzőtől, 340 folyóirat anyagát dolgozva fel. Ehhez hasonló méretű irodalmi összefoglaló mű azóta sem készült.

Az 1930-as évek után sorra jelentek meg angol, francia, orosz és amerikai szerzők klinker-kémiával foglalkozó művei, melyek ma is kézen forognak s ezért nem kívánom felsorolni.

### A cementkémia fejlődéstörténetének kiemelkedő eseményei

H. Le Chatelier írta le elsőnek a portlandcement mikroszkópi képét. 1882-ben mikroszkóppal vizsgálta a hidraulikus mész felhasználásánál visszamaradó nem oldódó maradékot és a portlandcement-klinkert. Vizsgálatai alapján megállapította, hogy a mész és az agyag közötti reakció következtében számos új vegyület keletkezik. Le Chatelier a klinkerben optikai tulajdonságok tekintetében egymástól különböző ásványok létezését állapította meg. Feltételezte, hogy az ásványok közül a trikálcium-szilikátnak ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) van

különösebb jelentősége, és hogy ez az ásvány határozza meg a portlandcement tulajdonságait.

Vizsgálataink eredményeit 1882—1887 között Párizsban adta ki. A Le Chatelier-féle elméletet a tudományos világ tíz éven keresztül figyelmen kívül hagyta és csak A. E. Törnebohm (Svédország) munkája támogatta (1895).

Le Chatelier feltételezései még ma is számos vonatkozásban megállják helyüket. A legfontosabb megállapítás, hogy a portlandcement-klinker zömét három oxid,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  alkotják, és hogy ezek a következő vegyületeket képezik: trikálcium-szilikát, dikalcium-szilikát és trikálcium-aluminát.

A. E. Törnebohm a Le Chatelier által megfigyelt ásványokat: alit, belit, celit, felit és az ezeket kitöltő amorf részt üveges fázisnak nevezte el.

Le Chatelier és Törnebohm kutatásait a huszadik század elején a rigai származású Glasenapp is eredményesen folytatta.

E megállapítások ellenére még hosszú ideig sok kutató más különböző vegyületeket tartott a portlandcement-klinker fő ásványi összetevőinek. Például W. Michaelis (1909) szerint a portlandcement-klinkerben kb. a mész fele határozott sztöchiometriai arányú vegyületekben kötött (szilícium-, alumínium- és vasoxiddal) és a másik fele szilárd oldatok alakjában van jelen.

P. H. Bates és A. A. Klein (1917) hosszú viták után beigazolták Le Chatelier és Törnebohm elméleteinek helyességét azzal az eltéréssel, hogy megállapításaik szerint az egyes klinkerásványok különböző idegen alkatrészeket is tartalmaznak. A harmincas évek után már egy kutató sem kételkedett a trikálcium-szilikát létezésében, különösen azóta, hogy A. Guttmann és F. Gille (1933) a portlandcement-klinkerben előforduló ásványi alkatrészeket vékony csiszolatokban teljesen identifikálták. Az akkori ismeretek alapján megállapították, hogy a cementben kilenc ásványi alkatrész fordulhat elő, melyek közül csak négy cementásványnak (alit, belit, celit és a többnyire sötétszínű üveges fázis) van technikai jelentősége.

Kísérleteik alapján később arra a meggyőződésre jutottak, hogy az elegykristályok fellépését is számításba kell venni. Erre abból következtettek, hogy a mikroszkóp alatt olyan zónás szerkezet is látható, mely semmiképpen sem állhat reakció folyamán keletkezett rétegből, mert még a mikroszkóp legerősebb nagyításának feloldóképessége sem elegendő részletek kimutatására. Megkísérelték a klinkerásványok szétválasztását is. Ez azonban az ásványok rendkívüli kicsinyisége miatt nem sikerült. A megoldást ugyan megközelítették, az egyes klinkerásványok felépítése tekintetében azonban csak kombinálni tudtak.

A Faraday Társaság által szervezett Első Nemzetközi Cementkémiai Szimpózium (London, 1918) legfontosabb eredménye volt, hogy összefoglalták a klinkerösszetevők szerepéről való eddigi ismereteket a kötés és a szilárdulás folyamataiban. A ferrit fázis jellegét abban az időben még nem ismerték, és ezért csak a szilikátos és alumínátos fázis szerepét vizsgálták. Az USA Szabványügyi Hivatalában végzett munka szinte mindenben alátámasztotta Le Chatelier kötéselméletét, még oly

részletkérdésre vonatkozóan is, mint az egyes klinkerösszetevők reakciósebessége. Már akkor, 1918-ban rámutattak arra, hogy a leggyorsabban reagál a trikálcium-aluminát és a trikálcium-szilikát; dikalcium-szilikát gyakorlati szempontból, legalábbis a cementkötés kezdetére vonatkozóan reakcióképtelennek minősíthető. Majdnem ez volt az egyetlen különbség Le Chatelier eredményeihez képest, aki a dikalcium-szilikátot teljesen reakcióképtelennek minősítette, és még a cement szilárdulása szempontjából is értéktelen alkatrésznek tekintette. Ennek az volt az oka, hogy Le Chatelier kísérleteiben kellőképpen nem stabilizált dikalcium-szilikátot használt, mely a hűtés folyamán „gamma” módosulattá alakult át. Az USA Szabványügyi Hivatalában végzett mérések szerint azonban klinkerben levő dikalcium-szilikát „béta” módosulata jelentős utószilárdulási képességgel rendelkezik.

Newberry, Schott kísérlete után R. H. Bogue (1929) dolgozott ki gyakorlatilag is bevezetett oly számítási eljárást, melynek segítségével kémiai elemzés alapján kiszámítható a klinker ásványi összetétele. A módszer kidolgozása idejében még nem derítették fel, hogy a klinker lehűlésekor befagyott, egyensúlyon kívüli állapotok is keletkezhetnek. Ennek figyelembevételével a Bogue által kidolgozott számítási eljárás kisebb változásokkal ma is alkalmazható, sőt eredeti Bogue-féle képletek még ma is szabványos számítások alapjául szolgálhatnak.

A. V. Kind (1932) és N. V. Jung (1935) egy másik számítási eljárást dolgozott ki a szilikátok méasztelítettségének és a cementklinker ásványi összetételének kiszámítására.

V. F. Zsuravlev (1938) felállította a szilikátok, alumínátok és ferritek periodicitásáról szóló elméletet. Összeállította a kémiai vegyületek hidraulikus tulajdonságainak periodicitását mutató táblázatot, mellyel bizonyítja, hogy az ásványi anyagokra jellemző hidraulikus tulajdonságok bizonyos törvényszerűségeket mutatnak fel. Később Zsuravlev arra a következtetésre jutott, hogy a habarcsok hidraulikus tulajdonságai megjelenésének fő feltétele az üveges állapot.

A cementkötés természete tekintetében számos vita zajlott le az első szimposium előtt és alatt. Le Chatelier véleménye szerint a cement szilárdságát az összefonódó kristálytűk rendszere okozza. A klinkerásványok a kötési vízben hidrolízis és a rákövetkező hidratáció következtében telített oldatokat képeznek, melyekből tű alakú hidrátok válnak ki és összefonódnak. A kiválás azonnal, kristályos, vagy pedig kristályos állapotba megy át. Ugyanakkor W. Michaelis elmélete szerint a cement szilárdságának hordozója a kolloidális fázis.

Michaelis elmélete szerint a cementszemcséken kolloid szerkezetű hidratált burkolat képződik; ezek a vízvesztés következtében zsugorodnak, mert a vizet belül a nem hidratált cementszemcsék elszívják. A szilárdságot lényegileg a zsugorodás és a képződő felületi erők idézik elő, és csak a kezdeti hidratációs időszakban okozza a szilárdulást akristályok összefonódása.

Mindketten megegyeztek azonban abban, hogy ez a bizonytalan fázisállapotú anyag összetétele az egységénél nagyobb mennyiségű kalcium-oxidot tartalmazó kalcium-szilikát-hidrát.

E két, látszólagosan egymásnak ellentmondó elmélet körül sok vita volt.

A Bajkov-féle kristály-kolloid elmélet (1926) három szakaszát bizonyos terjedelemben az előbb említett szilárdulási elméletek szintézisének tekinthetjük. Le Chatelier elméletével megegyezően játszódnak le az első fázisban az oldódási, hidratációs és tútelítési folyamatok. A kiválási periódusban vegyes amorf-kristályos fázis keletkezik. Bajkov szerint minden szilárduló habarcsnak át kell haladnia a kolloid állapoton. Három szakaszt lehet megkülönböztetni: 1. feloldódás a kötőanyag finom részecskéinek felületén; 2. kolloidálódás vagy kötődés, amit a kötőanyagból kiváló tipikus ásványi „enyv” (az ásványi gél ragasztószere) képződése jellemez; 3. kristályosodás vagy szilárdulás új kristályos képződmények keletkezésével és a szilárdság növekedésével.

C. H. Desch (1919) azzal magyarázta a Le Chatelier- és a Michaelis-féle szilárdulási elméletek közötti különbséget, hogy Le Chatelier hígított rendszerrel, míg Michaelis koncentrált rendszerrel dolgozott.

E. Hatschek (1919) szerint Le Chatelier és Michaelis szilárdulási elméletei kiegészítik egymást.

A második Nemzetközi Cementkémiai Szimposium 1938-ban ült össze. A két szimposium megtartása közötti időben több fontos felfedezés látott napvilágot. Ezek közül kétségtelenül a legfontosabbnak tekinthetjük az új kémiai-analitikai eljárást, mellyel a klinker szabad mésztartalma határozható meg. (W. Lerch és R. H. Bogue módosított eljárása.)

Ugyanebben az időszakban felismerték két további klinkerásvány szerepét. Az egyik vastartalmú fázis, melynek összetételét akkoriban tetra-kalcium-aluminát-ferrittel azonosították. Felismerték továbbá, hogy a magnézium legnagyobb része a klinkerben szabad oxid (periklász) alakjában található. Ezzel a klinkert alkotó fázisok túlnyomó többségét már identifikálták, mert az eddig említett öt fázis: trikálcium-szilikát, dikalcium-szilikát, trikálcium-aluminát, tetra-kalcium-aluminát-ferrit és magnézium-oxid a klinker 98–99%-át teszi ki. Feltételezve azt, hogy az említett öt összetevő egyensúlyban álló rendszere alkotja a klinkert, jogos volt a feltételezés, hogy a Bogue-féle számítási eljárás helyes.

A fenti ismeretek tekintetbevételével hamarosan megállapították, hogy a Rankin és Wright által kidolgozott háromösszetevős rendszer már nem elegendő a klinker kristályosodási tulajdonságainak megértéséhez. Feltétlenül szükségesnek mutatkozott a háromösszetevős rendszert egy negyedik oxiddal kibővíteni és a  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  rendszert, legalábbis a cement szempontjából fontos részletét, rendszeresen megvizsgálni.

F. M. Lea és T. W. Parker (1934) tanulmánya ismerteti a  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  rendszert. Munkájuk lehetővé teszi, hogy követhetők legyenek

nek a hűlés alatti kristályosodási folyamatok és a magas hőmérsékletről történő gyors lehűlés hatása. A munkából megismerhetjük a fenti négyösszetevős rendszer portlandcementklinker szempontjából legfontosabb tér-részletét: a CaO csúcsához közel eső, úgynevezett „cementsarkot”, melyet a következő vegyületek kristályosodási terei határoznak: CaO,  $C_3A_3$ ,  $C_2S$ ,  $C_4AF$ . A rendszerben a négy csúcsponthoz alkotó vegyületeken kívül még további két fázisnak van önálló kristályosodási lehetősége: a trikálcium-aluminátnak és a trikálcium-szilikátnak. A rendszer ismeretében még számos fontos gyakorlati kérdés is megoldható volt, így elsősorban a gyors hűtés hatása a klinkert alkotó fázisok kifejlődésében.

