

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

8

*XIX. ÉVFOLYAM • BUDAPEST 1967 AUGUSZTUS*

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

\*

*Főszerkesztő:*

Dr. Talabér József

\*

*Felelős szerkesztő:*

Dr. Hinsenkamp Alfréd

\*

*Szerkesztő bizottság:*

Dr. Beke Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Knapp Oszkár

Dr. Kovács Róbert

Kudelka Dénesné

Lenkei György

Magyar István

Dr. Soltész Gáspár

Szabó Elek

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

\*

*Szerkesztőség:*

Budapest, V., Szabadság

tér 17

Telefon: 124-438

\*

*Kiadja:*

Lapkiadó Vállalat,

Budapest, VII.,

Lenin körút 9—11

Telefon: 221-285

\*

*Felelős kiadó:*

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. — Elő-  
fizethető a Posta Központi Hírlap  
Irodánál (Budapest, V., József  
nádor tér 1. Telefon: 180-850)  
és minden postahivatalnál. A folyó-  
irat külföldre előfizethető: „Kul-  
túra” P. O. B. 149. Budapest 02.  
Előfizetési díj: 1/4 évre 18,— Ft;  
félévre 8,— Ft; egyes szám ára:  
6,— Ft.— Csekk számszám egyéni  
61.252; közületi: 61.006 vagy  
átutalás az MNB 8. sz. folyószám-  
lájára

67.8., 4913 Réval Nyomda,  
Budapest V., Vadász utca 16.

Index: 25,250

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Földi Tivadar—Terényi Gyula:</i> Hőszigetelő tűzállóanyagok hővezető- képességének mérése 1500 °C-ig .....	281
<i>Révay Miklós:</i> Javaslat a cementek gőzölhetőségének vizsgálatára ...	287
<i>Reznák László:</i> A zúzalékszemek alakjának hatása a zúzalékhalmozok egyes tulajdonságaira .....	294
<i>Vámos Ferenc:</i> Lechner Ödön, a keramikus .....	301
<i>Knapp Oszkár:</i> Az üvegszál alkalmazási lehetősége .....	306
<i>Moser Miklós:</i> Az elektrokorund kristályszerkezetének szerepe a forgá- csolás során .....	310
<i>Geszti László:</i> Lőrincz István művészi keménycserép-kiállítása .....	316

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Фельди Т.—Терени Д.:</i> Измерение теплопроводности теплоизоляцион- ных огнеупоров .....	281
<i>Реваи М.:</i> Метод испытания цементов на пропариваемость .....	287
<i>Резнак Л.:</i> Влияние формы отдельных зерен щебня на свойства щебе- ночной массы .....	294
<i>Кнапп О.:</i> Возможности применения стекловолокна .....	306
<i>Мозер М.:</i> Роль текстуры кристалла электрокорунда при резании металлов .....	310
<i>Гесту Л.:</i> Выставка художественных облицовочных тенток для печей Леринца Иштвана .....	316

INHALT

<i>Földi, Tivadar—Terényi, Gyula:</i> Das Messen der Wärmeleitfähigkeit von feuerfesten Wärmeisolatoren .....	281
<i>Révay, Miklós:</i> Ein Vorschlag zur Prüfung der Dampfbehandelbarkeit von Zementen .....	287
<i>Reznák, László:</i> Die Wirkung der Form von Splittkörnern auf manche Eigenschaften der Splittthaufen .....	294
<i>Knapp, Oszkár:</i> Die Anwendungsmöglichkeiten von Glasfasern .....	306
<i>Moser, Miklós:</i> Die Funktion der Kristallstruktur des Elektrokorun- des während des Schleifens .....	310
<i>Geszti, László:</i> Die Ausstellung der künstlerischen Hartkacheln von István Lőrinc .....	316

CONTENTS

<i>Földi, Tivadar—Terényi, Gyula:</i> The Measurement of Heat Conducti- vity of Insulating Refractories .....	281
<i>Révay, Miklós:</i> New Method for Testing the Fitness of Cements for Steam Curing .....	287
<i>Reznák, László:</i> The influence of Particle Shape on Certain Proper- ties of Chipping-lots .....	294
<i>Knapp, Oszkár:</i> Possibilities of Glass Fibre Application .....	306
<i>Moser, Miklós:</i> The Role of Crystalline Texture in Electrocorundum during the Cutting .....	310
<i>Geszti, László:</i> Exhibition of Art Ceramics from the Works of István Lőrinc .....	316

## Hőszigetelő tűzállóanyagok hővezetőképességének mérése 1500°C-ig

FÖLDI TIVADAR Budapesti Műszaki Egyetem  
TERÉNYI GYULA Magnezitipari Művek

### 1. Bevezetés

A különböző tűzálló és hőszigetelő anyagok hőátadási tulajdonságainak mérése kétféle módon szokásos: állandósult és nem állandósult hővezetés segítségével.

A módszerek megválasztásában több tényező játszik döntő szerepet: a vizsgálható anyag formája, mérete, állapota, a vizsgálat hőmérséklet-intervalluma, a mérendő paraméter nagysága és megkívánt mérési pontossága stb.

A hőáramlási állandók, így főképpen a hővezetési tényező meghatározásánál leginkább az állandósult (stacionárius) hőáramláson alapuló módszerek terjedtek el. Ennek oka a mérés viszonylagos egyszerűsége és a mérési eredmények könnyű feldolgozhatósága. A stacionárius módszerek hátrányai közül a leglényegesebbek a mérés hosszadalmassága, a berendezés bonyolultsága és drágasága.

A stacionárius módszerek a hőáram irányát és az alkalmazott minták alakját tekintve lehetnek: gömb, sík és hengeres elrendezésűek.

Az alábbiakban röviden ismertetjük a három módszert. A hengeres elrendezésű mérések hővezetőképesség-összefüggéseit tovább fejlesztettük. Ennek során nagy hőmérsékletre alkalmas, pontosabb összefüggést mutatunk be, amely a fizikai képet jobban megközelíti.

### 2. Mérési módszerek

#### 2.1. A gömb elrendezésű módszer (Nusselt szerint)

A két félgömbből álló minta belső, ugyancsak gömb alakú üregében a mintával mindenütt érintkező fűtőtestet helyezünk el. A mintán levő sugárirányú hőfokesést lemérjük a gömb belső és külső felületén. A bevezetett hőteljesítmény és a geometria ismeretében a hővezetési tényező:

$$\lambda = \frac{Q \cdot (R - r)}{4 \cdot \pi \cdot R \cdot r \cdot \Delta t} \quad (1)$$

$\lambda$  hővezetési tényező, kcal/m.h.°C,

$Q$  az időegység alatt bevezetett hőmennyiség, kcal/h,

$R$  és  $r$  a gömb külső és belső sugara, m,

$\Delta t$  a hőmérséklet esése a belső és külső felületek között, °C.

A gömb alakú minta elkészítési nehézségei miatt a módszer csupán a szálas és szemcsés anyagok hővezetőképességének mérésénél terjedt el. Ezen anyagok vizsgálatát aránylag alacsony hőfokon, általában 800—900°C alatt végzik.

#### 2.2. Sík elrendezésű módszer (Poensgen szerint)

A sík elrendezésű műszerek általános sémáját az 1. ábra szemlélteti. A minta, amely két párhuzamos oldallal rendelkező téglalap vagy tárcsa formájú, felfekszik a fűtő felületre míg a másik oldalon hűtővel van ellátva.

A mintán egy időegység alatt átfolyó hőmennyiség:

$$Q = \lambda \cdot \Delta t \cdot \frac{F}{d} \quad (2)$$

$\lambda$  a minta hővezetési tényezője, kcal/m.h.°C,

$\Delta t$  a hőmérséklet esése a minta két oldalán, °C,

$F$  a minta felülete, m<sup>2</sup>,

$d$  a minta vastagsága, m.

Az anyag hővezetési tényezője:

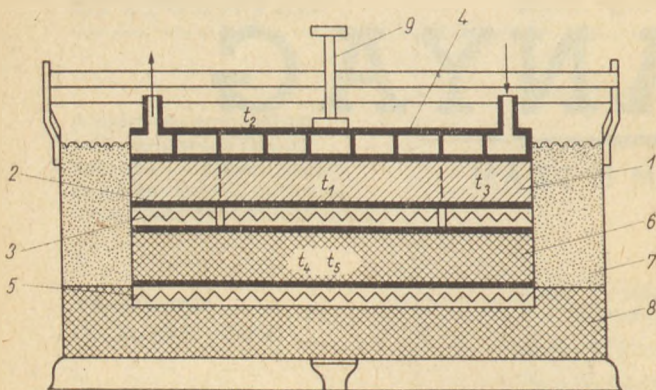
$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{F \cdot \Delta t} \quad (3)$$

A  $Q$  mértékét vagy a fűtőfelület felől betáplált hőmennyiség mérése alapján, vagy gyakrabban a hűtött felületen elhelyezett hűtő által felvett hőmennyiség mérése alapján határozzák meg. (1. ábra)

A sík módszer hátrányaihoz tartozik, hogy a maximálisan elérhető mérési hőmérséklet, ami a

$$\frac{1}{2} (t_{meleg} + t_{hideg})$$

alapján adódik, nem haladja meg a 800—900°C-ot. További hátrány a hűtő elkészítésénél fellépő ne-



1. ábra

1 — minta; 2 — meleg felület; 3 — fűtés; 4 — hűtő táska;  
5 — segédűtés; 6 — határoló lap; 7 — szigetelés;  
8 — szigetelő lap; 9 — szorító csavar

hézsek és az átadott hőmennyiség pontos meghatározásának nehézségei. A módszer előnye a vizsgálandó minta könnyű elkészítése. Sík elrendezésű módszer alkalmazását több országban szabványosították, pl. DIN 52612; ISS 1902/IA/1966; ASTM C 202—47.

### 2.3 Hengeres elrendezésű mérés

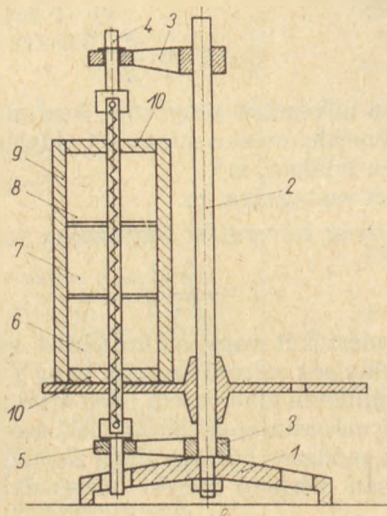
Méréseinknél ezt a módszert alkalmaztuk (2. ábra), így ennek sajátosságaival részletesebben foglalkozunk. Hengeres kontúrral rendelkező testre (üreges hengerek, vagy csőszigetelő héjdomok), ha annak tengelyében helyezük el a hengeres hőforrást, felírhatjuk:

$$Q = -2\pi \cdot R \cdot \lambda \cdot l \cdot \frac{dt}{dR} \quad (4)$$

Az axiális irányú hővezetést elhanyagoltuk (a fűtőtest igen hosszú). A kifejezés negatív, mert a hőáramlás a hőmérséklet-csökkenés irányába mutat.

$Q$  az  $l$  magasságú henger palásjtán átvitt hőmennyiség, kcal/h.,

$R$  a hengerpalást sugara, m.



2. ábra

1 — műszeralap; 2 — tartórúd; 3 — elektród tartó; 4 — vízelektróda; 5 — elektródatalap; 6 — alsó henger; 7 — vizsgálandó henger; 8 — felső henger; 9, 10 — hőszigetelés

$\lambda$  az anyag hővezetési tényezője, kcal/m.h.°C,  
 $t$  a hőmérséklet, °C.

Általában a hővezetési tényező értékének számítását a:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln(R_1/R_0)}{2\pi \cdot l \cdot (t_1 - t_0)} \quad (5)$$

képlet szerint végzik. Így azonban az eredményt átlaghőmérsékletre kapjuk meg, amely csak akkor közelíti meg jól a valóságot, ha a hőfokkülönbség kicsi és a hővezetési tényező hőfoktól való függését elhanyagolhatjuk. A feltételek kielégítése nagyon nehéz, mert egymásnak ellentmondanak. A hőfokkülönbség kis értéken tartásához kis távolságokra kell felvenni a mérési pontokat, ennek a hőelemek vastagsága szab határt. A hőelemek részére készített furatok ugyanis a hengerszimmetriát elrontják, és a pontos mérést megakadályozzák. További nehézség a kis távolságoknál az anyag inhomogenitása, amely a mérésre jellemző összes hiba között a legnagyobb lehet. A pontosságot tehát csak úgy növelhetjük, hogy egyszerre több pontban mérünk és a méréseket grafikusán vagy numerikusan értékeljük ki.

A tárgyalás során feltételezzük, hogy a hővezetőképesség a helytől és a hőáramsűrűségtől nem függ (az előbbi a több mérőpontos módszer miatt esik ki, míg ez utóbbi az alkalmazott kis hőáramsűrűségek miatt). A gyakorlati számítások céljaira 1500°C-ig a hővezetőképesség függvényét kvadratikusan alakban szokták megadni.

A méréseinknél mi is ezen alak meghatározását végeztük el. A magasabb hatványú tagok analízisét más helyütt adjuk meg. A harmadik hatványból származó korrekciót azonban már e helyen is tárgyaljuk.

Tűzállóanyagoknál a hővezetési függvényt az alábbi alakban szokták megadni:

$$\lambda(T) = J + KT + LT^2 \quad (6)$$

Célunk az együtthatók méréssel való meghatározása.

Oldjuk meg tehát a (6) egyenletet stacionárius esetre. Ekkor a paláston áthaladó hőmennyiség a sugártól nem függ, ezért felírható, hogy

$$Q = -2\pi \cdot R \cdot l \cdot \lambda(T) \cdot \frac{dT}{dR} = \text{const.} \quad (7)$$

a (7) egyenletből kifejezve és integrálva kapjuk:

$$\int_{T_0}^T \lambda(T) dT = -\frac{Q}{2\pi \cdot l} \int_{R_0}^R \frac{dR}{R} \quad (8)$$

a kvadratikusan közelítés felhasználásával:

$$\int_{T_0}^T (J + KT + LT^2) dT = -\frac{Q}{2\pi \cdot l} \int_{R_0}^R \frac{dR}{R} \quad (9)$$

az integrálást elvégezve:

$$J(T - T_0) + \frac{K}{2} (T^2 - T_0^2) + \frac{L}{3} (T^3 - T_0^3) = -\frac{Q}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{R}{R_0} \quad (10)$$

A különböző, előre beállított  $Q$ -értékekhez mérésel meghatározhatjuk a  $T - T_0$  értékeket, a geometria ismeretében  $J$ ,  $K$ ,  $L$  együtthatók számolhatók. Természetesen azonos  $Q$ -értéknél is elvégezhető a számolás, ha megfelelően sok pontban mérünk hőfokkülönbséget.

### 3. Numerikus és grafikus analízis

Méréseinknél általában 5 különböző pontban mértünk hőmérsékletet és négy előre meghatározott különböző hőterhelést állítottunk be. Az együtthatók számolásához célszerű ezeket az eredményeket rendszerbe foglalni az áttekinthetőség megkönnyítésére. Válasszunk ki először két pontot a hőmérséklet mérésére (0 és 1 indexekkel jelölve), a bevezetett hőteljesítményeket jelöljük 1, 2 ...  $n$  indexsel. A hőfok második indexe mutatja meg, hogy melyik hőteljesítményre vonatkozik. Így felírhatjuk:

$$\begin{aligned}
 J(T_{01} - T_{11}) + \frac{K}{2} (T_{01}^2 - T_{11}^2) + \frac{L}{3} (T_{01}^3 - T_{11}^3) &= \\
 &= -\frac{Q_1}{2\pi \cdot l} \ln \frac{R_1}{R_0} \\
 J(T_{02} - T_{12}) + \frac{K}{2} (T_{02}^2 - T_{12}^2) + \frac{L}{3} (T_{02}^3 - T_{12}^3) &= \\
 &= -\frac{Q_2}{2\pi \cdot l} \ln \frac{R_1}{R_0} \\
 \dots \\
 J(T_{0n} - T_{1n}) + \frac{K}{2} (T_{0n}^2 - T_{1n}^2) + \frac{L}{3} (T_{0n}^3 - T_{1n}^3) &= \\
 &= -\frac{Q_n}{2\pi \cdot l} \ln \frac{R_1}{R_0} \quad (11)
 \end{aligned}$$

Vagy ugyanazon a hőteljesítményhez, más-más helyen mérve a hőmérsékleteket:

$$\begin{aligned}
 J(T_{11} - T_{21}) + \frac{K}{2} (T_{11}^2 - T_{21}^2) + \frac{L}{3} (T_{11}^3 - T_{21}^3) &= \\
 &= -\frac{Q}{2\pi \cdot l} \ln \frac{R_2}{R_1} \\
 J(T_{21} - T_{31}) + \frac{K}{2} (T_{21}^2 - T_{31}^2) + \frac{L}{3} (T_{21}^3 - T_{31}^3) &= \\
 &= -\frac{Q}{2\pi \cdot l} \ln \frac{R_3}{R_2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 J(T_{(n-1)n_1} - T_{n_1}) + \frac{K}{2} (T_{(n-1)n_1}^2 - T_{n_1}^2) + \\
 + \frac{L}{3} (T_{(n-1)n_1}^3 - T_{n_1}^3) &= -\frac{Q}{2\pi \cdot l} \ln \frac{R_n}{R_{(n-1)}} \quad (12)
 \end{aligned}$$

A fenti két egyenletrendszer megoldása számítógéppel a legcélszerűbb. Így lehetséges a nagyszámú eredményből a szórások felvétele is. Az együtthatókat, vagy a hővezetőképesség hőfokfüggését jellemző függvényt azonnal megkaphatjuk.

Nem túlságosan nagy számú mérés esetén a számítógép helyett grafikus analízist alkalmazhatunk. E célból bevezetjük a

$$\frac{Q}{2\pi \cdot l} \cdot \ln R$$

redukált sugarat. Ennek függvényében ábrázolva a hőmérsékletet kisgörbületű, az egyeneshez közelálló görbét kapunk, amelyek iránytangense a hővezetési tényező. A görbék grafikus differenciálásával a hővezetési tényező értékét megkapjuk mint a hőmérséklet függvényét. Mivel nem kell átlagokat képeznünk, a mérés magasabb hőmérsékletig alkalmazható. A görbe felvételekor az egyes mérőpontok körüli inhomogenitásból eredő hibák kiegyenlítődnek. Az általunk elért pontosság nagyobb mint az irodalom által közölt és a bevezetőben említett méréseké. A maximális hiba 1500°C-ra kivetítve kisebb, mint  $\pm 5\%$ .

A kis hibák lehetővé teszik, hogy a szilárd anyagok belső, zárt pórusaiban fellépő hősugárzás hatását a hővezetési tényező alakulására kísérleti eredményekre támaszkodva megvizsgáljuk.

### 4. Hőszigetelő anyagok hővezetőképességének sajátságai

Ismeretes, hogy a hőszigetelő anyagok a kerámiai szilárd fázis mellett nagy mennyiségű légzárványt (pórust) is tartalmaznak. A pórusokban levő levegő, alacsony hővezetőképessége miatt biztosítja az ilyen anyagok jó hőszigetelő tulajdonságait. Ezen anyagok viselkedését leírhatjuk a kétalkotós rendszerre felírt általános összefüggések segítségével. Két különböző anyagból összetevődő kerámiát, melynél az „a” alkotó matrixszerűen foglalja magába a „b” alkotót, elektromos analógia segítségével tárgyaljuk. A kifejezést Maxwell adta meg arra az esetre, ha a „b” alkotó elszigetelt zárványok formájában van jelen.

Ennek alapján a kétalkotós kerámiai anyag hővezetőképességét az alábbi egyenlettel írhatjuk le:

$$\lambda_{\text{test}} = \lambda_f \cdot \frac{1 + 2 \cdot V \cdot A}{1 - V \cdot A} \quad (13)$$

$$A = \frac{\lambda_z - \lambda_f}{\lambda_z + 2\lambda_f}$$

ahol  $\lambda_f$  a folytonos fázis hővezetőképessége, kcal/h.m.°C,

$\lambda_z$  a zárványszerűen jelenlevő fázis hővezetőképessége, kcal/k.m.°C.

Az általunk vizsgált anyagoknál a zárványfázis hővezetőképessége jóval kisebb, mint a folytonos fázisé. A zárványokban ugyanis levegő van, és feltételünk mindazon gyártmányoknál teljesül, ahol a technológiában habosítás vagy felfúvató anyagok szerepelnek.

Figyelembe véve, hogy a levegő és a kerámiai hővezetőképességi viszonya

$$\frac{\lambda_{\text{lev}}}{\lambda_{\text{ker}}} = \frac{\lambda_z}{\lambda_f} \leq 0,1 \quad (14)$$

Az előbbi általános összefüggésből egyszerű átalakítással nyerhetjük:

$$\lambda_{\text{össz}} = \lambda_f \cdot \frac{1-P}{1+0,5P} \quad (15)$$

Itt „ $p$ ” a pórusok térfogata az eredeti térfogathoz viszonyítva (a pórusok térfogataránya), A hőszigetelő anyagok nagy mennyiségben tartalmaznak aránylag nagyméretű pórusokat, így szükségessé válik a konvektív és a sugárzó hővezetés jelentkezésének mérlegelése is.

Figyelembe véve, hogy mérésünk állandósult hőáramlás mellett történik, megállapítható, hogy a gázáramlás, amely a fűtőelem bekapcsolásakor felléphet már megszűnt, és a konvektív hővezetés csupán a pórusokon belüli hőcsereire korlátozódik. A tűzállóanyagok gyakorlatából ismeretes, hogy a hőszigetelő anyagok pórusainak mérete általában 1 mm alatt van, és ritkán éri el a 3 mm-t. A hővezetőképesség mérése során a hőmérséklet-grádiens nem haladja meg a 250—300 °C/cm értéket, vagyis egy-egy póruson belül a melegebb és a hidegebb fal közötti hőmérsékletkülönbség (ami okozza a konvektiót) nem haladja meg a 30, ill. a 100°C-t (általában a hőmérséklet-különbség ennél lényegesen kisebb). Csudnovszkij adatai szerint a konvektív hőcsere részesedése a teljes hővezetésben még ilyen esetben is csupán 1,6, ill. 5,5%-t tesz ki. A 3 mm-nél kisebb pórusok esetében a konvektív hőcsere a póruson belül előfordulható hőmérsékletkülönbség-tartományon belül (7—105°C) gyakorlatilag állandó.

Nagy hőmérsékleteken azonban figyelembe kell venni a pórusokban történő sugárzási hővezetést, amely a (15) arányt megváltoztatja, így a bevezetett közelítő formula alkalmazását kétségesse teheti. Meg kell tehát vizsgálnunk a belső pórusokban levő sugárzás nagyságát növekvő hőmérsékletnél. Általános esetben:

$$Q_s = \sigma \cdot E \cdot F \cdot T^4 \quad (16)$$

$Q_s$  a sugárzó teljesítmény, kcal/h.,  
 $E$  a relatív sugárzó képesség,  
 $\sigma$  fekete testre  $4,88 \cdot 10^{-8}$  kcal/m<sup>2</sup> h.(°K)<sup>4</sup>.  
 $F$  a sugárzó test felülete, m<sup>2</sup>.

Két azonos anyagból álló, de különböző hőmérsékletű sík felület közötti hőátadás:

$$Q_s = \sigma E_e \cdot (T_1^4 - T_2^4) \cdot F \quad (17)$$

$E_e$  effektív relatív sugárzó képesség (a két felület elnyelő és visszaverő képességét veszi figyelembe):

$$E_e = \frac{E}{2-E}$$

Egy póruson belül vizsgálva a sugárzást, a pórust parányi hengernek vehetjük első közelítésben, amelynek alap és fedőlapja között történik a sugárzás, a paláston pedig nem. A mérete legyen akkora, hogy a pórus pici gömbjét a főkör mentén érintse. A pórusokat továbbá állandónak vesszük, és az eloszlás-függvény átlagával tesszük egyenlővé. A kis távolságok miatt a  $(T_1^4 - T_2^4)$  kifejezés egyszerűsíthető:

$$T_1^4 - T_2^4 = 4T_{\text{átl}}^3(T_1 - T_2) = 4T_{\text{átl}}^3 \Delta T \quad (18)$$

Figyelembe véve továbbá, hogy az  $E_e$  értéke oxidos anyagoknál 0,3—0,5 közé esik (elfogadjuk a 0,4 értéket) számítható a pórusokon át történő hőátadás:

$$Q_s = \sigma \cdot E_e \cdot F \cdot 4T_{\text{átl}}^3 \cdot \Delta T = 7,8 \cdot 10^{-8} \cdot F \cdot T_{\text{átl}}^3 \cdot \Delta T \quad (19)$$

Mivel két egymástól „ $d$ ” távolságra levő síkfelület közötti hőátadás sugárzás útján:

$$Q_s = \lambda_s \cdot F \cdot \frac{\Delta T}{d} \quad (20)$$

Ebből meghatározhatjuk a sugárzás útján történő hőátadás hővezetési tényezőjét:

$$\lambda_s = \frac{Q_s \cdot d}{\Delta T \cdot F} = 7,8 \cdot 10^{-8} \cdot P \cdot d \cdot T^3 \quad (21)$$

$P$  a porozitás az előzőek szerint, %,  
 $d$  a pórusok ekvivalens átmérője, m,  
 $T$  az anyag abszolút hőmérséklete, °K.

A teljes hővezetőképességet a pórusok belső sugárzásának figyelembevételével írhatjuk:

$$\lambda_{\text{össz}} = \lambda_f \cdot \frac{1-P}{1+0,5 \cdot P} + 7,8 \cdot 10^{-8} \cdot d \cdot P \cdot T^3 \quad (22)$$

A jobb oldalon álló második tag értékeit a gyakorlatban előforduló porozításokra kiszámítottuk (1. táblázat). Az első tagot általában elég négyzetes közelítésig figyelembe venni, így látható, hogy az általunk bevezetett korrekciós tag a másodfokú közelítést harmadfokúvá finomítja.

$$\lambda_{\text{össz}} = \lambda_f \cdot \frac{1-P}{1+0,5 \cdot P} + \Delta \lambda \quad (23)$$

Amennyiben tehát elhanyagoljuk ezt a  $\Delta \lambda$  tagot, úgy éppen a pórusok belső sugárzását hanyagoljuk el. Magasabb hőmérsékleten, mint az a táblázatból is látható, ez az elhanyagolás már tekintélyes hibák forrásává lehet. Extrém magas hőmérsékleteknél pedig ez a korrekciós tag annyira megnövekedhet, hogy a könnyített kerámia jobb hővezetővé válik mint a tömör. Ezért mindig mérlegelni kell a hővezetőképesség mérésénél és számolásánál ezen zavaró tag várható nagyságát és csak abban az esetben szabad megelégednünk a másodfokú közelítéssel, ha a zavaró tag által behozott korrekció a mérési hibákon belül van. Az 1. táblázatból látható, hogy a technológiai pontosságú méréseknél 1000°C-on már figyelembe kell vennünk a zavaró tagot is 80% porozitású anyagnál.

1. táblázat

A sugárzó és az összes hővezetés aránya,  $\lambda_{\text{sug}}/\lambda_{\text{össz}}$ , százalékban

P %	d mm	T °K				
		700	1000	1300	1600	1900
80	0,5	1,1	3,1	6,9	12,8	21,2
60	0,3	0,5	1,4	3,1	5,8	9,6
40	0,2	0,2	0,5	1,4	2,6	4,3
20	0,1	0,06	0,2	0,3	0,6	1,1

A „d” értékét az 1. táblázatban, mint a technológiai eljárásból ismertet tételeztük fel, de különböző porozitású anyagra vonatkozó hővezetőképesség-függvények analizisével is meghatározhatók a harmadfokú tagok együtthatói (célszerűen számítógéppel). A harmadfokú tag együtthatóiból pedig kiadódnak az egyébként nehezen mérhető effektív porúsátmérők, még zárt porusok esetében is.

A hővezetőképesség-mérések hosszadalmassága miatt célszerű átszámítási lehetőséget keresni két azonos alapanyagból készült, de a gyártás folyamán különböző térfogatsúlyúvá vált (különböző porozitású) termék között. A mérési adatok alapján az előzőekben ismertetett módokon meghatározzuk az „a” termék hővezetési tényezőjét, a porozitást és a többi adatot ismertnek tételezzük fel. Az átszámítást az „a” termékről az eltérő porozitású „b” termékre két lépésben hajtjuk végre:

a) Átszámítjuk egy ideálisan porusmentesnek feltételezett termékre (0-index).

b) Átszámítjuk az ismert porozitású „b” termékre.

Mérésből a hővezetési tényező értéke:

$$\lambda(T) = J + KT + LT^2 + MT^3 \quad (24)$$

A jobb oldal harmadik hatványú tagja két részből tevődik össze: az üregek belső sugárzásából és az anyagon belüli „belső sugárzásból”.

