

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

9

*XIX. ÉVFOLYAM • BUDAPEST 1967 SZEPTEMBER*

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. Grofesik 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-  
írat külföldre előfizethető: „Kul-  
túra” P. O. B. 149. Budapest 62.  
Előfizetési díj: 1/4 évre 18,— Ft;  
félévre 30,— Ft; egyes szám ára:  
6,— Ft.—Csékk számlaszám egyéni  
61.252; közületi: 61.066 vagy  
átutalás az MNB 8. sz. folyószám-  
lájára

67., 9. 5128 Réval Nyomda,  
Budapest V., Vadász utca 16.

Index: 25,250

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

## TARTALOM

<i>Erdély Imre</i> : A zúzottkő szemalakja .....	321
<i>Balázs György—Erdélyi Attila—Opoczky Ludmilla</i> : Vízéptési cemen- tek .....	329
<i>Bereczky Endre—Reichard Ernő</i> : Új cementfajták kidolgozása és gyár- tása Magyarországon a két világháború közti időben .....	337
<i>Lőcsei Béla</i> : Újabb adatok az $AlF_3$ —kaolinit reakció mechanizmu- sához .....	341
<i>Tóth Kálmán</i> : Keramzitbázisú több funkciós hőszigetelő massa ki- dolgozása .....	349
<i>Kárpáti Judit—Pinkert Andrásné</i> : A szilikózisveszély felszámolása az üvegcsiszoló üzemekben .....	353
<i>Z. Gács György</i> : Ankét a szilikátipari formatervezésről .....	357
Egyesületi élet .....	359

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ердеи И.</i> : Форма зерен щебенки .....	321
<i>Балаж Д.—Ердеи А.—Опоцки Л.</i> : Гидротехнические цементы .....	329
<i>Берецки Е.—Рейхард Е.</i> : Разработка новых видов цементов и их про- изводство в Венгрии в период двумя мировыми войнами .....	337
<i>Лечай Б.</i> : Новые данные о механизме реакции $AlF_3$ — каолинит .....	341
<i>Тот К.</i> : Разработка многофункциональной теплоизоляционной мас- сы на основе керамзита .....	349
<i>Карпати Ю.—Пинкерт А.</i> : Устранение опасности силикоза в тлид- говалных цехах стекольной промышленности .....	353

## INHALT

<i>Erdély, Imre</i> : Die Form der Splittkörner .....	321
<i>Balázs, György—Erdélyi, Attila—Frau Opoczky, Ludmilla</i> : Wasser- bauemente .....	329
<i>Bereczky, Endre und Reichard, Ernő</i> : Die Ausarbeitung und Her- stellung von neuen Zementsorten in Ungarn in der Zeit zwischen den zwei Weltkriegen .....	337
<i>Lőcsei, Béla</i> : Neue Angaben zum Reaktionsmechanismus $AlF_3$ —Kaol- init .....	341
<i>Tóth, Kálmán</i> : Die Bearbeitung einer Wärmeisoliermasse mit mehre- ren Funktionen auf Keramsit-Basis .....	349
<i>Kárpáti, Judit—Frau András Pinkert</i> : Liquidierung der Silikosege- fahr in der Glasschleiferei .....	353

## CONTENTS

<i>Erdély, Imre</i> : The Shape of Crushed Rocks .....	321
<i>Balázs, György—Erdélyi, Attila—Opoczky, Ludmilla</i> : Hydrotechnical Cements .....	329
<i>Bereczky, Endre—Reichard, Ernő</i> : Development of New Cement Sorts in the Period between the First and Second World War .....	337
<i>Lőcsei, Béla</i> : New Data on the Mechanism of the Kaoline — $AlF_3$ —Re- action .....	341
<i>Tóth, Kálmán</i> : Polyfunctional Insulating Body on a Keramsite Base .....	349
<i>Kárpáti, Judit—(Mrs.) Pinkert, Andrásné</i> : Elimination of Silicosis Danger in Glass Grinding Shops .....	353



# ÉPÍTŐANYAG

19. ÉVFOLYAM 9. SZÁM

## A zúzottkő szemalakja

ERDÉLY IMRE

### 1. Az alakszabvány

A zúzottkő és zúzalék szemcséinek alakját főleg adalékanyagként való felhasználásuknál, betonban és aszfalt-útburkolat készítésénél tartják lényegesnek. A nemzetközi szakirodalom hosszú idő óta közöl kísérleti eredményeket, amelyek azt igazolják, hogy az adalék szemcsék alakja befolyásolja a beton és aszfalt tulajdonságait: bedolgozhatóságát, tömöríthetőségét, szilárdságát, állékony-ságát stb. Az adalék minőségének biztosítására szabványok rögzítik a zúzott kőanyag szemcséinek alakjára vonatkozó mindenkori felfogást, meghatározásokat, előírásokat. A következőkben a magyar szabvány néhány belső, szerkezeti tulajdonságát elemezzük, egyes elterjedt téves nézetek tisztázására.

A hazai szabvány (MSZ 4713—55., 3.234) a szemcse

1.  $h$  hosszúsági,  
 $s$  szélességi és  
 $v$  vastagsági

méreteiből képzett burkoló derékszögű parallelepipedonból kiindulva, az alakmegítélés bázisául az  $s$  szélességet használja olyan értelemben, hogy

2. a  $h/s$  viszonyszám a szemcse hosszúkásságának,

a  $v/s$  viszonyszám a szemcse lemezességének jellemzője.

A szemcse a szabvány meghatározásában

3.  $Z$  = zömök, ha

$$v/s \approx 1 \text{ és } h/s \approx 1$$

$H$  = hosszúkás, ha

$$h/s \geq 1,5$$

$L$  = lemez, ha

$$v/s \leq 0,5$$

$LH$  = lemez és hosszúkás, ha

$$v/s \leq 0,5 \text{ és } h/s \geq 1,5$$

(A nagybetűs jelzések függetlenek a szabványtól.) A szemcse alakját tehát a burkoló hasáb formája dönti el, nyilván abban a felfogásban, hogy az ideá-

lis zömök alak a kocka, amelynél  $h=s=v$ , tehát  $h/s$  és  $v/s$  egyaránt 1-el egyenlő, illetve abban a meggyőződésben, hogy egy téglaidom burkolóhasábja maga a téglaidom.

A 3. feltételekből logikusan következnek az alábbi bővített feltételek:

$$4. \quad Z \text{ alaknál: } v/s > 0,5; \quad h/s < 1,5$$

$$H \text{ alaknál: } v/s > 0,5; \quad h/s \geq 1,5$$

$$L \text{ alaknál: } v/s \leq 0,5; \quad h/s < 1,5$$

$$LH \text{ alaknál: } v/s \leq 0,5; \quad h/s \geq 1,5$$

Ha ezekhez a feltételekhez csatlakoztatjuk a mindig veleértett, de ki nem írt *rendezettségi feltételt*:

$$4a. \quad h \geq s \geq v,$$

akkor az  $s$  széles szemcse  $h$  és  $v$  méreteire az alábbi határfeltételeket nyerjük:

$$-h- \quad -v-$$

$$5. \quad Z \text{ alaknál: } s \leq h < \frac{3}{2}s; \quad s \geq v > \frac{1}{2}s,$$

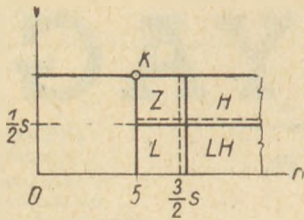
$$H \text{ alaknál: } h \geq \frac{3}{2}s; \quad s \geq v > \frac{1}{2}s,$$

$$L \text{ alaknál: } s \leq h < \frac{3}{2}s; \quad v \leq \frac{1}{2}s,$$

$$LH \text{ alaknál: } h \geq \frac{3}{2}s; \quad v \leq \frac{1}{2}s.$$

Eredményünket egy  $(h, v)$  koordinátarendszerben az 1. ábra szemlélteti. Az egyébként ismert szerkezetű ábrán az egyes szemalak-mezőket a határvonalig kivittük, ha ez a határ  $\leq$  vagy  $\geq$  jelzésű, viszont szaggatott vonallal utalunk arra, hogy a határ jellemzésére  $<$  vagy  $>$  jelzés szolgál. Az ábra szerint az  $s$  szélességű szemcsék zömök és lemez változatai egy-egy zárt mezőben helyezkednek el, míg a hosszúkás, valamint a lemez-hosszúkás változatok mezői oldalt nyitottak. Hiányzik egy feltétel, amely a  $h/s$  viszony maximumát rögzítené. Az ábrán feltüntetett  $K$  pont az  $s$  élhosszúságú kocka helye.