A cementhidratáció kérdésében a szimpózium nem hozott lényeges új eredményeket. Ennek oka az volt, hogy a petrográfiai és röntgenvizsgálati módszerek abban az időben még nem voltak elég fejlettek az ilyen rendkívül apró és igen rossz kifejlődésű kristályok biztos identifikálására. A szimpózium nem jutott egyöntetű álláspontra a cementhez kevert gipsz szerepe tekintetében sem. Már 1890 óta nyilvánvaló, hogy a gipszkőben levő szulfát a klinker kalcium-aluminátjával reagál, sőt 1929-ben kimutatták, hogy két trikálcium-aluminát-szulfát-hidrát létezik, de nem sikerült egyértelműen bizonyítani, hogy a cement lekötése folyamán melyik kalcium-aluminát-szulfát-hidrát fajta keletkezik.

L. T. Brownmiller és R. H. Bogue (1930) kimutatták, hogy az összes klinkerösszetevőkre vonatkozóan egy bizonyos százalékot nem lehet röntgendiffrakcióval azonosítani, és így a mikroszkóp továbbra is szükséges eszköz marad. Vizsgálták az  $Na_2O$ —CaO rendszert is.

B. Tavasci (1940) a vékonyesizsolatokon áteső fényben végzett vizsgálatok helyett felső világítású metallográfiai mikroszkópot alkalmazott, és ezzel a klinkervizsgálatok céljaira javított mikroszkópiai módszert dolgozott ki. Ezzel a módszerrel már három különböző alakú belit-kristályt különböztetett meg.

Ju. M. Butt (1944) vizsgálta a különféle ásványi összetételű portlandcementek, valamint a portlandcement és különböző kiegészítő anyagok hidratációs folyamatait és megállapította, hogy a portlandcement gyorsabban hidratálódik, és a klinkerásványok előnyeit jobban kihasználhatjuk abban az esetben, ha a portlandcementbe különböző hidraulikus mikroporozus kitöltő anyagot adunk, továbbá azt is, hogy a hidrotermális hatások is előmozdítják a portlandcement hidratációját.

V. F. Zsuravlev (1951) szerint a cement lekötése zeolitos vízkötéssel kezdődik. A klinkerásványok térfogatváltozás nélkül vizet vesznek fel, mely behatol az ásványok kristályrácsaiba és ott rombolást indít. A behatolt víz széthasogatja a kristályokat, és a keletkező kristályszilánkok a cementlekötés első termékei. Zsuravlev szerint nem képződik kolloidális primer termék, hanem elég nagyméretű kristályszilánkok.

N. J. Sztrelkov vizsgálta a portlandcement petrográfiai összetételét és az összetétel-változását a mésztelítettség változtatása esetében. Új mód-

szert dolgozott ki az állapotdiagramok kvantitatív értékelésére. Átvette a mésztelítettség-, szilikát-, alumínium- és vasmodulus fogalmát és meghatározta a portlandcement-klinker maximális CaO-tartalmát.

A második világháború által okozott megtorpanás után a cementkémiai kutatás a negyvenes évek végén új lendületet vett. Az időközbeni kutatási eredmények értékelésére 1952-ben Londonban összeült a Harmadik Nemzetközi Cementkémiai Szimpózium. A szimpóziumon megállapították, hogy a klinker-kémiáról alkotott eddigi, viszonylag egyszerű kép lényeges kiegészítésekre szorul. A szimpóziumon megerősített legfontosabb eredmény, hogy a tetrakalcium-aluminát-ferrit nem határozott  $C_4AF$ -összetételű vegyület, hanem kiterjedt elegykristálysor tagja, mely legalábbis  $C_6AF_2$ -től egészen  $C_6A_2F$ -ig terjed. Nem tudományos az a számítási eljárás, hogy a klinkerben levő teljes vastartalmat  $C_4AF$ -re számítjuk. A helyes eljárás az volna, hogy megállapítjuk a „ferritfázis” mennyiségét és az  $Al_2O_3/Fe_2O_3$  arányát. A harmadik szimpóziumon még néhány fontos eredményt ismertettek a klinkerkémiával kapcsolatban. Pontosabban jellemezték a dikalcium-szilikát polimorf tulajdonságait. A sok új polimorf módosulat elnevezése vitákra adott okot, de végül is sikerült egységes terminológiát létrehozni olyképpen, hogy a klinkerben levő dikalcium-szilikát módosulat továbbra is a béta nevet viseli.

A szimpózium helyesnek tartotta, hogy a klinkerásványok külön nevet kapjanak. Például a klinkerben levő trikálcium-szilikát mindig tartalmaz magnézium- és alumínium-oxid szennyeződésekkel. Helyesebb tehát a klinker fő ásványát nem trikálcium-szilikátnak nevezni, hanem visszatérni a Törnebohm által 1897-ben javasolt „alit” névhez.

Fontos munkát végzett a szimpózium a klinkerásványok belső szerkezetével és a cementhidratáció hőjelenségeivel kapcsolatban is. A hidratációs termékek közül elsősorban nem a cement, hanem különböző cementásványok hidratációja terén ért el a szimpózium fontos eredményeket.

G. L. Kalousek kísérletsorozata a további fejlődés szempontjából fontosnak bizonyult. Kalousek igazolta a differenciális termikus elemzés használhatóságát a hidratált cement tanulmányozására.

A további kutatás szinte áttekinthetetlenül gazdag.

H. Kühl (1952) szerint  $Na_2O$  előfordulhat a maradék olvadékban levő elegykristályokban (szilárd oldatban) vagy az  $C_2S$ -ben és az  $\beta$ - $C_2S$  finom kristályos fázisában. Megengedi azt a lehetőséget is, hogy a cementklinkerben  $C_8Na_3$  is előfordulhat.

G. L. Kalousek és R. Roy (1957) beigazolták az  $5 CaO \cdot 5 SiO_2 \cdot 5 H_2O$  (tobermorit) és  $5 CaO \cdot 5 SiO_2 \cdot H_2O$  (xonotlit) nagy szerkezeti hasonlóságát az infravörös spektrum 7—17 mikron tartományában. Igazolták, hogy a tobermorit vize zeolitos jellegű, és a rétegek között úgy kötött, hogy csak viszonylag magas hőmérsékleten távozik (az utolsó rész  $650^\circ C$ -on).

J. H. Welch és W. Gutt (1959) revideálták a CaO— $SiO_2$  rendszer egy részét. Megállapították,

hogy  $C_3S$  nem bomlik szét  $1900^\circ C$  hőmérsékleten, hanem inkongruensen olvad  $2070^\circ C$ -on.

A Negyedik Nemzetközi Cementkémiai Szimpózium 1960-ban ült össze.

A fejlődést elősegítette számos korszerű eljárás bevezetése, mint például a magas hőmérsékletű mikroszkópia ( $2200^\circ C$ -ig), a röntgenográfia ( $1850^\circ C$ -ig) és a röntgendiffraktométer. Ezeknek az eljárásoknak kombinált alkalmazásával bármely klinker ásványi összetétele pontosan meghatározható. Néhány átfedő vonalértékelése azonban még nehézségeket okoz. Gyakorlati kérdések megoldására a Bogue-féle potenciális klinkerösszetétel-számítás a legtöbb cementnél még mindig célravezető, mert a ferritfázis összetétele, néhány különleges esettől eltekintve, jó közelítéssel megfelel a  $C_4AF$ -képletnek. A  $C_4AF-Al_2O_3-Fe_2O_3$  arányát kémiai elemzéssel vagy röntgen módszerrel kell megállapítani.

Megállapították, hogy a Bogue-féle számítás  $C_3A$ -ra kapott eredményei a kvantitatív röntgendiffrakciós vizsgálatok alapján gyakran több százalékra terjedő hibával járnak, ezért elsősorban a vasdús, például S 54-típusú cementeknél az eredeti számítási eljárást át kellene dolgozni.

A szimpózium fontos munkát végzett még a klinkerásványok belső szerkezetére, valamint kis mennyiségű szennyezőanyag hatására vonatkozólag (elsősorban a foszfátok, fluoritok és alkáliák szerepét vizsgálták).

Foglalkoztak még a tobermorit szerkezetére vonatkozó elméletekkel. Ebben a kérdésben a szovjet és angol kutatók eltérő nézeteket vallanak.

H. D. Megaw és C. H. Kelsey (1956) angol kutatók véleménye szerint a tobermorit képlete  $C_4S_3H_5$ ; kettős párhuzamos láncokból áll. A párhuzamos láncok fedése olyan, mint az identikus helyzetű  $7,3 \text{ \AA}$  távolságban ismétlődik. A  $Ca^{2+}$  ionok az  $OH-OH$  csúcsok szabad csoportjaiban levő belső területen vannak, és pótolják az összes protonokat. Az ilyen elrendezés megfelel a  $C/S=2/3$  aránynak, amely valamivel alacsonyabb, mint a tobermorit ásványban.

K. S. Mamedov és N. V. Belov (1958) szovjet kutatók más modellt készítettek a tobermorit szerkezetére. Szerintük a  $Si_6O_{17}$  xonotlit láncokból álló két réteg polimerációjából képződött szilikátréteg az alapösszetevő. A háromfázisú láncok kettős kondenzálásából keletkezett  $Si_6O_{17}$  a legegyszerűbb csoport. A tobermorit szerkezetében az egy rétegben levő ilyen kettősláncot elemi cellánként 3 közös oxigén-ion köti a másik réteg két láncához. Az eredmény  $Si_{12}O_{31}$  összetételű,  $11,3 \times 7,2 \text{ \AA}$  méretű szilikátréteges alapsejt.

A. Grudemo (1960) hasonlította össze az angol és szovjet elméleteket a szimpóziumon. A tiszta kalcium-szilikát és portlandcement mikroszerkezetéről szóló beszámolójában inkább a szovjet elméletet tartotta helyesnek, mert a termék hasadása túlnyomórészt levél alakú. Végleges megoldásról azonban még nem lehet szó.

A hidratációs termékek vizsgálata kétséget kizárólag bebizonyította, hogy a leglényegesebb hidratációs termék a gyengén kristályosodott, körülbelül  $1,5 \text{ CaO/SiO}_2$  arányú kalcium-szilikát-hid-

rát, melynek röntgendiffrakciós képe nagyon hasonlít a természetben előforduló és hozzávetőleg CSH-képletű tobermorit-hoz.

Annak ellenére, hogy a cementek hidratációja során keletkező tobermoritszerű, de annál lényegesen több kalcium-oxidot tartalmazó fázis még igen sok vizsgálatot igényel, annyi mégis megállapítható, hogy Le Chatelier több, mint 70 évvel korábbi zseniális meglátása e téren is igaznak bizonyult. Azt is leszögezte a szimpózium, hogy mind a trikálcium-szilikát, mind pedig a dikalcium-szilikát hidratációja tobermoritszerű fázist eredményez; a különbség a kettő között az, hogy a trikálcium-szilikát lényegesen gyorsabban reagál a vízzel, és a keletkező termék  $CaO/SiO_2$  aránya alacsonyabb, mint dikalcium-szilikát esetében. Magasabb hőmérsékleten a klinkert alkotó szilikátok hasonló tulajdonságú, de jobban kristályosodott termékékké hidratálódnak. Sokat foglalkozott a szimpózium (elektromikroszkópos vizsgálatok alapján) a hidratált cement morfológiájával is.

Megállapították, hogy először mindig a nagy szulfáttartalmú,  $C_3A \cdot 3CaSO_4 \cdot 3OH_2O$  összetételű trikálcium-aluminát-szulfát-hidrát keletkezik, mely azonban képes a hasonló összetételű, de csak 1 molekula szulfátot és kevesebb kristályvizet tartalmazó vegyületté átalakulni, ha a cementben viszonylag kevés a gipszkő. Az aluminát-ferritben levő  $Al_2O_3$  csak akkor ad trikálcium-aluminát-szulfát-hidrátot, ha a trikálcium-aluminát teljesen elfogyott.

A különböző aluminát- és ferrit-hidrátok kiterjedt elegykristály-sorozatokat alkotnak, de ezen a téren nagyon sok a kutatnivaló. Sok további vizsgálatot igényel az egyes klinkerásványok hidratációs sebességének, a hőfejlődésnek vizsgálata.