A tapasztalat szerint a tömör anyagon belüli sugárzás csak magasabb hőmérsékletnél (1800°C) mérhető össze a mérés hibáival, tehát ennek hatását itt elhanyagolhatjuk. Így harmadfokú tagot csak az üregek belső sugárzására vonatkoztatjuk, amely nagyon leegyszerűsíti a számításunkat.

$$MT^3 = c \cdot P \cdot d \cdot T^3, \text{ itt } c = 7,8 \cdot 10^{-8} \quad (25)$$

Másfelől ismeretes, hogy az üregek jelenléte miatt a hővezetőképesség függvény alacsonyabb hatványú tagjainak együtthatói is megváltoznak. A változás a következő:

$$\lambda(T) = (J_0 + K_0T + L_0T^2) \frac{1-P}{1+0,5 \cdot P} \quad (26)$$

Porózus anyagokra tehát

$$\lambda(T) = (J_0 + K_0T + L_0T^2) \frac{1-P}{1+0,5P} + C \cdot P \cdot d \cdot T^3 \quad (27)$$

A mérések alapján az együtthatókat meghatároztuk, tehát ismerjük ezt a függvényt:

$$\begin{aligned} \lambda(T) &= J + KT + LT^2 + MT^3 = \\ &= (J_0 + K_0T + L_0T^2) \frac{1-P}{1+0,5 \cdot P} + C \cdot P \cdot d \cdot T^3 \end{aligned} \quad (28)$$

Feladatunk tehát már nagyon egyszerűen megoldható, mivel  $J$ ,  $K$ ,  $L$ ,  $M$  ismeretében a  $J_0$ ,  $K_0$ ,  $L_0$ ,  $M_0$  számításal meghatározható.

Azonnal látható az együtthatók összehasonlításából, hogy:

$$J_0 = J \frac{1+0,5 \cdot P}{1-P};$$

$$K_0 = K \cdot \frac{1+0,5 \cdot P}{1-P};$$

$$L_0 = L \cdot \frac{1+0,5 \cdot P}{1-P};$$

$$M_0 = 0$$

A zérus porozitásról az adatok már bármely más porozitásra átszámíthatók. Természetesen zérus porozitásnál harmadfokú tag nincsen, mert a belső radiációt elhanyagoltuk az üregekben levő radiáció mellett. Magasabb hőmérsékleteknél ez az elhanyagolás nem jogos, az átszámítás sokkal részletesebb analízist kíván és a belső radiáció miatt magasabb fokszámú tagok is jelentkeznek. Extrém hőfokoknál az anyagon belüli elektron és ion vezetés a hővezetés mechanizmusát alapvetően megváltoztatja. A számítás és mérés itt már csak elektrofizikai úton lehetséges.

## 5. A mérések leírása és az eredmények összefoglalása

Méréseinknél hengeres próbatesteket alkalmaztunk. Az alapanyag lehetővé tette, hogy viszonylag könnyen munkáljuk ki a próbatesteket. A kiválasztott téglákba 5—15 mm-es átmérőjű furatokat készítettünk, amelyek lehetővé tették, hogy a durván előmunkált külső palástot esztergapadon 0,2 mm-es pontossággal hengeresre köszörüljék, ( $D = 85$  mm). A próbatestek eredeti sík felületeit megmunkálás nélkül hagytuk. A mérés összeállításánál megvizsgáltuk, hogy az axiális irányú végek lezárása hővezető vagy hőszigetelő anyaggal történjék-e.

Az előbbi esetben a végeknél axiális irányban nagyobb hővezetés volt, a fűtőtest itt lehült és a hengersizmetria a mérés helyén felbomlott (a fűtőtest hőfokeloszlását axiálisan egy parabolával lehet megközelíteni). A mérés szempontjából kívánatos, hogy a parabolának lapos maximuma a mérendő próbatest közepén legyen. A második esetben a fűtőtesten jellegzetes kettős hőfokmaximum jött létre, a fűtőtest két vége melegebb volt, mint a próbatestben levő rész, ami a fűtőtest túlterhelését és kiégését okozta. A végeket lezáró testeket tehát ugyanabból az anyagból kell készíteni, mint a mérendő test, axiális méretét a fűtőtest adott hossza határozza meg (méréseinknél 60—60 mm). A lezáró és mérendő próbatestek közötti hézagot cirkonoxid porral töltöttük ki a gázáramlás megakadályozására, s egyszersmind a termoelem-kivezetés szigetelésére.

A hőelemek behelyezése, furatnagysága és mélysége igen fontos a mérés előkészítésében. Irodalmi ajánlások alapján az első méréseknél a termoelemeket egy átmenő furatban helyeztük el, amely párhuzamos volt a fűtőtest tengelyével. Az így létrejött zárt hurokban, azonban a fűtőtest árama (max. 16 amper) váltakozó feszültséget indukált, amely a termofeszültségre szuperponálódva a hőmérsékletmérést bizonytalanná tette. A legjobb megoldást az egy oldalról behelyezett termoelemekkel értük el a kivezető platina-platinarhodium szálakat egymástól a furatban cirkonoxid porral szigetelve. A termoelem áramkörében létrejövő fluxusváltozást úgy tettük zérussá, hogy

a kivezető szálakat a mágneses erővonalak által meghatározott képzeletbeli hengerpalástra fektetjük. A termoelemek furatátmérőjét úgy választottuk meg, hogy az érzékelő gömböcske kotyogásmentesen illeszkedjék a vizsgált anyag furatába. A furat mélysége 15—20 mm között optimális. A mérőhelyek sugárirányú kiosztása lehet logaritmikus léptékű vagy lineáris, méréseinknél az utóbbit választottuk, így a mért hőmérséklet a sugár függvényében logaritmikus.

A próbatesteken belül általában négy pontban mértük a hőmérsékletet. A mérőpontok sugarai 8, 19, 30, 41 mm. Az ötödik pontot a próbatesten kívül helyeztük el. A furatok elhelyezését két 15°-os nyílású egyenes mentén felváltva helyeztük el, így elkerültük az árnyékolást.

A hőmérsékletet platina-platinarhodium termoelemekkel mértük, a leolvasás mutató műszerrel, pontíróval, kompenzográfval és kompenzátorral történt. A technikai pontosságnak megfelelő, ha az állandósult értéket (kompenzográfban a 0 vonallal párhuzamos regisztrátumok) vizuálisan indikáljuk. A hőfokmérés pontossága igen lényeges, mert klasszikus kiértékelésnél a hőfokkülönbség képzésekor a hibák tekintélyesen megnövekedhetnek. A hőmennyiség mérését áram és feszültség mérésére vezettük vissza. A fűtőtest áramát 0,2 osztálypontosságú ampermérővel a fűtőtest állandó hőmérsékletű szakaszán a feszültségmérést 0,2 osztálypontosságú voltmérővel mértük. A teljesítmény mérésének osztálypontossága legrosszabb esetben 0,4. A villamos teljesítményből a hosszegységre eső hőáramot számítással határoztuk meg. Ha ismerjük a fűtőtestek fajlagos ellenállásának változását, mint a hőmérséklet függvényét a feszültségmérés mérését megkerülhetjük azáltal, hogy az átfolyó áramból és a fajlagos ellenállásból számoljuk ki a hőteljesítményt. Ezen eljárás kisebb pontosságú, alkalmazása üzemi méréseknél azonban indokolt lehet. A fűtőtestek ellenállását hőfok függvényében előre bekalibrált fűtőtestek-

kel az áram segítségével történő hőteljesítmény mérés pontossága 1,5%-on belül van.

A geometria pontos meghatározása a mérés után metszet készítésével oldható meg, így feldeírható a görbétől esetleg eltérő pontok oka is. A mérés megbízhatóságát ez a vizuális ellenőrzés tovább növeli.

2. táblázat  
Különböző térfogatsúlyú habosított samott téglák  
(Dunai Vasmű gyártmányai) hővezetési tényezője a  
hőmérséklet függvényében ( $\lambda$  kcal/m.h.°C)

Térfogatsúly g/cm <sup>3</sup>	Hőmérséklet, °C							
	20	200	400	600	800	1000	1200	1400
0,17	0,455	0,182	0,190	0,215	0,289	0,321	0,368	0,424
0,21	0,560	0,230	0,250	0,278	0,300	0,357	0,434	0,468
0,22	0,728	0,235	0,260	0,294	0,350	0,418	0,498	0,600

#### IRODALOM

- [1] Lehmann, Hans: Neuere Prüfmethode zur Untersuchung feuerfester Roh- und Werkstoffe. SLICONF Budapest 1965.
- [2] Schwiete, H. E.—Jeschke, P.: Tonindustrie-Ztg. 87 (1963) S. 427—442 — S. 386—400.
- [3] Nguyen Duc. X. Neant, D.: Conductivité thermique des matériaux et d'assemblages de matériaux réfractaires utilisés dans les veines de conversion MHD. Symp. int. à Paris — Juillet 1964. vol. 3. 1213.
- [4] Dickson, D. J., Sanders, R. W., Tseung, A. G. C.: Ceramic Materials for Open-Cycle MHD Power Generation Symp. London. 1965. nov.
- [5] Csudnovszkij, A. F.: Teplofiziceszkije harakterisztiki diszpersznüh matyerialov, 1962.

Földi Tivadar—Terényi Gyula: Pószigetelő tűzállóanyagok hővezető képességének mérése 1500 °C-ig

Фельди Т.—Терени Д.: Измерение теплопроводности теплоизоляционных огнеупоров.

Földi, Tivadar—Terényi, Gyula: Das Messen der Wärmeleitfähigkeit von feuerfesten Wärmeisolatoren

Földi, Tivadar—Terényi, Gyula: The Measurement of Heat Conductivity of Insulating Refractories

## Szaktanfolyam

A Budapesti Műszaki Egyetem Építészmérnöki Karán  
1968. évben indul

### a mérnökgeológia

szakmérnöki tanfolyam, melynek célját, programját az alábbiakban tájékoztatás céljából röviden ismertetjük.

A képzés célja az, hogy a mérnökgeológiai, építés-földtani kérdésekkel foglalkozó mérnökök geológiai-mérnökgeológiai szövegeket és tudását kiegészítse, és alkalmassá tegye őket a mérnökgeológia egyre változatosabb építés-földtani és vízzel kapcsolatos feladatainak ellátá-

sára. A tárgyak egy része kifejezetten geológiai továbbképző jellegű (pl. elemző földtan), más része mérnökgeológiai, míg egyes tárgyak műszaki kiegészítő jellegűek (pl. feltárási és kutatási módszerek).

A szak tárgyai: Elemző földtan, Műszaki kőzettan, Talajfizika, Geotechnika, Hidrológia-hidraulika, Feltárási és kutatási módszerek, Mérnökgeofizika, Hidrogeológia, Mérnökgeológia, Magyarország műszaki földtana, Mérnökgeológiai térképezés, Kőzetfizika és kőzetek szilárdságtana, Választott tárgy. (A választott tárgy az érdeklődésnek megfelelően kerül meghirdetésre).



## Bevezetés

Közismert tény, hogy a gőzöléses technológiával előállított betonok mennyisége állandóan növekszik; ennek ellenére a cementek minősítése felhasználásuktól függetlenül a közönséges hőmérsékleten végbemenő szilárdulás alapján történik. Így könnyen előfordulhat, hogy a gőzöléses technológiát alkalmazó üzemek a szabványoknak megfelelő, de rosszul gőzölhető cementet kénytelenek felhasználni. Ezért sürgető feladat egy olyan minősítési módszer bevezetése, mely a cementek gőzölhetőségét az eddiginél pontosabban jellemzi. E cikk keretében erre vonatkozó javaslatunkat ismertetjük.

## A minősítési módszerekkel szemben támasztott követelmények

A gőzölt beton szilárdságával szemben támasztott követelmény kettős: Egyrészt egy bizonyos technológiai cél (gyorsabb sablonforduló, kisebb tárolóterület-igény, feszített elemek gyártásánál a feszítőerő mielőbbi oldása) eléréséhez közvetlenül a gőzölés után, másrészt a végterméknél a tervezett betonminőség biztosítása érdekében 28 napra kell megfelelő szilárdságot elérni.

Ezenkívül célszerű, ha a módszer bizonyos tájékoztatást nyújt az alkalmazandó gőzölési program (gőzölési hőfok és idő) kérdésében is. A problémát tovább bonyolítja, hogy az optimális gőzölési program teljesen más lehet attól függően, hogy a gőzölés utáni, vagy a 28 napos szilárdságokat vesszük irányadónak.

## Korábbi javaslatok a gőzölhetőség vizsgálatára

### Az „MI-6—54” előírásai

Első helyen az MI-6—54 „Műszaki irányelvek a beton gőzölésére” (1954) ma is érvényben levő előírásait kell megemlíteni. Ez az immár 14 esztendő utasítás annál is inkább komoly figyelmet érdemel, mert kiadásának időpontjában nemzetközi viszonylatban is az egyik legkorszerűbb ilyen jellegű előírásnak számított, sok megállapítása pedig ma is időtállóan bizonyul.

Az előírás részletes adatokat tartalmaz az akkor gyártott hazai cementek gőzölhetőségével kapcsolatban. Mint ismeretes, ennek mérőszámként az „1 napos viszonylagos szilárdság”-ot ( $G_1/N_1$ ) javasolja, a „gőzölési hatásfok” ( $G_1/N_{28}$ ) és a „28 napos viszonylagos szilárdság” ( $G_{28}/N_{28}$ ) értékeinek egyidejű figyelembevételével.

(Jelölések:  $G$  — gőzölt,  $N$  — gőzöletlen, 1, 28: a próbatetek kora napokban).

## KGST-ajánlás a cementek gőzölhetőségének vizsgálatára

A pozsonyi Mélyépítési Létesítmények Kutató Intézete által készített javaslat (1964) lényege a következő:

ISO—KGST módszerrel készített próbateteket másfél óra pihentetés és két órás felfűtés után 3 órán keresztül 80°C-on gőzölnek; a próbatetek szilárdságát közvetlenül a gőzölés után, 24 órás és 28 napos korban mérik. A gőzölhetőség megítélésére az eredményekből kiszámított gőzölési indexeket használják. Ezek közül az egyik a következő képlettel számítható ki:

$$BK = \frac{4(P_k + P_h + P_n + R_k + R_h + R_n)}{(P_h/P_k) + (P_n/P_h) + (R_h/R_k) + (R_n/R_h)} \quad (1)$$

ahol  $P$  a hajlító-, húzó-

$R$  a nyomószilárdságot jelenti ( $\text{kp/cm}^2$ ),

a  $k$ ,  $h$  és  $n$  indexek a közvetlenül gőzölés után, a huszonnégy órás és a négy hetes korban mért értékekre vonatkoznak.

A vizsgálat lerövidítése érdekében bevezették az ún. „BK<sub>i</sub>”-indexet is, mely az (1) képletnek egyszerűsített, 28 napos értékeket nem tartalmazó változata. A definíció szerint egy bizonyos cement annál jobban gőzölhető, minél nagyobb a gőzölési indexek értéke.

A minősítési módszer előnye, hogy pontosan definiált vizsgálati módszert ad meg, valamint az, hogy a gőzölhetőséget egyetlen számértékkel jellemzi.

Azonban az értékelési módnak éppen ez a számérték a gyenge pontja, ugyanis algebrailag bebizonyítható, hogy a számítási mód szerint azonos gőzölés utáni szilárdságok esetén a nagyobb utószilárdulású cement minősül rosszabbul gőzölhetőnek, ami nyilvánvaló ellentmondás.

## Az új minősítési módszer alapelvei

### Próbatettkészítési mód és gőzölő berendezés

A próbatettkészítési mód kérdésében az a véleményünk, hogy az ISO—KGST szabvány szerinti próbatetek alkalmazása a leghelyesebb. Több szóhajóvó módszer közül (cementpép, MSZ-habarcs és betonkocka-próbatet) azért döntöttünk emellett, mert a szabvány bevezetése ma már eldöntött kérdés, és kétségtelen előnyökkel jár, ha a normál hőmérsékletű és a gőzöléses cementminősítés azonos próbatettkészítési móddal történik.

Az alkalmazandó gőzölőberendezéssel szemben támasztott legfontosabb követelmény, hogy valamennyi helyen, ahol minősítést végeznek, egy-egy, jól reprodukálható gőzölési programot biztosító gőzölőberendezést alkalmazzanak. Intézetünk Műszaki Osztálya elkészítette egy ilyen készülék terveit.

\* A cikk részét képezi a szerző műszaki doktori értekezésének. Benyújtva a Veszprémi Vegyipari Egyetemnek.

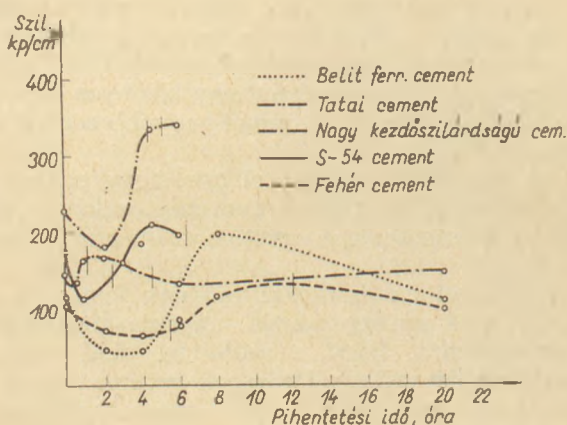
### A pihentetési idő hatásának vizsgálata

A pihentetési idő szilárdságra gyakorolt hatására vonatkozóan a különböző szerzők nincsenek egységes állásponton, ezért a kérdést korábban (Révay, 1965) részletesen tanulmányoztuk. A vizsgálatokat szabványos folyósságú (MSZ — 523 szerint) cementpépből készített 2,5 cm átmérőjű és 2,5 cm magas henger alakú próbatestekkel végeztük. A gőzölési program változó pihentetés, és másfél órás felfűtés után 4 órai 70°C-os izotermikus érlelésből, és természetes lehűlésből állt. A próbatesteket 24 órás korban vizsgáltuk. A hidratációs viszonyokat a törés után kapott próbatesttörmelék izzítási veszteségének meghatározása és derivatográfiai vizsgálatok útján tanulmányoztuk.

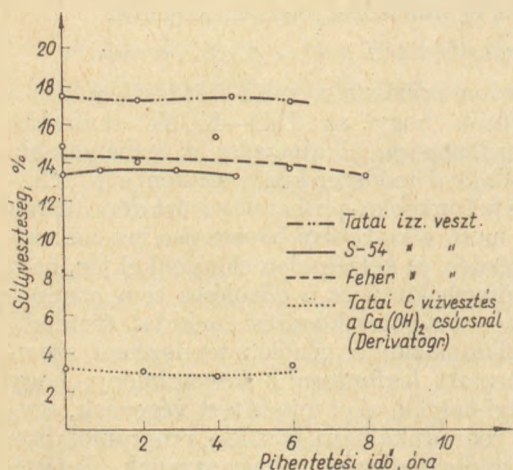
Az eredményeket az 1. és 2. ábrán mutatjuk be.

Mint látható, kísérleteink összhangban vannak azokkal a külföldi (Schäffer, 1957, 1958; Mironov—Malinina, 1964; Karapanszkij, 1964) és hazai megállapításokkal (Balázs—Kunszt, 1965; Kilián, 1967), melyek szerint az optimális pihentetési idő a kötési idő függvénye, ugyanis a szilárdsági maximum a kötés kezdete, és vége közé esik.

A 2. ábrán azt mutatja, hogy a szilárdságban jelentkező különbségeket nem a hidratációs fokban mutatkozó eltérések, hanem feltehetően a cementpép struktúrájában fellépő változások okozzák



1. ábra. A pihentetési idő hatása a szilárdságra



2. ábra. A pihentetési idő hatása a hidratáció mértékére

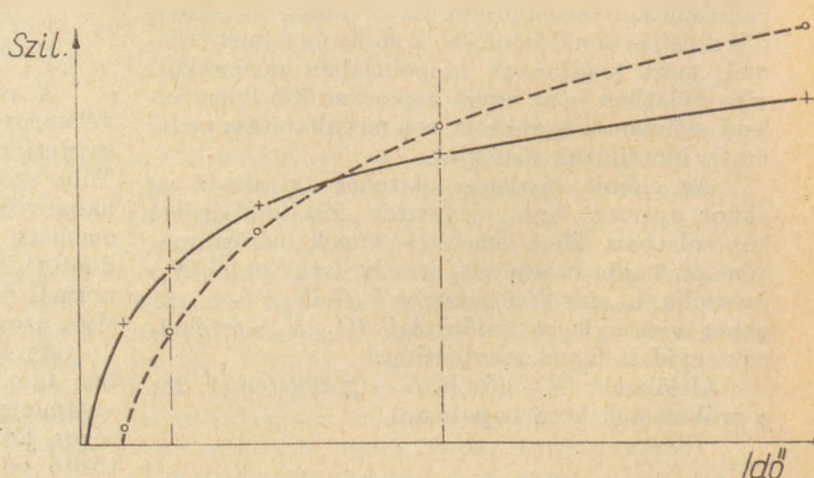
### A gőzölési idő hatásának vizsgálata

A későbbiek során ismertetett valamennyi vizsgálatunkat 5 cementfajta felhasználásával az ISO—KGST előírásai szerint készített hasábokon végeztük. Valamennyi gőzölésnél 2 órás pihentetési és 2 órás felfűtési időt alkalmaztunk, a próbatesteket felül nyitott sablonokban gőzöltük. A gőzölési idő hatását 70°C-on 1—2—4—8 és 24 órai izotermikus érlelés után közvetlenül elvégzett szilárdságvizsgálat segítségével tanulmányoztuk.

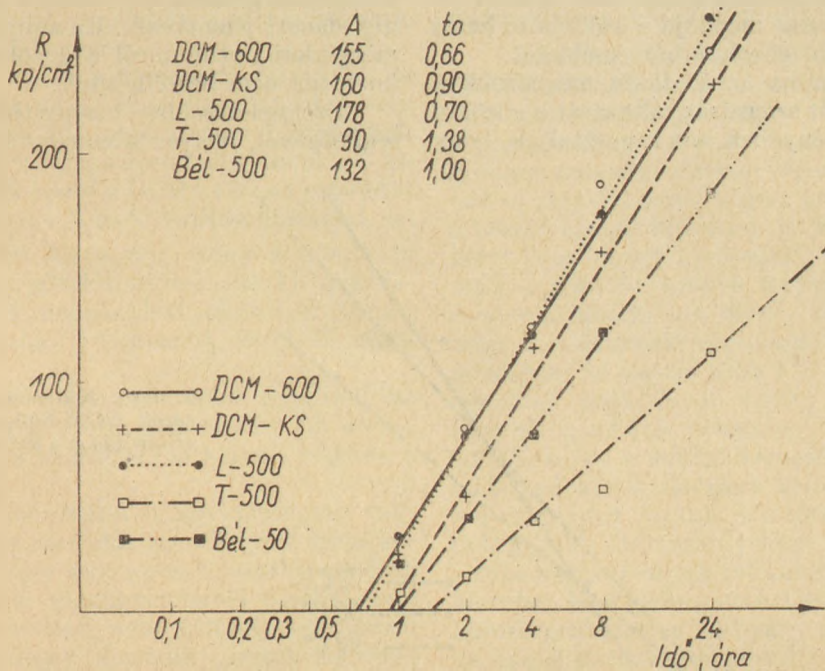
A vizsgálatok fontosságát a 3. ábra segítségével szeretnénk érzékeltetni, melyen két különböző cement szilárdságának a gőzölési idő függvényében való változását mutatjuk be.

Látható, hogy a cementek szilárdsági sorrendje különböző gőzölési idők esetén más lehet. Ezért a kidolgozandó minősítési módszert nem lenne helyes csupán egyetlen gőzölési időhöz tartozó szilárdsági értékre akapozni, hanem célszerű a szilárdság időbeni változását is figyelembe venni. Ez a probléma normál hőmérsékletű szilárdulás esetén is fennáll, amit az ismert cementvizsgálati szabványoknál úgy vettek figyelembe, hogy a minősítési alapul szolgáló (28 napos) szilárdságon kívül korábbi időpontban elérendő szilárdsági értékeket is előírtak.

Az utóbbi időben viszont olyan törekvésekkel is találkoztunk, melyeknél ezt úgy igyekeznek kiküszöbölni, hogy a cement szilárdulási egyenletét meghatározva az egyenlet állandóival jellemzik a cementet (Sadran, 1964). Ennek a módszernek kétségtelen előnyei vannak, ugyanis az egyenlet állandóinak ismeretében bármely időponthoz tartozó szilárdsági érték kiszámítható. Ezért a kialakítandó minősítési módszerünknel ezt a lehetőséget is szem előtt tartottuk. Megnehezítette munkánkat, hogy a szilárdulási egyenlet meghatározása igen nehéz, és az utóbbi időben az e tárgyban egyre nagyobb számban megjelenő irodalmi közlemények (Budnikov, 1964; Berkovics, 1964; Řiha, 1964; Mcesedlov—Petroszjan, 1965; Tsumura 1966; Tamás, 1967) ellenére sem megnyugtatóan megoldott probléma. A kérdés megválaszolására a téma keretében természetesen nem volt lehetőségünk; csupán arra vállalkozhattunk, hogy meg-



3. ábra. Különböző típusú cementek szilárdulása



4. ábra. A gőzölési idő hatása a szilárdságra

vizsgáljuk, a matematikailag könnyen kezelhető „alulról konvex” függvények közül valamelyikkel nem lehet-e a gőzölés során lejtászódó szilárdulás menetét kielégítő pontossággal közelíteni.

Matematikai-statisztikai eszközökkel végzett vizsgálataink azt igazolták, hogy a szilárdság és a gőzölési idő között igen szoros korreláció mutatkozik, ha Budnikovval (1964) és Kajszerral (1964) összhangban a következő logaritmikus összefüggést tételezzük fel:

$$R = A (\log t - \log t_0) \quad (2)$$

ahol  $R$  gőzölés utáni nyomószilárdság ( $\text{kp}/\text{cm}^2$ ),

$A$  állandó,

$t$  gőzölési idő (óra),

$t_0$  az indukciós idő (óra) (Budnikov, 1964).

Az összefüggés különösen szoros 2 és 8 óra között, tehát a gyakorlati gőzölés szempontjából legfontosabb időintervallumban. Itt a számított és a tényleges értékek közti korrelációs együttható értéke kísérleteinknél  $r = 0,997$  volt.

Szeretnénk kihangsúlyozni, hogy bár a fenti empirikus összefüggést a cementek gőzölés során lejátszódó szilárdulása egy lényeges szakaszának megfelelő pontossággal való leírására alkalmasnak tartjuk, továbbra is nagy fontosságot tulajdonítunk azoknak a vizsgálatoknak, melyek a szilárdulási mechanizmus matematikailag pontosabb leírására irányulnak.

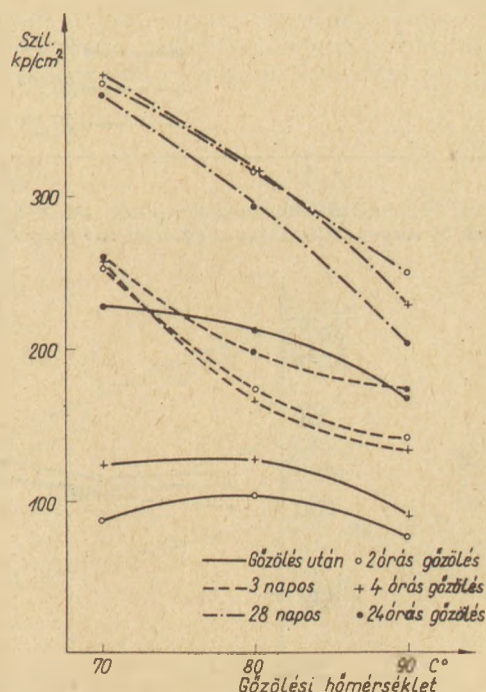
Kísérleteink eredményét a 4. ábrán mutatjuk be a (2) összefüggésnek megfelelő  $R - \log t$  koordináta-rendszerben ábrázolva.

Látható, hogy egyes cementekre különböző meredekségű ( $A$ ) és tengelymetszetű ( $t_0$ ) egyeneseket kapunk. Az egyenes állandóinak vagy bármelyik két pontjának ismeretében az egyenlet érvényességi határáig, vagyis az itt nem tárgyalt „túlgőzölés” jelenségének felléptéig (Mironov—

Malinina, 1964) bármilyen gőzölési időhöz tartozó szilárdság, illetve egy adott szilárdság eléréséhez szükséges gőzölési idő kiszámítható, illetve grafikusán meghatározható.