A  $H$  és  $LH$  mezők nyitottságával járó határozatlanság eliminálható, ha az alakmegítélés bázisául  $s$  helyett a  $h$  hosszúság vesszük. Ezt is elég az 5. feltételecsoport  $-h-$  oszlopánál végrehajtani,



1. ábra. Egy aprítottkő-halmaz  $s$  szélességű szemecinek alakábrája a hossz-vastagság rendszerben

a —  $v$  — oszlop maradhat a  $h$  határértékekkel körülvevő  $s$  bázison:

6. Z alaknál:  $h \geq s > \frac{2}{3} h$ ;  $s \geq v > \frac{1}{2} s$

H alaknál:  $s \leq \frac{2}{3} h$ ;  $s \geq v > \frac{1}{2} s$

L alaknál:  $h \geq s > \frac{2}{3} h$ ;  $v \leq \frac{1}{2} s$

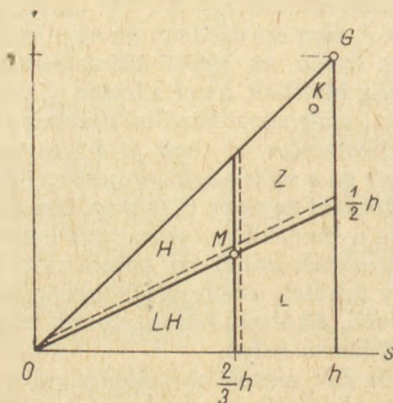
LH alaknál:  $s \leq \frac{2}{3} h$ ;  $v \leq \frac{1}{2} s$

Egy vegyes szemű, természetes zúzottkő-halmaz  $h$  hosszúságú szemekből álló részhalmazához a 6. határfeltételekkel szerkesztett  $a_n$  alakháromszöget és az ezen belül elhelyezkedő Z, H, L, LH szemalak-mezőket egy  $(s, h)$  koordinátarendszerben a 2. ábra mutatja. A most már zárt mezőkben a  $h$  hosszú szemek különböző széles és vastag változatai kapnak helyet.

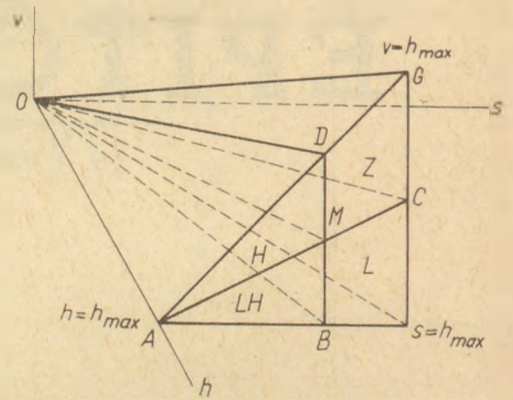
Egy vegyes szemű zúzottkő-halmaz minden

7.  $0 < h_i \leq h_{max}$

hosszú szemekből álló részhalmazához egy-egy, a 2. ábrának megfelelő alakháromszög tartozik, amelyben a részhalmaz minden eleme (szemcséje) az alakszabvány minősítésének megfelelő helyet nyer. Ezek az egyenlőszárú derékszögű háromszögek, a bennük foglalt alakmezőket is beleértve, hasonló; befogóik hossza a 7. feltétel alapján sorba állítható. A  $(h, s, v)$  koordinátarendszerben így minden zúzottkő-halmazhoz megadható egy, a 3. ábrának megfelelő tetraéder — a halmaznak  $h_{max}$ -hoz tartozó  $A_m$  alakteste — amelyen belül a halmaznak minden szemé szabványalakjának meg-



2. ábra. Egy aprítottkő-halmaz  $h$  hosszú szemecinek alakábrája a szélesség-vastagság rendszerben



3. ábra. Egy aprítottkő-halmaz  $A_m$  alakteste a  $(h, v, s)$  rendszerben

felelő helyhez jut. Bármely  $h < h_{max}$ -hoz tartozó alaktest ( $A_h$ ) olyan részhalmaz  $A_m$ -nek, amely az összes  $O$ -tól  $h$  hosszú szemeket tartalmazza. Az alaktestnek  $h$  tengelyre merőleges metszetei szolgáltatják a 2. ábrának megfelelő alakháromszögeket.

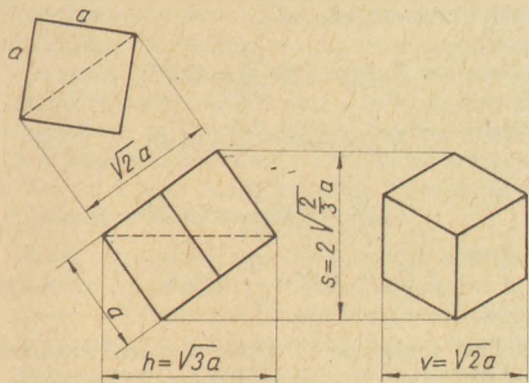
Az ábrán  $O$  a  $(h, s, v)$  tengelyrendszer origója, az  $OBD$  harmad-osztósík merőleges a  $(h, s)$  koordinátasíkra, az  $OAC$  feles-osztósík olyan szögben hajlik a  $(h, s)$  síkhoz, hogy az alaktest minden  $v$  koordinátáját felezi. Az  $OGCMD$  gúla a zömök szemek teste, hasonlóan az  $L, H$  és  $LH$  szemek teste is kivehetők az ábrán.

## 2. A szabálytalan idomú szemcse alakja

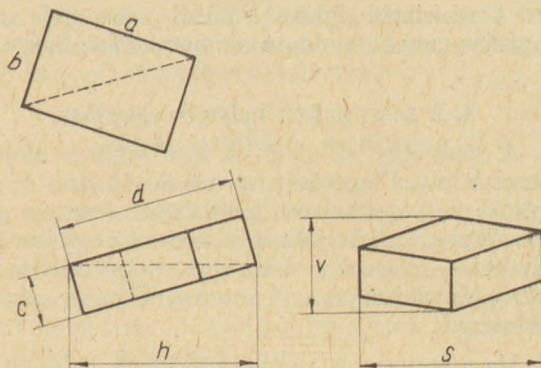
Az aprított kő szemcséje szabálytalan alakú, besorolása a szabványalak-kategóriákba nehezebb, mint a legömbölyödött kavicsé és — mint látni fogjuk — nem is egyértelmű. A szabvány először a szemcse  $s$  méretét kívánja lemérni, ami az aprított kőnél alig végezhető el. Ha a szemcse nem túlzottan gömbölyű, akkor aránylag könnyű megtalálni és megfelelő pontossággal lemérni a (vagy ha több van: egyik) leghosszabb méretét,  $h$ -t. Ezután a szemcsének  $h$ -irányú vetülete jól szemléltethető: általában szabálytalan síkidomot mutat, amelynek — ha nem túl kerek — könnyen felismerhető és lemérhető a (vagy egyik) legnagyobb vagy legkisebb átlója. Ha ezek merőlegesek egymásra, akkor a  $4/a$  rendezés szerint megtaláltuk a szemcse  $s$  és  $v$  méretét is. Ez a két méret azonban általában nem merőleges egymásra, és így két út nyílik az  $s$  és  $v$  méretek rögzítésére: vagy az (egyik) legkisebb vetületi átlót vesszük  $v$ -nek és az erre merőleges (nem leghosszabb) átlót  $s$ -nek, vagy pedig az (egyik) leghosszabb átlót nevezzük el  $s$ -nek és az erre merőleges (nem a legrövidebb) átlót  $v$ -nek. Nyilvánvaló, hogy az első esetben a burkoló hasáb volumene kisebb lesz, mint az utóbbi esetben.