T. C. Powers (1960) a negyedik szimpóziumon kiegészítette régebbi kutatásairól szóló jelentéseit. Véleménye szerint a kötődő és megszilárdult cementek fizikokémiája a cementkémia és beton-technológia közötti híd. A kötődő és megszilárdult cement fizikai tulajdonságairól szóló jelentésében tárgyalja a friss szilárduló cement tulajdonságait, foglalkozik a hidratált cement fajlagos térfogatával és a porozitással, a szilárduló cement és cementgél szerkezetével, az adszorpció mechanikai befolyásával, a megszilárdult cementben levő hidrosztatikus nyomással, a megszilárdult cement alapváltozásaival, szilárdságával és vízáteresztő képességével.

A fejlődés további útját új vizsgálati eszközök térhódítása jellemzi; ilyenek a radioaktív indikátorok, az új típusú röntgendiffraktométerek, az elektromikroszkóp és annak segítségével kiválasztott egyedi kristály elektron-diffrakciós vizsgálata, a termogravimetria, a differenciális termogravimetria, a kémiai elemzés új módszerei, az infravörös abszorpciós zínkép vizsgálata, a paramágneses magrezonancia és így tovább. Remélhetőleg ezek a korszerű módszerek a cementkémia és a cementkötés kémiaját is új adatokkal egészítik majd ki, és ezt a komplex kérdést jobban megvilágítják.

A cementkémiaival foglalkozó nemzetközi tudományos-műszaki közvélemény érdeklődéssel várja az 1968 októberében Tokióban megrende-

zendő ötödik nemzetközi cementkémiai szimpóziomot, amelyen a világ minden részéről jelentkező tudományos szakemberek ismertetik a legújabb kutatási eredményeiket. Az előzetes program szerint a szimpóziium négy szekcióban az alábbi témákkal foglalkozik:

### I. A cementklinker kémiája

(A portlandcement-klinker és egyéb anyagok alapkémiája, ideértve az ásványképződést, a szerkezeti kémiát, a fázis-egyensúlyokat, a tulajdonságokat és az analitikai módszereket).

### II. A cementek hidratációja

(A portlandcement kémiájának alapjai, másfajta cementek és cementásványok, a kristályos szerkezetek kezelése, a hidratok tulajdonságai, hidratációs kinetika és fázisegyensúly).

### III. A cementpép és a beton tulajdonságai

(A beton különféle tulajdonságai, valamint a cement- és a cementpép fizikai-kémiai tulajdonságai és magatartása közötti korreláció).

### IV. Keverékek és speciális cementek

(A felületaktivizáló szerek fizikai-kémiai hatása, a különféle vegyi melléktermékek, gipsz stb. hatása a cementre és a betonra. A speciális cementek tulajdonságai közötti korreláció, különös tekintettel a betonra).

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] *Bárta, R.*: „Chemie a technologie cementu” (A cement kémiája és technológiája). Praha, 1961.
- [2] *Bogue, R. H.*: „The Chemistry of Portland Cement” (A portlandcement kémiája). New York, 1955.
- [3] *Brown, L. S.*: „Petrography of Cement and Concrete” (A cement és beton petrográfiája). J. of the PCA Research and Development Laboratories, 1, No. 3., 23–24 (september 1959.).
- [4] *Budnikov, P.*: „Novoe v himii i tehnologii cementa” (Újdonságok a cementkémiai és cementtechnológiában). Moszkva, 1962.
- [5] *Bull, Ju. M.*: „Technologija cementa i drugih vjaszusesih” (A cement és más kötőanyagok technológiája). Moszkva, 1956.
- [6] *Copeland, L. E.—Schulz, E. G.*: „Electron Optical Investigation of the Hydration Products of Calcium Silicates and Portland Cement” (A kalciumszilikátok és a portlandcement hidratációs termékeinek elektromikroszkópos vizsgálata). J. of the PCA Research and Development Laboratories, 4, No 1., 2–12, January 1962.
- [7] *Davis, Ch.*: „Portland Cement” (Portlandcement). London, 1950. „Proceedings of the third International Symposium on the Chemistry of Cement” (A harmadik nemzetközi cementkémiai szimpóziumon megtartott előadások). London, 1952.
- [8] *Hinz, W.*: „Silikate — Einführung in Theorie und Praxis” (Szilikátok — Bevezetés az elméletbe és a gyakorlatba). Berlin, 1963.
- [9] *Kallauner, O.*: „Portlandsky cement” (Portlandcement), Praha, 1952.
- [10] *Kühl, H.—Knothe, W.*: „Die Chemie der hydraulischen Bindemittel”. (A hidraulikus kötőanyagok kémiája). Leipzig, 1915.
- [11] *Kühl, H.*: „Zement Chemie, I., II., III.” (Cementkémia, I., II., III.) Berlin, 1961.
- [12] *Lea, F. M.—Desch, C. A.*: „The Chemistry of Cement and Concrete” (A cement és beton kémiája). London, 1956.
- [13] *Loginov, E. I.*: „Cementnaja promüslenoszty SZSZSZR” (A Szovjetunió cementipara). Moszkva, 1960.
- [14] *Powers, T. C.*: „Some Physical Aspects of the Hydration of Portland Cement” (A portlandcement hidratációjának fizikai jelenségei). J. of the PCA Research and Development Laboratories, 3, No. 1, 47–56 (January 1961.)
- [15] *Powers, T. C.*: „A Hypotesis on Carbonation Shrinkage” (A karbonátképződés által okozott zsugorodás hipotézise). J. of the PCA Research and Development Laboratories, 4, No 2., 40–50, May 1962.
- [16] *Naske, C.*: „Die Portland-Zement-Fabrikation” (A portlandcement-gyártás). Leipzig, 1909.
- [17] *Schoch, K.*: „Die Mörtelstoffe Zement-Kalk-Gips” (Cement-, mész-, gipszhabarcsok (IV. kiadás). Dresden, 1928.
- [18] *Steinour, H. H.*: „Progress in the Chemistry of Portland Cement” (Haladás a portlandcementkémiaiában). J. of the PCA Research and Development Laboratories, 1961. May, No 2.
- [19] *Ullmann, F.*: Enzyklopädie der technischen Chemie 2. Auflage, 7. Band, Mörtelstoffe, Berlin, 1931.
- [20] *Talabér, J.*: Cementipari kézikönyv. Budapest, 1966. Műszaki Könyvkiadó.

*Reichard Ernő*: A cementkémia fejlődésének története.

*Эрно Рэ́йхард*: История развития химии цементов

*Reichard, Ernő*: Die Geschichte der Entwicklung der Zementchemie.

*Reichard, Ernő*: The History of the Development of Cement Chemistry.

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



# Az új szilikátipari üzemek helyének megválasztásánál figyelembe veendő tényezők

DÉNES JÁNOS  
É. M. Közgazdasági Főosztály

A szilikátipari termékekkel szemben jelentkező rendkívül nagy ütemben fokozódó kereslet szükségessé teszi, hogy a meglévő gyárak rekonstrukciója és bővítése mellett az iparfejlesztési koncepciók új termelő üzemek létesítésével is számoljanak.

Az új gyárak előkészítésének szerves részét képezi azok földrajzi helyének megválasztása (telepítése, illetve helykijelölése). Az ez irányú döntések legtöbbször komoly előkészítő munkát igényelnek, mert sok tényező együttes hatása eredményeképpen lehet csak optimális a döntés.

Cikkünkben megkíséreljük ismertetni és elemezni a szilikátipari üzemek helyének megválasztására ható főbb tényezőket, és érzékeltetni a tényezők egymásra hatását. Először a helykiválasztást közvetlenül, majd a helykiválasztást közvetve befolyásoló tényezőket vizsgáljuk meg.

## A helykiválasztást közvetlenül befolyásoló tényezők 1. A nyers-, segéd- és fűtőanyag-ellátás lehetőségei

A szilikátipar nagytömegű nyersanyaggal dolgozik, és az ipar egy része közvetlenül kitermelő jellegű is. Ennek folytán a helyben rendelkezésre álló nyersanyagok mennyisége, fekvése, geológiai viszonyai, minősége, szennyezettsége a telepítési hely megválasztásának alapvető fontosságú tényezője. A téglaiipar, a cementipar, valamint a kő- és kavicsbányászat pl. teljesen kitermelő jellegű vagy kitermelő jellegű üzemeket is magába foglal. Ezeknél az iparágaknál a szakirodalom és a hazai gyakorlat is egyaránt a nyersanyaglelőhelyre vagy annak közvetlen közelébe való telepítését tartja indokoltnak.

A kitermelő üzemrészeket is magukban foglaló iparágaknál a rendelkezésre álló nyersanyagok minőségének (összetételének, szennyezettségének is) nagy jelentősége van. A nyersanyag minősége egyes esetekben meghatározza, hogy az adott iparágához tartozó termékek közül melyek előállítására alkalmas a nyersanyaglelőhely. A téglaiiparban pl. a gyengébb minőségű anyagból csak tömör téglá állítható elő, és csak a kiváló minőségű nyersanyag alkalmas üreges téglafélék valamint tetőfedő cserép gazdaságos előállítására.

Ugyancsak nem közömbös a bányákban a lefedési igény mennyisége és általában a meddő és hasznos kőzet aránya. Műszakilag nem jelent ugyan problémát még a nagyvastagságú meddő rögöké

eltávolítása sem, azonban ilyen esetekben a gyárak üzemeltetési és beruházási költségei jelentős mértékben megemelkednek.

A nyersanyagok szempontjából figyelembe veendő kérdés még a rendelkezésre álló geológiai készlet mennyisége. A szilikátiparhoz tartozó iparágak legnagyobb részénél hazai viszonylatban legalább 25 évre elegendő készlet mellett létesíthető az adott helyen gyár. Ez a határ különféle iparágaknál eltérő, attól függően, hogy mennyi idő alatt történik meg a berendezés műszaki-fizikai elavulása, illetve milyen költséggel jár a berendezések más helyre történő áttelepítése. E megfontolások alapján pl. a cementüzemek telepítésénél általában lényegesen több mint 25 éves készlet rendelkezésre állása szükséges egy beruházás telepítéséhez.

A segédanyagok jelentősége a szilikátiparban viszonylag alárendelt jelentőségű, így azok hatása a telepítési hely megválasztásánál általában elhanyagolható.

Annál nagyobb jelentőségűek a tüzelőanyagok. Mivel a szilikátipari üzemek nagy része jelentős volumenű tüzelőanyagot használ fel, a rendelkezésre álló tüzelőanyag mennyisége és minősége a telepítési hely megválasztásának sokszor alapvető tényezője. Megjegyezzük ugyanakkor, hogy a szilikátiparban az alkalmazható tüzelőanyag-fajta gyakran konvertálható, illetve más tüzelőanyag esetén némileg módosult technológiával előállíthatók egyes termékek. Így pl. cement előállítható olaj, gáz vagy széntüzeléssel; a finomkerámia, az üvegyipar használhat közvetlenül földgázt, illetve saját generátorokban szén elégetése útján termelt generátorgázt.

## 2. A gyár és a felhasználó közötti távolság; a termékek kiszállítása

A termékeknek a gyártól a felhasználóhoz történő továbbítása a szilikátiparban jelentős probléma, mivel a szilikátipar legtöbb iparága a szállítási-igényes gyártási ágak közé tartozik. A hazai viszonyok között egy korszerű téglagyár vagy egy öblös-üvegyár termékeinek a fogyasztóhoz történő eljuttatása nagyságrendileg évente 15 millió tonnák teljesítményt igényel. Ugyanez a mutató a cementgyáraknál 200, a kőbányáknál nagyságrendileg

100 millió tonnák szállítási teljesítményt jelent. A szilikátiparon belül a késztermékek kiszállítása szempontjából kevésbé szállításigényesnek tekinthető a finomkerámia-ipar.