#### A gőzölési hőmérséklet hatásának vizsgálata

A szakirodalomban általában igen nagy teret szentelnek a különböző cementeknél az optimális gőzölési hőmérséklet vizsgálatának. Általában azt tartják, hogy a kis alumínát-tartalmú, valamint a hidraulikus adalékokat tartalmazó cementek maga-



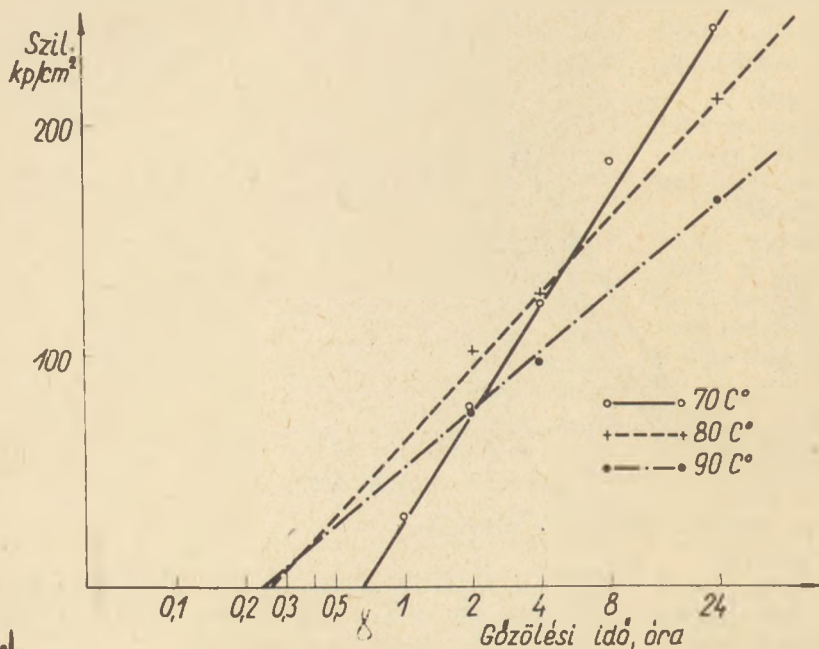
5. ábra. A gőzölési hőmérséklet hatása a DCM-600 cement szilárdságára különböző gőzölési idők esetében

sabb gőzölési hőmérsékletet igényelnek. A már idézett MI—6—54 pedig megadja a különböző hazai cementek optimális gőzölési hőmérsékletét.

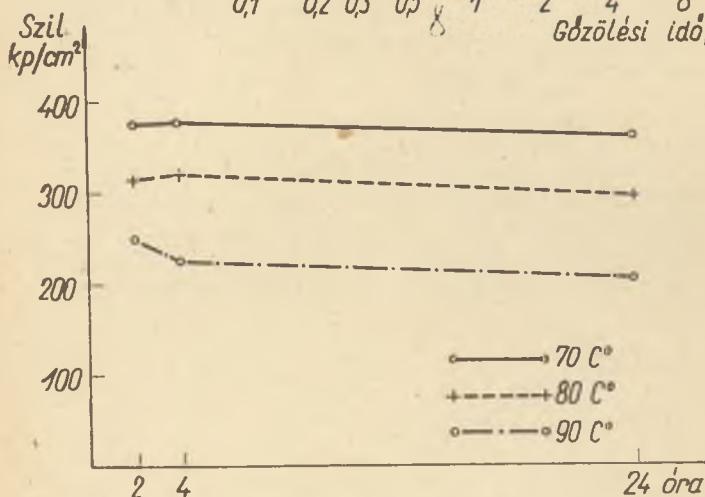
Ezzel szemben ha az 5. ábrán megnézzük a DCM-600-as cement szilárdságváltozását a gőzölési hőmérséklet függvényében, azt tapasztaljuk, hogy

különböző gőzölési idők esetén az optimum mindig másutt jelentkezik. Ez annyit jelent, hogy hőmérsékleti optimumról a gőzölési időtől elvonatkoztatva nem beszélhetünk.

Szemléletesebben bizonyíthatjuk ezt a 6. ábra segítségével, melyen a cement különböző gőzölési



6. ábra. Különböző hőmérsékleten gőzölt DCM-600-as cement szilárdsága a gőzölési idő függvényében



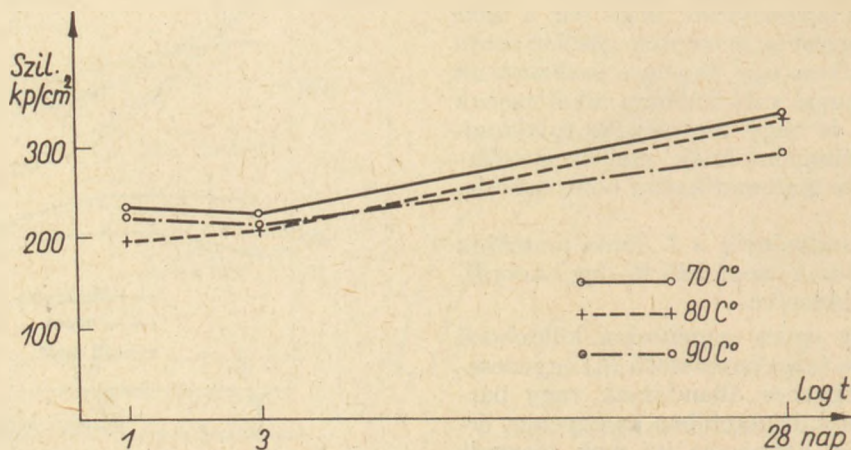
7. ábra. Különböző hőmérsékleten gőzölt DCM-600-as cementek 28 napos szilárdsága a gőzölési idő függvényében

hőfokon lejátszódó szilárdságát  $R$ — $\log t$  koordinátarendszerben ábrázoljuk.

Látható, hogy a hőmérséklet növekedésével a szilárdságra jellemző egyenesek meredeksége és tengelymetszete egyaránt csökken, így a különböző hőfokokhoz tartozó egyenesek metszik egymást. A metszésponthoz tartozó időnél rövidebb gőzölés esetén a magasabb, hosszabb gőzölés esetén pedig az alacsonyabb gőzölési hőmérsékletnél kapunk nagyobb szilárdságot.

#### Az utószilárdság vizsgálata

Bár a gőzöléses technológia alkalmazására elsősorban a korai nagy szilárdságok biztosítása érdekében kerül sor, a minősítés kérdésénél mégsem hanyagolhatjuk el az utószilárdság szerepét,



8. ábra. Különböző hőmérsékleten gőzölt DCM kísérleti pc-ek utószilárdsága

mivel a betonok tervezése 28 napos korú szilárdságra történik, ennek megfelelően a minősítést is ilyen korban hajtják végre.

A kérdést a vizsgált 5 cementfajttal 70, 80 és 90°C-on, 2, 4 és 24 óráig gőzkezelt próbatetek gőzölés utáni, 3, és 28 napos korban végrehajtott szilárdságvizsgálata útján tanulmányoztuk. A kísérleti eredmények közül a DCM—600-as cementre vonatkozó adatokat a 7. és 8. ábrákon mutatjuk be.

A 7. ábra azt bizonyítja, hogy a gőzölt 28 napos szilárdság a gőzölési idővel csak kis mértékben változik. Ez a megállapítás fokozottan vonatkozik a gyakorlatban jelentősebb rövidebb gőzölési időkre.

Ennél sokkal nagyobb hatást gyakorol az utószilárdulásra a gőzölési hőmérséklet (5. ábra), és pedig a 28 napos szilárdság általában csökken a gőzölési hőfokkal.

A 8. ábra alapján bizonyos következtetést vonhatunk le az utószilárdulás kinetikájára vonatkozóan. Látható, hogy különösen hosszabb gőzölési idők esetén mások megfigyeléseivel összhangban (Kilián, 1967) egy ideig nem változik lényegesen a szilárdság; mintegy második „indukciós idő” mutatkozik, majd később ismét jelentős szilárdságnövekedést tapasztalunk.

### Minősítési javaslat

Az elvégzett kísérletek elég alapot nyújtanak a gőzölhetőség vizsgálati módszerének kialakításához. Erre vonatkozó javaslatunk a következő:

**Próbatestkészítés:** Egy-egy gőzölési hőmérsékleten végrehajtott vizsgálathoz 9 db (3 keverék) ISO—KGST szabvány szerinti próbatest szükséges.

**Pihentetési idő:** Mivel, mint láttuk, a pihentetési idő akkor optimális, ha a kötés kezdete és vége közé esik, a kötés kezdetéhez szükséges időnél 1/2 órával hosszabb pihentetési időt javasolunk. A kötésidőt Vicat-készülékkel mérjük.

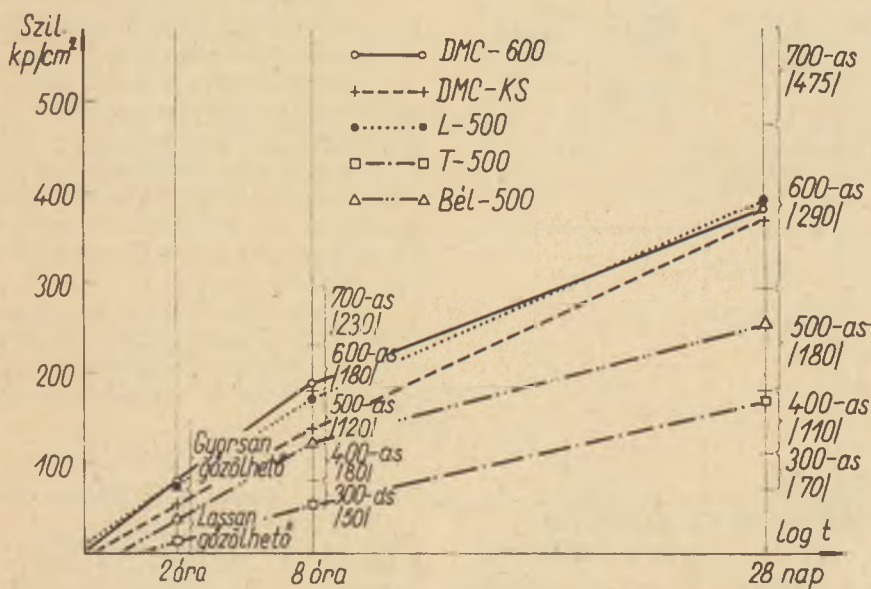
**Gőzölési mód:** A gőzölést az erre a célra ki-

alakított egységes gőzölőberendezéssel végezzük, melynek ismertetésétől most eltekintünk.

A felfűtési sebesség 30°C/óra, a gőzölés hőmérsékletét előzetes tapasztalatok alapján kell meghatározni. A gőzölési idő — figyelembe véve az elmondottakat — 2 és 8 óra. A két különböző idejű gőzölést azonos gőztérben végezzük, amit a gyakorlatban úgy hajtunk végre, hogy 2 óra elteltével a gőzölő ajtaját kinyitjuk, és a három behelyezett keret közül egyet kivesszünk, majd az ajtó zárása után a gőzölést tovább folytatjuk. A gőzölő berendezés kialakítása olyan, mely lehetővé teszi, hogy a műveletek végrehajtása közben a hőfokcsökkenés ne legyen több 5°C-nál, a kivett próbatesteknél pedig olyan hűtési módot biztosítunk, melynél a lehűtés sebessége nem nagyobb, mint 40°C/óra, így a fellépő károsodás, figyelembe véve a kis próbatestméreteket, nem jelentős. A szilárdságvizsgálatot 1/2 óra elteltével hajtjuk végre. 8 órás gőzölés után a műveletet megismételjük a gőzölőbe hagyott másik két kerettel, de csak az egyik keretben levő próbatesteket törjük a gőzölés után, három próbatestet szabvány szerinti tárolás után 28 napos korban vizsgálunk.

**Értékelés:** Kialakításánál figyelembe vettük, hogy a cementek közvetlen a gőzölés után és 28 napos korra is meghatározott szilárdsági követelményt kell kielégíteni, ennek megfelelően az értékelés a már ismertetett három szilárdsági adat alapján történik. Ezek közül a 2 és 8 órás gőzölés utáni szilárdságokból következtethetünk a cementek gőzölés alatti szilárdulásának időbeni lefolyására, és a logaritmikus összefüggés felhasználásával különböző, a szilárdságra és a gőzölési időre vonatkozó számítások elvégzésére is van lehetőség.

A cementek gőzölés alatti szilárdulásának szakaszát akár a szilárdulási egyenlet grafikusan meghatározott állandóival, akár magával a két szilárdsági értékkel jellemezhetjük. Kutatási eredmények értékeléséhez inkább az előbbi, minősítési célokra inkább az utóbbi lehetőség javasolható.



9. ábra. Minősítés szemléltetése R—log t koordináta-rendszerben

Mivel a 28 napos szilárdság a gőzölési idővel kisebb mértékben változik, elég, ha csak 8 órás gőzölésnél vizsgáljuk meg az utószilárdulást.

A minőségi osztályok kialakításánál nehézséget jelent, hogy a RILEM-előírásnál még normál szilárdulás esetére sincsenek elfogadott minőségi határok, így az erre vonatkozó javaslatunk nem tekinthető véglegesnek.

A határértékek megállapításánál a következő gondolatmenetet követtük.

Mivel előfeszített elemek gyártásánál gőzölés után újabban már sok esetben a normál hőmérsékletű szilárdság 75%-át kell elérni (Kilián, 1966) és az üzemi gőzölések időtartama általában 8 óra, egy cement akkor felel meg egy adott szilárdsági osztály követelményeinek gőzölhetőség szempontjából is, ha 8 órai gőzölés után eléri az előírt normál szilárdság 75%-át (pl. 500-as cement esetén 375 kp/cm<sup>2</sup>). A 28 napos gőzölt szilárdság tekintetében reálisnak tartjuk azt a követelményt, hogy a 8 óráig gőzölt próbatest érje el a határ-szilárdság 90 %-át (500-as cement esetén 450 kp/cm<sup>2</sup>).

A cementek gőzölés alatti szilárdulási sebessége tekintetében pedig úgy teszünk különbséget, hogy megkülönböztetünk gyorsan és lassan gőzölhető cementeket. A két kategória közti határt a 2 órás gőzölés eredménye alapján vonjuk meg. Gyorsan gőzölhető az a cement, mely erre az időre meghaladja a 250 kp/cm<sup>2</sup>-es szilárdságot az MSZ 523—53 szerint vizsgálva.

A fenti követelmények — mivel jelenleg még az MSZ 523 szabvány előírásai érvényesek — földnedves cementhabarcs-vizsgálatokra vonatkoznak, minősítési eljárásunkat ugyanakkor már a jövőbeni követelményeit figyelembe véve ISO—KGST vizsgálati módszerre dolgoztuk ki. Az ebből adódó nehézséget úgy hidaltuk át, hogy a szilárdsági értékeket a SZIKKTI által kidolgozott metodika szerint (Varga, 1966) átszámítottuk RSZ-138—62 szerinti szilárdságokra.

Az így kialakított minőségi osztályokat szemléletesen mutatják a 9. és 10. ábrák, melyek az általunk vizsgált öt cementfajta minősítési eredményeit is tartalmazzák 70°C gőzölési hőmérséklet esetén.

**Gőzölési hőmérséklet.** A minősítési vizsgálat (az üzemi gőzölések) hőmérséklete általában az előzetes tapasztalatok szerint alakult ki: 70, 80 vagy 90°C. Ismeretlen cementfajta vizsgálatakor, vagy abban az esetben, ha a megszokott hőfokon végzett vizsgálat jelentős minőségváltozásra utal, másik két hőfokon is elvégezzük a minősítést. A három hőfok közül gőzölési hőmérsékletként azt választjuk, amelynél a cementminősítés során a legjobb eredményt kapjuk. Amennyiben két különböző gőzölési hőmérsékletnél a cement azonos minőségi osztályba sorolható, azt a gőzölési hőfokot választjuk, ahol a 8 órás gőzölés utáni szilárdság nagyobb. Ha a gőzölési hőmérséklet kérdésében 28 nap előtt kell dönteni, amennyiben a 8 órás szilárdság két különböző hőmérsékletnél eltérő, de még azonos minőségi osztályba esik, az alacsonyabb hőfokot választjuk, mivel a 28 napos szilárdság rohamosan csökken a hőmérséklettel és így előfordulhat, hogy magasabb hőmérséklet esetén a 28 napos követelmény nem teljesül.

Egyes speciális esetekben, amikor az utószilárdulás nem olyan lényeges, és a rövidebb gőzölési idő alkalmazása technológiailag indokolt, a minősítéssel meghatározott értéknél magasabb gőzölési hőmérséklet is alkalmazható.

#### A vizsgálat időszükséglete

Mint láttuk, a javasolt minősítési módszerrel gyors választ adhatunk az üzemi gyártástechnológia szempontjából legfontosabb kérdésre: a gőzölés utáni szilárdság alakulására vonatkozóan. A vizsgálat e szakaszának időigénye egy adott hőmérsékleten mintegy 12—14 óra, a három különböző hőmérsékleten (egy gőzölőberendezés és három műszakos laboratóriumi munkarend esetén) 36—40 óra.

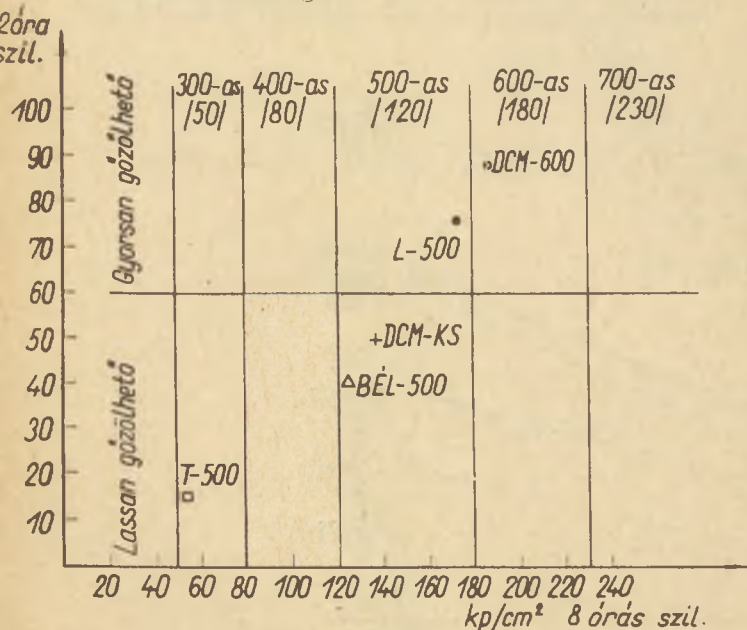
A módszernek az érvényben levő cementszabványokkal közös hiányossága, hogy a teljes minősítéshez 28 nap szükséges.

Bizonyos jelek ugyan arra utalnak, hogy a gőzölés utáni szilárdsági értékek és a utószilárdulás között van kapcsolat, így elképzelhető, hogy több tapasztalat birtokában az utóbbiak alapján következtetni lehet majd a 28 napos gőzölt szilárdságra, de általános érvényű következtetések kimondására öt cement vizsgálata alapján egyelőre nem vállalkozhatunk.

Ennek hiányában a 28 napos vizsgálat kivárása előtti cementszállítás és -felhasználás esetén a cementgyár és a felhasználó éppen úgy kockázatot vállal, mint a normál hőmérsékletű minősítésnél.

#### IRODALOM

- Balázs Gy., Kunszt Gy.: Magyar Építőipar. 14. 1965. 701—709.  
 Berkovics, T.: RILEM-Konferencia. Moszkva. 1964.  
 Budnikov, P.: RILEM-Konferencia. Moszkva. 1964.  
 Tsumura, S.: Zement-Kalk-Gips. 19. 1966.  
 Kajszer, L.: RILEM-Konferencia. Moszkva. 1964.



10. ábra. A minősítés szemléltetése a 2 és 8 órás szilárdság függvényében

- Karapanszki, M.: RILEM-Konferencia. Moszkva. 1964.  
 Kilián J.: *Építőanyag*. 18. 1966. 139—148.  
 Kilián J.—Székely I.: *Építőanyag*. 19. 1967. 41—48.  
 Mironov, Sz.—Malinina, L.: *Uszkorenie tverdenie betonov*. Moszkva, Sztrojizdat, 1964.  
 Révay M.: A cement összetételének és fizikai állapotának hatása a gőzölhetőségre. *ÉAKKI Részjelentés* 1965.  
 Riha, J.: RILEM-Konferencia. Moszkva. 1964.  
 Sadran, G.—Delljes, R.: *Representation lineaire de la résistance mécanique des ciments en fonction du temps: Application a la normalisation „Ciment Lafarge”* kiadványa 1965.  
 Schöffler, H.: *Betonsteinzeitung* 23. 1957. 305—313  
 24. 1958. 343—348.  
 Tamás, F.: *Építőanyag* 19. 1967.  
 Varga, I.: Részvétel a cementek fizikai vizsgálatára vonatkozó nemzetközi szabvány kidolgozásában. *SzIKKI III. részjelentés*. 1966.  
 Virodon—Mcsedlov—Petroszjan: 15. 1964. 257—258.  
 16. 1965. 109—110, 312—313.

**Révay Miklós: Javaslat a cementek gőzölhetőségének vizsgálatára**

A javasolt módszer a következő kísérletileg igazolt megállapításokon alapszik:

A pihentetési idő akkor optimális, ha a kötés kezdete és vége közé esik. A gőzölés alatti szilárdulás jól közelíthető kétparaméteres logaritmusos egyenlettel. A gőzölési hőmérséklet növekedésével a rövidebb gőzölési időhöz tartozó szilárdságok növekednek, hosszabb gőzölés esetén pedig csökkennek. Ez azt eredményezi, hogy nem beszélhetünk a gőzölési időtől függetlenül optimális hőmérsékletről. A gőzölési hőmérséklet sokkal jobban befolyásolja az utószilárdulást, mint a gőzölési idő.

A kapott eredményekből a logaritmusos összefüggés segítségével kiszámíthatjuk az adott gőzölési időhöz tartozó szilárdságot, vagy egy szilárdság eléréséhez szükséges gőzölési időt is.

**Реваи, М.: Метод испытания цементов на пропариваемость.**

Предлагаемый метод основан на следующих, экспериментально подтвержденных принципах.

Время выдержки перед пропариванием является оптимальным, если располагается в интервале между началом и концом схватывания цемента. Твердение во время пропаривания может быть хорошо выражено логарифмическим уравнением с двумя параметрами. С увеличением температуры пропаривания прочности, относящиеся к более короткому времени пропаривания растут, а в случае более продолжительного пропаривания снижаются. Это означает, что время пропаривания и оптимальную температуру нельзя рассматривать независимо друг от друга. Температура пропаривания оказывает на последующее твердение более сильное влияние, чем время пропаривания. Сущность метода испытания состоит в следующем: приготавливается 9 штук образцов согласно инструкции ИСО-СЭВ. После вылеживания в течение определенного времени, которое всегда на 1 час превышает время схватывания, 3 образца пропариваются в специальной пропарочной

камере в течение 2 часов, 6 образцов — в течение 8 часов. 3—3 образца испытываются на прочность непосредственно после пропаривания, 3 образца из серии 8-часового пропаривания испытываются на прочность в 28-дневном возрасте. На основе пересчета прочностных значений были разработаны определенные качественные требования, соответствующие существующим цементным стандартам.

Результаты 2-х часового пропаривания дают возможность сделать различие между быстро и медленно пропариваемыми цементами.

Из полученных результатов с помощью логарифмической зависимости можно рассчитать прочность, относящуюся к тому или иному времени пропаривания, а также время пропаривания, необходимое для достижения определенной прочности.

**Révay, Miklós: Ein Vorschlag zur Prüfung der Dampfbehandelbarkeit von Zementen**

Die vorgeschlagene Methode beruht auf folgenden experimentell bestätigten Feststellungen:

Die Lagerungsdauer gestaltet sich optimal, wenn sie zwischen Beginn und Ende des Abbindens fällt. Die Festigung unter Dampfbehandlung kann vermöge einer logarithmischen Gleichung mit zwei Parametern annähernd verfolgt werden. Die einer kürzeren Dampfbehandlung entsprechenden Festigkeiten nehmen beim Erhöhen der Behandlungstemperatur zu, bei länger währender Behandlung nehmen sie jedoch ab. Also kann von einer optimalen Temperatur der Dampfbehandlung, die von der Zeitdauer unabhängig ist, nicht gesprochen werden. Die nachträgliche Festigung wird von der Temperatur der Behandlung weit stärker als von der Zeitdauer derselben beeinflusst.

Die erarbeitete Methode, welche mittelst nach ISO-RGW-Vorschriften hergestellter Probekörper durchgeführt wird, beschreibt der Autor ausführlich. Vermöge eines logarithmischen Zusammenhangs kann aus den erhaltenen Resultaten die einer gegebenen Behandlungsdauer entsprechende Festigkeit, oder aber auch die zum Erreichen einer bestimmten Festigkeit erforderliche Behandlungsdauer berechnet werden. (S. G.)

**Révay Miklós: New Method for Testing the Fitness of Cements for Steam Curing.**

Our newly developed testing method is based on the following previous research results: 1. The optimal resting period lays between the beginning and the end of the setting. 2. The process of hardening may be rather well approached by a logarithmic equation with two variables. 3. When increasing the temperature of steam-curing in case of a shorter or a longer curing period more or less strength will be achieved respectively. (At higher curing temperature the constants of previous equation tend to diminish.) 4. Post-hardening process is affected in a higher degree by steam-curing temperature than by its length. For the investigations prisms according to the ISO recommendations were used.

Cements were classified in accordance with the present Hungarian standards on base of the strength determined immediately after the steam-curing and that of at the age of 28 days. On the basis of the immediate strength determination slowly and quickly curable cements are distinguished.

## Bevezetés

A hazai szakirodalomban az utóbbi években több cikk jelent meg, melyek részben vagy egészben a zúzalék, mint beton- vagy aszfalt-adalékanyag szemalakjával foglalkoztak. Az Ütügyi Kutató Intézetben 1963—66 között végzett ilyen tárgyú kutatási munka célja a zúzalékszemalak hajlékony útpályaszerkezetekre gyakorolt hatásának megismerése, és az ezzel összefüggő hazai szabványelírások felülvizsgálása volt.

A több évi kutatómunka három fő fejezetre osztható:

a) szemalakvizsgálati előírásaink felülvizsgálata és összehasonlítása egyéb, külföldi vizsgálati módszerekkel. Megfelelő munkahelyi és üzemi vizsgálati eljárás kidolgozása.

b) zúzalékhalmozok néhány, a hajlékony útburkolatok szempontjából fontos tulajdonságának megismerése kötőanyag nélküli állapotban a szemalak függvényében.

Ezek a tulajdonságok a következők:

— a zúzalékszemek (egyenkénti) hasítószilárdsága,

— zúzalékhalmozok ütőszilárdsága Los Angeles-i aprózódási vizsgálattal,

— zúzalékhalmozok hézagterfогata,

— zúzalékhalmozok belső súrlódása.

c) a szemalak hatásának vizsgálata aszfaltkeverékekben: részben laboratóriumi keverésű, részben meglevő és közúti forgalom által igénybevett anyagokon.

Az a) pont alatti fejezetről a Mélyépítéstudományi Szemle f. év 7—8. számában számolunk be, a b) alatti vizsgálatok eredményeivel ez a beszámoló foglalkozik és végül a c) pont vizsgálatait és eredményeit később fogjuk ismertetni.

A kutatási munkaterv összeállításánál arra törekedtünk, hogy előbb a szemalaknak az alapvető és egyszerű anyagtulajdonságokra gyakorolt hatását ismerjük meg, és csak ezután vizsgáltuk az összetettebb jellemzőjű aszfaltkeverékeket a zúzalék szemalak függvényében.

## A különböző alakú zúzalékszemek hasítószilárdsága

1963-ban az Építőipari Minőségvizsgáló Intézetben kutatási téma keretében kidolgoztak egy vizsgálati módszert, melynek célja a betonadalékanyagok „önszilárdságának” meghatározása volt (1). A kísérletek során szemenként meghatározták hétféle hazai kőzet (uzsai és zalahalápi bazalt, szobi andezit, nagyharsányi mészkő, erdősmecskei gránit, hegyeshalmi kvarckavics és ürömi mészkő-murva) 10/20, 20/30 és 30/40 mm-es frakcióinak (szabványos átlagolással 200—200 db-t) hosszúságát, szélességét, vastagságát, súlyát és 10 Mp-os nyomógépen a hasítószilárdságát. A nyomógép

nyomófejeit kicserélték két félgömbfejre, hogy az egy ponton való erőátadást biztosítsák. A nagyszámú mérési adatot szemcsealak-kutatási munkánkhoz jól felhasználtuk, ezért az eredményeket az ÉMI-től kikértük és a mi kutatási szempontjaink szerint feldolgoztuk.

Feldolgozásunkhoz csak a mesterségesen zúzott terméket vettük figyelembe. Az ürömi murva és a töretlen kvarckavics adatait nem dolgoztuk fel. Az andezit, a bazaltok és a mészkő szokványos NZ-jelű, illetve az utóbbinál Z-jelű kereskedelmi termék volt, a gránitot és kvarckavicsot az ÉMI 2-es pofás törőgépén zúzták meg.

Az ÉMI mérési eredményeit a következőképpen dolgoztuk fel: a szemcsék tolmércével pontosan mért hosszúság, vastagság és szélesség méretei alapján megállapítottuk, hogy a szóban forgó szemcse az MSZ 4713—55 szerint melyik alak kategóriába (hosszúkás, lemezes, zömök és hosszúkásan lemezes) tartozik és a szemcse törőerőértékét (kp-ban) a megfelelő alakkategóriához feljegyeztük. Összegezésük után kiszámítottuk a kategória átlagos törőerőértékét. Ennek nagysága jellemző az alakkategóriába tartozó szemcsék nyomással szembeni ellenállóképességére.

Végül a zömök kategória átlagértékét 100-nak véve meghatároztuk a többi kategória százalékos viszonyát.