Alkalmazzuk a fenti méretmeghatározási módot egy  $a$  élű kockára. A 4. ábra szemlélteti, hogy a kocka burkolóhasábjának  $h, s, v$  méretei nem egyeznek rendre  $a$ -val, amint a szabvány — bár nem kimondottan — feltételezi. Az ábrán található ada-





4. ábra. Kocka alakmérletei



5. ábra. Hasáb alakmérletei

tok szerint a kocka fent körülírt módon megállapított méretei:

$$8. \quad h = \sqrt{3}a = 1,73a;$$

$$s = 2 \sqrt{\frac{2}{3}}a = 1,63a;$$

$$v = \sqrt{2}a = 1,41a,$$

tehát hosszúkassága és lemezessége:

$$\frac{h}{s} = \frac{1,73}{1,63} = 1,06 < 1,5;$$

$$\frac{v}{s} = \frac{1,41}{1,63} = 0,87 > 0,5,$$

a zömökség határain belül marad ezekkel a méretekkel is.

Az  $a$  élű kocka helye — a gyakorlatnak megfelelő méretmegállapítás szerint — nincsen az  $a_a$  alakháromszög  $G$  pontjában (2. ábra), hanem a  $h = 1,73a$  hosszúnak megfelelő  $a_{1,73a}$  alakháromszög  $s = 1,63a$ ,  $v = 1,41a$  koordinátájú pontján található (2. ábrára átszámítva a  $K$  pont helye:  $s = 0,93h$ ,  $v = 0,81h$ ). A  $G$  pont egyértelműen — mind a szabvány, mind a gyakorlati mérés szerint — a  $h = a$  átmérőjű gömb helye. Hasonlóan egy 8. alatti tengely-méretű ellipszoid mind a szabvány, mind a gyakorlati mérés szerint azonos helyre kerül az alaktestben, és ez a hely az  $a$  élű kockának is megfelel. (A szabvány a szemalak mérését példaképpen egy ellipszoid alakú kavics szemén demonstrálja.)

Mindebből következik, hogy a szabvány egyértelműsége nyerne vele, ha a  $h$ ,  $s$ ,  $v$  szemcseméretnek nem burkoló hasábra, hanem burkoló ellipszoidra utalnának.

Az alakmeghatározás szabványos és gyakorlati eredménye között mutatkozó eltérés legjellegzetesebben akkor jelentkezik, ha egy  $a > b > c$  élű hasáb méreteit vizsgáljuk az alakmezők közös  $M$  határpontján (2. ábra). Az 5. ábrán megszerkesztettük a hasáb gyakorlati alakmérleteit; a hasáb hossza egyenlő az egyik testátlóval, szélessége és vastagsága a testátló irányában vett vetület méreteiből adódik:

$$9. \quad h = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2};$$

$$s = 2 \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2}};$$

$$v = 2c \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{a^2 + b^2 + c^2}}$$

Az  $M$  helyre illő hasáb — némi pontatlansággal — a zömökség határain van és burkoló-hasábjának méretei:

$$10. \quad h = h; \quad s = \frac{2}{3}h; \quad v = \frac{1}{3}h$$

A 9. és 10. alapján az  $M$  helyre tartozó hasáb alakú test valóságos méreteit a 11. egyenletrendszerből számíthatjuk ki:

$$a^2 + b^2 + c^2 = h^2$$

$$11. \quad \frac{a^2 \cdot b^2}{a^2 + b^2} = \left(\frac{1}{3}h\right)^2$$

$$\frac{c^2(a^2 + b^2)}{a^2 + b^2 + c^2} = \left(\frac{1}{6}h\right)^2$$

A számítás az alábbi eredményre vezet:

$$12. \quad a = 0,918h \quad a/b = 2,56 > 1,5, \text{ a hosszúkasság,}$$

$$b = 0,358h \quad c/b = 0,47 < 0,5, \text{ a lemezesség.}$$

$$c = 0,169h$$

Az az  $a$ ,  $b$ ,  $c$  élű hasáb tehát, amelynek  $h$ ,  $s$ ,  $v$  méreteit a fejezet elején ismertettük, a szabálytalan alakú szemcséknél alkalmazott eljárással mértük a zömökség határain levőnek, a szabvány megállapítása szerint erősen hosszúkás. Lemezségét elfogadhatjuk határonlevőnek, tekintettel arra, hogy az  $M$  pont az alakháromszögon ténylegesen az  $LH$  mező pontja.

Az a visszásság, hogy a szabvány szerint egészen hosszúkásnak ítélt hasábot a gyakorlatban alkalmazott mérési módszer még a zömökség határain levőnek mutatja, csak egyféleképpen volna kiküszöbölhető: ha a szabvány a legkisebb burkoló hasáb méreteinek megállapítását írta elő az alakmeghatározásnál. Ebben az esetben ugyanis a kocka és a derékszögű paralelepipedon burkolója maga a kocka, illetve hasáb lenne. Ilyen szabvány-



előírás azonban nem adható, mert a szabálytalan idom köré írható legkisebb hasáb méretének megállapítása meg nem oldott geometriai feladat.

### 3. A szemalakok helye és eloszlása

A szabvány az  $s=0-5$  mm között elejti a szemalak megállapítását, az  $s=5-15$  mm szélesség-közben 0,5 mm, ezen felül 1,0 mm mérési pontosságot ír elő. A következőkben — az egyszerűség kedvéért — csak azt vizsgáljuk, hogy milyen következményekkel jár az 1 mm mérési pontosság követelménye.

Ha a szemcse  $h, s, v$  méreteit egész mm-ekben adjuk meg, akkor az alakháromszög és az alaktest tengelyein csak az egész mm helyeknek lesz konkrét értelme. Az alakmeghatározás elveszíti folytonosságát és a lehetséges szemalakok halmaza folytonosból diszkrét halmazzá válik. Az alaktestnek csak egész számú mm-t kiadó  $h$  helyein találunk alaklehetőségeket felmutató keresztmetszeteket, illetve  $a_h$  alakháromszögeket, és ezekben az alakháromszögekben csak egész mm-ekben kifejezett  $s$  és  $v$  koordinátáknak, tehát csak diszkrét pontok sorainak van értelme. A diszkrét  $h_i, s_i, v_i$  alakhelyekből álló alaktest egy-egy pontjában mindazon alakok helyet találnak, amelyeknek  $h, s, v$  pontos méretei kb.  $\pm 1/2$  mm-re megközelítik a  $h_i, s_i, v_i$  méreteket.

A 6. ábrán az  $a_{10}$  alakháromszög ponthalmazát mutatjuk be, az  $s, v$  tengelyek és a harmad-, illetve

és  $LH$  alakok részére. Így az alakmezők az összes alakhelyeknek sorban a

$$Z_{10}\% = 100 \frac{18}{55} = 32,7\ddot{2};$$

$$H_{10}\% = 100 \frac{12}{55} = 21,8\ddot{1};$$

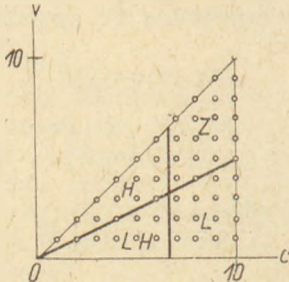
$$L_{10}\% = 100 \frac{16}{55} = 29,0\ddot{9};$$

$$LH_{10}\% = 100 \frac{9}{55} = 16,3\ddot{6}$$

százalékát foglalják el. Ezek a százalékszámok a különböző  $a_h$  alakháromszögekben különbözők. Az 1. táblázat bemutat néhány számítási eredményt.