A szilikátipar termékei *műszaki szempontból általában jól szállíthatók*, tehát romlás vagy jelentősebb selejteződés gondos szállítás mellett nem fordul elő. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a megfelelő szállítási mód megválasztása mellett műszaki szempontból a cement, mész, az azbesztcement-termékek, üveg- és finomkerámiai áruk, a kő és kavics nagy távolságra is szállíthatók károsodás nélkül. Egyes építőanyagoknál viszont figyelemmel kell lenni arra, hogy a téli szállítás nehézségekkel jár (pl. kavics). A műszaki szempontokon túlmenően azonban az építőanyagok nagy részének nagyobb távolságra történő szállítása gazdaságossági szempontból gyakran kifogásolható, ezért ezeket a szempontokat az üzemek telepítési helyének megválasztásakor figyelembe kell venni.

### 3. A kapcsolódó közlekedési- és közműberuházások költsége

A szilikátipari üzemek telepítését nagyban befolyásolja a közlekedési vonalak (út, vasút, vízi út) kiépítésének költsége. E szempontoknak azért van különös jelentősége, mivel a szilikátipari termékek jelentősen szállításigényesek. Ezért valamennyi építőanyag-ipari üzemnél kívánatos a közúti bekötés lehetősége is (a vízi út hazai viszonyaink között csak speciális esetekben kerül előtérbe).

A kapcsolódó közlekedési beruházások volumene többek között a telepítési szempontból számításba vett hely környezetének közlekedési viszonyaitól függ. Az egyéb tényezők változatlansága mellett természetesen kedvezőbb az a telepítési hely, ahol a kapcsolódó közlekedési beruházások költsége kisebb. Ez a költség ugyanis általában nem elhanyagolható, mivel ezekre az üzemekre jellemző a lakott területektől távoli település, így figyelembe véve a nagytömegű szállítások miatt az üzemeken belül esetleg kialakítandó rendező pályaudvarokat is, a kapcsolódó közlekedési beruházások volumene az üzem létesítésének összes beruházásaihoz viszonyítva 10%-ot is kitehet (pl. kőbányaszatban).

A kapcsolódó *közműberuházásoknak* a szilikátiparban viszonylag alárendelt szerepe van, mivel a legtöbb iparág nem különösebben vízigényes, és a szennyvízelvezetés illetve derítés költsége sem tesz ki jelentős hányadot a beruházási költségeken belül.

### 4. Beruházási kapcsolatok

A beruházási kapcsolatok a szilikátipari üzemek létesítése esetén általában jelentősek, ezért azok a *telepítésnél mindenképpen számításba veendő*k. Ilyen kapcsolatok akkor szoktak keletkezni, ha az adott helyre, vagy annak közelébe más üzemek is települnek. Ilyenkor mód nyílik ugyanis a közlekedési és közműberuházások, kulturális és igazgatási létesítmények közös megvalósítására. Közismert tény, hogy racionálisabban és lényegesen kisebb fajlagos beruházási költséggel tervezhető ilyen közös létesítmények.

### 5. A munkaerő-ellátás lehetőségei

A szilikátipari üzemek helyének megválasztásánál a munkaerő biztosításával összefüggő kérdések semmiképpen sem hagyhatók figyelmen kívül. A munkaerőkérdés különösen a korszerű nagyüzemek telepítésekor fontos tényező. Ezeknél a gyáraknál a termelékenység ugyan magas, mégis a nagy üzem nagyság miatt *egy telepítési helyen koncentráltan nagy mennyiségű munkaerőre van szükség*.

Az egyéb feltételek változatlansága esetén kedvezőbbnek kell ítélni azt a telepítési helyet, amely esetében a megfelelő számú munkaerő a *helyszínen rendelkezésre áll*. Amennyiben a megfelelő számú munkaerő a helyszínen nem áll rendelkezésre, akkor általában a munkások áttelepítését kell számításba venni. Ez a körülmény azonban a beruházást jelentősen drágítja, ezenkívül sokrétű szociológiai problémát vet fel, amelynek megfelelő megoldása csak nagy anyagi áldozatok árán lehetséges.

A szilikátiparban a női munkaerő foglalkoztatásának lehetőségei általában korlátozottak, azonban a nehéz fizikai munka fokozatos csökkenése a *női munkaerő* jelentősebb igénybevételére módot ad. Jelenleg is viszonylag nagyobb a női munkaerő aránya a finomkerámia- és az üvegiiparban.

A megfelelő munkaerőellátás lehetősége szempontjából nemcsak az adott város vagy falu szabad munkaerőivel számolhatunk. Amennyiben ugyanis az üzem leendő helyének távolabbi környékén szabad munkaerő van és ezek *napenkénti ingáztatása* (a munkahelyre és haza történő utazás) az adott közlekedési viszonyok mellett megoldható, akkor a környék munkaerő-tartalékait is számításba lehet venni az új üzem telepítése esetén.

### 6. Klimatikus viszonyok

Hazánk természeti viszonyai között a klimatikus viszonyok változásának nincs jelentősebb be-

folyása a szilikátipari üzemek telepítésére, bár néha azért ezek a tényezők is szerepet kaphatnak. Ez vonatkozik különösen azokra az iparágakra, ahol a *természeti folyamatok* (szárítás, érlelés) *jelentősebb szerepet játszanak*. Így pl. országon belül némileg eltérő az évi napos vagy fagyos napok száma. Ez csekély mértékben ugyan, de befolyásolja a téglaszárítási idejét, illetve az évi üzemidő hosszát.

#### 7. A környezetre gyakorolt káros hatások

A szilikátipari üzemeknél a környezetre gyakorolt káros hatások szempontjából több olyan tényező van, amely a telepítési hely megválasztásánál figyelembe veendő. Ezek közül legfontosabb a cementgyárak és a kőbányák őrlőüzeméinél jelentkező *porképződés*, amely megfelelő elszívó berendezésekkel csökkenthető ugyan, azonban teljes megszüntetése ez idő szerint még nincs megoldva. További károsító hatást jelent a kőbánya nyitása és a folyamatos kitermelés, amely gyakran kerül szembe *természetvédelmi szempontokkal*. Ilyen megfontolásokból kellett pl. elvetni a Balaton környékén több kitűnő minőségű bazalt-előfordulásra telepíthető bánya megnyitását. Egyes esetekben a szennyvíz is károsodást okozhat a környező vízfolyásokban. Ilyen problémát okozhat a gázgenerátorokkal működő üveg- és finomkerámia-gyárak *szennyvizeinek fenoltól való megtisztítása*, ami nagy anyagi áldozatokat igényel és ez idő szerint műszakilag sem teljesen megoldott. Egyes esetekben problémát okozhat a *meddőanyag tárolása*. A környezetre zavaró hatást jelenthet még a *szállító pályák védelme*, ezek közül is elsősorban a lakott, illetve művelés alatt álló területek felett áthaladó kötélpályák védelme.

#### 8. A terület domborzati viszonyai, talajviszonyok

A telepítés konkrét helyének megválasztására hatással lehetnek a terület domborzati viszonyai, amelyek egyes esetekben költséges földmunkát, illetve gazdaságtalan üzemben belüli szállítási viszonyok kialakulását eredményezhetik. E tényező azonban általában jelentősen csökkenthető az által, ha az üzem tervezett területét akár néhány száz méterrel is áthelyezik. Ez esetben a kérdés hatása az üzem helyének megválasztására minimális.

Némileg befolyásolhatják a helykiválasztást a talaj minőségéből adódó eltérő alapozási követelmények. E kérdés nem tekinthető azonban jelentősnek, mivel a teljes beruházási költségből alapozásra fordított kiadások mindössze 1—2%-os nagyságrendűek. Az ezekben bekövetkező változások tehát jelentős költségkihatással nem járnak,

azonkívül az alapozási viszonyokra is gyakran érvényes az az előbbi állításunk, hogy a telephely kismértékű áthelyezése is jelentősen csökkentheti az alapozási költségeket.

#### 9. Egyéb tényezők

Az előzőekben ismertetett, a telephely-kiválasztásra közvetlenül ható tényezők különféle műszaki gazdasági számításokkal általában számszerűsíthetők, és nagyságuk változásának hatása a beruházási és termelési költségekre többé-kevésbé pontosan lemérhető. Vannak azonban olyan tényezők, amelyeket *számszerűsíteni nem lehet*, viszont figyelembevételük a telephely kiválasztásánál mégis feltétlenül szükséges.

Ezek közül elsősorban a *társadalompolitikai tényezők* jöhetnek számításba. Gyakori eset ugyanis, hogy egyes területeken különféle okokból (pl. a mezőgazdasági munka termelékenysége emelkedik, ugyanakkor az adott vidéken nincs jelentős ipar) viszonylag sok munkaerő szabadul fel. Ilyenkor ez a terület ipartelepítés szempontjából preferálandó még akkor is, ha egyes gazdaságossági tényezők a telepítés ellen szólnak.

Gyakran figyelembe kell venni a telepítési hely megválasztásánál a *hagyományokat*, tehát azt, hogy az adott területen pl. található-e a kérdéses iparágban nagy tapasztalatokkal rendelkező munkásgárda, hogy milyen az adott terület lakosainak általános műszaki kultúrája, stb. Bár ez a tényező többnyire ugyancsak nem számszerűsíthető, mégis egyes esetekben szerepet kaphat a telepítési döntésekben.

#### A helykiválasztást közvetve befolyásoló tényezők

Az eddig ismertetett tényezőkön kívül jelentkezhetnek olyan tényezők is, amelyeket nem nevezhetünk ugyan a helymegválasztás komponenseinek, alakulásuk mégis befolyásolja a helymegválasztást.

Az első ilyen tényező az üzemnagyság, amely a termelési ráfordításokkal függvényeszerű kapcsolatban van. Általában igaz az, hogy *minél nagyobb az üzemnagyság, annál kisebbek a fajlagos termelési ráfordítások*. (Fajlagos termelési ráfordításon a termékegység előállításához szükséges folyamatos költségek és a termékegység előállításához szükséges eszközkötés összegét értjük.) Ez az összefüggés nemcsak a fajlagos termelési ráfordítások együttes összegére érvényes, hanem külön is érvényes az egyszeri és a folyamatos ráfordításokra.

Az üzemnagyság és a termelési ráfordítások közötti összefüggéshez lényegében hasonló módon

jelenkezik a *termelési ráfordítások és a specializáció foka közötti összefüggés.*

*A specializáció mértéke, az üzem nagyság és a technológia között igen bonyolult összefüggések állnak fenn és az említett tényezők reális tartományain belül nagyszámú kombináció képzelhető el.* Ha pl. feltételezzük, hogy egy adott iparágon belül 6 termékcsoport van, minden termékcsoport 4 féle nagyságú üzemben 3—3 féle technológiai rendszerben állítható elő, akkor ezekből az elemekből milliós nagyságrendű üzemkombináció lehetséges. E variánsok mindegyikéhez más-más termelési és beruházási költség tartozik. Ugyanakkor azonban a variánsok mindegyike más-más vonatkozásban függ össze a szilikátipari üzemek hely kiválasztását közvetlenül befolyásoló tényezőkkel.

A felsorolt három tényező — az üzem nagyság, a specializáció és a technológia ugyanis nemcsak egymással van bonyolult kölcsönhatásban, hanem kihat a helymegválasztásra is, mivel a tényezők számszerűsített mutatói a különféle földrajzi helyeken eltérően alakulnak.

Így az *üzem nagyság* elsősorban a termék-kiszállítási költségeket befolyásolja. Egyértelmű, hogy a nagyobb üzem nagyságához nagyobb kiszállítási átlagtávolság, tehát nagyobb kiszállítási átlagköltség tartozik. Egy adott helyre telepített cementgyárból például 1 millió tonnás termelés esetén 150 km-es átlagos szállítási távolságra szállítják el a cementet; 1,5 millió tonnás üzem nagyság esetén ez a táv nagyobb, például 180 km. Ha a cementművet az ország más részébe telepítjük, olyan helyre, ahol a környéken az 1 km<sup>2</sup>-re jutó átlagos cementfogyasztás alacsonyabb, 1 millió tonnás termelés esetén 200 km-es, 1,5 millió tonnás termelés esetén 240 km-es kiszállítási távolság adódik. Egyértelmű tehát az üzem nagyság és a telepítési hely megválasztása közötti összefüggés.