Kutatási feladatunk szempontjából nem az egyes kőzetfajták értékelése volt a fontos, ezért az eredményeket (1. táblázat) szemnagyságonként

1. táblázat  
Zúzalékszemcsék hasítószilárdsága alakjuk függvényében

	Szem- nagy- ság, mm	Zömök	MSZ 4713 szerint		
			hosszú- kás	lemezes	lemezes és hosszú- kás
alakú szemcsék					
Vizsgált szemcse- szám db, . . . . .	10/20	280	419	217	287
Átlagos törőerő, kp	10/20	158	158	113	103
Átlagos törőerő csök- kenése, ha zömök és jó = 100 . . . . .	10/20	100	100	71	65
Vizsgált szemcse- szám db, . . . . .	20/30	469	350	238	143
Átlagos törőerő kp	20/30	304	281	197	210
Átlagos törőerő csök- kenése, ha zömök és jó = 100 . . . . .	20/30	100	93	65	69
Vizsgált szemcse- szám db, . . . . .	30/40	629	227	280	64
Átlagos törőerő kp	30/40	504	554	330	352
Átlagos törőerő vál- tozása, ha zömök és jó = 100 . . . . .	30/40	100	110	66	70



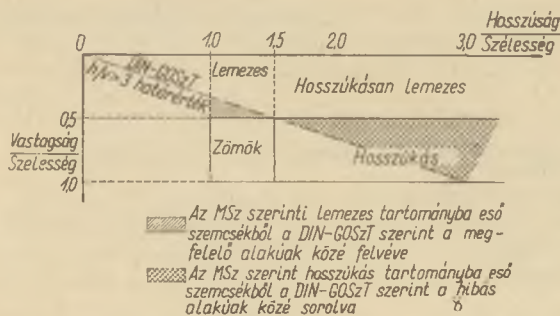
összevontan (6-féle kőzetzúzalék, szemnagyságonként 200—200 db), 1200—1200 szemcséből alak szerint szétválogatva adtuk meg.

Tájékoztatásul mégis megemlítjük, hogy a kőzetenként kapott törőerőértékek a gyakorlati tapasztalatoknak megfelelően alakultak a szemnagyságokon belül, vagyis a kőzetszilárdsági sorrend: zalahalápi és uzsai bazalt, zúzott kvarekavics, andezit, gránit, mészkő volt.

A kőzet eredeti tulajdonságától és a zúzási eljárástól függő szemalak-megoszlás kőzetenként így alakult: *legtöbb lemezes szemcse volt mindhárom szemnagyságban a bazaltoknál és az andezitnél, a legzömökebb alakú halmazt a laboratóriumi törésű kvarc és gránit adta, a mészkő is ez utóbbiakhoz állott közel.*

Az 1. táblázat adataiból kitűnik a magyar szabvány szerinti szemalak kategóriák szilárdságtani jellegzetessége: *a zömök és hosszúkás szemek közel azonos törőerő értéket adtak, míg a lemezes és hosszúkásan lemezes szemek egymáshoz szintén közel azonos, de az előbbi két fajtánál jóval kisebb (kb. a 2/3) értékűek.* Megemlítjük, hogy ez a tendencia érvényesült az egyes kőzetfajtákon belül is. Ugyancsak megfigyelhető a táblázatban, hogy *a zömök és hosszúkás szemcsék a nagyobb szemnagyságoknál dúsulnak*, ami régi gyakorlati tapasztalat.

A fentebbi következtetés levonása után felmerült a gondolat, hogy a szemcsék nyomószilárdsága szempontjából hasonló zömök és hosszúkás kategóriákat, valamint a kétféle lemezes kategóriát egyesítsük, megtartva az MSZ 4713 határértékeit, és az így adódó — nevezzük „*megfelelő*” és „*lemezes*” kategóriának — két csoportot vessük össze a DIN- és GOSZT-szabványok által



1. ábra. A szemalak-kategóriák ábrázolása

előírt szemalak- kategóriák (ha  $h/v > 3$ , akkor hibás alakú) szerint adódó eredményekkel.

Az ÉMI mérési eredményeket így is feldolgoztuk és az eredményeket a 2. táblázatban közöltük.

Megállapítható, hogy az átlagos törőerőértékek közötti különbség az MSZ szerint megfelelő alakú szemcsék javára mindhárom szemnagyságnál nagyobb, mint a DIN és GOSZT szerinti kategóriáknál. A három szemnagyságot összevonnva az értékkülönbség az MSZ szerint 33%-nak a DIN szerint 23%-nak adódott a megfelelő és hibás alakú szemcskategóriák között.

A nyomó- és nyírószilárdság szempontjából tehát a magyar szabvány szerinti szemalak-kategóriák megfelelő hatékonysággal osztályozzák a zúzalék-szemcséket és a 4 kategória helyett elég két kategóriát alkalmazni. A DIN és GOSZT szerinti szemalak-kategóriák ebből a szempontból kevésbé hatékonyan osztályoznak.

Ez a következtetés jól kitűnik a Zingg-féle szemalakábrázoló diagramban is (1. ábra).

A DIN-GOSZT szerinti szemalak kritériumot ( $h/v > 3$ ) ábrázoló egyenest azzal az elméleti feltételezéssel lehet a Zingg-féle koordináta rendszerben meghúzni, hogy a szemek szélességét 1-nek vesszük.

A DIN-GOSZT szerinti jó és hibás alakú szemalak-kategóriák közötti hasítószilárdságbeli közeledést az MSZ által lemezes szemeknek nyilvánított mezőbeli növekedés és a megfelelő alakú szemek mezőjének csökkentése okozza.

E mérési eredményeket és a belőlük levonható következtetéseket azért tartjuk jelentősnek, mert többféle kőzeten, valamint szemnagyságon és viszonylag nagyszámú törési eredményen — összesen 3600 törésvizsgálaton! — alapulnak.

Szükséges lenne még a szemalak-kategóriákat a hajlítószilárdság szempontjából is tanulmányozni. Ezt azonban a szabálytalan idomú szemcséknél nagyon nehéz mérni. Az útburkolati rétegekben az egyes szemcsék általában több ponton vannak alátámasztva, és ilyen esetekben a testekben keletkező feszültségek csökkennek, szemben a két helyen alátámasztott hajlított tartókkal.

### Különböző szemalakú zúzalék-halmazok szilárdságvizsgálata

A Los Angeles-i géppel aprózódási vizsgálatot végeztünk szemcsénkénti válogatással előkészített zömök, hosszúkás, lemezes és hosszúkásan leme-

2. táblázat  
A zúzalék-szemek hasítószilárdsága kétféle szemalak-kategória függvényében

	Szemnagyság mm	Javaslatunk szerint		DIN-GOSZT szerint	
		megfelelő ( $v/sz > 0,5$ )	lemezes ( $v/sz < 0,5$ )	jó ( $h/v < 3$ )	hibás alakú ( $h/v > 3$ )
Vizsgált szemcse-szám db	10/20	699	501	609	591
Átlagos törőerő kp	10/20	158	107	145	120
Átlagos törőerő csökkenése, ha a megfelelő és jó = 100	10/20	100	68	100	83
Vizsgált szemcse-szám db	20/30	819	381	834	366
Átlagos törőerő kp	20/30	295	202	289	216
Átlagos törőerő csökkenése, ha a megfelelő és jó = 100	20/30	100	68	100	75
Vizsgált szemcse-szám db	30/40	856	344	945	255
Átlagos törőerő kp	30/40	520	334	474	335
Átlagos törőerő csökkenése, ha a megfelelő és jó = 100	30/40	100	64	100	72

MSZ szerint	Zömök		Hosszúkás		Lemezes		Hosszúkásan lemezes	
Kopási veszteség %-ban (2 mm-es $\varnothing$ rostán átesett) .....	15,3		15,5		23,4		21,1	
Aprózódási hányados .....	1,41		1,44		1,71		1,66	
Az 5 mm-nél nagyobb szemcsék alak szerinti megoszlása a vizsgálat után, frakciók .....	5/10	10/15	5/10	10/15	5/10	10/15	5/10	10/15
Zömök, súly % .....	46	70	46	29	6	1	12	8
Hosszúkás, súly % .....	48	26	52	67	3	—	5	1
Lemezes, súly % .....	6	4	1	1	81	97	63	54
Hosszúkásan lemezes, súly % .....	—	—	1	3	10	2	20	37
Összesen:	100	100	100	100	100	100	100	100

zes zúzalék halmazokon. A zúzalékok mindegyik esetben a zalahalápi bazaltbánya NZ 5/12-es és NZ 12/20-as szállítmányaiból származtak.

A vizsgálatokhoz egységesen 2500 g 5/10 mm-es és 2500 g 10/15 mm-es szem nagyságú zúzalékot és 8 db átlagosan egyenként 436 g súlyú acélgolyót (összes golyósúly 3490 g) helyeztünk a forgódobba.

Az 500 fordulat után megvizsgált halmazok a 3. táblázatban közölt eredményeket adták.

Az aprítási vizsgálat befejeztével a kopási veszteséget adó 2,0 mm-nél kisebbre aprózódott szemcsék eltávolítása után a 2,0 mm-nél nagyobb szemcsék szemeloszlását a 2. ábrán görbével ábrázoltuk. Az így kapott görbék alatti területeket az aprítás előtti anyag szemeloszlási görbe alatti területével elosztva kaptuk az aprózódási hányadost, mely fordítottan arányos a vizsgált halmaz szilárdságával. Mind a számszerű eredményekből, mind a diagramból kitűnik, hogy a zömök és hosszúkás szemcsék aprózódása közel azonos, ugyanígy a lemezes és hosszúkásan lemezes szemcséké is nagyon közel áll egymáshoz.

A Los Angeles-i ütőszilárdság-vizsgálati eljárás tehát, mint dinamikus vizsgálati módszer is igazolta az egyes szemcsék hasítószilárdság-vizsgálati — mint statikus módszer — eredményeit.

Megvizsgáltuk még olyan halmazok aprózódását is, amelynek szemcsealak szerinti összetétele 25—25%-ban volt zömök, hosszúkás, lemezes és

hosszúkásan lemezes. A közet és a vizsgálat körülményei azonosak voltak az előbbi halmazokéval. A kapott aprózódási veszteség 21,0%-nak adódott.

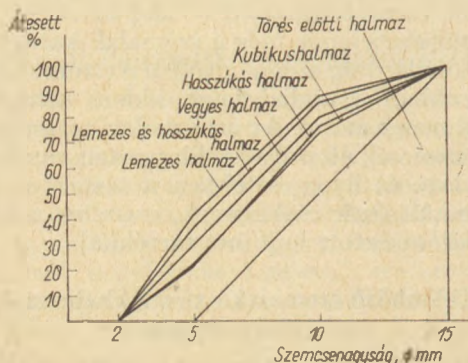
A vegyes halmaz aprózódási hányadosa 1,54 volt.

A vegyes halmaz vizsgálat utáni szemalak-összetételét szintén meghatároztuk és a következő eredményeket kaptuk:

	Vizsgálat előtti szemcsealak megoszlás:		Vizsgálat utáni szemcsealak megoszlás:	
	5/10	10/15	5/10	10/15
	mm		mm	
Zömök .....	25%	25%	40%	52%
Hosszúkás .....	25%	25%	19%	21%
Lemezes .....	25%	25%	28%	23%
Hosszúkásan lemezes .....	25%	25%	13%	4%
Összesen	100%	100%	100%	100%

A halmazmodellek aprítási vizsgálata után az 5 mm-es rostán fennmaradt szemcsék alakvizsgálatából kitűnt, hogy a 10/15-ös szemek jobban megtartják alakjukat, mint az 5/10-es frakció szemcséi, ami érthető, hiszen nagyobb vastagságú kő (keresztmetszet) áll ellent a mechanikai erőhatásoknak. Megállapítható továbbá az is, hogy az eredetileg hosszúkás és zömök szemcsék az összetöredezés után főleg csak egymás között változnak. A lemezes szemcsék pedig az utánpótlást főképpen a hosszúkásan lemezes szemcsék aprózódásából nyerik; ezt a megállapítást a 3. táblázat utolsó oszlopának utolsó két sorában közölt eredmények alapján tehetjük.

Felhívjuk a figyelmet, hogy a 3. táblázat lemezes oszlopában az utolsó előtti sor értékei (81 és 97%) nem azt jelentik, mintha a lemezes szemcsék álltak volna ellen a legjobban az ütőhatásnak, hanem azt, hogy az eredetileg 100%-ban lemezes 5/15 mm-es szemcsék közül a vizsgálat után még megmaradt 5 mm-nél nagyobb szemcsék is csak lemezesek maradtak, mert a vizsgálat a lemezes szemekből nem tudott más alakú 5 mm-nél nagyobb szemcsét „termelni”. Az ütések hatására bekövetkező aprózódás ugyanis ennél a szemcsealak kategóriánál lett a legnagyobb.



2. ábra. Különböző szemcsealakú halmazok LOS ANGELES-i vizsgálata

## A zúzalékalmazok hézagtartalmának vizsgálata

A szemalak és hézagtartalom közötti összefüggések megismerésére is végeztünk mérés-sorozatokat.

A vizsgálatokhoz NZ 5/10 és 10/15-ös zalahálpi bazaltzúzalékot használtunk, melyekből ismét szemenkénti mérésekkel az MSZ szerinti szemalak-kategóriájú modell-halmazokat előállítottuk.

Az egyes halmazok kőzetének sűrűségét piknométerrel határoztuk meg, térfogatsúlyát egy külön e célra kalibrált vastagfalú fémedénnyel. A térfogatsúlyokat két fokozatban is mértük: először az elérhető minimális térfogatig berázással, majd kézidöngöléssel tovább tömörítettük az elérhető legkisebb térfogatig anélkül, hogy a szemcséket összetörtük volna. Ezt utólag szítással ellenőriztük. Az eredményeket a 4. táblázatban tüntettük fel.

4. táblázat  
A szemalak és hézagtartalom összefüggése

Szem nagyság mm	A hézagtartalom-értékek térfogat- százalékban			
	5/10		10/15	
	berázva	bedöngölve	berázva	bedöngölve
Halmazok				
zömök . . . .	48,7	39,3	52,2	40,7
hosszúkás ..	53,6	42,8	55,0	47,7
lemezes . . .	55,2	46,3	55,9	47,7
hosszúkásan lemezes ..	56,3	48,7	56,9	51,5

A kétféle tömörítési módszer elég jelentős (15—25%) hézagtartalom-különbséget okozott. A kétféle laboratóriumi tömörítési módszer szerint az 5/10 és 10/15-ös száraz zúzalékalmazok hézag-tartalmai sorrendje a következőképpen alakult; zömök (legjobban tömöríthető, legkisebb hézag-tartalom), hosszúkás, lemezes, hosszúkásan lemezes (legnehezebben tömöríthető, legnagyobb hézag-tartalom).

A hosszúkás halmaz nagy belső súrlódása miatt hézagtartalom szempontjából közelebb áll a lemezes és léces halmazokhoz, mint a zömökhöz. A lemezes halmaz pedig azért adott nagyobb hézag-tartalmat, mint a hosszúkás — a belső súrlódásnál kialakult sorrendjére —, mert az azonos térfogatban sokkal több lemezes szem van, mint hosszúkás és ismeretes, hogy a nagyobb szemcse-szám megnöveli a hézagtartalmat.

Itt említjük meg a következő jelenséget:

A zömök és legömbölyödött szemcsék között gyakran találni likacsos és porózus szemcséket. Ez ennél a mérésorozatnál is megmutatkozott. A hézagtartalomhoz szükséges térfogatsúlyok ugyanis így alakultak a zalahálpi 5/10-es szem nagyságnál: zömök 1,64, hosszúkás 1,64, lemezes 1,54, hosszúkásan lemezes 1,47 kp/cm<sup>3</sup>. A zömök halmazban feltűnően sok volt a porózus, likacsos szemcse. Ezeket eltávolítva újra meghatároztuk a halmaz térfogatsúlyát, és akkor már 1,74 kp/cm<sup>3</sup>-et kaptunk eredményül. A többi halmazban ilyen szemcsék csak elvétve fordultak elő. Ezt a megállapításunkat egyéb hazai zúzalékvizsgálatok is megerősítik

(2), ui. a porózus szemcsék éleinek fokozottabb kopása az osztályozás és egyéb anyagmozgatás során nyilvánvaló, s ez a zömök alak képződése irányában hat.

## Zúzalékalmazok belső súrlódásának vizsgálata

Az aszfaltkeverékek tervezése, készítése majd beépítése szempontjából alapvető fontosságú a száraz ásványi keverék belső súrlódásának vagy viszkózitásának ismerete. Tudjuk, hogy a kész szárazkeverék belső súrlódásában a nagyobb szem nagyságú zúzalékoknak kisebb a szerepe, mint a finomabb frakcióknak, mégis számszerű mérési lehetőséget kerestünk a különböző szem alakú zúzalékalmazok viszkózitásváltozásának jellemzésére.

Erre a külföldi szakirodalomból (3—4) megismert, a homokfajták viszkózitásának jellemzésére használt módszert találtuk a legalkalmasabbnak.

Az eljárás lényege teljesen azonos a folyadékok relatív viszkózitásának mérésére alkalmazott, kifolyási idő meghatározására szolgáló vizsgálati módszerekével. A 60°-os csúcshögű és 10 mm-es elzárható nyílású, sima felületű fémtölcsérekkel 0,09—2,0 mm szem nagyságú homokfajták kifolyási ideje mérhető.

Mi a tölcserék csúcshögét megtartva, az elzárható nyílások átmérőjét és a tölcserék befogadóképességét megnövelve az eddig csak homokra alkalmazott vizsgálati eljárást kiterjesztettük a 15 mm-nél nem nagyobb szem nagyságú zúzalékokra és kavicsokra is.

A vizsgálatokhoz az UKI Hídosztályának műhelyében elkészített tölcseréket alkalmaztuk a következő fokozatokkal:

Kifolyó nyílás átmérője (mm) . . .	10	26	42	62
Mérhető legnagyobb szem nagyság, (mm) . . . . .	2	5	10	15
Célszerűen vizsgálható mennyiség (g) . . . . .	500	3—5000	6—8000	8—10 000

A halmazok belső súrlódását egyenes arányban jellemző kifolyási értéket a

$$K_{\epsilon} = \frac{I \times F}{G} \cdot 1000$$

képlettel kell számítani,

ahol  $K_{\epsilon}$  = kifolyási érték mp/1000 cm<sup>3</sup>-ben,  
 $I$  = ténylegesen mért kifolyási idő mp-ben,  
 $F$  = vizsgált anyag fajsúlya g/cm<sup>3</sup>-ben,  
 $G$  = vizsgált anyag mennyisége g-ban.

A kifolyási nyílások átmérőit és a vizsgálandó mennyiségeket úgy választottuk meg, hogy egyrészt bizonyos minimális kifolyási időt kapjunk a mérési hibák hatásának csökkentésére, másrészt túlságosan nagy anyagmennyiségekkel se kelljen dolgozni a laboratóriumi viszonyok között.

Mivel a hazai szakirodalomban kevés ilyen mérési adat ismeretes, tájékoztatásul az 5. táblázatban közöljük néhány hazai homok, homok- és

5. táblázat  
Különböző homokfajták és keverékek viszkozitásváltozása

Szem nagyság mm Tölcsernyílás mm Értékek	0,09— 0,2	0,2— 0,6	0,6—1	1—2	2—3
	10	10	10	10	26
mp/1000 cm <sup>3</sup> -ben					
Halmazok összetétele súly% szerint 100% term. homok + 0% zúzott homok	110	113	135	170	12
75% term. homok + 25% zúzott homok	117	121	152	199	13
50% term. homok + 50% zúzott homok	126	134	163	205	14
25% term. homok + 75% zúzott homok	143	146	189	238	16
0% term. homok + 100% zúzott homok	162	159	207	258	18

finomzúzalék-keverék viszkozitását a tölcseinkkel kapott kifolyási értékekkel jellemezve.

A vizsgált homokot a csepeli kavicsbányából, a zúzott homokot a tartalai andezitbányából hoztuk, és kiszáritás után szitálással gondosan szétválasztottuk a kívánt szem nagyságokra; fajsúlyukat két tizedes pontossággal piknométerrel határoztuk meg.

A kapott eredmények jól megfelelnek eddigi gyakorlati tapasztalatainknak és a külföldi irodalmi adatoknak.

A különböző szemalak-kategóriák belső sűrűlási viszonyainak megismerésére végzett tölcse-res kifolyásméréseink eredményeit a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat  
A különböző szem alakú zúzalék-halmazok viszkozitásváltozása

A mért halmazok szemcsealak szerinti összetétele súly%-ban				Kifolyási érték (K <sub>l</sub> ) mp/l liter	A K <sub>l</sub> növekedése ha zömök = 100
zömök	hosszú-kás	lemezes	hosszú-kásán lemezes		
100	—	—	—	6,9	100
—	100	—	—	8,4	122
—	—	100	—	8,1	117
—	—	—	100	10,1	146
50	50	—	—	8,0	116
50	25	25	—	7,7	111
50	—	50	—	7,1	103
20	—	—	80	9,6	139
—	25	30	45	9,3	135
25	25	30	20	7,9	114
35	25	30	10	7,5	109

Az alkalmazott zúzalék a zalahalápi bazalt NZ5/10 mm-es szem nagyságú halmaza volt. A meghatározásokat a 42 mm-es nyílású tölcse-rel végeztük.

A táblázatban közölt értékek 5—5 mérés számtani középértékei. A középérték-számításhoz

önkéntesen csak a  $\pm 2\%$ -os eltérést túl nem lépő eredményt vettük figyelembe.

A szemként válogatott és alakmérésekkel ellenőrzött halmazmodellek összeállítása rendkívül hosszadalmas laboratóriumi előkészítő munkát igényelt. Ezért az azonos alakkategóriákhoz tartozó szemcséket vegytintával megfestettük, és az újabb alakösszetételű modellhalmazokhoz így könnyebben szétválogattuk, majd újra felhasználtuk. Megfigyeltük azonban, hogy 15—20 mérés után a belső sűrűlódás kismértékben csökkenni kezd. Ennek nyilvánvaló oka a szemcsék éleinek és csúcsainak fokozatos kopása.

Ez a jelenség a modellhalmazok további összeállítás-változatainak határt szabott.

A táblázat utolsó két sorában szereplő összetétel a hazai zúzalék szállítványok gyakori szemalak-megoszlását képviseli.

Az eredményekből megállapítható, hogy a zömök szemcséből álló halmaz belső sűrűlódása a legkisebb, míg a hosszú kásán lemezes a legnagyobb. A lemezes halmaz viszkozitása kisebb mint a hosszú kásé. Ez a sorrend megfelelt várakozásunknak és amint látható, a kevert modellhalmazokban is jó következetességgel érvényesült.

A számszerű adatok jól jellemzik a különböző szemalak típusok viszkozitásváltozó hatását: a hosszúság jobban növeli, mint a lemezesség, és a zömökség csökkenti.

A keverésük nem lineáris arányban változtatja a viszkozitást; az összes alakkategória szerepeltetése a lineáris aránynál inkább egy kissé kisebb viszkozitást eredményez. A zömök szemek (és kissé a lemezesek is) mintegy megkönnyítik a hosszú kás szemek elmozdulását, ez utóbbiak pedig növelik a halmazok állékonyságát. Véleményünk szerint ennek a jelenségnek a megismerése nagy jelentőségű és további beható kutatásokat kíván. Az adalékanyagok előállításához, osztályozásához, mozgatásához, szállításához, dezintegrálásához, bármilyen kötőanyaggal való keveréséhez és a bedolgozások alatti és utáni tömöríthetőségéhez nagyon fontos halmazaik belső sűrűlódásának ismerete a szemalak függvényében. Úgy véljük, hogy ezt eddig csak meglehetősen ösztönös módon ismertük és kezeltük. A fejlődés irányát pedig abban látjuk, hogy a könnyebben vizsgálható zúzalék- vagy kavics-halmazokkal kapott eredményeket és törvényszerűségeket jól felhasználhatjuk majd a homokfajták fontos technológiai jellemzőinek megismerésére.

### Összefoglalás

Az ismertett eredményekből kitűnt, hogy az MSZ 4713—55 sz. szabvány szerinti négy szemalak-kategória közül, a szemcsék vagy halmazaik hasító és ütőszilárdsága szempontjából, elegendő két szemalak-kategóriát, mégpedig egy „megfelelő” és egy „lemezes” kategóriát megkülönböztetni. A megkülönböztetés alapja a vastagság/szélesség kisebb, mint 0,5 határérték, melyet a gyors és egyszerű, a munkahelyi és üzemi igények szempontjából megfelelő pontosságú kétfős rostálási módszerrel meg lehet határozni.

A zúzalékhalmozok hézagterfogat-mérési eredményeiből világosan bebizonyosodott, hogy a zömök szemekből álló halmaz hézagtartalma lényegesen kisebb, mint a többi alakkategóriából felépített szemcsehalmazoké.

A belső sűrűlási vizsgálatok pedig megmutatták, hogy legkisebb viszkozitását a zömök halmaz, majd a lemezes halmaz következik. Kitűnt az is, hogy a hosszúkáság nagyobb mértékben növeli a viszkozitást, mint a lemezesség. Ezeknek az adatoknak és ismereteknek a jövőben még komoly jelentősége lehet a különböző célokra készülő aszfalt- vagy betonkeverékek tervezésénél. Tudjuk ugyanis, hogy egyes kötőrégekkkel vagy gépserkekkel különböző alakú szemekből dúsított termékek lehet előállítani. Megállapíthatjuk, hogy a zúzalékhalmozok szemcséinek alakjával befolyásolhatjuk a készítendő anyagkeverékek szilárdsági, hézagtartalmi és viszkozitási tulajdonságait. Ez a hatás minden szemnagyságban fennáll, mégpedig a szemnagysággal fordított arányban a vegyes szemeloszlású adalékanyag-keverékekben.

Végül néhány megjegyzést fűzünk a korábban megjelent szemalakkal foglalkozó egyes hazai tanulmányokhoz.

Erdély Imre (5) elméleti levezetésében helyesen veszi fel a „lemezeségi jellemző” hatását és állapítja meg, hogy „Az aprított kőanyag lemezessége a kis élszögek felé fokozott mértékben növeli a termék porszennyeződését. Így a felhasználó kifogása jogos a lemezes szemcséket jelentékeny mértékben tartalmazó áruval szemben.” Az itt ismertetett szilárdságvizsgálati eredményeink jól alátámasztják fenti megállapításait.

A Kausay Tibor (6) által ismertetett eredményekből is kitűnt, hogy a nem zömök halmaz belső sűrűlási és hézagtartalma a nagyobb, mert nagyobb cementadagolást igényelt és a húzásnak így jobban ellenállt. A mi eredményeink is jól igazolják azt az alapvető mechanikai törvényszerűségeken alapuló megállapítását, hogy „az adalékanyag szemalakjának hatása elsődlegesen az igénybevétel módjától függő statikai hatás”. A dinamikus hatásoknál talán méginkább függ az igénybevétel módjától a szemalakhatás. Ezt mutatja a 3. táblázatunkban ismertetett eredmény is, mely szerint a zömök és hosszúkás szemhalmazok mintegy 30%-kal (!) kevésbé aprózódtak el az ütőhatásokra, mint a lemezes halmazok.

A SZIKKI-ben végzett betonvizsgálatokkal kapcsolatban megemlítjük, hogy hiányzik a vizsgált halmazok pontos szemalakviszonyainak a meghatározása és ismertetése. Ha ugyanis az említett tanulmányban hivatkozott korábbi beszámolókból (pl. 7). ismertetett szemalakviszonyokat vesszük figyelembe, akkor kitűnik, hogy a „nem zömök” halmaz jelentékeny mennyiségben tartalmazott zömök (16,7–27,7%) és hosszúkás (24,5–38,1%) szemcséket is, melyek szilárdsági szempontból nagyon hasonlóan viselkednek. A „zömök” halmazban pedig a valóban zömök szemcsék mennyisége 68–81,8% között mozgott szemnagyságoként. Ez valamivel jobban megközelítette te-

hát a hivatkozott tanulmánybeli elnevezését. Az előbbi halmaz azonban valószínűleg vegyes halmaz volt, melyben a zömök és hosszúkás szemek együttes mennyisége elérhette a 60%-ot is. Amint az általunk végzett kísérletekből kitűnt, a vegyes szem alakú halmazok tulajdonságai eltérőek, és a különböző alaktípusokhoz tartozó szemcsék dúsulása vagy hiánya pozitív vagy negatív irányban befolyásolhatják a betontechnológia szempontjából is oly fontos adalékhalmoz-tulajdonságokat, mint például a belső sűrűlási, a hézagtartalmat stb.

Ezért a kétféle szemalaktípusra vonatkozó következtetések levonásánál a tényleges szemalakviszonyokat kellene ismertetni a magyar szabvány által meghatározott négyféle szemalak kategóriában, amely szerint megadott darab és súly%-os megoszlási értékek világosan és könnyen érthetően tájékoztatnak bennünket egy-egy halmaz szemalakviszonyairól.

## IRODALOM

- [1] Nemeskéri Gézánc: Adalékanyagok önszilárdságának meghatározása. Építőanyag, 1964. 8. sz.
- [2] Kausay Tibor: Kokkolitos betonadalék. Mélyépítéstudományi Szemle. 1965. 12. sz.
- [3] Dr. Schmidt, H.—Schütter, H.: Beziehungen zwischen der Kornform von Sanden... Strasse und Autobahn. 1958. 6. sz.
- [4] Dr. Kunath, H.: Beurteilung der Kornbeschaffenheit von Sanden. Strassentechnik. 1959. 4. sz.
- [5] Erdély Imre: Aprítottkő-halmazok porlása. Építőanyag. 1964. 11. sz.
- [6] Kausay Tibor: A szemcsealak statikai szerepe a betonban. Építőanyag, 1967. 3. sz.
- [7] Kausay Tibor: Az adalékanyag jellemzése szemcsealak szerint. Mélyépítéstudományi Szemle. 1966. 6. sz.