1. táblázat  
A szemalak-helyek darab szerinti és százalékos előfordulása a szemcsehossz függvényében

$h, \text{mm}$	$N_h$ db	$Z_h$ hely		$H_h$ hely		$L_h$ hely		$LH_h$ hely	
		db	%	db	%	db	%	db	%
5	15	5	33,3	4	26,7	4	26,7	2	13,3
6	21	6	28,6	6	28,6	5	23,8	4	19,0
7	28	10	35,7	6	21,4	8	28,6	4	14,3
8	36	11	30,6	9	25,0	10	27,8	6	16,7
9	45	13	28,9	12	26,7	11	24,5	9	20,0
10	55	18	32,7	12	21,8	16	29,1	9	16,4
11	66	20	30,3	16	24,2	18	27,3	12	18,2
12	78	22	28,2	20	25,7	20	25,7	16	20,5
13	91	29	31,9	20	21,9	26	28,6	16	17,6
14	105	31	29,5	25	23,8	29	27,6	20	19,1
15	120	34	28,4	30	25,0	31	25,9	25	20,7



6. ábra. 1 mm pontossággal mért 10 mm hosszú szemek helyei az  $a_{10}$  alakháromszögben

feles-osztóvonalak feltüntetésével. A lehetséges szemalakok helyeit körökkel jelzett pontok mutatják. Az alakháromszög egész területén összesen

$$N_{10} = \frac{10 \cdot 11}{2} = 55$$

hely van a 10 mm hosszú szemcsék  $s=1-10$  mm széles és  $v=1-10$  mm vastag méretkombinációi részére. Általában a  $h$  hosszú szemekhez tartozó  $a_h$  alakháromszögben

$$13. \quad N_h = \frac{h(h+1)}{2}$$

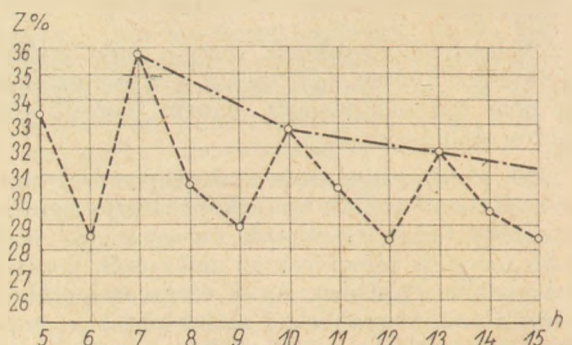
alakhely található, a többi kombinációt a 4/a felétel törli.

A 6. ábra szemalak-mezőiben — tekintettel a 2. ábrán szaggatott vonalakkal jelzett határookra is — sorban 18, 12, 16, 9 helyet találunk a  $Z, H, L$

A 7. ábra grafikonon szemlélteti a táblázat  $Z\%$  oszlopának változásait. Látjuk, hogy minden  $h=3n$  alakú (3-al osztható) szemcsehossznál  $Z\%$ -nak a környezethez viszonyítva minimuma van, a  $h=3n+1$  hosszaknál pedig kiugró értékek jelentkeznek. Ezeket a csúcsokat összekötő vonal — mint a minimális és közbenső pontokat összekötő vonalak is — lassuló tendenciával esnek az abszcissza-tengely felé, egy határhelyzethez.

Az alakkombinációk százalékszámának ez a sajátos fluktuációja minden alakkategóriánál fellep, de csak a kis szemhosszaknál jelentős mértékben. Amíg pl.  $h=12$ -ről  $h=13$ -ra a  $Z\%$  több mint 11%-kal ugrik, addig

$$Z_{99}\% = 27,84; \quad Z_{100}\% = 28,27$$



7. ábra. A zömök szemek helyszámának százalékos változása a  $h$  szemhossz függvényében



lévén, a  $h_{99}$  után alig 1,6% ugrás lép fel. Nem ütközik nehézségekbe formulákat találni az 1. táblázat számsorainak folytatására, de nem foglalkozunk vele, csupán megállapítjuk, hogy a *fluktuáció az alakszabvány méretkikötéseinek és mérési előírásának következménye*. A fluktuáció csillapodása pedig abban leli magyarázatát, hogy a nagyobb szemek felé haladva az 1 mm mértékegység viszonylag finomodó méret-meghatározást jelent.

Mivel az alakháromszögek, mezőbeosztásokat is velevé, hasonlók egymáshoz, mindegy, hogy a fluktuáció-maximumok fentemlített határhelyzetét a nagy  $h$  méretek felé keressük, vagy a mértékegység csökkentésével: mindkét módon tetszés szerint szaporítható az alakháromszög ponthálózata. Ha az utóbbi módot választjuk, akkor 0,1 mm, 0,01 milliméter stb. mértékegységekre térve át, az  $s$  tengely és a vele párhuzamos első pontsor távolsága csökken, hasonlóan a 2. ábrán szaggatott vonalakkal jelzett tilos zónák szélessége is. Infinitesimalis határátmenetnél a tilos határzónák elenyésznek, és az alakhelyek (pontok) megtöltik az alakmezőket. A keresett határátmenetnél tehát a helypontok száma helyett az alakháromszögnek és alakmezőinek területe lép fel, és ezek viszonya adja a keresett határszázalékokat.

Az  $a_h$  alakháromszögnél (2. ábra):

a teljes háromszög területe . . . . .	$[T] = \frac{18}{36} h^2$
a $Z$ mező területe . . . . .	$[Z] = \frac{5}{36} h^2$
a $H$ mező területe . . . . .	$[H] = \frac{4}{36} h^2$
az $L$ mező területe . . . . .	$[L] = \frac{5}{36} h^2$
az $LH$ mező területe . . . . .	$[LH] = \frac{4}{36} h^2$

Abban az esetben, ha nem 1 mm pontossággal végezzük a szemek alakmérését, hanem — mondjuk — végtelen pontossággal, akkor a  $h$  hosszú szemcsék között

a zömök szemcsehe- lyek aránya . . . . .	$100 \frac{[Z]}{[T]} = 100 \frac{5}{18} = 27,7\%$
a hosszúkás szemcse- helyek aránya . . . . .	$100 \frac{[H]}{[T]} = 100 \frac{4}{18} = 22,2\%$
14. a lemezes szemcse- helyek aránya . . . . .	$100 \frac{[L]}{[T]} = 100 \frac{5}{18} = 27,7\%$
a lemezes és hosszú- kás sz.-helyek aránya	$100 \frac{[LH]}{[T]} = 100 \frac{4}{18} = 22,2\%$
	100,0%

Tekintettel arra, hogy az alaktestben az alakháromszögek hasonlóak, a fenti %-os helyeloszláshatárértékek az egész alaktestre is érvényesek. Ettől a határhelyzettől eltekintve azonban, konkrét esetekben, főleg kisebb  $h$  méreteknél, érvényesül az alakhelyek számának az 1. táblázatban tapasztalt fluktuációja.

Látjuk, hogy  $Z\% = L\%$  és  $H\% = LH\%$ , valamint  $Z\% + L\% + H\% + LH\% = 100$  miatt elég egyetlen alakkategória százalékát kiszámítani ahhoz, hogymind a négyet ismerjük.

#### 4. Az alakhelyek betöltése

Abban az esetben, ha csak a véletlen szabvány meg az aprítottkőhalmaz szemleinek alakulását, és semmiféle különleges behatás nem befolyásolná, akkor a szemcsék egyenletesen betöltenék az alaktestnek minden helyét. Ilyen felfogás alapján az előző fejezet eredményei szerint kétféle alakmegoszlást különböztethetünk meg:

*Elméleti alakmegoszlásnak* nevezhetjük azt az esetet, amelynél a töret szemcséit teljes pontossággal mérve, az alaktestben folytonos és egyenletes szemmegoszlás jön létre. Ebben az esetben a töret százalékos alakmegoszlását a 14. alatti számok adják meg.

*Szabványos alakmegoszlás* áll elő, ha az egész milliméterben mért szemalakok egyenlő számmal töltik meg az alaktest diszkrétén elhelyezkedő alakhelyeit. Ebben az esetben méréseinknél tapasztalunk kell az 1. táblázatban megismert alakfluktuációt.