A *specializáció* kérdését illetően hasonlóak az összefüggések. Azáltal, hogy a megfelelő minőségű

agyagvagyonnal rendelkező téglagyárak fokozott mértékben rátérnek az üreges téglafélék gyártására, a gyárak egyrésze főleg üres árut, másik része pedig tömör árut gyárt. Ez a körülmény nyilvánvalóan növeli a termék kiszállítási távolságát.

Ugyancsak nyilvánvaló a *technológia* és a hely megválasztásra közvetlenül ható tényezők közötti kapcsolat. Egy adott nyersanyag-előfordulás az egyik technológia szempontjából megfelelő, a másik technológia szempontjából nem, tehát az üzem technológiája és az adott földrajzi hely között bizonyos kényszerkapcsolat alakulhat ki. Hasonló kényszerkapcsolatot hozhat létre a technológia és a telepítési hely között a fűtőanyag is. A síkűveggyártásban a korszerű Pittsburgh-technológia elsősorban földgáz- vagy olajtüzelés esetén alkalmazható. Ha a kiválasztott telephely közelében ezek az energiahordozók nem állnak rendelkezésre, vagy a technológia rendszert célszerű megváltoztatni, vagy a számításba vett telephelyet kell elvetni.

\*

A fenti fejtegetések arra mutatnak, hogy a szilikátipari üzemek helyének megválasztását igen sok tényező befolyásolja. Olyan esetekben, amikor a tényezők száma igen nagy, a tényezők között kölcsönhatás áll fenn és az egyes tényezők tág határok között változhatnak, az optimum hagyományos számítási módszerekkel nem állapítható meg, de még az optimum irányába vezető tendenciák sem. *Ilyen típusú döntések ezért csak korszerű matematikai módszerek és rendszerint számítógép igénybevételével* alapozhatók meg, illetve optimalizálhatók.

Dénes János: Új szilikátipari üzemek helyének megválasztása

Янош Денэш: Выбор размещения новых заводов силикатной промышленности.

Dénes, János: Anlegung neuer silikattechnischen Betriebe.

Dénes, János: How to Situate new Factories in the Silicate Industry.

## Egyesületi élet

A szilikátipar is egyre nagyobb érdeklődést tanúsít a földgáz-felhasználás és az ezzel kapcsolatos tüzeléstechnikai kérdések iránt. Ennek megfelelően Egyesületünk programjában is nagyobb helyet kapnak az ilyen jellegű témák.

Március 8-án a Tűzállóanyag-szakcsoport rendezésében a Magnezitipari Művek előadói számoltak be iparuk földgáztüzeléssel kapcsolatos tapasztalatairól. Az előadások igen nagy értéke, különösen az üzemi tapasztalatokkal még nem rendelkező kollegák számára, az volt, hogy nemcsak a kimondottan műszaki jellegű kérdésekkel, hanem a gázbevezetés és felhasználás engedélyezési és szerződés-kötési eljárásaival is jelentőségüknek megfelelő mélységig foglalkoztak. Az előadók ismertették a felmerült biztonság

ságttechnikai, műszeres ellenőrzési, beállítási és technológiai kérdéseket is. Tapasztalataik értékét növeli, hogy körkemencés üzemből megvalósítottak alsó- és felsőtüzelést is, és alagút kemencés üzemet is állítottak már át földgáztüzelésre. A gazdaságos üzemvitel szempontjából nagyon nagy jelentőséggel bír a pontos mennyiségi felhasználás tervezése, mert a kőbérrek mind a felül-, mind az alulfogyasztásra igen jelentősek.

Az előadásokból kiderült, hogy bár vannak olyan problémák, melyek minden iparágban egyformán jelentkeznek, sok kérdést mégis minden iparágunk magának kell kísérletek útján tisztázni.

Az elhangzott előadásokat igen értékesen egészítette ki a hozzászólások, többek között a KGM TÜKI képviselője, aki ismertette az általuk alagút kemencékre kialakított felsőtüzeléses égetőkamrás eljárást.

L. I.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület központi energiagazdálkodási munkabizottsága 1967. március 22.-én energiagazdálkodási klubnapot rendezett a szilikátipar energiahelyzete várható alakulásának megbeszélésére. A klubdelután dr. Talabér József főtitkár nyitotta meg. A tüzeléstechnika alapösszefüggéseinek tükrében rávilágított a szilikátiparnak a tüzelőanyagokkal kapcsolatos minőségi igényeire. Hangsúlyozta, hogy a szilikátipar nemcsak követelményeket támaszt a tüzelőanyagok minőségét illetően, hanem a jobb minőségű tüzelőanyagokat jobb hatásfokkal, kedvezőbb fajlagos értékekkel hasznosítja. A szilikátipar mennyiségi fejlesztése nem jelent energiaigényében is azonos arányú növekedést. Ez a jobb minőségű tüzelőanyagokra való fokozott áttérés lehetőségéből adódik. Indokolt tehát, hogy a megváltozott országos energiabázis keretein belül a szilikátipar is megkaphassa azokat a tüzelőanyagfajtákat, amelyekre termékei minőségének megjavításához és fajlagos hőfelhasználásának csökkentéséhez szüksége van.

Makoldi Mihály, a központi energiagazdálkodási munkabizottság vezetője, „A szilikátipar energiahelyzetének várható alakulása” című előadásában átfogó képet adott a szilikátipar ama részének energiahelyzetéről, melynek felügyelete az Építésügyi Minisztérium hatáskörébe tartozik.

Megállapította, hogy nincs akadálya a szilikátipar génei teljesítésének. Az ország energiahelyzete lehetővé teszi, hogy a szilikátipar új, nagy beruházásait szénhidrogénbázison lehessen megvalósítani. Iparáganként ismertette a fajlagos hőfelhasználásban várható javulás mértékét, ami legszembetűnőbbben a cementiparban jelentkezik. Kimutatta a szilikátipar együttes energiaigényét 1965-től 1980-ig. Végül rámutatott a szilikátipar energiagazdálkodásának különleges feladataira.

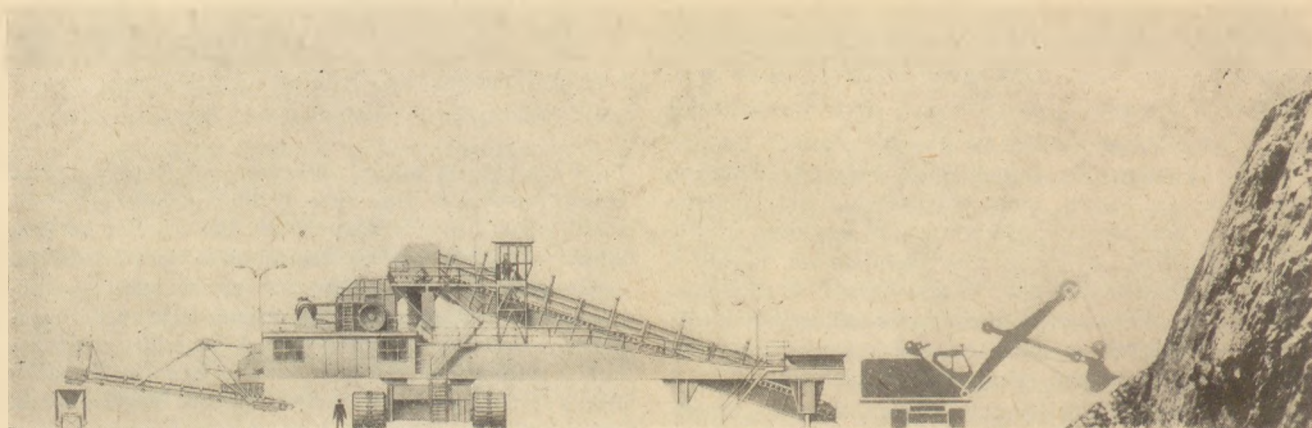
Az előadást követő viták során Vajay László a III. ötéves tervben bevezetésre kerülő új energiuhordozók közül kiemelte a PB-gázt, és megállapította, hogy az a szilikátiparban kisebb jelentőségű mint a földgáz és az olaj. A PB-gázra mindenképp a kommunális energiaellátásban van szükség. — Németh Miklós a szénminőség javításának lehetőségét vizsgálta a cementipar szempontjából, valamint a szénminőség kihatását a cementipar fajlagos hőfelhasználására. Megemlítette a földgáz felhasználásának lehetőségét két meglévő cement- és mészműben. — Nagy Ernő foglalkozott a műszáritók alkalmazásával a téglá- és cserépiparban. Rámutatott arra, hogy a műszáritás szükségszerűen növeli a fajlagos hőfelhasználást. A korszerű téglagyártás azonban kényszerűen a műszáritást igényli, amit a folyamatos gyártás elérése, a fokozott gépesítés és automatizálás megvalósítása indokol. — Török László ismertette a PB-gáz használatának bevezetését a herendi porcelángyárban, és rámutatott a távlati elképzelésekre. Ismertetett egy megvalósítás alatt levő földgázátvevő és szabályozó állomást. — Fekete Zoltán a parádi üvegyár generátorgázzal olajra való átállításáról számolt be. — Sztankovics

Tibor a kőbányák változó villamosáramfelvételének gyakorlati problémáit ismertette. Különös nehézséget jelent a megbízható mérés, adatfelvétel. Cél a széles határok között változó terhelések kiegyenlítése, ami beruházási és energiagazdálkodási előnyöket eredményez. — Híbbey Levente kifejtette az energiafelhasználás várható alakulása felmérésének fontosságát. Elismerőleg nyilatkozott a szilikátipar ezirányú tevékenységéről. Ezen az úton a statisztikai becslés helyét műszaki megfontolások egészíthetik ki. Kiemelte a technológiai hatások és a tüzelőanyag minősége közötti összefüggés kimunkálásának fontosságát. — Kakassy Gyula a téglaiipar energetikai problémáit értékelte. Megemlítette, hogy egyesek felfogásával ellentétben áll az iparág felfogása. Vannak akik azt állítják, hogy a téglá- és cserépiparnak szükség-szerűen szénbázison kell maradnia. Véleménye szerint a téglaiipar sem nélkülözheti a szénhidrogének szélesebb körű felhasználását. Ez a gyártás gépesítésével, automatizálásával van szoros összefüggésben. — Varga Imre nemkülönben a téglaiipar vonatkozásában foglalkozott a műszáritás energetikai hátrányával, és megvizsgálásra javasolta a téglagyári kishőmérsékletű hőigény kielégítését a szomszédos üzemek hulladékfőjéből. — Makoldi elnök záró szavában megemlítette az Építésügyi Minisztériumnak azt a szándékát, hogy a szilikátipar energetikai kérdésének szélesebbkörű megvitatására ankétot hív össze. Ezen kívánja részletesen ismertetni a 7. célprogrambizottság által kidolgozott fejlesztési koncepcióit.

A Kö-karics Szakosztály március havi összejövetelét az iparág ügyviteli szervezetének áttekintésére fordította. Turján Béla „Az adatfeldolgozás gépesítésének helyzete a kőbányászatban, az információs rendszer és annak felhasználási lehetőségei” címen foglalta össze azokat az alapfogalmakat, amelyek a fejlett ügyvitel elméleti megértéséhez szükségesek, azokat a speciális szervezési szükségleteket, amelyek az iparágban felmerülnek, valamint a szakmai ügyvitel gépesítésének irányelveit is. Részletesebben tárta fel az iparágban mintegy másfél évvel ezelőtt bevezetett Hollerit-rendszerű anyagkönyvelés kezdeti nehézségeit és eddig elért biztató eredményeit. Végül az 1968. évben bevezetésre kerülő új árrendszerrel adott nagyvonalú ismertetést.

Az előadáshoz Simon Jenő szakosztályvezető nyújtott olyan magyarázatokat, amelyek a hallgatóság műszaki képzettségű tagjai részére a felvetett kérdéseket közelebb hozták.