### Reznák László: A zúzalékszemek alakjának hatása a zúzalékhalmozok egyes tulajdonságaira

A tanulmány a hajlékony útpályaszerkezetekben alkalmazott zúzalékhamazok összeállításánál fontos szerepet játszó belső sűrűlási, hézagtartalmi és szilárdsági tulajdonságok vizsgálatával foglalkozik a zúzalékszemcsék alakjának függvényében.

A szilárdságvizsgálati eredmények szerint a zömök és hosszúkás szemcsék adták a legkedvezőbb eredményeket, míg a lemezesek szilárdsága az előbbieké értékének csak kb. 2/3-át érték el. A legkisebb hézagtartalmú halmazt a zömök szemekkel lehetett elérni. A legkisebb belső sűrűlási halmazt szintén a zömök szemcsék adták.

A zúzalékszemek alaktípusai (zömök, hosszúkás, lemezes, hosszúkásan lemezes) különbözőképpen befolyásolják halmazaik technológiai tulajdonságait. Ennek ismerete az aszfalt- és betonkeverékek tervezéséhez, valamint a kőbányaüzemek technológiájának kialakításához nyújt segítséget.

### Reznák Л.: Влияние формы отдельных зерен щебня на свойства щебеночной массы.

Статья описывает испытание таких важных с точки зрения применения в дорожных конструкциях свойств щебня, как внутреннее трение, — прочность, способность к заполнению пустот.

Согласно результатам испытания прочности, наиболее благоприятными являются зерна изометрической и удлиненной формы, в то время как прочность пластинчатых зерен составляет всего 2/3 от предыдущей. С помощью зерен изометрической формы можно получить массу с наименьшим содержанием пустот, а также с наименьшим внутренним трением.

Форма зерен щебня (изометрическая, удлиненная, пластинчатая, удлиненная пластинчатая) различным образом влияет на технологические свойства масс.

Znание этого влияния оказывает большую помощь при проектировании асфальтовых и бетонных смесей, а также технологии каменных карьеров.

#### *Reznák, László: Die Wirkung der Form von Splittkörnern auf manche Eigenschaften der Splitthaufen*

Es werden die beim Zusammenstellen der Splittkörnung von flexiblen Straßenbefestigungen wichtige Rolle spielenden Eigenschaften: die innere Reibung, der Holraumgehalt und die Festigkeit in Funktion der Form der Splittkörner besprochen.

Bei der Festigkeitsbestimmung ergaben die kubischen und nadelförmigen Körner die meist vorteilhaften Resultate, während die Festigkeit der blättrigen Körner nur etwa das Zweidrittel der Festigkeit von erstgenannten erreichte. Der kleinste Holraumgehalt entstand bei der Anwendung eines Haufens, der aus kubischen Körnern zusammengesetzt war, und auch die niedrigste innere Reibung konnte bei solchen Haufen beobachtet werden.

Die Form der Splittkörner (kubisch, länglich, laminar, platt-nadelig) beeinflusst die technologischen Eigenschaften verschiedenlich. Die Kenntnis dieser Tat-

sache vermag beim Zusammenstellen von Asphalt- und Betongemischen, wie auch zur Gestaltung der Technologie von Steinbrucharanlagen Hilfe zu leisten. (S. G.)

#### *Reznák, László: The Influence of Particle Shape on certain Properties of Chipping-lots*

In this study characteristics of internal friction, voids content and strength are treated which play a part in the assembling applied of the chipping lots used in the flexible roadway constructions.

After the results of strength tests the equidimensional and elongated particles gave the most favourable results, the strength of flaky particles reached only roughly  $\frac{2}{3}$  of the values of the foregoing. The lots with minimal voids content could be reached with equidimensional particles. They gave also the lots with minimal internal friction.

The shape types of particles — equidimensional (cubical), elongated (rods), flaky (discs) and elongated flaky (blades) influence the technological properties of their lots diversely. Its knowledge render help to the design-work of asphalt and concrete mixes as well as to the technology of quarries.

## DURVAKERÁMIAI KONFERENCIA VÁRNÁBAN

A bolgár Építésügyi Minisztérium és a Tudományos Egyesület ez év október 9—11-ig Várnában durvakerámiai konferenciát rendez, melynek programja a következő:

### Október 9.

1. A konferencia megnyitása.
2. A bolgár téglaiipar mai helyzete és fejlődési perspektívája. *J. Lazarow* — Bulgária.
3. Födém és padló szerkezetek kerámiai idomokból. *R. Maltschow* — Bulgária.
4. A bolgár kerámiai ipar gépei. *St. Bojadjiew* — Bulgária.
5. A durvakerámiai ipar gépeinek fejlődése Lengyelországban. *B. Melitzki* — Lengyelország.
6. Kerámiai falelemek. *Mitew* — Bulgária.
7. Korszerű téglagyárak automatizálása. *Keller cég, Berndt.* (Filmvetítéssel), — NSZK.

### Október 10.

8. Durvakerámiai termékek jobb szárítása automatizált szárítóban. *A. Elersek* — Jugoszlávia.
9. Szárítástechnikai mutatók számítása a durvakerámiai szárítók méretezéséhez. *Herdt* — NSZK.
10. Szakaszos-turbulens szárítás, csekély beruházási költséggel. *Dr. O. Müller* — Svájc.
11. Nagyméretű üreges idomok gyártási problémái. *St. Stefanow* — Bulgária.
12. Sajtolt tetőcserep formázása és minősége. *Dr. Bertoldi, Riete Werke*, — NSZK. (Filmvetítéssel.)

13. A kerámiai falazóanyagok hőtechnikai tulajdonságai. *G. Jetschow* — Bulgária.

14. A *Händle cég* (NSZK) filmvetítése: Új kerámiai gépek.

15. Kerámiai termékek gyártási tapasztalatai Olaszországban. *Morandó cég* — Olaszország.

16. A téglanyagok oldható sótartalma és annak eltávolítása. *Konstantinow* — Bulgária.

17. A téglagyag káros zárványainak finomapritása különleges finom hengerművel. *V. Goedeck* — NSZK.

### Október 11.

18. Könnyű, nagyméretű kerámiai üreges idomok fejlesztése, az építőipar fejlődése érdekében. *Biehl* — NSZK.

19. Kerámiai nyersanyagok vizsgálata. *Dordevic*. — Jugoszlávia.

20. Kerámiai üzemek tervezése, alagútke-mencével és műszáritóval. *Keramoprojekt* — CSZSZK..

21. Új kerámiai üzemek tervezése. *W. Popow* — Bulgária.

22. *Lingl cég* (NSZK) filmvetítése: Új burkoló-tégla gyártó üzem.

23. Új olajtüzelésű, elgázosító és gáztüzelésű üzemek. *Sabo cég, M. Bozzo* — Olaszország.

24. Nehéz-olaj alkalmazása kerámiai kemencékben. *Bernina* — Olaszország.

25. A durvakerámiai ipar távlati fejlődése. Az ipar megfigyelési és a tervezés, valamint építkezés tapasztalatai. *Kerabedarf cég, dr. Gatzke* — NSZK.

26. A téglaiipar műszaki fejlesztési feladatainak meghatározása lineáris programozás segítségével. *Kakasy Gy.* — Magyarország.

Apjának, József nádor bizalmasának örökség jussán volt téglagyára Kőbányán, amelynek Lechner önéletrajzi vázlatában jelentős nyoma maradt. „Ebben a gyárban már kora ifjúságomban megtanultam bánni az agyaggal s megszerettem a kerámia különböző technikáit. Mert a gyárban nemcsak közönséges téglákat gyártottak, hanem finomabb kerámiákat is, többek között a bécsi Foerster építész által tervezett budapesti zsinagóga összes terrakotta és mázas majolika munkáit is. Akkor és azóta vezetésem alatt számos kísérletet végeztünk a kerámia terén s úgy látszik, hogy az ifjúkori foglalkozások egész későbbi munkásságomra elhatározó befolyást gyakoroltak, mert a kerámia iránti szeretetem mind a mai napig él bennem.” (1) Jelentős gondolatok ezek, az alábbiakban sok körülményt magyarázhatnak meg.

\*

Milyen irányú „kísérletek” lehetnek ezek, akkor, a Maglódi-úti téglagyárban? Ma már megválaszolhatatlan kérdés. Csak időbeli határait vonhatjuk meg: mikor történhetek? Lechner 1863-ban tett érettségi vizsgát a Reáltanoda-utcai Főreálban. Mielőtt a berlini Schinkel Akadémiába eljuthatott, a pesti Műegyetemen, az akkori Polytechnikumban folytatta tanulmányait, 1866-ig. Az 1866—67 tanévet már Berlinben élte (2). Egyéb adatunk is van — időbelileg — amely segíthet az említett „kísérletek” körvonalaihoz jutnunk: a Dohány-utcai zsinagóga építésében, mely 1854-ben kezdődött s 1858-ban fejeződött be, a templom frigyeládájának terét s az oltárt Feszl Frigyes tervezte. Ebben az időben Lechner még csak 2—3. osztályos realista volt. E kísérletek hasznát 1911-ben Lechner abban látta, hogy már igen korán ragadt meg figyelme kerámiai témáknál, és hogy egész életére szóló hatásokat nyert általuk. (A Maglódi-úti gyárban készítették-égették különben a De Serres által az 1870-es években tervezett Nyugati pályaudvar számos homlokzati terrakotta díszét is.)

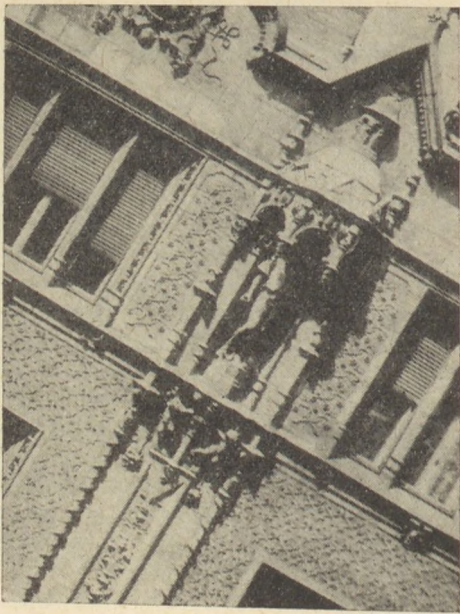
Amikor a Dohány-utcai templom homlokzati díszeit készítették a Maglódi úton, a Zsolnay-gyár, amely a keramikus s az építész Lechnernek később szárnyat adott korábbi elképzelései alá, még csak gyermekcipőben élt. Nikelszky Géza szerint Zsolnay Miklós 1852-ben engedélyezett „kőedénygyár”-át Zsolnay Vilmos bővítette 1865 után terrakotta gyárrá. A Maglódi úton gyártott „finomabb kerámiákat” előállító Lechner-gyár így legalább tíz évvel előzte meg a pécsi gyár indulását. Sokféle ok miatt elképzelhetetlen, hogy Lechner már 1865 után nem ismerte volna Zsolnayékat. Nem utolsó sorban azért is, mert a pécsi gyár rövidesen mint konkurrens lépett a küzdőterre.

Wartha Vince, mikor 1908-ban Zsolnay ipari munkásságának *műszaki* jelentőségét élesztgette, plasztikusan adta elő (3) azt a kérdést, ami a „kerá-

mia szentháromságában”, a kaolin, a kvarc és a földpát keverési és égetési lehetőségeiben rejtőzött. Viszonyuk változtatásával kísérletezték ki Wartha és Zsolnay a pécsi gyár nagyjövőjű lehetőségeit, amelyekből azután Lechner a magyar építészet korszakos műveit teremtette meg. Nem lenne értelme e kérdések kerámiai témáit most előadnunk. Wartha és Petrik Lajos munkái s maga Nikelszky Géza is ismertették mindezt. Mindenekelőtt most a kutatómunka néhány olyan problémájára mutatok rá, melyeknek mint *művészeti problémák műszaki alapja* van jelentőségük Lechner művészetének kibontakozásában. Lechner irányvételére ugyanis a Maglódi-úti gyár ifjúkori tapasztalatai után a Feszl Frigyessel egykorú Zsolnay Vilmosnak volt döntő szerepe. Erre mutatnak kutatási eredményeink.

\*

Tudjuk, hogy Lechner formanyelve a szegedi városháza, az Operával szemközt épült nagy bérház s a szegedi „Milkó-ház” után, a Váci-utca 11/a. sz. ház — a Thonet-ház — homlokzatán fordult át nagy korszaka felé. A fordulatot éppen a keramikus Lechner gondolatainak megelevenedése vonta magával. A mű homlokzati *anyaga* dönti el ennek a fordulatnak minőségét. Jánszky Béla nekem adott felvilágosítása szerint nem is e művén, hanem a számbokrėti Beniczky-kastélyon (Tura mellett, Heves megye) helyettesítette először Lechner a kőben szegény Alföldön a kő homlokzati szerepét kerámiával. Ez az épület 1944—45-ben — sajnos — megsemmisült, fényképe sem maradt. Valószínű, hogy A Ház 1911-i Lechner-számában közölt kastéllyal azonos. A kérdéseket összehasonlítással vizsgálhatjuk meg. A Thonet-ház 1889—1890-ben épült. Ebben a korban a Zsolnay-gyár gyártmányainak nagy „cikke” volt a porcelánfajánsz. A Thonet-ház homlokzata, öntöttvassal kombinálva, ebből az anyagból készült. A pirogránit csak a porcelán-fajánsz után következett 1891—92-ben, hogy kisorsítsa a fagyban könnyen pusztuló terrakottát. Ez a gránitkeménységű anyag kiegészítés után szürkés-sárgás színű, acéllal csíholva szikrát vet, zománc mázzal tartósabbá válik. Ebben az állapotában Nikelszky „majolizált pirogránit”-nak nevezi. A máz színét Zsolnay kitartó kísérletekkel minden árnyalatban elő tudta állítani. Jánszky Béla imént említett adatát bizonyos mértékben ellenőrizhetővé tették Nikelszky alábbi adatai (4). (1. ábra). „A Zsolnay-gyár dolgozói, kik a művészeti munkákban közreműködtek” c. függelékfejezetében említi egy Bischof Josef nevű festőt, 1885 év számmal. Jól emlékszem, hogy Jánszky Béla Bischofot, mint kiváló akvarellistát, Lechner irodájának tagjaként említette. Miután azonban a Thonet-ház 1889—1890-ben épült, Nikelszky pedig Bischof neve mellett az 1885 évet említette, fel kell tennünk, — hacsak Nikelszky nem tévedett — hogy Bischof először Zsolnayéknál működött volna



1. ábra. A „Thonet” ház homlokzati részlete  
(Foto: Dobos Lajos)

s innen került Lechnerhez, talán éppen a Thonet-ház miatt. Másik lehetőségünk ezzel az 1885 évszámmal az, hogy ekkor épült volna a Beniczky-kastély Zsámbokréten. Jánszky Bischof nevét éppen utóbbi művel kapcsolatban említette, azzal, hogy e művén kezdődött volna a paraszti hímzés motívumainak kerámiai áttétele építészeti homlokzatra s a színezést Lechner Bischoffal rajzoltatta Zsolnayék számára. Túl ezeken a latolgatásokon, a formai analízist sem hagyhatjuk el; ez azonban nem egészen egyező eredményeket ad. Tanulmányozható a teljes pompájában kivirágzott Thonet-ház homlokzatán; a porcelán-fajánsz *anyaga* által lehetővé tett homlokzatalakításon ugyanis a kerámiai anyaggal magával hozott tényezőknél kívül a Népköztársaság-úti bérházéhoz képest még semmi változás. Díszítőanyagukban semmi különbség sem volt. Ebből, valamint abból, hogy Jánszky Béla szerint a zsámbokréti homlokzat színezett, Huszka-féle folklórisztikus ornamentikát hordozott következik, hogy a Thonet-ház megelőzte a Beniczky-kastélyt. Így képzelhető el, hogy a Jánszky szerint Münchenből Magyarországra került Bischof eredetileg Lechner és Pártos irodájában dolgozott s innen jutott Pécsre, hol viszont — Nikelszky szerint legalábbis — már 1885-ben működik, tehát amikor Lechnerék befejezték a Népköztársaság-úti palotát. Nikelszky évszámadata csak így képzelhető el helyesnek, mégis, ha Bischof rövidebb pécsi működés után került a Lechner—Pártos irodába, így összhangba hozható Jánszky adatával. Valószínű, hogy Lechner homlokzatainak akvarelljeit — a Népköztársaság-úti épület, az Iparművészeti Múzeum és a kecskeméti városháza homlokzatát is — Bischof festette. Közülük a múzeumépület homlokzati akvarellje az Iparművészeti Múzeumban van, a másik kettő Vágó László építész lakásáról tünt el 1944 őszén. Utóbbiakról készített fényképek most már a Kis-cellai Múzeumban vannak

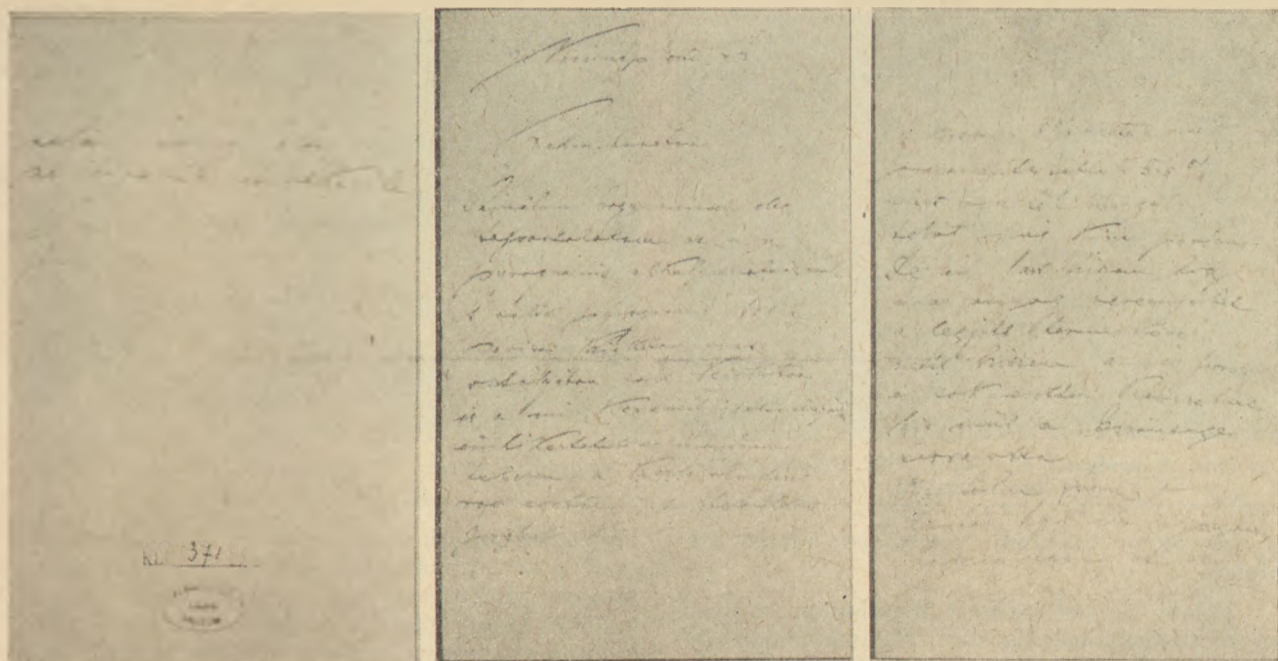
Nikelszky a Zsolnay-gyár fejlődését szakaszokba osztotta. Közelebb juthatunk velük a Lechner-művészet eddig kibogozatlan, vagy még fel sem merült rejtélyeihez. Az első korszakot 1865—1873. évekre teszi, a másodikat 1873—78. évekre, a párizsi vilákiállításig. Ebben a korban a Zsolnay-gyár gyártmányai már a Lechner-gyáréi elé nyomultak. Zsolnayéknál ekkor németek, csehek, szlovákok, névtelenek dolgoztak; részük volt a Zsolnay-gyár világhírében. Kiemelten, névvel csak Gustav Seschia horvát mestert említi Nikelszky, „akitől — mint mondják — legtöbbet tanult Zsolnay”. Természetesen az égetési s egyéb technikai komponens elsajátításában, mert hiszen az anyagbányás az első kellék volt ahhoz, hogy építészeten különlegesen teremthessenek, ha mindez még csak az indulás *műszaki* feltételét adta. Építészeti lélekkel Lechner telítette ezt az anyagot. Nikelszky, aki egyébként csak a századfordulón került Zsolnayékhoz, az építészet szempontjából fontos korról, amelyben Lechner kerámikussága az építészetet testvéresült, közvetlen tényeket csak keveset mond.

Az induláshoz olyan mű tartozott, a Thonet-ház, amelyet az ismertetett elgondolások és tények nyomában jól beilleszthető a Zsolnay-gyár működésébe. A homlokzat *anyaga* nyilvánvalóan porcelánfajánsz, és magán hordja Lechner és Zsolnay Vilmos roppant erőfeszítését, azonos célért. Ma is látható a homlokzat francia-reneszánsz kandeláber-ornamentikával díszített pillérarchitektúráján a porcelánfajánsz szépséges elefántcsontszerű színe, jellegzetes kobaltos kék színnel váltakozóan. A porcelánfajánszról Wartha írta: „... igen nehezen ömleszthető agyából készült. Előbb csak gyengébb tűzben ég s csak a díszítés, illetve a mázazás után kerülnek az áruk a magasfokú tűzbe. E tekintetben hasonlít a porcelánhoz. Mázuk nem tartalmaz ólmot, s csak valamivel alacsonyabb fokon ömlik meg, mint a porcelán-máz.” (5) Ezt az anyagot Zsolnay 1500°C-ig hevítette. Nikelszky szerint a porcelán-fajánsz terén a Zsolnay-gyár szinte évről évre új technikákra bukkan. Az elefántcsontszerű szép halványsárga fajánszot Zsolnay Vilmos fedezte fel.

\*

Mikor kezdte a porcelánfajánsz *után* a pirogránit kidolgozását és gyártását Zsolnay Vilmos? Sajnos, míg Nikelszky a századfordulót követő gyártástörténetről — mint említettem — bőségesen közöl jelentős adatokat, az építészet korábbi kerámiai tárgyú vonatkozásai tekintetében éppen a legjelentősebb dolgoknál hagy bennünket cserben. Jelentős adatok talán a Zsolnay-család iratai között lappanganak? Az időbeli vonatkozások tekintetében alapvető adat lehet az, amit Komor Marcell, Lechner hűségese harciosa, művészetének korai jelentős adataként említi (6) éppen az 1892. évről. „A magyar építőstílus Lechner Ödön egyedülálló művészetének első jelentkezése. Kecskemét tanácsa elhatározta, hogy Pártos Gyula és Lechner Ödön budapesti építészek által készített városháza-terveket elfogadja, az építést megkezdi. Megszavazott költség 400 000 forint.” Majd ugyanígy azt is megjegyzi — tárgyunkban döntő tényként—





2. ábra. Wartha Vince levele Radisics Jenőhöz

„Lechner Ödön csak a végleges terv készítésekor határozza el a magyar ornamentika Huszka-anyagának felhasználását.” Komor ezt akkor írta, amikor a Vállalkozók Lapja régi évfolyamait átolvasta s megtalálta az 1892.-i hírt. Visszaemlékezése helyes volt. Bár tudjuk: az első kísérlet ez irányban a Beniczky-kastély volt, a valóban történelmi eseményről más, közvetett ellenőrző adatunk is van Pártos és Lechner együttes írásából, amelyet a Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönyének ugyancsak 1892.-i évfolyamából ismertünk meg. (Művészet, 1964. 9. sz. közöltem újból.) Ez az igen jelentős Lechner—Pártos cikk 1892 májusában még célzást sem tesz arról, hogy milyen felületdíszeket és milyen anyagból fognak „alkalmazni”. Csak arról nyilatkoztak, mint a kecskeméti városháza tervezői, hogy miért tértek el az építészeti „szab-lontól”, miért *nem* hasznosították abban a körben is divatozó barokk vagy reneszánsz formákat s ehelyett angol „profán” modern alkotásokra s a felvidéki városházakra figyeltek. Komor Marcell már többet tudott az 1892. évről: a kecskeméti városháza homlokzatain kezdtek a Huszka-féle néprajzi ornamentális gyűjtés építészeti hasznosítását. Mi ennél is többet tudhatunk: a Thonet-házon és a vele körülbelül azonos időben épült (talán 1891-ben?) zsámbokréti kastélyhomlokzaton egymásba kapcsolódó, egymást követő lépéseket tett meg Lechner: megkerülte a kőnek, sőt még a téglának is homlokzati burkolóanyagként való alkalmazását. A Thonet-házon — tudjuk — sem négyzetcentiméternyi kő-, sem téglaburkolás nincs. A maga nemében a lechneri művészet csodálatos gyöngyszeme a Thonet-ház, porcelánfajáns krémszínű, francia reneszánsz díszével és kobalt porcelánfajáns homlokzatával.

Említenünk kell még a kecskeméti városháza és az Iparművészeti Múzeum-épület építésének egymáshoz való viszonyát is. Utóbbinál a tervpá-

lyzatok beadási határideje 1891. májusa volt. A tervezési megbízást azonban a pályázat győztesei — Pártos Gyula és Lechner Ödön — csak 1893. augusztusában vették kézhez (7).

A kecskeméti épület építése tehát egy évvel korábban indulhatott, mint a múzeumépületé. A velük teremtett lechneri művészet alapfeltétele a porcelán-fajánsz és a pirogránit volt.

A pirogránit alkalmazásának idejéről másik ellenőrző adatunk is van, egy Wartha Vince által ismeretlen címzetthez szóló levél alakjában, amelyet azonban ma már szóban forgó tárgyával jól behelyezhetünk Lechner fejlődésébe. A levelet az Iparművészeti Múzeum adattára őrzi s a Múzeum iratai között találták néhány éve (8). A levél szövege „kerámiai” tárgyú:

„Vasárnap este 7<sup>h</sup>.

Kedves Barátom!

Sajnálom, hogy nincsen elég tapasztalatom az ú.n. pyrogránit alkalmazhatóságáról. A valódi pyrogránit 1889 a párisi kiállítás orosz osztályán volt kiállítva és a mi ‚Keramit’ gyártmányainkra emlékeztetett és majdnem a kezdő olvadásig volt égetve. A beküldött próbák közül az egyik (ökör-szem) 8% vizet, a másik (ornamentes tábla) 5,5% vizet vesz fel magába, tehát még kissé porózus. De én azt hiszem, hogy ez az anyag versenyezhet a legjobb terméskővel, mert hiszen ez is porózus és sok esetben kevesebbet bír, mint a közönséges terrakotta. Ha tőlem függne a döntés, hát én nyugodtan használnám ezt az anyagot csak valami rongy ólomház ne jöjjön vele érintkezésbe.

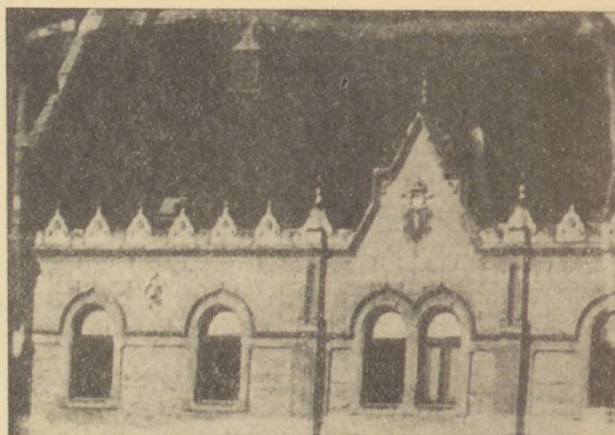
A kályhafiókat a napokban megnézem.

„Baráti üdvözlettel Dr. Wartha”  
(KLT. 371. Iparművészeti Múzeum Adattár).

Miről szól ez a fontos dokumentum? Mi a tartalma? Mindenekelőtt — ha ugyan a kecskeméti városházat egy évvel korábban kezdtek építeni, abból, hogy a múzeum iratai közül bukkant elő,



3. ábra. A kecskeméti városháza, 1892. Oldalhomlokzat (Foto: Vámos R.)



4. ábra. A kecskeméti városháza, főhomlokzat részlete (Foto: Vámos R.)

nyilvánvalóan utóbbira vonatkozó adatot tartalmaz.

Valaki kérdést intézett Warthához „a pyrogránit alkalmazhatóságáról”. Nyilvánvalóan *építészeti* alkalmazhatóságáról. Egyébre lehetetlen gondolnunk. A címzett személye tekintetében ki kell zárunk a lehetőségekből Lechnert is, Pártost is, Zsolnay Vilmost is. Lechner, Zsolnay és Wartha között a beszélgetés s a levelezés német nyelven folyt. Mattyasovszky-Zsolnay Margit a hozzá írt kérdésekre adott válaszlevélben közölte, hogy „Wartha 1891 szeptemberében kereste fel először nagyatyánkat, ez alkalommal néhány napot töltött itt, de ez a néhány nap vetette meg alapját a közös kutatásnak.” Pestre történt visszaérkezésekor így köszönte meg Wartha a szíves fogadtatást: „Jetzt muss ich Ihnen noch danken für die so freundliche Aufnahme und für das schwere Zeitopfer, das Sie mir gebracht. Ich habe viel gelernt und so angenehme Stunden im Kreise Ihrer Familie zugebracht.” Ugyanekkor Mattyasovszky-Zsolnay Margit azzal kapcsolatosan, hogy kérdésekre megírta: nála nincsenek Lechner-levelek, említette: „Cica bácsi’, — ahogyan gyerekkoromban hittam — állandóan lejárt, napokig lakott nálunk, szakmai dolgokat szóban intéztek. Lajta is gyakran lejött személyes megbeszélésre, munkaellenőrzésre.”