A tényleges helyzet azonban nem ilyen egyszerű. talán a kézi törésű zúzottkő közelíti meg valamennyire az említett megoszlásokat. Az aprítógépekből kikerülő töret szemcseinek alakját — a szabvány minősítésén túl — főleg két körülmény befolyásolja: a *kőzet belső felépítése*, szövete és válólap-rendszere, valamint az aprítógép által kifejtett *törőhatás* módja. Hatásuk a szemalakokra a következőkben részletezhető:

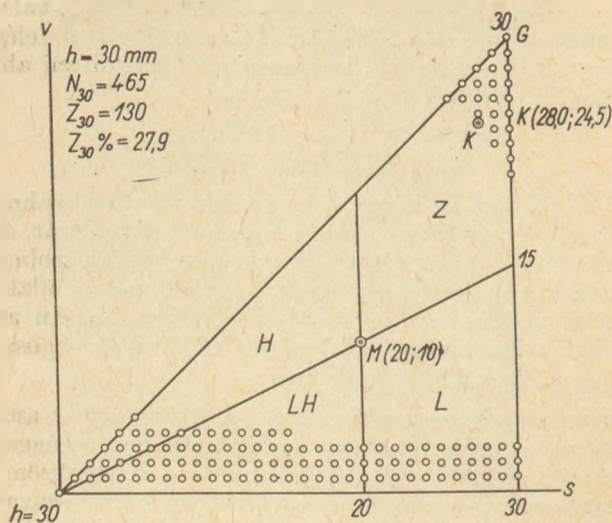
a) *A szemcse hosszúsága és lemezessége korlátozott*. A  $h$  hosszú szemek  $s$  szélessége nem csökkenhet túlságosan a  $h$  méret alá, mert a  $4/a$  feltétel egyidejűleg a vastagságot is csökkenti, ami a szemalak pálcaszerűségére vezet. Ismerve a kőanyagok kis hajlító-húzó és nyírószilárdságát belátható, hogy a túlzottan hosszúkás rudak, ha létre is jönnek az aprítógépben, csak pillanatokig maradhatnak fenn. Feltételezhető tehát, hogy egy  $A_m$  alaktestben, a nagyobb  $a_h$  alakháromszögek felé haladva, mind több kicsiny  $s$  alakhely üresen marad.

b) Az  $s$  szélesség nagyobb értékeinél a  $v$  vastagság kezdő érték helyei olyan vékony lemezt eredményezhetnek, amely az aprítási folyamat közben nem maradhat fenn. Feltételezhető tehát, hogy a nagyobb  $a_h$ -k felé haladva mind több kisértékű  $v$  hely üres.

c) Az aprított kő általában egy részen át hullik ki a gépből. Így a töret leghosszabb szemei nem lehetnek zömökök, inkább hosszúkásak, vagy lemezeseek. Ennélfogva az alaktestnek a  $h_{max}$ -hoz közel álló alakháromszögeiben a  $Z$  mező  $G$  pont körüli alakhelyei üresek. Maga az alaktestet lezáró  $a_m$  alakháromszög esetleg egyetlen betöltött alakhelyet mutat fel.

A 8. ábrán egy  $A_m$  alaktest  $a_{30}$  alakháromszögét mutatjuk be. A 30 mm hosszú szemek szélessége aligha csökken 5 mm alá, tehát feltehető, hogy az  $s = 1, 2, 3, 4, 5$  helyek az alakháromszögben üre-





8. ábra. Az üres alakhelyek valószínű eloszlása egy alakháromszögben

sek. De akkor az  $s$  koordináta mentén az első öt  $v$  hely is üres. Az ábrán feltételezzük, hogy a  $30 \times 30$  milliméter méretű lemez vastagsága legalább 4 milliméter, így az  $s$  tengely mentén az üres  $v$  helyek száma 5-ről 3-ra fog. Az ábra jobb felső sarkában azon feltétel alapján tüntettünk fel üres alakhelyeket, hogy az  $a_{30}$  alakháromszög közel van az alaktest végéhez.

d) A kőbányaipari aprítógépek olyan *zúzómorzsoló hatást* fejtenek ki, amely a termékben az apróbb szemek számának nagymértékű feldúsulását eredményezi. Ezért feltételezhető, hogy az alaktest  $O$  kezdőpontja felé az alakhelyek betöltése sűrűsödik. A  $h=s=v=1$  pontban vagy felhalmozva képzelünk minden  $h, s, v < 1,5$  mm méretű szemcsét, vagy legalább az összes  $0,5 < h, s, v < 1,5$  milliméter méretűeket, amely esetben a  $0,5$  mm-nél kisebb szemeket kizártuk az alaktestből.

A kísérleti és irodalmi adatokban rendelkezésre álló alakmérési eredmények kétségtelenül igazolják, hogy különböző kőzetek és aprítógéptípusok jelentős eltérést eredményeznek a töret alakeloszlásában. De még nem látjuk tisztán, hogy egy-egy kőzeten milyen aprításmóddal és milyen mértékben lehet pl. a kívánatos  $Z$  alak arányát növelni, illetve az alakhelyek betöltését a  $Z$  zóna felé terelni. A sokféle javaslatba hozott és alkalmazott ismételt aprítással kapcsolatban a következő fejezet rámutat arra, hogy az ide vonatkozó kedvező megfigyelések jórésze nem a kőzet vagy aprításmód következménye, hanem tisztán az alaktest struktúráján múlik.

A felsorolt, alakhely-betöltést befolyásoló tényezők figyelembevételével, a fejezet elején felvett két alakmegoszlás után a *tényleges alakmegoszlásról* is beszélhetünk abban az esetben, ha a töretszemek 1 mm pontosságú alakmeghatározása alapján megállapítjuk az alaktest alakhelyeinek tényleges betöltöttségét, és ennek ismeretében számítjuk ki az egyes alak-kategóriákhoz tartozó szemek számának százalékos viszonyát az összes szemek számához.

Ez az alakmegoszlás figyelembe veszi a közettulajdonságok és az aprításmód behatásait a szemalakképződésben és utat mutat olyan kísérletekhez, amelyek ezeknek a hatásoknak felderítésére irányulnak.

A következő fejezetben az elméleti alakmegoszlású töret osztályozásának eredményeit vizsgáljuk.

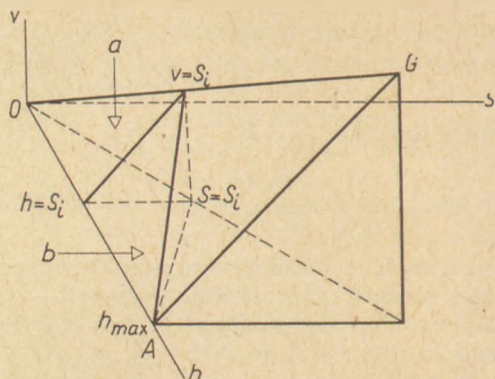
### 5. Az osztályozás

Ha az aprított kő valamely osztályozatlan mennyiségét egy  $s_i < h_m$  szémszélességnek megfelelő nyílású vibrátoron átrostáljuk, akkor a rostán áthullik a

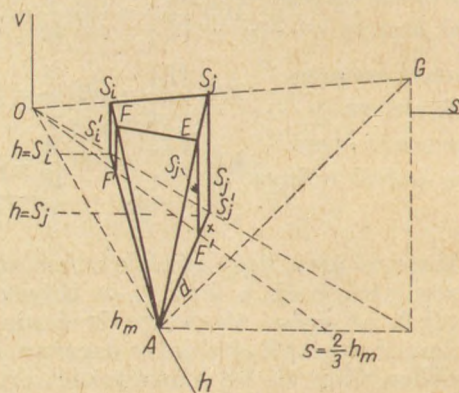
a)  $h = s_i$  alaktesthez,  $A_i$ -hez tartozó minden szem, mert ezeknél  $h \leq s_i$ ;  $s \leq s_i$ ;  $v \leq s_i$ ;

b)  $h > s_i$  alakok közül az  $s \leq s_i$  feltételnek megfelelő azon szemek, amelyek hosszukkal véletlenül átjutnak a rostanyílásokon.