A hozzászólók többnyire egyes ügyviteli funkciók helyes végrehajtásának módjára vonatkozó kérdéseket tettek fel, vagy a Hollerit-rendszerrel kapcsolatban szerzett tapasztalatokról referáltak. Vajda László (Tröszt) egyebek között az Angliában szokásos szervisz-rendszerrel emlékezett meg, ami a termelő vállalatokat mentesíti a gépkarbantartási munkáktól és a tartalékalkatrészek beszerzési és tárolási gondjaitól. Az É. M. Kavics-termelő Vállalatnak az előadáson csaknem teljes létszámban megjelent vezetősége: Csala Kálmán, Szokolai



1. ábra

Sándor, Tóth Károly, Laczik Imre és Mártonyi László, számos olyan tényről számolt be, amely az anyagkönyvelés végrehajtott gépesítését — legalább a gyors áttekintés és a költségesség szempontjából — hátrányosabbnak tüntette fel, mint amilyen a vállalat régi, de jól kifejlesztett és kézben tartott rendszere volt. A vállalat részére sürgősebb lett volna a számlázás gépesítése.

Az előző részletes és a felvetett kérdések mélyére mutató válaszai után a hallgatóság azzal a meggyőződéssel távozott, hogy az iparág termelésének nagyfokú gépesítése elkerülhetetlenné teszi ugyan az ügyvitel gépesítését is, de ennek a szakmai vállalatok közepes vagy kisebb jellegének megfelelő szinten kell megtörténnie.

E. I.

A *Kő-karics Szakosztály* április 13-i klubdélutánján Dr. Ing. R. Schmidt és Dipl. Ing. Blume ismertették a VEB Schwermaschinenbau Ernst Thälmann, Magdeburg (NDK) által kifejlesztett kőbányászati aprítógépeket és mobil köfeldolgozó berendezéseket. A gyár — régebben Krupp-Grusonwerke néven — száz év óta foglalkozik nehézgépgyártással és jelenleg mintegy 13 000 fő létszámmal öt iparág részére szállít. A kőbányászat részére nagyméretű pofás- és kúpos-törőket állít elő  $3000 \text{ kg/cm}^2$  maximális törőszilárdságú kőzetek aprítására. Előnyben részesíti a kúpos törőket, mert üzemeltetésük alkalmasabb az automatizálásra, töretük kubikus alakja növelhető és aprítási fokát is sikerült 5/1-ről 7/1-re növelni, a teljesítmény csökkenése nélkül.



2. ábra

A gyár által szállított kőbányaipari gépek 1 millió m<sup>3</sup>/év teljesítményű üzemsema kielégítésére szolgálnak. Kisebbségi szilárdságú kőzetek (mész, dolomit stb.) aprítására a pófástörők munkamódszeréhez hasonlóan dolgozó, meredek nyílású körtöröket (Steilkegelbrecher) gyártanak. Utántörésre mindig körtöröket hoznak javaslatba.

A gyár kutató-fejlesztő csoportja új utakat keres a kőbányák technológiájának fejlesztésére. A csoport munkájának eredményeképpen olyan mobil — önjáró vagy szállítható — köfeldolgozó berendezéseket állítottak elő, amelyek — főleg szállítási költségek megtakarítása útján — mintegy 50%-kal csökkentik az osztályozott zúzottkő önköltségét.

Az előadók vetített képeken bemutatták a gyár nehéz előosztályozó- és mosógépeit, elemekből összerakható, négy, esetleg öt frakciót előállító osztályozó-berendezéseit és egy a bányafronttal párhuzamosan járó, 45 m hosszú kombinált szállító- és előtörő-konstrukcióját, amellyel kiküszöbölhetővé teszik a bányaudvari dumperszállítást. Ezt az érdekes megoldású gépet, amelyet mindössze két fő kezel, az 1. ábra szemlélteti. A

4,5 m<sup>3</sup>-es hegybontó óránként 550—600 tonna, 1000 mm élhosszig terjedő mészkövet etet a gép hegyfelőli bunkerébe, amelyből nehéz szállítószalag adagol az 1600 × 2000 mm-es röpítő-törőbe. Az aprítás 0/120 mm szem-nagyságra történik, mintegy 8% túlfolyóval. A töretet félkörben elfordítható szalag adja át az osztályozóra hordó szalagnak. A 420 tonna súlyú berendezést három hatalmas láncaltpas járómű hordja és mintegy 6 m/perc sebességgel mozgatja. A 2. ábrán a rüdersdorfi cementgyár (NDK) mészkőbányájában üzemelő egyik gép látható.

Az érdeklődéssel hallgatott előadás után *Bálint Tibor* (SZIKKTI), *Csala Kálmán* és *Huber László* (Kavicsbánya V.), *Ferenczy Pál* (Tröszt), *Nagy Egon* (BVGFTI) és *László József* (SZIKKTI) tettek megjegyzéseket az előadottakra, és számos, részletekbe menő kérdést adtak fel, amelyekre az előadók kimerítően választottak. A kétirányú fordítás sokszor igen nehéz, német és magyar nyelven egyaránt nagy szakmai szókinccsel igénylő munkáját *Budaméry László* és *Bálint Tibor* látták el. A hallgatóság elismerését az elnöklő *Simon Jenő* szakosztályvezető tolmácsolta az előadóknak. *E. I.*

## **Önköltségét csökkenteni, termelékenységét növelni akarja?**

Rendeljen

# **méretre szabott fűrészárut az ERDÉRT Vállalattól!**



**KEDVEZŐ SZÁLLÍTÁSI FELTÉTELEK!  
KÉRÉSRE AJÁNLATTÉTEL!**

cím:

**ERDÉRT Termelés és Technológia  
Budapest V., Akadémia utca 3**

**Cement**

1966. 4. sz.

**Brjuhanov, A.: Fejtési szintek kialakítása ferde kőzetdőlésnél, nagylyukú robbantással**

A „Proletarij” cementgyár kőbányájában 1961-ben bevezették a fejtési szintek nagylyukú robbantással való kialakításának módszerét ferde kőzetdőlés esetén. A fűrőlyukakat KUB-20-2<sup>M</sup> típusú, 200 mm-es átmérőjű fűrőbetéttel alakították ki. A fűrőlyukak egymástól való távolság 12—14 m. A fűrőbetét-átmérő megnövelésével az 1 m furatra eső kőzetkitermelést 67 m<sup>3</sup>-ról 173 m<sup>3</sup>-re, az 1 műszak alatti termelést 1072 m<sup>3</sup>-ról 1990 m<sup>3</sup>-re sikerült növelni, így lehetővé vált a kétműszakos üzembről egynűszakos üzemre való áttérés.

**Volkov, Sz.—Versinina, N.: 3 × 14 m-es szeparátoros malmok üzemeltetési tapasztalatai** (p. 20—21, á. 2.)

A szeparátoros golyósmalmok előnye a nyílt ciklusú malmokkal szemben, hogy nagyobb termelékenységűek, könnyebben állíthatók különböző őrlésfinomságú anyagok őrlésére. A Ribnick-i 3 × 14 m-es, 4 m átmérőjű szeparátorral ellátott, 17/perc fordulátú malmot a Juzsgiprocement tervei alapján automatizálták. Az irányítást az első kamra tányeradagoló állásának, a kamraközti válaszfalak suber nyílásának és a késztermék elhordó elevátorsebességének elektroakusztikus szabályozása útján hajtották végre. 400-as cementből 41,2—45,5, 500-asból 36,2—38,6 t/ó mennyiséget tudnak előállítani, az elektromos energiafelhasználást pedig 6,4%-kal csökkentették.

**Cement**

1966. 5. sz.

**Rojak, Sz.—Zlotszkij, M.: A cement szemcseösszetételének szabályozása nyílt ciklusú malmokban való őrlésnél** (p. 9—11, t. 3, b: 7.)

A cement szemszerkezetének nem minden tartománya jellemezhető a Rosin—Ramler összefüggéssel, így két adat helyett négy szükséges a szemszerkezeti összetétel megadásához. A szemszerkezeti összetétel változtatásakor a Rosin—Ramler képlet „n” kitevője változik. Értékének csökkenésekor nő a fajlagos felület és a 008-as szítamaradék, és csökken a közepes szemcsefrakciók mennyisége. „n<sub>1</sub>” értéke a golyóütések számával nő, és egy ütés energiájának növekedésével csökken. Így a golyók méretének változtatása alkalmas a szemcseösszetétel szabályozására. Nagy „n<sub>1</sub>”, azaz kis fajlagos felület és 008-as szítamaradék minimális kis „n<sub>1</sub>”, azaz nagy fajlagos felület és nagyobb 008-as szítamaradék közepes golyómérettel biztosítható. A nagy „n<sub>1</sub>” esetében a cementek nagy kezdőszilárdságúak, kis „n<sub>1</sub>” esetén nagy

utószilárdságúak. Nagy „n<sub>1</sub>”-érték esetén nagyobb a cementek vízzérékenysége is.

**P. Jucev, V.—Ragozin, V.: Titántartalmú kohósalak felhasználása nyersliszt-komponensként** (p. 11—12, t: 3, b: 7.)

Nizsne—Tagilszkban nagy mennyiségű, titánt tartalmazó kohósalak halmozódott fel. Mivel kis aktivitása miatt hidraulikus kiegészítőanyagként nem használható fel, kísérleteket folytattak nyersliszt-komponensként való felhasználására. A nyersliszt összetételének számításánál 3 CaO·2TiO<sub>2</sub> vegyület képződésével számoltak, azaz a telítésiindex-képletben a TiO<sub>2</sub> koefficiense 1,05. A laboratóriumi kemencében végzett mészfelvételi vizsgálatok a titán mineralizáló képességét bizonyították. Hatására nőtt az alítmennyiség és a kristályméret, javult a klinker kristályossága is. A fizikai cementvizsgálatok 3 és 28 napos korra 10—20% szilárdságnövekedést mutatnak. A szerkesztőség megjegyzése szerint a titántartalom hatására javult a klinker őrlhetősége is. Mivel az égetési kísérleteket ellenőrzésképpen közönséges kohósalakkal is elvégezték, és ennél a fenti változásokat nem tapasztalták, a kedvező eredményt kétségkívül a titántartalom okozza.

**Sziavenszkij, A.—Pol’ Juceva, I.: A esőmalom optimális üzemeltetése** (p. 12—13, á. 4.)

Golyóval történő őrléskor 33%-os malomtöltési fok és 90%-os viszonylagos malomfordulat, cilpebszszel történő őrléskor ugyanilyen töltési-fok és 85%-os malomfordulat az optimális a malom termelése szempontjából. Az optimális értékek beállításával laboratóriumi kísérletek szerint a szokásos adatokhoz viszonyítva (22% és 73%) 60%-os teljesítménynövekedés is elérhető. Többkamrás malom esetén célszerű a malomfordulatot 85%-os értékre beállítani, mert bár a golyóval töltött kamrák teljesítménye a 90%-os fordulathoz képest 4%-kal csökken, kisebb hibát követünk el mintha 90%-ra történne a beállítás, akkor ugyanis a cilpebszszel töltött kamra teljesítménye 15%-kal csökken. Mivel az üzemekben általában 26—30%-os töltési fokkal, és 75%-os viszonylagos malomfordulattal dolgoznak, az optimum beállítása esetén simabélésű malmoknál mintegy 20—25% teljesítménynövekedésre számíthatunk.

**Drabkin, G.—Kalugin, Jn.: Japán cementgyárak** (p. 13—14.)

Több japán cementgyárban alkalmaznak elektronikus számítógépet az üzem irányításához. A különböző mérőhelyeken mért adatokat központi irányítóasztalhoz tovább-

bítják. Dolgoztak ki készüléket darabos és por-anyagok mennyiségének mérésére is. Az iszapnedvesseget radioaktivitás-méréssel határozzák meg. Az zsugorítózőna hőmérsékletének mérésére pirométereket használnak. Mennyiségi röntgenanalízissel határozzák meg az iszap Al<sub>2</sub>T<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmát. A röntgenkészülékek belső standarddal dolgoznak. A mérési adatok alapján elektronikus számítógép segítségével irányított automatikus szalagmérlegek állítják be az optimális értékeket. Az egyik ilyen cementgyár a nagyfokú automatizálás következtében mindössze 144 fővel dolgozik, melyből 100 a fizikai munkás.