Az a körülmény, hogy Wartha levelét az Iparművészeti Múzeum iratai között találták, ennek építési munkáihoz vonja a Wartha-levél címzettjének személyét. Éppen ezért a levél címzettje szinte bizonyosra vehetően Radisics Jenő volt, az Iparművészeti Múzeum kiváló érdemű főigazgatója, aki már a tervpályázati zsüri tagja volt, és innen kezdődően volt fontos szerepe mindvégig az épület építésének intézésében is. Wartha is azért írt levelet hozzá, mert mint aki a Zsolnay-gyár teljesítményeit, gyártmányait személyesen ismerte, legautentikusabb volt szakvélemény adására a minisztériumi intézőkörök részére. Radisics tehát Warthától kért véleményt. Erről szól — méghozzá Radisics Jenőnek — Wartha levele (2. ábra). A levél kelte a kecskeméti városháza s a múzeum épület építésének megindulása közötti időre tehető. A szóbanforgó pirogránit anyagából a pécsi gyár

készítette azt a két próbadarabot — az „ökörsemet” s az „ornamentált táblát” — a szóbanlevő vizsgálatra. Érdemes és szükséges is lenne az orosz kollégák hozzászólása, a párizsi világkiállításra beküldött pirogránit felől. Arra is figyelemmel, amit Wartha fűz hozzá: az 1889-i Párizsba küldött orosz pirogránit minta „a mi, Keramit’ gyártmányainkra emlékeztetett”. Erről pedig a magyar kerámikusoknak is érdemes lenne bővebben szólniok. Wartha szerint az 1889-i pirogránit, a párizsi világkiállítás orosz osztályán „majdnem teljesen a kezdő olvadásig volt égetve.” Warthának az a megjegyzése, hogy „nincsen elég tapasztalata az ún. pyrogránit alkalmazhatóságáról”, arra mutat, hogy az anyag *építészeti* alkalmazása akkor idegen terület volt még.

Egybefoglalva eredményeinket, láttuk, hogy a porcelán-fajánsz és a pirogránit anyagának előállításával előbb Pesten egy téglagyár, majd Pécsen egy kőedénygyárnak indult, s csak később kimondottan kerámiai termékeket előállító gyár foglalkozott, az alföldi kő-szegénységet pótló épületburkoló anyag kikísérletezése céljából. A problémát Pécsen oldotta meg Zsolnay Vilmos s a vezetésével működő gyári együttes. Akár a porcelán-fajánsz, akár a pirogránit oldaláról szemléljük a problémát, mindkettő az építészeti képzelet teremtményeihez hajlítható formák alakítását tette és tenné ezután is lehetővé, bámulatos színskála lehetőségével. Másik eredménye megfontolásainak az, hogy az építészeti kerámia e nagy lehetőségei Lechner, Zsolnay és Wartha együttes kerámiai kutatásai nyomán váltak már e század elején közkincsé. *E kincs építészeti alkalmazását azonban ipari fejlődés vezette be és előzte meg.* Mégpedig aligha anélkül, hogy a magyar építőanyag-előfordulás földrajzára ne figyeltek volna. Lechner Ödön „Magyar formanyelv nem volt, hanem lesz” című tanulmányában kimondottan említette ezt a szempontot: fagyálló, jól megmunkálható építőkövek hiányát akarta pótolni az Alföldön. Sajnos, az ipari fejlődés és az építészeti alkotómunka ilyen mintaszerű együttese az 1914—1918-i háború után véget ért.

Roppant érdekes kérdés, hogy az említett két anyag építészeti hasznosítása Lechner pályáján több fokozaton ment végbe. Porcelán-fajánszból

készült a Thonet-ház és — minden valószínűség szerint — a Beniczky-kastély is. A kecskeméti városháza átvezető volt a porcelán-fajánsz és a pirogránit között. A középrizalitnak bonyolult francia-reneszánsz formáiról joggal feltételezhetjük, hogy még porcelán-fajánszból készültek. (3. ábra) Pirogránitból készültek a pártázat köröskörül s az ablakok keretezései a rozetta-díszekkel a mellék-homlokzatokon, a pártázat s a II. emeleti ablakok között azonban megjelennek már az Iparművészeti Múzeum épületének felületeit borító pirogránit lapok is (4. ábra).

Mindez jelentős bizonyossággal szolgálhat Lechner homlokzatalakító fejlődésének fokozatosságára: mint az ipari fejlődés egyik ágának művészeti hatására és jelentőségére.

## HIVATKOZÁSOK

- (1) A Ház 1911. 343 o. Ez a cikke német fordításban Bécsben is megjelent a Bildende Künstler 1911, dec. számában.
- (2) Vámos F.: Lechner ifjúkori levelei. Nyugat. 1928.
- (3) Magyar Iparművészet, 1908. 57—63. old.
- (4) A Zsolnay-gyár művészete, 1959.
- (5) Az agyagművéség. 1904.
- (6) Vállalkozók Lapja Jubileumi Albuma, 1932.
- (7) Pártos Gyula levele, leányánál, dr. Csipkey Jánosnénál.
- (8) Ezúton mondok köszönetet Tasnádiné Marik Klárának, hogy figyelmemet a levélre szíves volt felhívni.

## Egyesületi élet

A Durrakerámiai Szakosztály 1967. május 10-én Csizi Béla a Tégla és Cserépipari Tröszt Műsz. Fejl. Oszt. vezetője tartott előadást „Korszerű hőkezelő berendezések fejlesztése a magyar téglaiiparban” címmel.

Az előadás a hőkezelő berendezések — szárítók és kemencék — fejlesztésének számos problémája közül elsősorban az energiahordozók megválasztásával és a különféle energiahordozók alkalmazásának műszaki megoldásaival foglalkozott.

Megállapította, hogy a hazai szénfőlésegek árrendszere az alacsony fűtőértékű szénbányászati meddőök széles körű felhasználását tette gazdaságossá az égetésnél. Röviden ismertette azoknak az égető-, ill. szárítóberendezéseknek elvi kialakítását, amelyeket az ilyen meddőök és egyéb kisértékű ipari hulladékok felhasználására fejlesztettek ki.

A közeljövőben várható ár- és fuvar költség-változások azonban bizonyos esetekben a szénhidrogén-energiahordozók, az olaj és a földgáz felhasználását is reális lehetőségként vetik fel a téglai- és cserépiparban. E korszerű energiahordozók alkalmazásának előnyeit és hátrányait összehasonlítva megállapította az előadó, hogy ma már egy-egy új beruházásnál minden esetben meg kell vizsgálni azt, hogy a rendelkezésre álló energiahordozók közül melyiknek alkalmazása a leggazdaságosabb.

Már most is látható azonban, hogy az olaj és földgáz használata az olyan áruféleségeknél gazdaságos, ahol a minőségi követelmények igen magasak, és az áru egyenletes jó minősége a felhasználhatóság és a gazdaságos termelés előfeltétele. Ilyen például a cserép-burkolóanyag, esetleg a vékonyfalú, nagy üregtérfogatú vázkerámiák gyártása.

Az előadás további részében ismertette az előadó azokat a korszerű olaj- és földgázhasznosító berendezéseket, amelyek a téglai- és cserépipari szárításnál és égetésnél jelenleg a világszínvonalat képviselik. Ezekben belül szárítási célra a korszerű olaj- vagy földgáztüzelésű, nagyteljesítményű automatizált léghevítők, égetésre a különböző típusú impulzus rendszerű felsőtüzelésű olajégők, valamint ugyancsak felsőtüzelésű gázégők kerültek részletes tárgyalásra.

Az előadást — elsősorban a teljes tüzelőanyag-bekeveréssel történő égetést illetően — élénk vita követte.  
(B. P.)

Egyesületünk Üvegszakosztálya május 16-án az üvegyári tüzeléstechnikai dolgozók részvételével a pakurai és földgáztüzelés, a műszerezés és automatizálás tanulmányozására kirándulást szervezett Ózdra.

Az ózdi műszakiak részletes tájékoztatást adtak az 1963-ban bevezetett hajdúszoboszlói földgáztüzelési és szolgáltatási tapasztalatairól. A Martin-kemenceknél a kombinált égőkben 5 att préslevegővel kb. 700 kg/ó pakurát porlasztanak és a 10 att földgázt hozzákeverik. Ezzel a megfelelő lángvezetést az eredeti olajtüzelésű Maertz-kemencekonstrukció változtatása nélkül tudják biztosítani. A kemence-elhasználódás az eredeti olajtüzelésű üzemhez képest a vegyestüzelés bevezetése után csökkent és ugyanez a tapasztalat a vándorrostélyos nagyteljesítményű kazánoknál is. A kemencék Askunia (hidr.-pneumatikus), egy egység Hartman—Braun (elektronikus) műszerekkel és automatikával üzemelnek. A hőhasznosító Schmid-kazánokat, a tervezett földgáz-póttüzelés tervét és az épülő túlhevítőt az üvegyári szakemberek nagy érdeklődéssel tanulmányozták.

(L. J.)

Az üvegszálipar az elmúlt 25 év folyamán hódított tért, és szinte hónapról hónapra gyarapodik, mind fajtákban, mind mennyiségben. Az egyes gyártmányokat azok ismertetése céljából többféle szempontból csoportosíthatjuk, gyakorlati szempontból azonban legcélszerűbb, ha felhasználási módjukat vesszük alapul. Ily módon is előfordul, hogy ugyanazon gyártmány több csoportban szerepelhet, amikor is az a felhasználási mód jön tekintetbe, amely a legnagyobb mértékben használatos.

A vegyiparban az üvegszál-készítményeket nagy mechanikai szilárdságuk, aránylag csekély súlyuk, vegyállóságuk és egyszerű előállítási módjuk következtében alkalmazzák. Célszerűen alkalmazhatók vizes oldatok víztelenítésére. Benzint, könnyű olajokat 4 mikronos szálakból készített szűrő tökéletesen víztelenít. Üvegvaszűrő port és szennyezéseket tart vissza. Durva, 110—200 mikronos szálakkal 5 mikronnál nagyobb szemcse-nagyságú por szűrhető ki. 1,3—10 cm vastagsággal. A vattaszálakat viszkózus kötőanyag vonja be a por lekötése céljából. A vattaréteget üvegszál-szövet és huzalháló tartja kétoldalt és fém keretezi. Az üvegszál vastagsága és a levegő sebessége szerint a hatásfok 65—95%.

Finomabb porszemcsék visszatartására olyan üvegszálpaplan felel meg, amely 20%-ban 5 mikronos, 80%-ban 3 mikronos szálakból áll. A szálak nincsenek kenő- vagy kötőanyaggal bevonva. A szűrőket klímaberendezésekben és porlasztókamrákban alkalmazzák.

Egy másik alkalmazási terület a folyadékok desztillálásánál van, ahol az üvegszálkészítmény Raschig-gyűrűket helyettesít. A szálakból 1—2 mm vastag lapok készülnek, és a lapokat a gáz áramlási irányával parallel helyzetben szerelik az oszlopba. E lapok előnye az, hogy térfogatsúlyuk csekély, abszorpciós képességük kedvező és cserélésük gyors. A gáz nyomását csak kis mértékben csökkentik. Különösen ammóniák abszorpciós tornyokban alkalmazzák.

Lényeges szerephez jutottak az üvegszálkészítmények tartályok és kazánok szigetelése terén. Az üveg csekély hővezetése és fahője, tartóssága, rázkódással szembeni ellenállása, éghetetlen volta, valamint bomlás, rothadás, rovarragással szembeni ellenállása, mint hőszigetelőanyag, igen kedvező. Tartályok és kazánok hőszigetelésére kétféle eljárás alakult ki, a paplanos és tömítő eljárás.

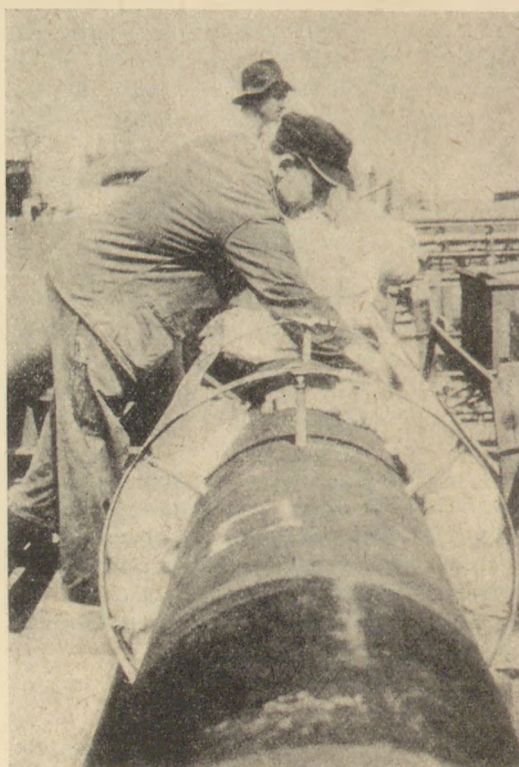
A paplanos szigetelés egyenletes száleloszlást és állandó térfogatsúlyt biztosít. Az üvegszálpaplant megfelelő méretekre vágva a felületre helyezik, és ónozott vashuzallal vagy acélszalaggal megerősítik. Végül a tartályt vagy kazánt vasbádóköpennyel vonják be. Gáztartályokat finomabb, 5 mikronnál vékonyabb szálú paplannal szigetelnek.

Tömítőszigetelésnél a tartályt vagy kazánt, a csövet előzetesen vasbádóköpennyel burkolják és a hézagba laza üvegvaszál gyömöszölnék. A vatta térfogatsúlya 80—100 kg/m<sup>3</sup> (1. ábra). A paplanos szigetelés azonban tökéletesebb, jobb hatásfokú, mint a tömítő eljárás.

Gyakorlati megfigyelések alapján az üvegszál-szigetelés, ha azt 5 évenként újítják meg, 40 év alatt behozza a kazán vagy tartály beszerzési költségét. A szokványos szigetelés 70—90 mm vastag. Egy túlhevített vízgőzkazán hővesztése évente 105 tonna fűtőolaj, 50 mm üvegszál-szigeteléssel ez 6 tonnára, 250 mm szigeteléssel pedig 1,5 tonnára esökken.

Kisebb átmérőjű csöveket üvegszálzsínórral szigetelnek, amivel a csöveket körültekerik egy, vagy többszörös vastagságban. Föld alá süllyesztett csövek korrózióját megátoljuk, ha azokat üvegszálzalaggal burkoljuk körül. A szalag vékony, lukacsos, amit hosszában parallel irányban cérna erősít (2. ábra). A tekerésben szállított szalagot a csőre annak lesüllyesztése előtt tekeréscsőgéppel viszi a felületre. A 3. ábra ily gépet mutat be, amely három réteggel vonja be egyidejűleg a csövet.

Az építészetben az üvegszálkészítményeket falak, válaszfalak, padlók és födémelek hőszigetelésére használják. Alkalmazási módja és kivitele sokféle.



1. ábra



2. ábra

Tetők, különösen lapos tetők hőszigetelésére üvegszálbetétes bitument használnak. Előállítására pálcákból húzott 12 mikronos szálabból készített hálót műgyantával itatnak át. A szigetelő réteget durvaszemcséjű kavicsalapra helyezik. A kavicsok között levegőcsatornák a hőmérsékletváltozás okozta gőznyomás különbségét kiegyenlítik, aminek következtében túlnyomás és annak káros hatásai nem léphetnek fel. Még tökéletesebb a tetőfedés, ha a bitumen és az alapbeton ragasztási helyei nem szabálytalanok, hanem szabályosan helyezkednek el. Ezt biztosítják a perforált szigetelő lemezek. A betonfödémre vékony bitumenréteg kerül, amire durvaszemcséjű kavicsréteg helyezkedik el. E rétegre kerül a perforált szigetelőlemez. A lemezre felrakott forró bitumen a lyukakon át az alaphoz jut és az pontszerűen köti össze az alapot a rétegekkel. Az építmény vagy az alap mozgása ilyen módon a rugalmas tetőfedéssel kiegyenlítődik, és a szigetelőrétegben nem keletkezhetnek káros repedések és vízbeszivárgások. Kemény időjárású helyeken a tető sok, 19 rétegből áll. Figyelemreméltó egy svájci eljárás, amelyet az tett lehetővé, hogy az üvegszál éghetetlen. Az eljárás szerint az alsó bitumenréteget lánggal anynyira melegítik, hogy az megolvad. Ez az eljárás gyors és gazdaságos.



3. ábra

A hornyolt és hódfarkú cseréppel fedett tetőket hő, hideg, szél, por, hó és korom behatolása ellen üvegszál-tömörítőszírral szigetelik.

Fűtőberendezések szigetelésénél hőveszteségek elkerülése céljából az üvegszálkészítmények fontos szerepet játszanak. Központi fűtések tervezésénél és kivitelezésénél azonban ügyelni kell arra, hogy a csövek kellő távolságban legyenek egymástól, hogy a kellő mennyiségű szigetelőanyagot el lehessen helyezni.

Lényeges és nem eléggé méltányolt szerepe van az üvegszál szigetelésnek a mezőgazdaságban. Felismerték, hogy a hő- és hidegszigetelés istállóknak és mezőgazdasági terményraktárakban mindinkább növekvő fontosságú. Istállóknak a hőmérséklet nem süllyedhet 10°C alá és nem emelkedhet 22°C fölé. Ennek biztosítására a falakat, ajtókat, a padlót és a földémet hőszigeteléssel kell ellátni. A falszigetelést az építészetben általánosan használt módon végzik. Az ajtó szigetelésére kettősfalú szárnyak szolgálnak, amelynek közét üvegszálpaplan tölti ki. Lényeges a szellőző levegőaknák szigetelése. A falakon és ajtókon a melegebb oldal felé gőznyomászáró réteget, bitumenlemezt, vagy műgyantafóliát kell rétegezni fugamentesen, hogy a vízgőz kifelé hatolását és kondenzálását és az azzal kapcsolatos bomlasztó hatást meggátoljuk.

Az üvegszálkészítményeknek hőszigetelő hatásuk mellett hangtompító hatásuk is van. Ezért használják arra a célra, hogy az utca zaja, a szomszédok lármája ne hatoljon a lakószobákba. Az üvegszállemez elhelyezése sokféle lehet.

Az üvegszál alkalmazása a világítási technikában azon tulajdonságán alapszik, hogy átlátszó műgyantába ágyazva kedvező fényszórást idéz elő. Az üvegbetétes átlátszó színtelen vagy színes lemezeket fénylapoknak nevezik. Általában hullámosítva alkalmazzák. Alkalmazási lehetőségük igen széles körű, kapuelőtetők, mellvédők, garázsok, válaszfalak, raktárak, irodák, hangárok, szélvédők céljaira igen előnyösek. Termekbe, raktárakba a tetőről a világosságot fénykúpok (4. ábra) engedik be. Műhelyekbe a világosságot általában sédfedéssel bocsátják be, ami azonban különleges tetőkonstrukciót igényel. A sédtető helyettesíthető hullámfénylapokkal, amelyek kis súlyuk következtében könnyű szerkezetet igényelnek. A napsugarak melegítő hatását szellemes eljárással sikerült kiküszöbölni. Minden félhullám alumíniumfólia betéttel készül, ami a hősugarakat visszatartja. A fénylapok egyik különleges kivitele a sejtfénylap, amelynek szerelése igen egyszerű és súlya mindössze 11 kg/m<sup>2</sup>. Előnye, hogy a világosságot átengedi, de az átlátást meggátolja (5. ábra).

Ismeretes az üveg kedvező elektromos tulajdonsága. Ezért az elektrotechnikában elterjedten használják az üvegszálkészítményeket. Legjobb tulajdonsággal azok az üvegszálak rendelkeznek, amelyeknek alkáliatartalma 1%-on alul van. Elektromos célokra az üvegszálakat kenőanyaggal, lakkal vagy műgyantával impregnálják a nedveség káros hatásának kiküszöbölése céljából. Az impregnálás javítja az üvegszál dielektromos tulajdonságait, kopásállóságát és átütési szilárdságát. E készítmények hőállósága 130–180 °C. Az

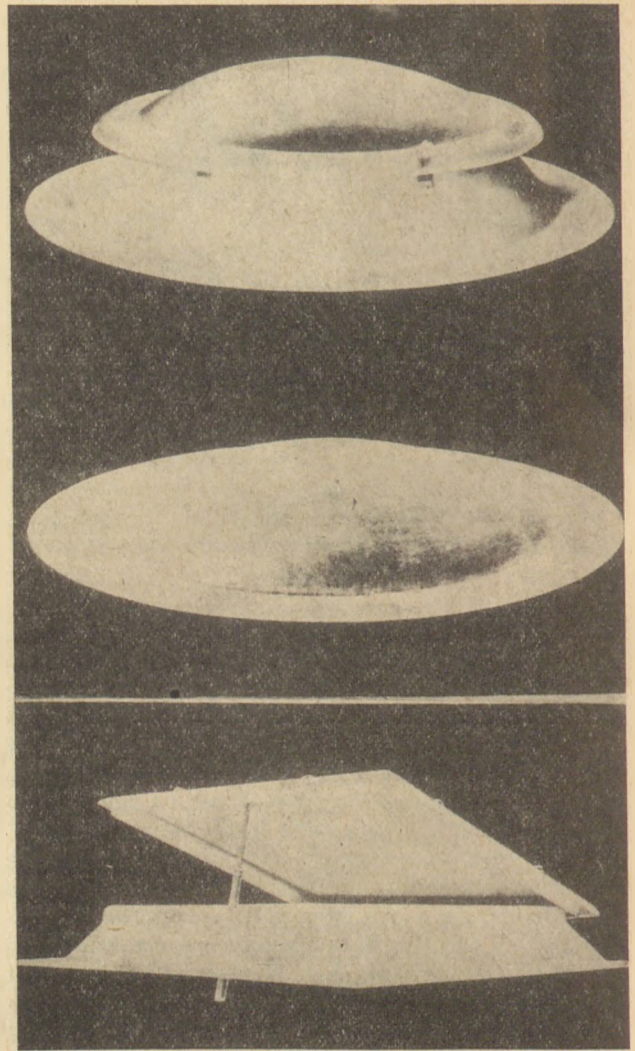
üvegszálkészítményeket fonál, szalag, zsinór és szövet alakjában alkalmazzák. Előnyei a következő példából világlanak ki: Egy pamuttekercselésű 10 LE motor súlya 150 kg, és csak szobahőmérsékleten üzemeltethető. Üvegselyem szigetelés esetén súlya csak 95 kg és 100 °C állandó üzemeltetési hőmérsékletet bír ki. Ha a szál kvarcüvegből készül, üvegszálpapír készíthető belőle. A 0,75 mikron vastag papír fűtőelemek közvetlen szigetelésére szolgál és 500°C tartós hőmérsékleten izzítható. Nagyfrekvenciás kemencéket kvarcüvegvattával szigetelnek.

A közlekedésben az üvegszálkészítmények a jármű-, hajózási és repülőgépiparban hódítottak teret. Az autóiparban általában karosszériagyártásra használják rendszerint poliésztergyantába ágyazva. Használatuk azzal az előnnyel jár, hogy nagyméretű darabok állíthatók elő, ami az összeszerelés módját és idejét megkönnyíti, illetve csökkenti. A kocsik önsúlyának csökkentése céljából rátértek könnyű fémek, főleg alumínium alkalmazására, amelyeknek azonban hővezető- és hőátbocsátó képessége igen kedvezőtlen. Ezt szigeteléssel kell ellensúlyozni. A szigetelés súlya csekély mértékű. Vasúti kocsik oldalfalait és tetejét átlátszó üvegszálbetétes műgyantából készítve a rakományok jelei és feliratai jól olvashatók, ami az ellenőrzést elősegíti. Üvegszálkészítményekkel szigetelt motorkerékpároknál súlycsökkenés következtében 24—35% hajtóolaj-megtakarítás érhető el. A közlekedés állandóan növekvő sűrűsége következtében a közlekedési eszközöket zaj ellen is szigetelni kell. A járművek testhangtompítását többféle módon lehet elérni. Az autók kipuffogó csövét szintén üvegszálkészítmény burkolja.

Hajók és csónakok a szigetelőanyagokkal szemben nagyobb követelményeket támasztanak, mint a szárazföldi járművek. A vízijárműveknél a legfontosabb követelmény a tűzbiztonság, amit az üvegszál messzemenőleg kielégít. A hajótestet, a kazánt, a turbinákat, a gőz- víz- és fűtőolajvezetéseket, a kipuffogócsövet hőveszteség ellen, az utasfülkéket, a géptermet zaj ellen, az élelmiszer-raktárt hideggel szemben kell szigetelni. A hajótestet, a födémeket és a válaszfalakat üvegszállapokkal szigetelik.

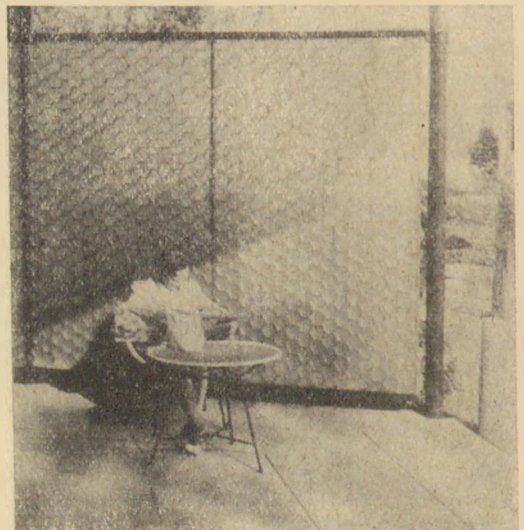
A csónak és kishajóépítésben az utóbbi két évtizedben az üvegszálbetétes műgyanták alkalmazása előtérbe került, amit előállításuk egyszerűsége és az esetleges sérülések gyors kijavítása tett indokolttá. Az előállításra két eljárás alakult ki; a szórás és a gélbevonási eljárás. Előbbinél szórópisztollyal dolgoznak, amelynek két fúvókája van, egyiken a műgyantaoldat és a katalizátor, a másikon 3—10 mm hosszúra vágott üvegszál és a gyorsító lövel ki. A felületen találkozók négy anyag néhány percen belül megszilárdul és arra újabb réteg vihető fel (6. ábra). A gélbevonási eljárásnál először gélbevonat kerül a formára, ami műgyanta, töltőanyag, higító és katalizátor keveréke, majd az üvegszálréteg, végül újabb műgyantaréteg kerül többször megismétlődő rétegekben egymásra.

A második világháború folyamán a repülőgépek jégtelenítő vezetőkeit a turbinákat, motorokat, a kabinfűtő vezetőkeket, a kabin-hangtompító-



4. ábra

kat és a kipuffogókat üvegszálkészítményekkel szigetelik. Az üvegszálbetétes műgyanta azon tulajdonságát, hogy az a mikrohullámokat akadálytalanul átengedi, a repülőgép radar orra, — a ra-



5. ábra



6. ábra

dom — készítésére értékesítik. Úrhajók fúvófejét, égési kamrájának belését, motorvédőit és antennáit szintén üvegszálalás műgyantából készítik.

A háztartásban az üvegtexiliákat függönyöknek használják és azok tűzbiztosak és napsugarakkal szemben érzéktelenek. A függöny nem ráncosodik nem zsugorodik és nem nyúlik meg. Mosása langyos szappanos vízzel történik, vasalása felesleges, sőt káros. Az üvegtexiliákat bútorkárpatoknak is használják. A 3 mikron vastagságú üvegszálból szőtt textiliák ágytakaróknak alkalmasak. Míg az 5—6 mikron vastag üvegszálak csak szövésre használhatók, a 3 mikronos szálak kötésre is megfelelnek. Az üvegszálbetétes műgyantából egy darabból formált székeket, asztallapokat készítenek. Elterjedtek továbbá fürdőkádak, lábmosságok, mosdók és szanitércellák formájában, az utóbbiakban teljes fürdőszoba-berendezés van. Használatosak hűtőszekrények és melegváltartályok szigetelésére is.

Sportcélokra a horgászbot készül parallel irányba rendezett üvegszálakból, aminek hajlási és

húzási szilárdsága kitűnő. Készül továbbá íj, nyíl, szánkó és sí, amelyek tartósabbak, mint a fából készítették. Igen nagy mértékben elterjedt, sőt sok államban kötelező a bukósisakok használata motorkerékpárosok, bányászok, pilóták számára.

Habár már régebben ismeretes volt, hogy a kvarcüvegszál a fénysugarakat vezeti, ezt a jelenséget csak néhány év óta használják fel optikai célokra. A száloptika céljaira 5—15 mikron vastag szálak szolgálnak, amelyekből 2—3 mm átmérőjű pálcát készítenek. Képvitel céljára az egyes szálakat eltérő fénytörésű vékony hártya vonja be. Az orvosi célokra használt fiberskop, nehezen hozzáférhető helyeket, vagy a test belső részzeit világítja meg, a képet pedig fluoreszcens ernyő vagy fénykép rögzíti. Száloptikával figyelik meg az atomreaktorokban lejátszódó jelenségeket.