Könnyen belátható, hogy az utóbbi alakok közül a  $h \approx s_i$  hosszú szemek nagyobb számban esnek át, mint a  $h \approx h_m$  hosszúak. Azt, hogy a  $h > s_i$  alakoknak ez az áthullása  $h$  növekedésével milyen módon csökken, a *rosta konstrukciója*, a rostálás technológiája szabja meg, és csak megfigyeléssel lehet — esetenként — rögzíteni. Az elméleti megfontolások továbbfejlesztése érdekében, a legegyszerűbb törvényszerűségnek megfelelően, a 9. ábrán feltüntetett formában, a lineáris csökkenést feltételezzük. Ezt annál is inkább megtehetjük, mivel — mint láttuk — az áthulló részhez tartozó alak-



9. ábra. Az  $s_i$  osztályozás választósíkja az alaktestben



10. ábra. Az  $s_i/s_j$  frakció helye az alaktestben



testnek  $A$  felőli csúcsa, a közel  $h_m$  hosszú, de kis szélességű és vastagságú szemek helyei, a valóságban üresek.

Az ábra a maximális szemcsehosszhoz tartozó  $A_m$  alaktestet és az  $s_i$  osztályozással belőle levágott  $V_i$  részt axonometrikusan mutatja. Egyszerű számításokkal megállapítható, hogy

az egész alaktest kubatúrája

$$V_m = h_m^3 / 6 \text{ mm}^3$$

a kiosztályozott rész kubatúrája

$$V_i = h_m s_i^2 / 6 \text{ mm}^3$$

hasonlóan egy  $s_j$  osztályozásból

$$V_j = h_m s_j^2 / 6 \text{ mm}^3$$

Feltéve, hogy  $j > i$ , az  $s_i/s_j$ -vel jelzett zúzottkő-frakció az alaktestben a 10. ábrán teljes vonallal kihúzott helyet foglalja el, és az  $s_i/s_j$  frakció kubatúrája az alaktestben

$$15. \quad V_{ij} = \frac{h_m}{6} (s_j^2 - s_i^2)$$

Ennek százalékos viszonya az egész alaktest volumenéhez:

$$16. \quad V_{ij}^{\circ}/\% = 100 \frac{V_{ij}}{V_m} = 100 \frac{s_j^2 - s_i^2}{h_m^2}$$

Például egy  $X$ -es pofás előtörő töreténél  $h_m = 150$  mm, a hozzátartozó alaktest kubatúrája:  $V_{150} = 5,625 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$ ; a 40/60 frakció alaktestrészenek köbtartalma:  $V_{40/60} = 5 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$ , és ennek százalékos hányada:  $V_{ij}^{\circ}/\% = 8,8\%$ .

2. táblázat

Egy  $s_i/s_j$  frakciósorozat százalékos helyeloszlása az alaktestben

$s_i$ mm	$s_j$ mm	$s_j^2 - s_i^2$	$V_{ij}, \%$	Össz. $V_{ij}$ %
0	5	25	0,1	0,1
5	10	75	0,3	0,4
10	20	300	1,3	1,7
20	40	1200	5,3	7,1
40	60	2000	8,8	15,9
60	80	2800	12,4	28,4
80	100	3600	16,0	44,4
100	120	4400	19,5	63,9
120	140	5200	23,1	87,1
140	150	2900	12,8	99,9

A 2. táblázatban összeállítottuk a 0/150 mm szemnagyságú töret tíz frakciójának százalékos elméleti szemcse-szám-megoszlását a 16. képlet alapján. Tekintettel  $h_{\max}$  nagy értékére, a táblázat alkalmas arra, hogy összehasonlítsuk egy töret

megvizsgált tényleges szemcse-szám-megoszlásával, és következtetéseket vonjunk le a kőzet, az aprító-és és az osztályozó berendezés behatásairól.

Felmerül még az a kérdés, hogy egy töret  $s_i/s_j$  frakciójában az egyes alak-kategóriák hány százalékkal szerepelnek? A feladatot az elméleti alak-megoszlás keretében, a bennünket jelenleg leginkább érdeklő  $Z$  alakra vonatkozólag a 10. ábra segítségével oldhatjuk meg.

Az ábrán szaggatott vonallal jeleztük a teljes alaktest éleit, ezen belül teljes vonalakkal a frakció helyét. Ebben a  $V_{ij}$  köbtartalmú testben a  $Z_{ij}$  szemek az  $S'_i S'_j E' F'$  alapterületű,  $S'_i S_i, S'_j S_j, E' E' F' F'$  négy különböző elmagasságú prizma felső felében helyezkednek el. Mellőzve a kissé hosszadalmas számítást, csak az eredményül nyert képletet írjuk fel:

$$17. \quad Z_{ij}^{\circ}/\% = 50 \frac{s_j^2 \frac{4h_m + s_j}{(2h_m + s_j)^2} - s_i^2 \frac{4h_m + s_i}{(2h_m + s_i)^2}}{s_j^2 - s_i^2}$$

A képlet megadja egy  $h_m$  maximális szemnagyságú töret  $s_i/s_j$  frakciójához található zömök szemek százalékát a frakcióban található összes szemek számához viszonyítva — elméleti megoszlást feltételezve. A 3. táblázatban közöljük a  $h_m = 150$  mm törethez tartozó egy frakciósorozat elméleti tömörségi százalékait, a képletből kiszámított adatokkal. Az egész töretre, tehát  $s_i = 0, s_j = 150$  mm értékek behelyettesítésével, a képlet kiadja a 14. alatt kimutatott 27,7%-ot.

3. táblázat

A 0/150 mm szemnagyságú töret egy frakciósorozatában előállt zömök szemek elméleti százalécai

$s_i$	$s_j$	$Z_{ij}, \%$
0	5	1,62
5	10	3,69
10	20	7,01
20	40	12,74
40	60	18,64
60	80	23,41
80	100	27,27
100	120	30,43
120	140	33,03
140	150	34,68

A táblázatból kitűnik, hogy a nagyobb szemnagyságok felé a zömök szemek százaléka növekedik. Ez a jelenség a tapasztalattal megegyezik, de eddig nem volt megmagyarázható. Még fokozottabb figyelemre tarthat igényt a 17. képlettel kapcsolatos következő példa:

a 0/150 mm-es töret 40/60 mm-es frakciójában  $Z^{\circ}/\% = 18,64$

a töret továbbaprításával nyert 0/60-as töret ( $h_m = 60$ )

40/60-as frakciójában, ugyancsak a 17. képletből  $Z^{\circ}/\% = 32,50$ .

Azzal tehát, hogy pl. a  $X$ -es előtörőből kikerült 0/150 mm-es anyagot a kívánt 40/60 méret felső határáig utántörtük, a frakcióban található zömök szemek mennyiségét mintegy 75%-kal meg-

növeltük. Még nagyobb arányú a zömökség elméleti növekedése, ha az utántörést kisebb szemnagyságokra végezzük el.

Az utántörésnek ez az eredménye — legalább kvalitatív — ismert, de meglepő benne az, hogy tisztán az alaktest halmazszerkezetének, következménye. A kőzet, az aprítógép és az osztályozógép egyedi behatásainak nincsen része benne. A 4. pontban felvetett, az alakmegoszlásra vonatkozó alapfeltevésünk szerint ezeknek az egyedi hatásoknak éppen az elméleti alakmegoszlás eltorzításában, illetve végeredményképpen az *alaktest alakhelyeinek nem egyenletes betöltésében* kell jelentkezniök. Ilyen szemszögből szemlélve meggyőződéssel állíthatjuk, hogy az aprított kőhalmazok szemecinek alakjára vonatkozó, céltudatos laboratóriumi kutatások még nem kielégítőek. Csak az alaktest diszkrét alakhelyeinek betöltöttségére vonatkozó vizsgálatok — szétbontva kőzet-, aprítógép- és osztályozógép típusokra — fedhetik fel azt az utat, amely konkrét esetben a töret egyes alakkategóriáinak kívánatos százalékos növeléséhez vagy csökkentéséhez vezet.