**Laurent, Ev, V.: A Szovjetunió legrégebb cementgyára** (p. 18.)

A rigai cementgyár a Sz.U. legrégebb cementgyára, 1866-ban épült. 1905—1907. között az üzemet teljesen rekonstruálták, az I. világháború alatt leszerelték, és csak 1921-ben kezdte el újra a termelést. 1930. évi termelése 63,3 ezer to volt. Lettország Szovjetunióhoz való csatlakozása után fejlődésnek indult, amit a II. világháború akadályozott meg. 1945-ben már újra termelt az üzem. Termelése 1946 és 1960 között 47,5 ezerről 211,9 ezer tonnára nőtt. 1965-ben a Giprocement tervei alapján rekonstruálták, mely után termelése 251 ezer to. Az üzem műszaki színvonalát bizonyítja, hogy számos alapvető fontosságú üzemi kísérlet és műszaki újdonság bevezetésének színtere. Így az Sz.U.-ban először itt állapították meg az anyag forgókemencén való áthaladási sebességét, és a porkepződési helyeket radioaktívan jelzett atomok segítségével. Az elektrofiltereket, forgókemencék és cementmalomok munkáját automatizálták. Kísérleteket végeztek az elektrofilter-por lánconába való visszavezetésére, mineralizátorokat, őrlést elősegítő adalékanyagokat alkalmaznak.

**Tandilova, K. és társai: Szulfátálló puceolán-cement vízépítési célokra** (p. 19, t: 1, b: 2.)

Grúziában igen gyakoriak a nagy szulfátartalmú vizek, ezért igen lényeges a szulfátálló cement gyártása. A Kaszpszk-i cementgyár nyersanyagadottságai olyanok, hogy csak 14—15% C<sub>3</sub>A tartalmú klinker állítható belőle elő, holott a GOSZT-960-41 szerint a szulfátálló cementben csak 14—15% C<sub>3</sub>A engedhető meg. Az iszapkorrigálása céljából 1—2% pirítörkölt adagoltak, így sikerült 42—50% C<sub>3</sub>S és 6—9% C<sub>3</sub>A-t tartalmazó klinkert előállítani. A klinkerhez hidraulikus adalékként 30—35% Anijszk-i horzszakövet adagoltak. A célra megfelelőnek bizonyult még a tedzamszki fufa, és az ulzsamszki



spongolit is. Az így nyert cement a szulfátállósági követelményeket kielégítette.

*Platonov, V.*—*Faermark, Sz.*: Hidraulikus támasz alkalmazása forgókemencéknél (p. 20—21, á: 1.)

A forgókemence görgőinek egyetlen kopása következtében mintegy 200 Mp erő léphet fel a tengely mentén, amely komoly deformációkat okozhat. Ez a jelenség kiküszöbölhető a kemence tengelyével párhuzamosan elhelyezkedő 5,8/4,8/5,3×175 m méretű, hidraulikus támasz alkalmazásával. Ennek irányítása történhet automatikusan is. Acésszki üzemi tapasztalatok szerint a kemencetengely módosításának nehéz munkája kiküszöbölhető, 3—5 hónapos használat után kopás nem jelentkezett, az egyetlenesebb üzemmenet következtében 10—15% elektromos energia volt megtakarítható. Alkalmazása lehetővé teszi az alapozás, és a görgők méretének csökkentését is.

*Verics, E.*—*Paramonov, V.*: A esőmalomkamraközi válaszfalain és a malomvégi zárófalon levő rácsréseinek célszerű formája (p. 21—22, b: 2.)

A malomelszívás mértéke nagymértékben befolyásolja a termelékenységét. Az optimális érték kialakítása hosszabb időn keresztül általában nem lehetséges, mivel a kamraközi válaszfalakon és a zárófalon levő nyílások az őrlőtestek és az anyag mozgása következtében deformálódnak. A Juzsgipro cementben 2,6×13 m-es malomokon megvizsgálták, hogy a különböző résformák közül melyek szenvednek a legkevesebb károsodást. Közlik az optimálisnak talált rész pontos rajzát. Az új résforma kialakításával három cementmalomnál egy év alatt 100 ezer rubel megtakarítás érhető el.

*Mal'gin, A.*—*Residov, I.*: A poreltávolítás hatásokat növelő elektrofilterek korszerűsítése (p. 22—23, á: 2.)

A horizontális elektrofilterek a nem megfelelő konstrukció és az elavult feszültség szabályozó rendszer miatt nem működtek kielégítően. Ezért a NIIOGAZ és a NIIC ement közös kísérleteket folytattak, elsősorban az elektróda-konstrukció kialakítása érdekében. Laboratóriumi és félüzemi kísérleteik igazolták, hogy éles szögletektől mentes elektródaalak szükséges, legjobban a „C”-alakú vált be. A szerebjakovszki cementgyárban a korszerűtlen egyenirányító kicserélése 4—5%-os javulást eredményezett. A nikolajevszki modernizálás során „C”-alakú elektrofiltereket szereltek fel, szuronyszerű koronaelektrodák helyett saktáblaszerűen elhelyezett tűszerű elektrofiltereket helyeztek a gázáramba, kicserélték az egyenirányítót, megváltoztatták a poreltávolítás módját. Ezek hatására

a bunkerből eltávolított por mennyisége óránként 305 kg-ról 505 kg-ra nőtt, a portalanítás hatásfoka 98,7%-os.

### Cement-Wapno-Gips

1966. 6. sz.

*Konapski, K.*: A forgókemencék tengelyvonalának ellenőrzése (p. 153—158, á: 10, b: 6.)

A forgókemencék tengelyvonalának geometriai egyenességét geodéziai mérőműszerekkel lehet megállapítani. Az ellenőrzés két lépcsőből áll: a vizsgált kemence függőleges, illetőleg vízszintes vetületének vizsgálatából.

### Cement-Wapno-Gips

1966. 8—9. sz.

*Ziobron, W.*: Kötőanyagok minőségének statisztikai ellenőrzése (p. 231—235, á: 2.)

A statisztikai minőségellenőrzés tartománya. Összefüggés az „anyagösszmassza” és „próbatest” kifejezés között. Teljes vizsgálatok végzésének szükségessége. A szűrőpróbákkal szemben támasztott követelmények. A szűrőpróbák és paraméterek.

### Ogenupori

1966. 8. sz.

*Beluha, P. G.*: A samott minőségének javítása és a forgókemencék teljesítményének fokozása (p. 4—7, á: 1, t: 4.)

A nyers, darabos kaolin forgókemencékben való égetésekor porréteg képződik. A füstgázok által felvett szállópor eléri a 28—29%-ot. Nagy vízfelvételi samott képződik és túlsúlyban vannak a finom frakciók. A kemence gyakran leáll, átégés lép fel, a bélés idő előtt elkopik és terven felüli javítások válnak szükségessé. Minden kaolinfajta előkészítésére és briketelésére olyan módszer kidolgozása szükséges, amelynél peptizáló adalékot visznek be a zsugorodási hőmérséklet és a szállópor csökkentésére. Ezzel a módszerrel fokozható lenne a forgókemencék működése nagy hőmérsékletű üzemmód mellett is.

*Gozenbuk, L. G.*—*Kszendzovszkij, V. R.*: Az alagútkemence hőüzemének automatikus szabályozása (p. 13—20, á: 4, b: 4.)

A tűzállóanyagok égetésére alkalmazott alagútkemencék hőüzemének komplex automatizálási rendszere a hőmérsékletnek a levegő és a fűtőanyag-fogyasztás arányának és a megadott serodinamikai viszonyok fenntartásának automatikus szabályozására szolgáló szerkezeti részcsoportokból áll. E rendszer bevezetésével növelhető a kemence teljesítmény, csökkenthető a fajlagos fűtőanyagfogyasztás, javítható az égetendő termék minősége, a kemence könnyen átalítható egyik égetési üzemmódról a másikra, és megkönnyíthető a kezelő személyzet munkája.

*Szevrikov, A. V.*—*Beluha, V. P.*: Földgáz alkalmazása a kaolin samottú való égetésére (p. 20—22, á: 2, t: 2.)  
Egy samottüzemben a forgókemence-részleget 1965-ben átállították az olajfűtésről gázfűtésre. A terveknek megfelelően az üzemben gázsabályozó állomást létesítettek. A kétvezetékű égők helyett egyszatornás égőket szereltek be. A kaolinégetés hőmérséklete 1550° az átlagos gázfogyasztás 1870 m<sup>3</sup>/óra, a gáznyomás a szabályozó előtt 3 atm. A levegőadagolás egyrészt ventilátorral, másrészt a kemencében légüreges tér létrehozásával történik. A primerlevegő-fogyasztás 4700—5900 m<sup>3</sup>/ó. A levegőnyomása az égő előtt 150 mm vízoszlop. Az átállítás következtében a samott minősége nem romlott.

*Zusakov, Sz. M.*—*Aszpandjarova, Sz. G.*: A kimperszajszki érekből savakkal kiválasztott krómspinellidek összetétele és tulajdonságai (p. 29—26, á: 7, b: 26.)

Kazahsztán 6 új lelőhelyének éreibeől savakkal kiválasztott kimperszajszki krómspinellidek elemi cellájának összetételeit, tulajdonságait és felépítését vizsgálták. A krómspinellidek kémiai összetétele viszonylag állandó, és a 0,9—1,2 közötti R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:RO arány mellett megközelíti a sztöchiometriát. Olvadáspontjuk 2050—2060° — A tűzállóanyag gyártás értékes nyersanyagaként tarthatók számon. Közönséges kristályos spinell-szerkezetük van.

*Sztrelov, K. K.*—*Szürejszcsikov, Ju. D.*: A magnezitkromit-tégla vizsgálata alagútkemence boltozatában való felhasználás után (p. 36—41, á: 9, b: 4.)

Állandó hőmérsékleti viszonyok között (1700°) és oxidáló gázközegben beépített magnezitkromit-tégla használata közben a benne képződött könnyen olvadó olvadékok a hidegebb részekre vándorolnak és tömör szilikát-vas-alzónát alkotnak. Az olvadékok vándorlásának mechanizmusa kapilláris jellegű. A periklásznak a téglá meleg végéhez közel fekvő alzónákban való kikristályosodását a pórusok kovalenscenciája kíséri. Az olvadékoknak a póruscatornában való mozgásával a pórusok falainak korróziója jár együtt.

*Uszi'Jancev, V. M.*—*Besszonov, A. F.*—*Beszpanjatnuh, Sz. G.*: Fázisátalakulások a spinell MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> magnezium-, alumínium- és szilíciumdioxid-keverékekben (p. 42—46, á: 3, t: 2, b: 4.)

Az MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> keverékekben a fázisátalakulások és a reakciókinetika vizsgálatát nagyhőmérsékletű folyamatos röntgenográfiaúval végezték, ami lehetővé tette a felmelegítés és a hűtés idején a fázisösszetétel változásának megfigyelését (polimorf átalakulások, régi vegyületek eltűnése és újak megjelenése, elegykristályok képződése és szétesése).

Degtjareva, E. V.,—Kajnarcskij, I. Sz.,—Tocenko, Sz. B.: A magnézium-spinell és timfölddel alkotott keverékei zsugorodásának és újrakristályosodásának vizsgálata (p. 47—56, á: 12, t: 6, b: 40.)