Alkalmazást nyertek még az üvegszálak mint akkumulátorházak, galvánelem-válaszfalak, akusztikus terek bélése, világítási szerelvények, leveleszekrények, bányákban szállítóhengerek, kerti úszómedencék, tűzgátoló párnák bányákban, gépvédő takarók, laborasztallapok, kirakati próbababák, védőkötények röntgensugarak ellen, ólomüvegszálakból szöve utcajelzőtáblák, telefonbokszok, ventilátorcsavarok és egyéb gyártmányok.

Az üvegszálkészítmények felsorolása nem lehet teljes, mert a világpiacon szinte havonta jelennek meg új és új termékek. Hazánkban 5—12 mikron vastagságú szál még nem készül. Behozatal útján már készítenek bukósisakokat, szállítóládákat, tartályokat stb., de csak korlátozott mértékben.

*Knapp Oszkár: Az üvegszál alkalmazási lehetőségei*

*Kuann O.: Возможности применения стекловолоконна.*

*Knapp, Oszkár: Die Anwendungsmöglichkeiten von Glasfasern*

*Knapp, Oszkár: Possibilities of Glass Fibre Application*

## Színesüveg szimpoziium Prágában

1967. szeptember 13. és 16. között tartja az International Commission on Glass (Nemzetközi Üvegipari Szövetség) a XVIII. éves gyűlést Prágában, és ebből az alkalomból a Cseh Közszükségleti Minisztérium védnöksége alatt egy színesüvegekkel foglalkozó szimpoziutumot is szerveztek. A négynapos program első napján az I.C.G. vezetőségi tanácsai és bizottságai tartanak ülést és Jaroslav Martilík miniszterhelyettes üdvözlő a megjelenteket.

A második napon megnyitják a szimpoziutumot és megkezdődnek az előadások, amelyeket két napon át különböző országok szakemberei tartanak két szekcióban.

A szimpoziutumon a neves cseh üvegipari szakembereken kívül az USA, a Szovjetunió, Nagy-Britannia, Franciaország, NSZK, NDK, Belgium, Svédország és Japán előadói tartanak előadásokat, az alábbi csoportosításban.

Az előadások egyik csoportja „Az üveg molekuláris és kolloid színezésével”, a második „Az üvegek ionos színezésével”, a harmadik a „Sugárzathatással a színesüvegekre” témával foglalkozik.

A szimpoziutumot végül Prága műemlékeinek megtekintésével zárják.

# Az elektrokorund kristályszerkezetének szerepe forgácsolás során\*

MOSER MIKLÓS  
Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológia Tanszék

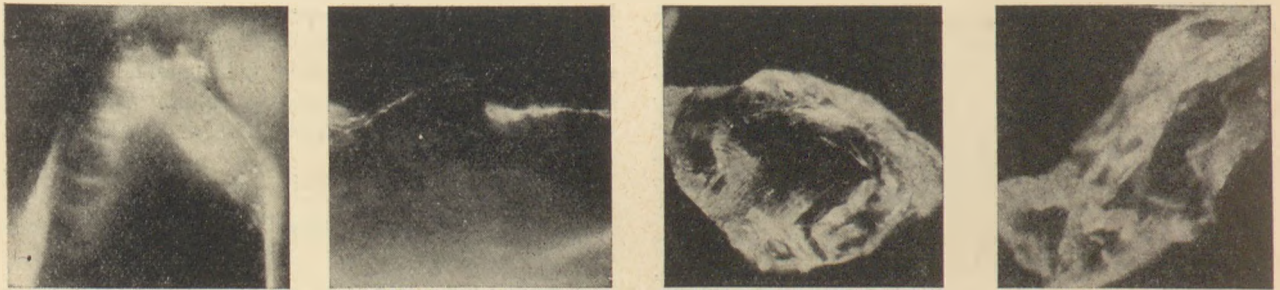
Ismeretes, hogy a kerámiai kötésű korundszemcsés szerszámok köszörülési, forgácsolási tulajdonságai sokszor lényegesen és nem ellenőrizhető módon változnak. Ennek oka csak részben magyarázható az ingadozó összetételű kötőanyagokkal, a változó granulometriai felépítésű korundszemcsékkel és az eltérő gyártási körülményekkel. A kerámiai kötésű köszörűszerszámokat felépítő elektrokorund (ún. nemeskorund) köszörűszemcsék forgácsolás során való felhasználódási folyamatait tanulmányozva megállapítottuk, hogy a forgácsolási folyamat szempontjából az elektrokorund szemcsék mikrokristályos szerkezetének jelentősége alapvető (1). A kutatások során bebizonyosodott, hogy az elektrokorund mikrokristályos felépítése igen változatos, s e változatos felépítés

mélyebb megismerése nemcsak a köszörűszerszámok pontosabb megítélése szempontjából fontos, hanem a köszörülési folyamat jobb megismeréséhez is hozzásegít. E munka részletezése előtt először vázolt megállapításaink megalapozásával összefüggő s e témakörhöz szorosan kapcsolódó korábbi eredményeinket foglaljuk össze (1):

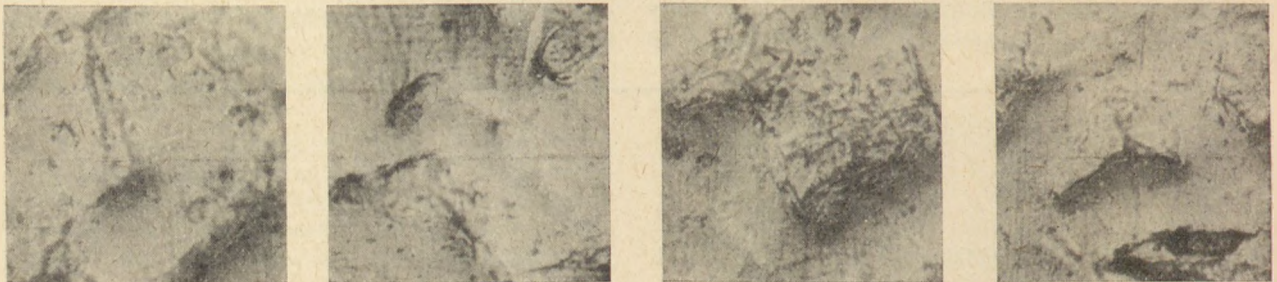
a) a köszörülési folyamat lényegéből következik, hogy a kerámiai kötésű köszörűszerszámoknak meghatározott és gyakorlatilag azonos tulajdonságú, rendezett szerkezetű köszörűszemcsékből és ún. kötőanyaghidakból kell felépülniök.

b) elektronmikroszkópos vizsgálatok eredményeit értékelve adódott, hogy a köszörűszerszámok alapépítőelemeinek — az általános felfogástól eltérően — nem a köszörűszemcse-kötőanyaghid együttesét, hanem az egyes korundszemcséket felépítő, kerámiai ún. kötőanyagpillérekkel megtámasztott mikrokristályokat kell tekinteni.

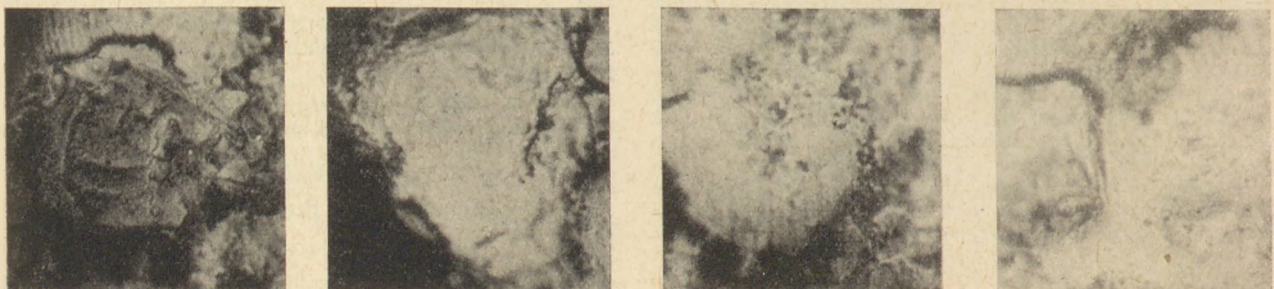
\* A közlemény a—h pontjaiban közölt eredmények a szerző 1966. évben megvédett kandidátusi disszertációjának téziseit tartalmazzák.



I. ábra. I/a—d. Néhány jellegzetes alakú elektrokorund szemcse



II/a—d. Kerámiai kötésű elektrokorund köszörűszerszám (Maag-típusú fogaskerék köszörűkorong) munkafelülete forgácsolás előtt



III/a—d. A köszörűszerszám munkafelülete forgácsolás közben; nagyítások: I/a 100×, I/b 500×, I/c 85×, I/d 50×, II/a—d 240×, III/a—d 240× (ROW-típusú fénymikroszkóp)



c) fény- és elektronmikroszkópos, termoanalitikai, valamint röntgenográfiai vizsgálatok alapján a köszörűszerszám előállítás és forgácsolás lényegét egyaránt érintő kérdések az alábbiakban összegezhetők: csak közel izometrikus, homogén mikrokristályos szövetű és meghatározott kristályvegyületekből felépülő korundszemcsék alkalmasak szabályszerűen és egyenletesen forgácsoló, rendezett szövetű köszörűszerszámok előállítására.

d) a szabályszerű forgácsolás a kerámiai kötőanyagba ágyazott elektrokorund szemcsék (a továbbiakban „elemi köszörűszerszám”) mikrokristályainak fokozatos elhasználódásával összefüggő folyamat, melyet a korund mikrokristályok és a kerámiai mikrokötőanyag pillérek azonos ütemű elhasználódása jellemez.

e) a forgácsolási folyamat során az „elemi köszörűszerszámokat” az önéleződés feltételeinek megfelelően kell rögzíteni.

f) az „elemi köszörűszerszámokat” rögzítő kötőanyaghidak tulajdonságai határozzák meg a szerszám egészének működését.

g) A korszerű korundszemcsés köszörűszerszámokat felépítő kötőanyaghidak gyakorlatilag hiperboloidok. Ezek méreteit, geometriai jellemzőit, elrendeződési módját és tulajdonságait elsősorban a kötőanyaggal, a korundszemcsék morfológiájával és kapilláris tulajdonságaival, valamint az előállítás kémiai technológiai folyamataival lehet irányítani.

h) a kutatások során bebizonyosodott, hogy a köteskeménység jelenlegi fogalmának nincs reális tartalma, ezért helyette olyan reprodukálhatóan mérhető jellemzőket kell választanunk, melyek a köszörűszerszámok rendeltetésszerű használhatóságára valóban mérvadók.

Modellanyagként továbbra is a Maag-rendszerű fogaskerék köszörülésnél alkalmazott köszörűszerszámokat használtuk fel (1) melyek Magyarországon használatos minőségi jelölése a következő (2):

XIV 220×17×40 KA 32 K 6 Ke

A vizsgálatok sorrendje a következő volt:

1. Az elektrokorund szemcsék fénymikroszkópos vizsgálata.
2. A kerámiai kötőanyaggal bevont és ún. kötőanyaghidakkal rögzített elektrokorund köszörűszemcsék fénymikroszkópos vizsgálata.
3. A forgácsolás során elhasználódott elektrokorund szemcsék vizsgálata fénymikroszkóppal.
4. Az elektrokorund szemcsék mikrokristályos felépítésének vizsgálata elektronmikroszkóppal.
5. A forgácsolás során elhasználódó — kerámiai kötőanyaggal kötött — elektrokorund köszörűszemcsék elektronmikroszkópos vizsgálata (a köszörűszerszám munkafelületének tanulmányozása).

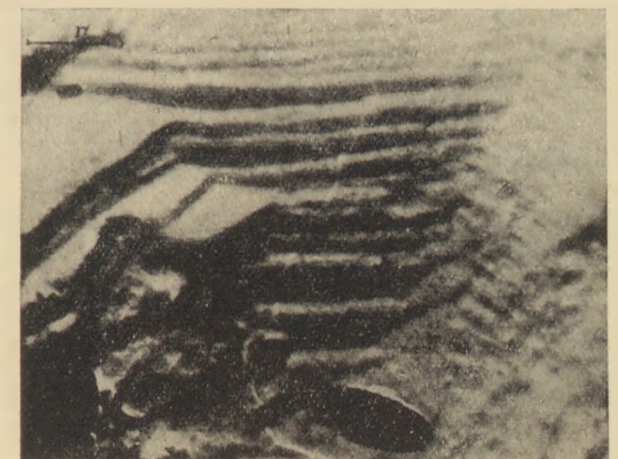
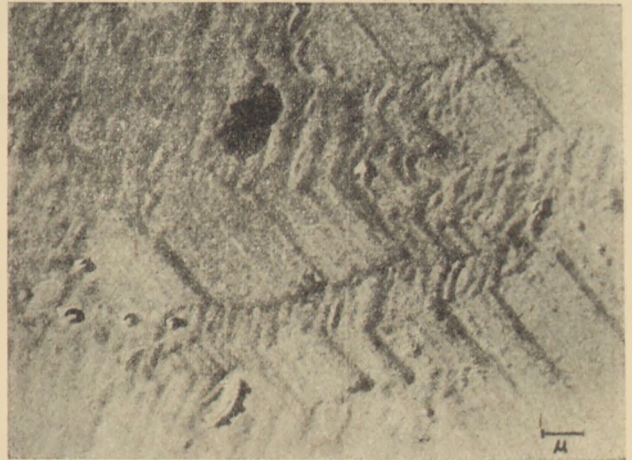
#### Kísérleti eredmények

Az 1. ábrán bemutatott fénymikroszkópos felvételek szerepe főleg az, hogy az elektrokorund szemcsék morfológiáját érzékeltesse. A köszörűszerszám munkafelülete igen változatos dombor-

zatot mutat, s ez főleg az elektrokorund szemcsék méretétől, alakjától valamint az ún. kötőanyagburok minőségétől és az égetés során a szemcséken kialakuló tapadás minőségétől függ (1. ábra II a—c). (A helyen csupán az egyes szemcsékre összpontosított vizsgálatokat tárgyaljuk, a kötőanyaghidak szerepét és jelentőségét máshelyen (1) ismertettük.) A forgácsolás során elhasználódó, időről időre változó keresztmetszetű elektrokorund szemcséfelületet az eredeti szemcséalak és a szemcsének



2. ábra. Szöveti szemcsék az elektrokorundban 42 400×



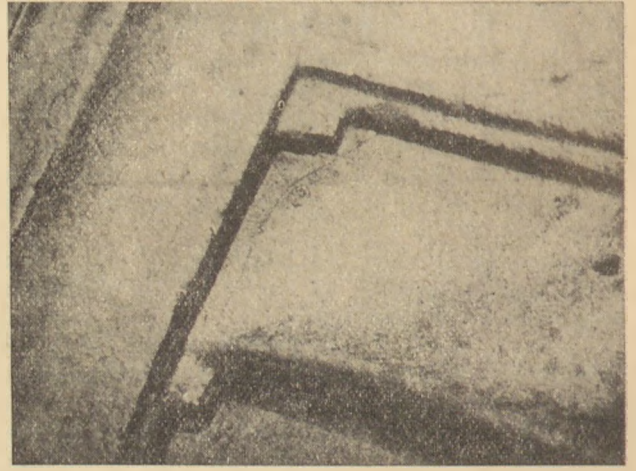
3a, b ábra. Lépcsős és barázdás szerkezetű elektrokorund, a) 8300×, b) 18 100×

a kötőanyagvázban való elhelyezkedésmódja határozza meg. (1. ábra. II a—d, III a—d.) (A köszőrűszerszám munkafelületéről bemutatott felvételek a későbbi, elektronmikroszkópos vizsgálatoknál felhasznált lenyomatokról készültek.) Az elhasználódó szemcs felület fénymikroszkópos felvételén

jól megfigyelhetők a forgácsolás során kitöredezett korundkristályok visszahagyott üregei (III.e) (3) E mikrokristály csoportok struktúrájával és elhasználódásmódjával összefüggő vizsgálatok már a következőkben tárgyalt elektronmikroszkópia területére esnek.



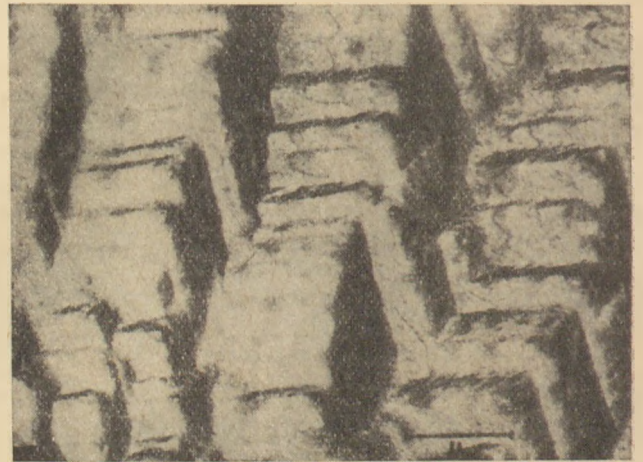
4. ábra. Különböző orientációjú kristálykötegek, 60 000 ×



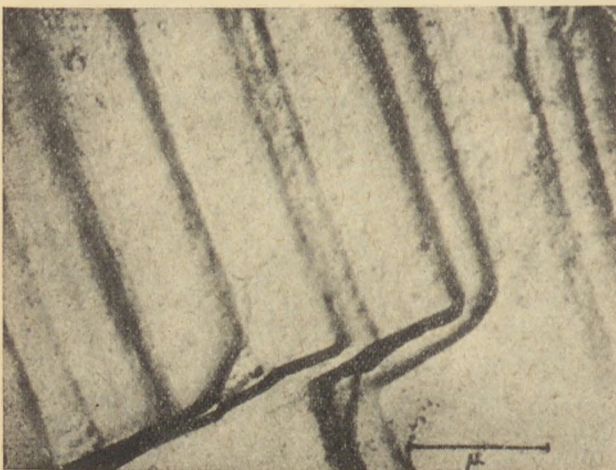
7. ábra. Vízszintes elrendeződésű lépcsős-táblás szerkezet, 18 000 ×



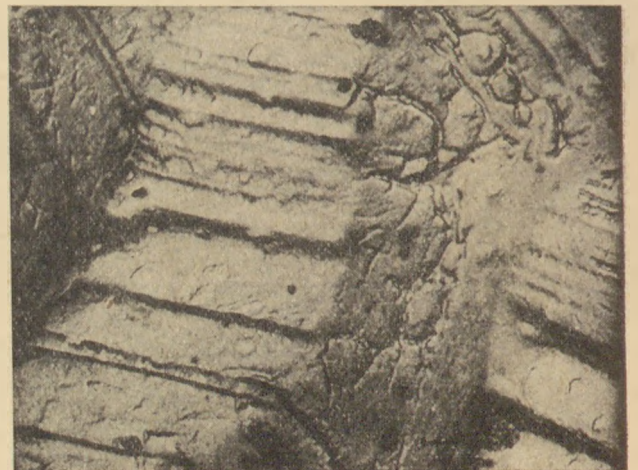
5. ábra. Barázdált felületű elektrokorund, 28 000 ×



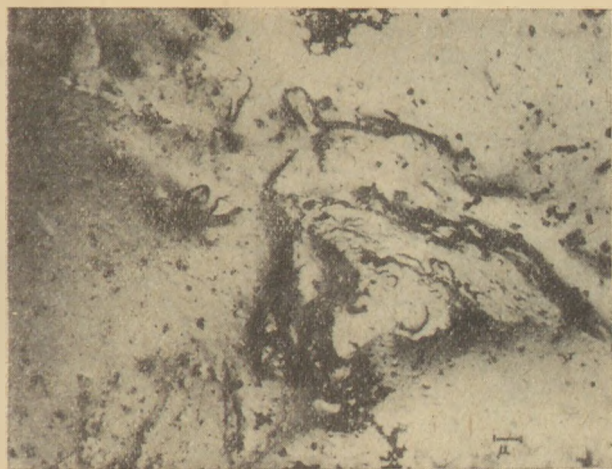
8. ábra. Különböző méretű, eltérő orientációjú kristálykötegek, 21 000 ×



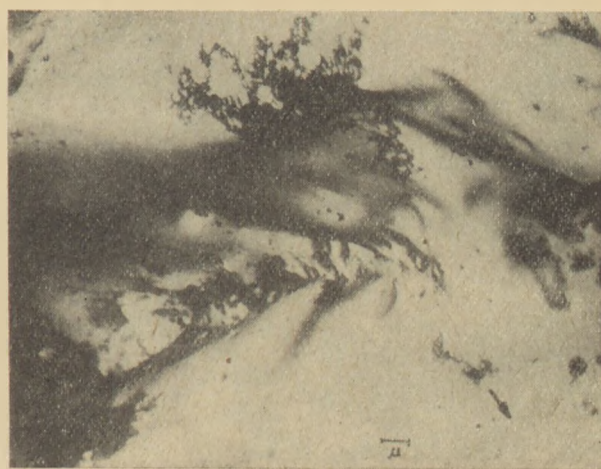
6. ábra. Függőleges elrendeződésű hasábszerkezet 28 000 ×



9. ábra. Olvadékkal összekötött táblás-lemezes kristálykötegek, 17 000 ×



10. ábra. Kerámiai kötőanyaggal bevont elektrokorund szemcséfelület, 5500 ×



13. ábra. Változó vastagságú kötőanyagburokkal bevont szemcséfelület, a jobb alsó részén még jól felismerhető lépcsős-barázdás szerkezettel, 5500 ×



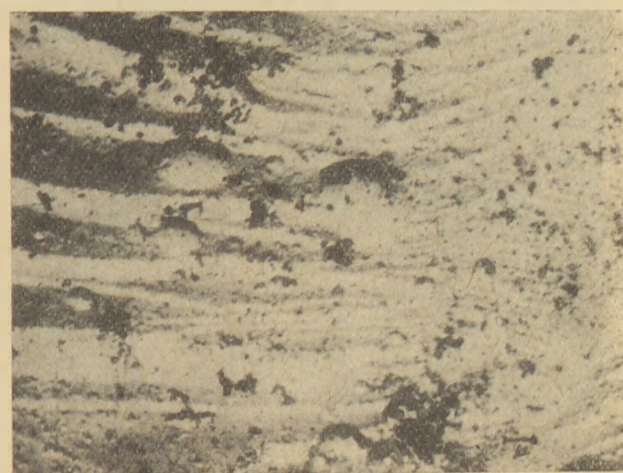
11. ábra. Különböző méretű és orientációjú kötőanyaggal bevont korundkristályok, 5500 ×



14. ábra. A felületi tagoltságot jól követő, vékony kötőanyagburokkal bevont szemcséfelület, 13 200 ×



12. ábra. Kötőanyaggal bevont szöveti szemcsé határjelület



15. ábra. Hártyaszerű kötőanyagburokkal bevont különböző méretű és orientációjú lépcsős-barázdás korundkristály kötegek, 6600 ×

Az elektrokorund mikroszövege első közelítésben ún. mikroszövet szemcsékből áll (2. ábra).

A szövetszemcséket felépítő kristálykötegeket a változatos méret, kapcsolódásmód és tér-

beli elrendeződés jellemzi, (3—8. ábra). Az egyes kristálykötegek között esetenként kitöltő anyag is található, melynek minősége még nem ismert (9. ábra). Előző munkánkban (1) az elektrokorund



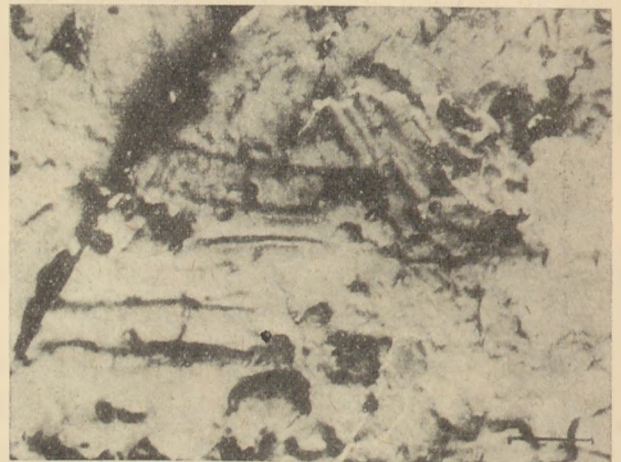
16. ábra. Elektrokorund szemcse szövege forgácsolás után, 12 100 ×



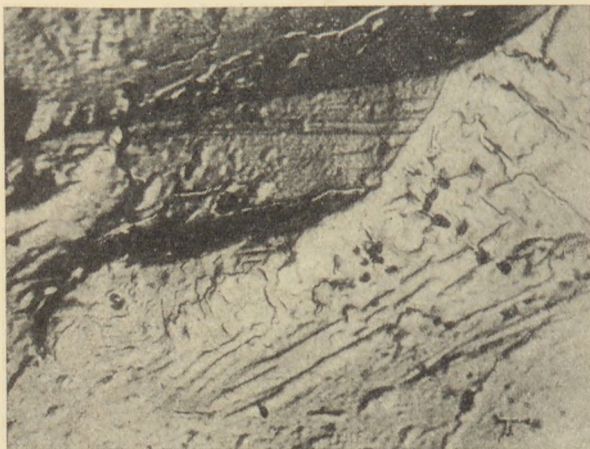
19. ábra. Forgácsolás során kilazuló szöveti szemcsék, 13 200 ×



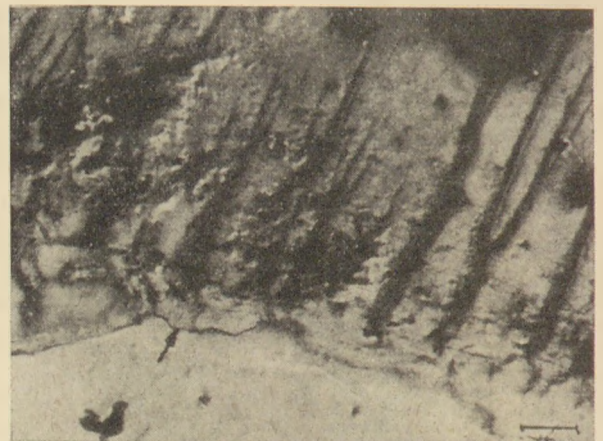
17. ábra. Forgácsolás során meglágyult korundkristály felülete, 12 100 ×



20. ábra. Lépcsős szerkezetű, kilazult szöveti szemcse, 18 200 ×



18. ábra. A szöveti szemcsék illeszkedése forgácsolás után, 6600 ×



21. ábra. Forgácsolás során meglágyult, „legyalult” felületi réteg és a még „működés” előtti kristálykötegek határ-felülete e kitöredezést megelőző repedés nyomaival, 12 100 ×

szemcséket bevonó kötőanyagburok szerepét már részleteztük. Az elektronmikroszkópos felvételeken jól megfigyelhető a kötőanyag elhelyezkedése (10—15. ábra). A korundszemcsék eredeti struktúrája csak igen vékony, hártvaszerű kötőanyagburok alatt ismerhető fel (15. ábra).

A szöveti szemcsék határa a viszonylag „vastag” néhány mikronnyi kötőanyagréteg alatt is felismerhető (12. ábra). A kötőanyaggal bevont szemcséfelületek elektronmikroszkópos felvételei bizonyítják, hogy egyébként jó minőségű kötőanyagot felhasználva feltétlenül szükséges az egyes



22. ábra. Függőleges elrendeződésű hasábkötő forgácsolás után, 12 100×

elektrokörund szemcséket még az égetési művelet előtt fajlagosan azonos mennyiségű kötőanyaggal bevonni.

A forgácsolás során elhasználandó köszörűszemcsék vizsgálata igen hasznosnak bizonyult (16—22. ábra). A felvételek egyértelműen igazolják korábbi megállapításunkat, mely szerint a mikrokristályos felépítés szerepe a forgácsolás során alapvető jelentőségű (1).

A 16., 17., 18., és 19. ábrán az elektrokörund szemcsék forgácsolás utáni felülete látható. Itt a forgácsolás során fellépő pillanatnyi nagy hőmérsékletek és dinamikus terhelések hatására bekövetkező lágyulás nyomai jól láthatók. A mikrokristályos szövet már alig ismerhető fel. Már megjelentek a szöveti szemcsék kilazulását megelőző repedések nyomai is.

A „működés” előtti és utáni szemcsfelület a 21. és 22., ábrán együtt látható.

A működés utáni szemcsfelület határán szintén észlelhetők a kilazulást megelőző repedések, melyek a működő felülettel szomszédos kristálykötegek határfelületein is jól tanulmányozhatók (21. ábra).

A vizsgálatokat a Csepel Vas- és Fémművek Központi Anyagvizsgáló Osztálya Elektronmikroszkóp Laboratóriumával együttműködve végeztük, e helyen mondok köszönetet dr. Holló Mária laboratóriumvezetőnek, Harmath Kálmán és Vattay Elemér munkatársaknak értékes segítségükért.