#### *Erdély Imre: A zúzottkő szemalakja.*

A tanulmány az aprított kő alakjára vonatkozó magyar szabvány mélyreható vizsgálata után kimutatja, hogy a szabvány előírásai meghatároznak egy elméleti szemalak-megoszlást a töretben. Az osztályozásra vonatkozó feltételek rögzítése alapján a szabványelőírásokból levezet egy képletet, amely elméletileg igazolja a megfigyelést, hogy a zömök szemek hányada a töret nagyobb frakciói felé növekedik. Ebből viszont az következik, hogy egy frakció zömök-szem-tartalma akkor emelkedik legmagasabbra, ha az utántörés a frakció felső határáig aprítja az anyagot. A tanulmány végül kutatási irányt jelöl ki annak kiderítésére, hogy a kőzet-minőség, az aprítógép- és osztályozógép-típus hogyan befolyásolja a töret szemalak-kategóriáinak alakulását, illetve: hogy egyes zúzottkő-frakciók befolyásolása szemalak-tartalom tekintetében hogyan és milyen határig érhető el.

#### *Ердей И.: Форма зерен щебенки.*

Данная статья на основе тщательного изучения венгерского стандарта, распространяющегося на форму измельченного камня, показывает, что предписания стандарта определяют теоретическое распределение зерен в размельченном материале.

На основе фиксирования условий классификации автор выводит из предписаний стандарта формулу, ка-

торая теоретически подтверждает наблюдение, касающееся того, что количество изометрических зерен увеличивается в сторону грубых фракций.

Из этого вытекает, что содержание зерен изометрической формы тогда достигает наибольшего количества, когда за счет последующего измельчения материал измельчается до верхнего предела.

В заключение статья определяет направления научных исследований в целях установления того, как влияет качество породы, тип дробилки и классификатора на оформление категории формы зерна, а также каким образом и в каких пределах можно влиять на фракции щебенки с точки зрения содержания зерен различной формы.

#### *Erdély, Imre: Die Form der Splittkörner.*

Nach eingehendem Studium der ungarischen Norm bezüglich der Form der Splittkörner wird darauf hingedeutet, daß die Normvorschriften eine theoretische Gestaltverteilung der Körner im zerkleinerten Stein determinieren. Aufgrund des Fixierens der Klassierbedingungen wird aus den Normvorschriften eine Formel abgeleitet, welche die Beobachtung, daß der Anteil von stämmigen Körnern nach der größeren Fraktion tendiert, theoretisch bestätigt. Daraus folgt aber, daß der Anteil von stämmigen Körnern in einer Fraktion dann das höchste Maß erreicht, wenn das nachträgliche Zerkleinern des Materials bis zur äußersten Grenze der Fraktion erfolgt. Desweiteren wird auf den Weg zur Erforschung folgender Fragen hingewiesen: In welcher Weise beeinflussen Gesteinqualität, Zerkleinerungs- und Klassifiziereinrichtungs-Typ die Gestaltung der Kategorien der Körnerform, resp. in welcher Weise und bis zu welcher Grenze man die einzelnen Splittfraktionen hinsichtlich auf die Form der Körner zu beeinträchtigen vernmag. (S. G.)

#### *Erdély, Imre: The Shape of Crushed Rocks.*

After a detailed discussion of the Hungarian standard on crushed stone shape the author states that a theoretical distribution of particle shape of the crushed product is determined by the standard. A formula is derived which theoretically proves the practical experience that the amount of isometric grains is increasing in the coarser fractions (fixed classification conditions presupposed). This further means that highest percentage of isometric grains in a fraction can be achieved if the secondary crusher comminuted the pre-crushed material up to the upper limit of the fraction. Finally a research scope is outlined in order to determine the particle shape classes of crushed stone as a function of rock quality and of crusher and classifier type. This would fix simultaneously the limit percentages of certain particle shape groups in the different fractions of crushings.

---

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



## 1. Bevezetés

A kísérlet és a gyakorlati tapasztalat azt igazolta, hogy a cement kötésekor felszabaduló hő miatt a szilárduló tömegbetonban nagy hőmérséklet és nagy hőmérsékletkülönbségek alakulhatnak ki, amelyek káros belső igénybevételekhez és alakváltozásokhoz vezethetnek. A tömegbetonon belüli hőmérsékletek és hőmérsékletkülönbségek a kötőanyag kötőhőjétől és a kötés lefolyásától, a külső hőmérsékleti viszonyoktól, továbbá a beton hővezetési tényezőjétől, fajhőjétől, térfogatsúlyától, ill. az ezekből számítható és értelmezhető hőmérsékletvezetési tényezőtől (diffuzivitástól), valamint a beton kezdeti (beépítési) hőmérsékletétől függenek.

A vízépítési cementek előállításának és vizsgálatának kérdésével az ÉAKKI 516-63 témaszámú „Vízépítési cementek” című tanulmánya foglalkozik (1965). Jelen tanulmányunkban viszont a cementnek a betonra gyakorolt hatását elemezzük.

A cementfajta kiválasztásának célja a kötéshő mérséklése és időben is megfelelő szabályozása. A cement kötőhője főleg a cement minőségétől, ásványi összetételétől és őrlési finomságától függ, — a betonban keletkező hőmennyiség pedig szinte kizárólag a cementtartalom függvénye.

## 2. A cement mennyisége

A vízépítési beton cementtartalmának megállapítása betontervezési kérdés, mihelyt azonban a keletkező kötéshő nemcsak a cementminőségtől, hanem a cementtartalomtól is függ, röviden felsoroljuk a cementadagolás mértékének megállapításához figyelembe veendő fontosabb tényezőket. (Ezek egymásnak részben ellentmondanak.) A tervezés során különbséget kell tenni a különféle szerepű betonok között (magbeton, tömeges vasbeton, fagyhatásnak és koptatásnak, ill. csak fagyhatásnak kitett burkoló beton stb.).

Az alábbi követelmények a cementtartalom növelésével fokozottan kielégíthetők:

- a) szilárdság,
- b) vízzáróság,
- c) bedolgozhatóság,
- d) acélbetét korrózióvédelme,
- e) kopásállóság,
- f) fagyállóság (nem minden esetben).

Az alábbi követelmények viszont a cementtartalom csökkentésével elégíthetők ki inkább:

- g) zsugorodás mérséklése,
- h) hőfejlés mérséklése,
- i) gazdaságosság.

A cementtartalom műszakilag helyes csökkentését célzó legfontosabb rendszabályok egyike

az adalék  $D_{max}$  méretének 180 mm-ig és  $d_{min}$  méretének kb. 0,10—0,15 mm-ig való növelése, illetve az ún. kőbeton alkalmazása.

Más oldalról Szatalkin (1964) véleménye szerint meggondolandó az a törekvés, hogy a cementmennyiséget minden áron csökkentjük, mivel ez a beton nyúlási és kúszási képességének rohamos csökkenéséhez vezet.