Az 1750°-on előállított spinell zsugorodása 1200°-on indul meg. Az 1200°-on előállított spinell 1500-fokon kezd zsugorodni. A spinellhez 3% timföld hozzáadása ugyanúgy növeli a spinell zsugorodását, mint kevés spinelladalék a timföld zsugorodását. Az adalékmenyiség növelése a zsugorodást csökkenti. A spinelltimföld-keverékek zsugorodása nagymértékben függ a kiindulási komponensek aktivitásától és a nyers gyártmány formázási módjától. A spinell szintézisének alacsony hőmérséklete és a préselés csökkenti e keverékek zsugorodási fokát. 30% korund bevitelle a spinellkristályok növekedését eredményezi. Ha a korundmenyiség nagyobb, a rendszer kétfázisúvá válik és a spinellkristályok növekedése lassul.

### Ogneuporü

1966. 9. sz.

Bluvstejn, M. N.,—Zukova, Z. K.,—Csicsigin, Ju. V.: Statisztikai módszer a bázikus tűzállóanyagok tulajdonságainak értékelésére (p. 4—9, á: 5, t: 6, b: 15.)

Az „MG-1” és „HM-1” bázikus tűzállóanyagok számára kísérleti úton egyes korrelációs összefüggést állapítottak meg. Ez az összefüggés a gyártmányok roncsolása nélkül meghatározható súly- és hajlítólengés-frekvencia, továbbá a szabványos módszerekkel megállapítható térfogatsúly, porozitás és nyomószilárdság közötti regressziós gyenes egyenletével fejezhető ki. Az ezzel kapcsolatban kapott eredmények alapján a „Magnezit” gyárban hangfrekvenciás módszert vezettek be a minőség ellenőrzésére. Ezzel a módszerrel lényegesen meggyorsítható és olcsóbbá tehető a gyártmányok műbizonylattal való ellátása a munkai gényes próbatest-készítési művelet elhagyása révén a munkaviszonyok megjavíthatók.

Fajnborg, A. D.: A gyanta-dolomit tűzállóanyagok automatikus felrakása a tálcákra (p. 11—14, á: 4.) A termék levételét a présről és automatikus tálcára-rakását a zsdanovi kohászati üzem gyanta-dolomit tűzállóanyag részlegén speciális berendezés végzi, amely tulajdonképpen egy futószalag. Erre helyezik fel az üres tálcákat, amelyeket a négy sorban keresztbe rakott tűzállóanyagokkal megtöltve kerülnek le a futószalagról. A berendezés egy kocsi, amely a tálcák felrakását végzi, a tálcák felrakása után a berendezés feladata két munkafolyamat lebonyolítása: a téglák kötegelése és tálcára felrakása. Ez a berendezés 7,5 t prés-óráteljesítményt biztosít.

Mihajlovszkij, V. D.: A pneumatikus szállítóberendezések működésének biztonsága (p. 15—16, á: 1.)

A tűzállóanyagiparban igen elterjedt a pneumatikus szállítás kamrás pneumatikus szivattyúk alkalmazásával. A szivattyú 6 kp/cm<sup>2</sup> üzemi nyomásra készült, és sűrített levegővel periodikusan tölti be az anyagot a szállító csővezetékbe. Az állandó sűrített levegő-fogyasztást hangfrekvenciás fűvókák vagy szabályozó csapok biztosítják. Bizonyos esetekben nyomásingadozások lépnek fel, amelyeknek megszüntetésére, illetve a nyomás csökkentésére és szabályozására nyomásszabályozót, biztosítószelepet és manométert kell felszerelni. A sűrített levegő nyomásának rendezése által a szállítási folyamat zavartalanul mehet végbe.

Dolgina, G. Z.,—Markevics, E. P.,—Bunina, V. P.: Kárpátaljai dolomitok (p. 16—21, á: 4, t: 8.)

A Kárpátok magasabb hegyein található dolomitok a „Kuzja” szakaszon vett minták elemzése alapján igen nagy tisztaságúak. Kitermelésük külső. Kivételesen jó minőségük miatt — ami abban mutatkozik meg, hogy szilícium-dioxid- és -szeszkvioxid-tartalmuk kicsi — a kohászati jól felhasználhatók. Ez különösen a konverteracél gyártásának fejlesztése és az oxigénkonverterek gyanta-dolomit-magnezit vagy gyanta-dolomit-tűzállóanyaga és belése szempontjából igen fontos. Az ipari dolomitkészletek megállapítására további geológiai kutatásokra van szükség.

Permjakov, A. P.: A nyers magnezit előkészítése égetésre (p. 21—28, á: 3, t: 3, b: 5.)

A magnezit előkészítése égetéshez magában foglalja a magnezit szelektív kitermelését a bányákban és a dúsítást törő-dúsító üzemekben. A szelektív kitermelés lényege a legjobb minőségű magnezitek kiválasztása és a magnezitmassza elválasztása a meddtől. Az előkészítés második szakasza a dúsítás. Ennek hatékonysága nehéz körülményekben az anyag szemcsenyiségétől függ. A 130—40 mm-es frakció jobban dúsítható, mint a 40—15 és a 15—5 mm-es. Az 5—0 mm-es frakció és a másodlagos dolomitot tartalmazó magnezit nem dúsítható.

Min'kov, D. B.,—Oszinceva, O. G.: Az elektromos karbonium-fűtőtestek élettartama (p. 28—31, á: 2, t: 5, b: 4.)

Az elektromos szilíciumkarbid-fűtőtestek élettartama nagy hőmérsékleten a fűtőtest hőmérsékletétől, a felületegységre eső elektromos terheléstől, a kemencék működési módjától, az anyagok tisztaságától, a szilíciumkarbid kristályos szerkezetéből stb. függ. Laboratóriumi vizsgálatokkal megállapították, hogy élettartamukat nagymértékben befolyásolja az elektromos jellemző és az elektromos ellenállás

hőmérsékletváltozásának jellege. Az elektromos ellenállás csökkentésével a fűtőtestek élettartama nő.

Pirogov, A. A.,—Leve, E. N.,—Mirak'jan, M. M.: A léghő hatása a konvertersalakok és a gyanta-magnezit tűzállóanyag közötti kölesönhatásra (p. 43—49, á: 4, t: 3, b: 7.)

A gyanta-magnezit tűzállóanyag és az olvasztott konvertersalakok közötti kölesönhatáskor 1650°-on redukáló közegben a karbonkötőanyag vasoxidok hatására beálló oxidálódása következtében a tűzállóanyag kontaktusövezete dekarbonizálódik, és végbemegy a salak komponenseinek szelektív elnyelődése ebben az övezetben. A kontaktusövezetet komoly mértékben telítik szilikátolvadékok a kis (kettőnél kevesebb) bázikuságú salakokkal kölesönhatásban. A háromnál nagyobb bázikuságú salak gyakorlatilag nem telíti szilikátolvadékokkal a gyantamagnezit-tűzállóanyagot. Oxidáló közegben a tűzállóanyag elnyeli a vas- és mangánoxidokat, így a megmaradt salak szilikátotartalma megnövekszik, a tűzállóanyag kontaktusövezetében pedig másodlagos spinellid képződik.

Lazovszkij, V. A.: Hőmérsékletváltozások a tűzálló falazatban törkrétegzés közben (p. 49—53, a: 3, t: 1, b: 7.)

A kísérleti bélést közönséges, 3—4 atmoszféra nyomású sűrített levegővel működő, injektáló berendezéssel törkrétegztek magnezit törkrétnaszát használva, vaspörk és agyag hozzáadásával. A törkrétegzést kétszer végezték, amikor is két alkalommal 1000°-ra hevítették a bélést. Az első törkrétegzésnél a bélés hőmérséklete erősen csökken (60 mp alatt 100—150°-ra súlylyedte). A második törkrétegzésnél 90 másodperc alatt csupán 875—970 fokra csökkent a hőmérséklet, mivel az először felvitt törkrétnaszaréteg megóvja a bélést a hirtelen hőmérsékletcsökkenéstől. Kitént, hogy a martinkemencék forró tűzálló falazatának törkrétegzésakor a törkrétegnaszarétegek kisebbek, ha a falazat hőmérséklete is kisebb.

Dragan, N. F.,—Ralitnij, A. I.: Gázégető berendezés a körkemencében (p. 53—54, á: 1.)

A Konstantinovi „Krasznój Oktjabr” tűzállóanyaggyárban megváltoztatták a gázadagoló csatornák és az égők szerkezetét. Eszerint az égő és a gázadagoló csatorna berendezési részei átalakítás után: egy bevezető cső, Sz-6 beömlőcsövekkel bélelt csatorna, valamint GK-7 üreges téglából kialakított tűfűj. A falazat és a csövek közötti teret tűzálló masszával töltik ki. A rekonstrukció után a berendezés élettartama meghosszabbodott, a határidők rövidültek és a javítási körülmények megjavultak.

# Pályázati felhívás

a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított

## „Petrik Lajos” pályadíjra

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet a szilikátipar III. ötéves tervének műszaki fejlesztési célkitűzéseit elősegítő, számítással alátámasztott, gazdasági eredményt hozó, új műszaki javaslatok kidolgozására, az alábbi témakörökben:

- a) önköltségcsökkentés,
- b) termelékenység növelése,
- c) minőségjavítás,
- d) energiamegtakarítás,
- e) selejt-vesztéscsökkentés,
- f) meglévő üzemek technológiai rendszerének javítása és korszerűsítése,
- g) új beruházások technológiai berendezéseinek korszerűsítése,
- h) korszerű belső anyagmozgatás kialakítása,
- i) gazdaságos egyedi és célcsoportos állóeszközfejlesztés,
- j) műszaki—gazdasági együttthatók rendszerének fejlesztése,
- k) a gazdaságirányítási reform új értékesítési feladatai és módszerei,
- l) a szilikátipari vállalati terv megváltozott szerepe és módszerei a gazdasági mechanizmus reformjának keretei között.

A pályamunkák értékelése során főként azon tanulmányok jönnek számításba, melyeknek ipari bevezetése mielőbb lehetséges és kihatása gyorsan, kedvezően jelentkezik.

Az Egyesület választmánya által kiküldött bírálóbizottság a beérkezett pályaművek közül a legjobbakat „Petrik Lajos”-díjjal jutalmazza, melynek

I. fokozata	5000,— Ft
II. fokozata	3500,— Ft
III. fokozata	2500,— Ft.

Fenti három díjban nem részesülő pályaművek közül a bírálóbizottság a legjobbakat 2000,— Ft-ig terjedő pénzjutalomban részesítheti.

A bírálóbizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valamelyik fokozatát nem adja ki.

*A pályázat benyújtásának határideje: 1967. július 31.*

A bírálóbizottság a beérkezett pályaműveket 1967. szeptember 31-ig felülvizsgálja.

A pályázat jeligés. A jeligét a pályamunkán fel kell tüntetni, valamint egy zárt borítékon is, amelyben a pályázó a nevét, címét, munkahelyét feltünteti.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt. Az Egyesület fenntartja magának a jogot, hogy a megfelelőnek ítélt pályaműveket az „Építőanyag” c. folyóiratában leközölje.

*A ma tudománya—*

# A HOLNAP TECHNIKÁJA

Olvassa rendszeresen műszaki tudományos szaklapjainkat!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Bányászati Lapok

Bőr- és Cipőtechnika

Elektrotechnika

Energia és Atomtechnika

Élelmezési Ipar

Építőanyag

Épületgépészet

Az Erdő

Faipar

Finommechanika

Fizikai Szemle

Gép

Gépgyártástechnológia

Hidrologiai Közlöny

Híradástechnika

Ipari Energiagazdálkodás

Ipargazdaság

Járművek, Mezőgazdasági Gépek

Kép- és Hangtechnika

Kohászati Lapok

Közlekedéstudományi Szemle

Magyar Építőipar

Magyar Grafika

Magyar Kémiai Folyóirat

Magyar Kémikusok Lapja

Magyar Textiltechnika

Mélyépítéstudományi Szemle

Mérés és Automatika

Műanyag és Gumi

Műszaki Élet

Öntöde

Papíripar

Városépítés

Villamosság

## FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,

a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlájára vagy átutalással,  
valamint a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

## PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK:

V., Váci utca 10.

VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban,  
ugyanitt az 1966-ban eddig megjelent példányok is beszerezhetők.

## HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA,

VII., Lenin körút 9–11. I. em. 120. (222-251).