## Összefoglalás

Kerámia kötésű elektrokörund ún. (nemeskörund) köszörűszerszámok forgácsolás során való elhasználódási folyamatait fény- és elektronmikroszkópos módszerekkel tanulmányozva megállapítottuk, hogy az elektrokörund mikrokristályos szövete és elhasználódásmódja egymással szoros összefüggésben van.

Az elektronmikroszkópos felvételek KEM I. típusú elektronmikroszkópon készültek.

## IRODALOM

- [1] Moser, M.: Periodica Polytechnica Chem. Eng. 9, 285—343 (1965).
- [2] MSZ 4506.
- [3] Moser, M.: Gép 19, 70—75 (1967).

### Moser Miklós: Az elektrokörund kristályszerkezetének szerepe a forgácsolás során

Kerámia kötésű elektrokörund (ún. nemeskörund) köszörűszerszámok forgácsolás során való elhasználódási folyamatait fény- és elektronmikroszkópos módszerrel tanulmányozva megállapítottuk, hogy az elektrokörund mikrokristályos szövete és az elhasználódás módja egymással szoros összefüggésben van.

### Moser, M.: Роль текстуры кристалла электрокорунда при резании металлов.

Микроскопическими и электронно-микроскопическими исследованиями процессов износа шлифовальных инструментов из электрокорунда (т. н. благородного корунда) была установлена тесная зависимость между микрокристаллической текстурой и видом износа электрокорунда.

### Moser, Miklós: Die Funktion der Kristallstruktur des Elektrokörundes während des Schleifens.

Die Abnutzungsvorgänge der keramisch gebundenen Korund-Schleifwerkzeuge unter Licht- und Elektronmikroskop wurden studiert. Man konnte feststellen, daß die Art und Weise der Abnutzung und die mikrokristalline Struktur des Elektrokörundes in enger Zusammenhang stehen.

### Moser Miklós: The Role of Crystalline Texture in Electrocorundum during the Cutting.

Studying the wearing procedure of the ceramic bonded electrocorundum grinding tools with optical and electron-microscopical methods it has been found that the microcrystalline texture of the electrocorundum and the way of wearing are in a close correlation.

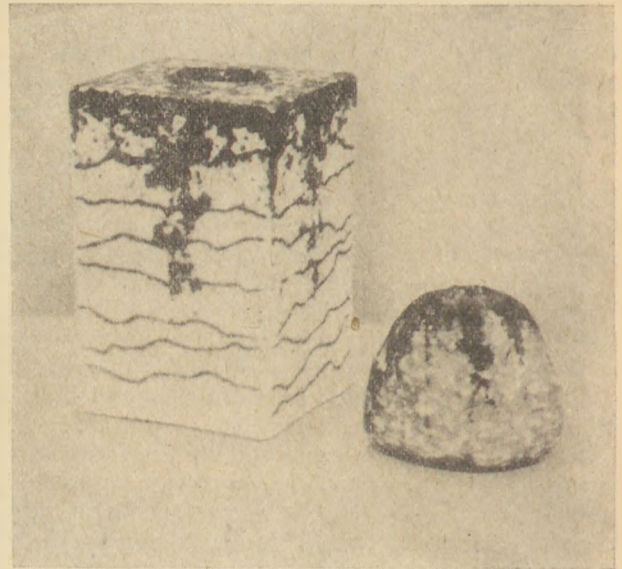
Eltérően a kerámikus kisműhelyek mai gyakorlatától, a művész sajátos összetételű keménycserép-tárgyakat állított ki, amelyek előnyösebb tulajdonságokkal rendelkeznek, mint az égetett agyag. Lőrincz István tárgyai elviselik a nagy hőmérsékleti ingadozásokat, és vízszívó képességük is minimális, akár a kerámiához, akár a fajanszhoz hasonlítjuk. A mádi kaolin, kvarc és földpát keverési aránya égetett állapotban a porcelánhoz némileg hasonló anyagot eredményez: nagymértékben zsugorodik, nedvszívó képessége 3–4% és 1200°C-on égethető. Előnye, hogy belföldön található anyagból gyártható. A Budapesti Porcelángyárban régebben kísérleteznek vele.

A magas tűzön égetett keménycserép első változatát Angliában találták fel az 1700-as évek elején. Miután a kutatók célja nyilván a porcelánkészítés titkának megfejtése volt, a keménycserép esztétikai formálása teljes mértékig a porcelánművészethez igazodott. A hazánkban ismeretes Zsolnai-féle pirogránit-terrakotta szintén a keménycserép egyik változata. Díszítőművészeti felhasználása azonban szín- és fényhatás tekintetében korlátozott, éppen ezért Lőrincz István dekoratív kísérleti munkái fokozott figyelmet érdemelnek. A művész új eljárása a keménycserép színezésére is kiterjed. Színes mázak helyett meleg fémfolyattal díszítette a tárgyak felületét. Egyelőre csak rézzel, de már kísérletezik fehér nyersvassal, antimonnal és más alacsony hőfokon olvadó fémekkel is.

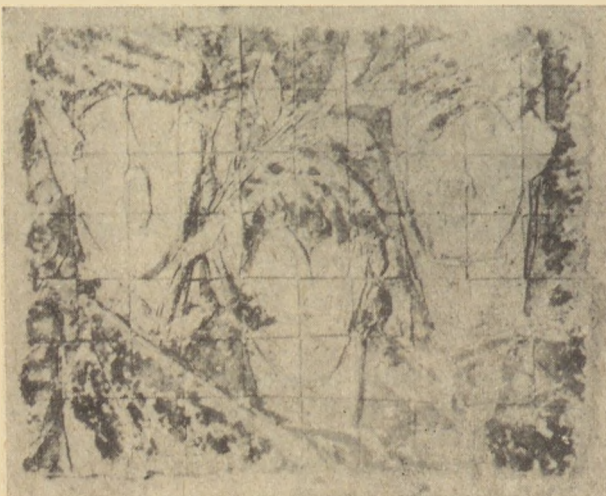
A modern kerámiaművészet nem nélkülözheti a különféle magas tűzön égetett tömör anyagokat, mert az épületek külső falán és a szabadban, — tereken és utcákon — hosszabb ideig csak ezek állhatnak ellen az időjárás pusztító hatásának. A kiállításon bemutatott mozaiklapok építészeti felhasználása több irányú is lehet, pl. fémmel szennyezve nemcsak dekoratív hatásúak, hanem

érdes felülete miatt előnyösen felhasználható fürdőmedencék padlóburkolására. Ez a kiállítás kerámiaművességünket nagymértékben ösztönözheti, hogy kitörjön az olyan formalista megoldásokból, mint az utánzó mázak használata, amelynek egyetlen célja, hogy a magas tűzű kerámiák hatását keltsék. Olyan magas tűzű kerámiákat, amelyek égetés után máz nélkül is hasonlóan tetszetős felületűek, csak emellett még azzal a jó tulajdonsággal is rendelkeznek, hogy jobban elviselik az éghajlat viszonyosságait, mint a pórusos agyagtárgyak. A szabadban állva évszázadokig díszíthetik környezetüket

\* A szerző által keménycserépnek, nevezett gyártmányt a kerámiaipar félporcelán néven ismeri. (Szerk.)



2. ábra



1. ábra



3. ábra

Lőrincz élete munkásságát javarészt a porcelániparban töltötte el: Herenden, a Gránitgyárban, majd tanárként az Iparművészeti Főiskola porcelán tanszakán. Nyilvánvaló tehát, hogy a keménycserép megkonstruálását és felhasználását a porcelán hagyományai felől közelítette meg. De korszerű művészi megérzéssel, a keménycserépet rövid próbálkozás után a kerámia művészi effektusainak megjelenítésére használta fel. Tárgyain szinte kivétel nélkül az ősi formák sugallatát érezzük. Alkott *természeti formákat*: az eróziók által koptatott kövek és kavicsok hatására. Majd használt olyan *műformákat*, amelyeket az építkező ember a legősibb időktől alkalmaz: hasábokat és hengereket; s végül láthatunk bronzkori edényformákat. Ha az edényformák tekintetében nem is beszélünk teljesen eredeti megoldásokról, a művész izléselesen és megfontoltan mintázó keze gazdag hangulati kifejezéssel ruházta fel az összes kiállít-

tott darabokat. Ez a kiállítás a szokottnál nagyobb figyelmet érdemel. Az újszerű és előnyös tulajdonságokkal rendelkező művészi alapanyag meghonosítása érdekében Lőrincz műtermében hagyta a bravúrosan mintázott figurák egész sorát, úgyszintén választékosan színezett tárgyait is. Tisztán látta, hogy kiállításával kerámiaművészetünket most egy haladottabb technológia átvételére kell ösztönöznie.

*Geszi László: Lőrincz István művészi keménycserép-kiállítása*

*Гесми Л.: Выставка художественных облицовочных тенток для печей Леринца Иштвана.*

*Geszi, László: Die Ausstellung der künstlerischen Hartkacheln von István Lőrincz*

*Geszi, László: Exhibition of Art Ceramics from the Works of István Lőrincz*

A Városligetben, a Budapesti Nemzetközi Vásár területén

## „A SZOVJET TUDOMÁNY ÉS TECHNIKA 50 ÉVE” JUBILEUMI KIÁLLÍTÁS NYÍLIK

NYITVATARTÁSI IDŐ: MINDEN NAP 10—21 ÓRÁIG

Részletes katalógus, a kiállított tárgyak leírásával: 5,— Ft

Jegyek igényelhetők:

a Budapesti Vásárrendező Irodánál,

a MTESZ tagegyesületeinél.

Vidéken: a MTESZ területi szervezeteinél.

**BELÉPŐJEGY ÁRA: 3,— FORINT**

1967

szept.

1—24

**Sztroitel'nue materialü**  
1966. 9. sz.

*Spünova, L. G.—Nabitovics, I. D.:* A megszilárdult portlandcement és ásványainak mikrostruktúrája és összetétele (p. 22.)

A platina-szénreplikák módszerével sikerült megállapítani a megszilárdult cement mikrostruktúráját. A portlandcementkő mikrostruktúrája ritmikus felépítésű aggregátus szerkezettel rendelkezik. Mindegyik cementnek megvan a maga újképződmény-összetétele, amely tulajdonképpen bonyolult, hidratálódott elegykristályokból tevődik össze. A megszilárdult cement mikrostruktúráját a szilárdulási viszonyok, a kristályosodás sebessége, a klinkerben levő kristályok formája és mérete befolyásolja

*Dobrzakova, L. I.—Szkuratova, I. A.:* Habosított színes habarcsok használata sejtbetongyártmányok befejező munkáihoz (p. 32—34, á: 3, b: 3.)

Az új építőanyagok kutatóintézetében kidolgozták a habosított színes díszítőréteggel kikészített autoklávolt sejtbetonpanelek gyártástechnológiáját. A habosítást úgy végezték, hogy a habarcs készítése közben mikrohabképző anyagokat adtak hozzá. Intenzív keverés által 1100—1400 kg/m<sup>3</sup> térfogatsúlyú habarcsok nyerhetők a befejező munkákhoz. Különböző gyárakban kipróbálták pigmentadalékos, színes habosított beton alkalmazását panelek befejező munkáihoz. A töltőanyaghoz színes márványzúzalékot adtak, a panelek homlokfelületét kefével és csillagmaróval tisztították meg. Igen dekoratív panelfelületet nyertek.

*Frolov, E. G.—Luk'janov, Ju. M.—Ur'ev, N. B.:* A betonfelületek kidolgozása kolloid cementragasztóval (p. 35—36, á: 1.)

A vasbeton gyártmányok minőségével szemben támasztott egyik követelmény, hogy a felületen ne legyenek üregek, lunkerek és törmelek. Az ilyen felület biztosítására kidolgozott módszer lényege az, hogy kolloid cementragasztót hordanak fel a formára, amely pigmentek vagy színes cementek hozzáadásával bármilyen színben elkészíthető. A felületkidolgozás menete: a formák előkészítése, a ragasztóanyag elkészítése és felhordása a formára, betonozás. A felhordást szórópisztollyal végzik 1—5 mm vastagságban a termékfajtától függően. A forma hőmérsékletének 25—30°-nak kell lennie a ragasztó felhordásakor. A betonkeveréket legkésőbb 30 perccel a felhordás után kell bevinni a formába. A színes kolloid cementragasztó sokszor helyettesítheti a kerámiát.

*Bolouszor, E. D.—Figovszkij, O. I.:* Poliészterkumaron-összetételek öntött padlókhöz (p. 34—35, á: 1, t: 1.)

Hézag nélküli padlóburkolatok készítéséhez poliészterkumaron-összetételeket dolgoztak ki a polivinilacetát-padlók helyett. Elasztikus poliésztereket kevernek össze 150—200 percnkénti fordulatszámú lapátos keverőben szilárd, de törékeny kumarongyantákkal. Töltőanyaguk 500—1200 cm<sup>2</sup> fajlagos felületű őrlött vagy természetes kvarchomok és gyenge minőségű portland-cement, amely körülbelül felére csökkenti a masztixok szilárdulási idejét. Az új összetételek előnye, hogy vízálló padlóburkolatok készítésére alkalmasak. Vízfelvételek jóval kisebb, mint a polivinilacetátos padlóké. Egy öntésre 2,5—3,4 mm vastag bevonat nyerhető. A poliészter kumaron-bevonatok alkalmazásával a padló költsége 15—20%-kal csökken a PVA-padlókéhoz viszonyítva. Építőipari alkalmazásuk egyre bővül.

*Liszicün, Ju. V.,—Vügoszskaja, G. N.—Gajbarjan, M. G.:* Polimer bevonatú cementlapok (p. 36—37, t: 1.)

Cementlapok polimerfilmes bevonásához polisztirolt és inden-kumarongyantát próbáltak ki. Oldószerként lakkbenzint és terpentint használtak. Hétféle, különböző komponens tartalmú összetételt dolgoztak ki a vizsgálatokhoz. Ezeket a bevonatokat előzőleg súlyállandóságig kiszáritott cementlapokra hordták fel. A vizsgálatok eredményei szerint valamennyi bevonat vízálló, vízfelvedő képességük kicsi, lúg- és savállóak. A cementlapokhoz jól tapadnak. Optimális összetételük: 20% polisztirol, 20% inden-kumarongyanta, 25% terpentinolaj, 35% lakkbenzín. A lapok festésére titánfehér, litopon, kadmiumvörös, krómoxid és ftalocianinpigment használható.

*Olivancsik, A. N.—Poffe, A. L.:* Akusztikai farostlemezek tűz elleni védelme (p. 37—38, t: 1.)

Az akusztikai farostlemezeket egy- vagy kétrétegű formában készítik. Az egyrétegű lapok egy szigetelő-díszítő rétegből, a kétrétegűek pedig kemény farostlemezekből (homlokfelület) és szigetelő lapokból (alsó hangszigetelő réteg) állnak. A tűz elleni védelem céljából a kész lapok felületét speciális festékekkel és más anyagokkal dolgozzák ki. A kemény lapoknál a felületet, a nyílások falait és a homlokoldalakat, a szigetelő lapoknál pedig csak a felületet és a homlokoldalakat festik be. Tűzgátló anyagként FAM-festéket (furfurol-aceton monomer és karbamid-formaldehid-gyanta), klórozott paraffin és kaucsuk összetelt, valamint kálium-vízűve-

alapú szilikátfestéket használnak. A tűzgátló festékek bevonat lapok tűz esetén nem gyulladnak meg, a tüzet nem terjesztik, elég hosszú időre lehetővé teszik a tűz lokalizálását.

**Sztroitel'nue materialü**  
1966. 10. sz.

*Szemenov, V. M.—Obracsov, A. P.—Csicsnokov, M. M.:* Nagyméretű kőbálványok aprítása nagyfrekvenciájú árammal (p. 11—13, á: 3.)

A kőbálványban a nagyméretű kődarabok általában 8—10%-ot tesznek ki. Esetleg ennél többet is. A homok- és kőbányák készletei rendszerint 35—40-ig terjedő mennyiségű nagyméretű kődarabokat tartalmaznak. A beszkib kőbányában és az aprító, osztályozó üzemekben kidolgoztak módszert a nagyméretű kődarabok előtörésére, nagyfrekvenciás áram segítségével. Az új módszer bevezetése emelte a rosták teljesítményét. 1 m<sup>3</sup> elfaprítására szükséges költségek nem haladják meg a 0,30—0,35 rubelt. A berendezés beruházási költségei egy évi üzembentartás folyamán megtérültek. Az aprítás energiaszükséglete a nagyméretű kőbálvány teljes szét-töréséig átlagban 10 kw ó/m<sup>3</sup>-t tesz ki.

*Szivilov, V. Sz.:* Nagyméretű kődarabok aprítása kumulatív töltésekkel (p. 14, é: 1, t: 1.)

A kremenicsugi kőbányában a nagyméretű gránitkövek (750 mm átmérőig) a lerobbantott kőmennyiség 35—15%-át teszik ki. Megvizsgálták különböző típusú 800 db kumulatív töltést. A vizsgálatoknál 0,2—3,5 m<sup>3</sup>-es kődarabokat aprítottak. A kumulatív töltések alkalmazása gránitsziklákat aprítására nagy hatékonyságúnak mutatkozott. Az aprítási folyamat munkavédelmi szempontból is biztonságos. A töltések alkalmazása a robbantási költségeket ötöd-hatodrészt csökkentette, és a robbantási munkát megkönnyítette. A robbantási termelékenység 2—3-szorosa növekedett. A nagyméretű kőbálványok aprításának önköltsége 20—50%-kal csökkent. A kumulatív töltés és alkalmazásának ismertetése.

*Bükov, A. Sz.—Glinszkij, A. A.:* Nagyfrekvenciás áramok alkalmazása polimer építőanyagok gyártásában (p. 15, á: —, b: 2.)

A nagyfrekvenciás áramot a műanyagok szállításánál az anyagok szállítására, technológiai melegítésére használják. Az adagolt teljesítményt könnyen szabályozzák és ez lehetővé teszi a melegítési folyamatok különböző szabályozását. Számos technológiai folyamatot dolgoztak ki a nagyfrekvenciás áram használatára. A szállítóbe-



rendezésre nagyfrekvenciás generátort szereltek, és alkalmazzák a vízgőz eltávolítására. A berendezés teljesítménye óránként 60 m<sup>2</sup> (számítási alapul szolgál 800 g/m<sup>2</sup> nedvesség). A berendezés méretei 7,2 × 1,8 × 3,3 m. A nagyfrekvenciás áram alkalmazása hatékonyabbá tette a folyamatot, gazdaságosan csökkenti a munkahely terület-szükségletét, és új technológiai megoldásokat tesz lehetővé.

*Epstejn, Sz.A.:* Portlandcementtel készült tűzálló löszös samottbeton (p. 22—23, á: 3, b: 1.)

A beton készítéséhez 500-as portlandcementet (összetétel %-ban: SiO<sub>2</sub> — 22,8; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 4,57; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 4,20; CaO — 65,5; MgO — 0,91; SO<sub>3</sub> — 1,08, izz. vesz. — 0,42; C<sub>3</sub>S — 53; C<sub>2</sub>S — 26; C<sub>3</sub>A — 4,98; C<sub>4</sub>A — 12,8 CaSO<sub>4</sub> — 1,83), finomra őrölt lösz (kémiai és ásványi összetétel súlyszázalékban: SiO<sub>2</sub> — 73,4; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 8,57; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 2,23; CaO — 5,53; MgO — 1,30; kvare — 65; földpát — 12; kalcit — 10; agyag — 7; csillám — 3,). A tűzálló beton

készítése és tulajdonságainak ismertetése. A lösz alkalmazása mikroadalékként a portlandcementbe ki készítésével jelentékeny műszaki gazdasági előnyöket biztosít.

*Volzsenszkij, A. V.,—Szenderov, B. V.:* Gipszementpuccolán kötőanyaggal készült keramzitbeton kúszása és zsugorodása (p. 27—30, á: 6, b: 2, t: 2.)

Vizsgálták a beton alaptulajdonságait tartós nyomásnál, meghatározták a rugalmassági jellemzőit, valamint a kúszás mértékét. Megállapították, hogy a gipszementpuccolán kötésű keramzitbeton duzzadási adatai megegyeznek a rendszeres portlandcementtel készült keramzitbetonéval. Ugyanazt állapították meg a keramzithomokkal készült keramzitbeton zsugorodása és kúszása tekintetében 12—20°C levegőhőmérséklet és 50—70% nedvességtartalom mellett. A tanulmány szerint a keramzithomokkal készült gipsz-cementpuccolán alapú keramzitbetonnal a zsugorodási és kúszási deformáció mértéke

50—70% nedvességtartalom mellett megközelítőleg egyezik a portlandcement felhasználásával készült keramzitbetonéval. A vizsgált beton használható nagypaneles épületek falszerkezeiteiben.

**Zsurnal prikladnoj himii**  
1966. 9. sz.

*Budnikov, P. és lársai:* Vízgőzhatmoszféra hatása az agyagok hevítés során növekvő viszkozitásának változására (p. 2111—14, t: 1, á: 3, b: 8.)

Megállapították, hogy a könnyen olvadó, duzzadó agyagok látszólagos viszkozitása vízgőz tartalmú gázkezegekben az égetés hatására csökken, ami egyik oka az agyag hevítés hatására való porózussá válásának. A viszkozitásváltozás Krjask-i agyag esetében háromszoros, de 1 atm. vízgőznyomásnál 10-szeres is lehet. 950—1120°C közötti plasztikus módszerrel készített próbatetek esetén a viszkozitás 3,5—10-szer nagyobb, mint félszáraz anyagból készített próbateteknél.



# AZ ERDÉRT VÁLLALAT

felkészülve a gazdasági irányítás új rendszerére,  
**már most felveszi**

az állami vállalatok, tanácsi vállalatok, kisipari szövetkezetek, mezőgazdasági termelő szövetkezetek és általában valamennyi anyagfelhasználó  
**rendeléseit,**

hogy a következő év első napjától kezdve közvetlenül raktárról, ütemes szállítással biztosíthassa a megrendelés szerinti fenyőfűrészáru, lombosfűrészáru, lemezbútorlap és furnérfélék széles skálájú választékait, valamint a fenyőgömbfából előállított összes készterméket.

Egyidejűleg felhívjuk a figyelmet, hogy az ERDÉRT VÁLLALAT megbízásból a termelők és megrendelők mindennemű faanyag vételét és eladását is lebonyolítja — megállapodás szerint.

Részletes felvilágosítást nyújt: a vállalat Kereskedelmi Igazgatóságán működő díszpécserszolgálat.

Cím: ERDÉRT VÁLLALAT, Budapest V., Akadémia utca 3. Telefon: 313-550/144

Telex: 946. sz.

Távíratcím: ERDÉRT BUDAPEST

# Szovjet tudomány-technika hónapja

1967. szeptember 1–24.

Az illetékes szovjet és magyar szervek megállapodásai alapján, a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulója alkalmából, 1967. évi szeptember hó 1. és 24. között mutatják be a szovjet tudomány és technika 50 éves fejlődését a Budapesti Nemzetközi Vásár központi főterén és a környezetében levő nyolc pavilonban. Csupán a fedett terület nagysága megközelíti a 10 000 négyzetmétert.

A Szovjetunió tudományos-műszaki eredményei elnevezésű kiállításon a szovjet tudomány és technika legújabb eredményeivel, a fejlődés fő irányaival és szakaszaival ismerkedhetnek meg a látogatók. Bemutatják ezenkívül azt is, hogyan lett a tudomány a szovjet állam fél évszázados fennállása alatt a társadalom közvetlen termelőereje. A kiállítás közérthetően, áttekintő rendszerben foglalja össze a lényeges és közérdekű ismereteket.

A kiállítás főbb témakörei az alábbiak:

## A tudomány fejlődése a Szovjetunióban,

### A Szovjetunió anyagi tartalékai,

- a föld és annak kincsei,
- tengerek és óceánok,
- új anyagok,
- a SZU energetikájának fejlődése.

### A természeti erők meghódításának új útjai,

- az atommag fizikája,
- kvantum elektronika.

### Ember a világűrben,

- fejlődés 100 év múlva,
- szovjet űrrepülések,
- az űr sokoldalú feltárása.

Ilyen méretű kiállítást, amely ennyire átfogóan összegezné a szovjet tudomány és technika fejlődését, eddig még sehol sem rendeztek.

A hónap alatt 30 szovjet tudós jön hazánkba és a tudomány és technika ágáiból műszaki tudományos előadásokat tartanak. Az előadások magyar nyelven jegyzetek alakjában is megjelennek. A Szovjetunióból 30 műszaki tudományos film is érkezik, melyek „Szovjet műszaki filmnapok” keretében Budapesten és vidéki városokban — magyar szinkron hanggal — kerülnek levetítésre.

Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnökének vezetésével az MTESZ, a Kulturális Kapcsolatok Intézete, a Kohó- és Gépipari Minisztérium Műszaki Tudományos Tájékoztató Intézete és a Magyar Vásár- és Kiállításrendező Iroda szakemberei vezetik ezt az előkészítést. A Szovjetunió részéről a Tudományos Akadémia, a Szovjetunió Minisztertanácsa mellett működő tudományos és műszaki állandó Bizottság, a tudósok központi tanácsa, a Szovjetunió szinte valamennyi ipari és mezőgazdasági jellegű minisztériuma, az össz-szövetségi műszaki tudományos társulat, az atomenergia-felhasználási állami bizottság s még sok más tudományos egyesület és főhatóság készíti elő a kiállítás anyagait.

*MINDEN IPARÁGAT ÉRINTŐ KÖNYV*  
*JURAN, J. M.*

# **MINŐSÉG**

**TERVEZÉS — SZABÁLYOZÁS — ELLENŐRZÉS**

Az amerikai ipari minőségszervezésben szerzett tapasztalatainak gazdag tárháza, a minőség teljes problémakörének részletes, könnyen áttekinthető, roppant szemléletes kézikönyve.

Műszaki és gazdasági vezetők, gyártmánytervezők, technológusok, mérnökök és mérnök-gazdászok, minőség-ellenőrök, áruátvevők, üzemszervezők számára nélkülözhetetlen.

1342 OLDAL ■ 401 ÁBRA ■ 238 TÁBLÁZAT ■ KÖTVE 180,— FT

**MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ**

---

**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**

---

# MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

## ÚJDONSÁGOK

Bajza—Henter—Holbok

### RÖNTGENTECHNIKA

304 oldal, 271 ábra, kötve 35,— Ft

Horváth Sándor—Pónya Vilmos

### AGREGÁT SZERSZÁMGÉPEK

282 oldal, 214 ábra, kötve 43,— Ft

Juran, J. M.

### MINŐSÉG (Tervezés, szabályozás, ellenőrzés)

1342 oldal, 401 ábra, kötve  
180,—Ft

Desseffy Olivér—Kappel László

### GUMIK ÉS MŰANYAGOK VIZSGÁLATA

402 oldal, 353 ábra, kötve 53,— Ft

Csordás Zoltán

### PNEUMATIKUS IRÁNYÍTÁSTECHNIKA

411 oldal, 460 ábra, kötve 63,— Ft

### AUTOMATIKA ÉS ELEKTRONIKA

Tanulmánygyűjtemény

211 oldal, 263 ábra, fűzve 39,— Ft

Pellit J. M.—McWhorter, M. M.

### ERŐSÍTŐ ÁRAMKÖRÖK

294 oldal, 268 ábra, kötve 55,— Ft

Gál Levente szerk.

### SZIGETELŐANYAGOK AZ ERŐSÁRAMÚ IPARBAN

584 oldal, 243 ábra, kötve 98,— Ft

Csányi—Lukács—Szendrei

### GYAKORLATI PROGRAMOZÁS ÉS MUNKAADAGOLÁS A GÉPÉSZETBEN

214 oldal, 40 ábra, kötve: 38,— Ft

Kittel, Ch.

### BEVEZETÉS A SZILÁRDTEST-FIZIKÁBA

699 oldal, 426 ábra, kötve  
123,—Ft

Dr. Mázor László szerk.

### ANALITIKAI ZSEBKÖNYV

3. kiadás

459 oldal, kötve 53,— Ft

Nozdoviczky László

### A TELEVÍZIÓ OTTHONUNKBAN

3. átd. és bőv. kiadás

140 oldal, 91 ábra, fűzve 13,50 Ft

Urbányi István

### NYOMDAIPARI TÁBLÁZATOK

Szakt munkás Zsebkönyvek

160 oldal, 35 ábra, kötve 13,— Ft

International Labour Office

### MUNKATANULMÁNYOK

287 oldal, 51 ábra, kötve 45,— Ft

Orear, Jay

### MODERN FIZIKA

376 oldal, 253 ábra, kötve 47,— Ft

McKelvey, J. M.

### POLIMEREK FELDOLGOZÁSA

344 oldal, 162 ábra, kötve 53,— Ft

Dr. Fitz J.—Császár L.—Papp I.

### SZÉKESFEHÉRVÁR

159 oldal, 188 ábra, kötve 46,— Ft

Goncsarevics, I. F.—Szergejev,  
P. A.

### VIBRÁCIÓS GÉPEK AZ ÉPÍTŐIPARBAN

251 oldal, 182 ábra, kötve 48,— Ft

Henn, W.

### IPARI ÉPÜLETEK (Nemzetközi példák)

368 oldal, 962 ábra, kötve 98.— Ft.

Dr. Kiss R.—Dr. Nyerges T.

### FELÜLETBEVONATOLÁS ÉS LÉGTECHNIKÁJA

Új Technika

347 oldal, 113 ábra, fűzve 27,— Ft