## 3. A cement minősége

Ha a cement mennyiségét az elérendő beton-szilárdság, tömörség és bedolgozhatóság szempontjából a legkedvezőbbben választottuk meg, akkor azt a cementet tartjuk kedvezőbbnek, amelyeknek legkisebb a súlyegységére vonatkoztatott kötőhője. Ha azonban figyelembe vesszük azt is, hogy az előírt betonszilárdságot különböző cementmennyiségekkel lehet elérni, akkor azt a cementet kell előnyben részesítenünk, amely a beton 1 m<sup>3</sup>-re vonatkoztatva a legkisebb hőemelkedést okozza. Ennek mértékegységéül pl. a nyomószilárdságnak és a kötéshőnek a viszonyát használhatnánk, de célszerű mértékegység lehet a húzószilárdságnak és a kötéshőnek a viszonya is, mivel a kötéshő repedéseket okozhat, a repedékenység viszont a beton adott időpontban meglévő húzószilárdságától függ. (A repedésképződésre a beton nyúlóképessége is hatással van, ez viszont annál nagyobb, minél kisebb az  $E$  rugalmassági modulus.) — Továbbá: annál kisebb a betonban a kötéshő okozta igénybevétel, minél kisebb a hőmérsékletesés (grádiens) a magtól a zsaluzat felé, ez pedig — eltekintve a hőszigetelő zsaluzatok hatásától — annál kisebb lesz, minél lassabban szabadul fel a kötéshő — azaz a húzószilárdság és a kötéshő viszonyát a keverés pillanatától kezdve mint időben változó minőségi jelzőszámot kell vizsgálni.

*Különleges vízépítési cementeknek azokat a cementeket nevezük, amelyek ezt a kettős kívánást, vagyis a kötéshő (kal/g) csökkenését és a hőfejlései görbe elnyújtását teljesíteni tudják.*

A kötéshő meghatározásának ismeretes módszerei, ill. eszközei (adiabatikus kaloriméter, izotermikus kaloriméter, oldáshőmérés, izolált palack stb.) legfeljebb arra alkalmasak, hogy a számításhajó cementeket a maximális kötéshő szempontjából összehasonlítsuk, — a kötéshő időbeni alakulásának elbírálására azonban beton próbatestekben végzett mérések szükségesek. Eddigi ismereteink szerint nem is lehet közvetlenül összehasonlítani az ímént felsorolt módszerekkel kapott adatokat a betontömbökben mért hőmérséklettel.

*A portlandcementeket a kötéshő szempontjából négy kategóriába szokás osztani, nevezetesen: nagy kezdőszilárdságú, közönséges, mérsékelt, ill. kis hőfejlésű portlandcementek csoportjába. A*



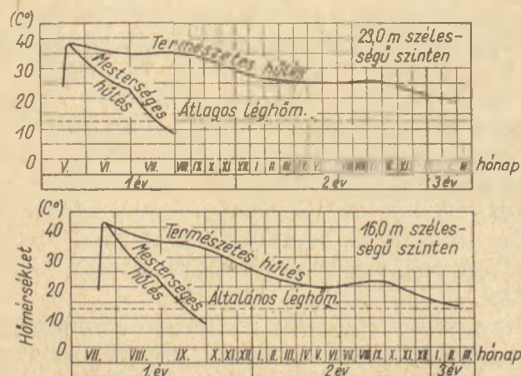
gyakorlatban használatos osztályba sorolás megfelel a Foster és Verbeck által közölt adatoknak (1. táblázat). A gyakorlati elbíráláshoz rendszerint a 7 napos hőfejlesztést szokták alapul venni. (Megjegyezzük, hogy a mi 500-as és 600-as portlandcementjeink kb. a közönséges portlandcementek osztályába sorolhatók.)

1. táblázat  
Különböző cementek hidratációs hője  
Verbeck és Foster szerint (Kühl, 1961.)

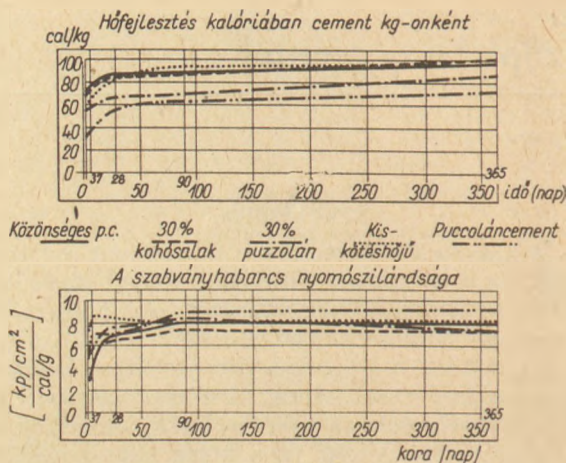
Cementfajta	Hidratációs hő (kal/g)					
	3 nap	7 nap	28 nap	90 nap	1 év	6,5 év
Nagy kezdőszilárdságú portlandcement	75	92	101	107	113	121
Közönséges portlandcement	61	80	96	104	109	117
Mérsékelt hőfejlesztésű (ASTM II. típus)	47	61	80 (70)*	88	95	98
Kis hőfejlesztésű portlandcement (ASTM IV. típus)	41	50	66	75	81	85

\* = A vonatkozó ASTM C-150—62-szabványban 70 kal/g szerepel.

A kötészó másodlagos hatás, a cement hidrolízise és hidratációja során végbemenő kémiai változások következménye. Ahogy csökken a hidratációs hő mennyisége, úgy csökken a cement szilárdsága, ill. változik a szilárdulás sebessége is. Éppen ezért nehéz teljesíteni a mind kisebb kötészó iránti igényt úgy, ha egyidejűen a B 200-as szilárdságot is el akarjuk érni. Ezért legtöbbször inkább mérsékelt hőfejlesztésű cementeket használnak. A fejlett ipari országok szabványai a mérsékelt hőfejlesztésű cementek 7 napos hidratációs hőjére 60—70 cal/g értéket írnak elő. Mivel a kis hőfejlesztésű cementeknek igen nagy a 28 nap utáni szilárdulása, ezért ma már általában a 90, ill. 180 napos betonszilárdságok szolgálnak a tervezés alapjául. (Kerek hetekben kifejezve 91, ill. 182 nap.)



1. ábra. A Picote-gát számított idő-hőmérséklet görbéje



2. ábra. Különböző minőségű cementek hőfejlesztése

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy míg az amerikai kutatók egyik része az ASTM IV típusú, kis hőfejlesztésű cementtel javasolja megoldani a tömegbetonok hőproblémáit, addig Derron (1958) szerint ennek a cementnek a hőfejlesztése inkább csak lassú, mint csekély. Kezdetben nagy az eltérés a portlandcementéhez képest, később azonban a különbség csökken, és kb. 1 év múlva megszűnik. Ha meggondoljuk, hogy a Waggital (Svájc) és a Picote (Portugália) gát lehűlése (1. ábra) a közölt adatok szerint évekig tartott, akkor a fenti kis hőfejlesztésű cementnél is sokkal lassabban fejlődő kötészó cement kellene ahhoz, hogy a keletkezett hő egyidejűen el is távozhassék.

Minthogy a cal/g kötészóra vonatkoztatott szabványzilárdságban (2. ábra) alig van különbség a portlandcementek és a heterogén cementek között, a közönséges portlandcementek Derron szerint éppoly előnyösek, mint a kis kötészó cementek. Csak a vaspuccolános cementek adtak kedvezőbb fajlagos — kötészóra vonatkoztatott — szilárdságot két hónapos kortól kezdve, de kisebb kezdőszilárdságuk kedvezőtlen lehet a kiszaluzás késleltetése miatt.

Ezt a véleményt nem minden kutató osztja, és ezzel kapcsolatban megjegyezhetjük, hogy a lassú szilárdulással járó lassú hőfejlődés kedvező lehet a lassú alakváltozásnál (kúszásnál) feszültségmentesen lejátszódó, folyás jellegű megnyúlások lehetősége miatt is.

A kúszás a zsugorodás és hőhatás következtében fellépő tartós feszültségek következtében jön létre (figyelműen kívül hagyva most a teljes értékűvel csak később ható terheket, pl. az önsúlyt és a víznyomást stb.). Kívánatos tehát olyan betonok tervezése, melyek nagyfokú kúszási képességgel rendelkeznek. Röviden összefoglaljuk Szatalkin (1964) idevágó megállapításait:

Mind a beton nyúlóképessége, mind a kúszási képessége — húzóigénybevételek során — nő a cement belít ( $\beta C_2S$ ) és tetraaluminátferrit ( $C_4AF$ ) tartalmával (3a ábra). Az ábrán a cementekre vonatkozó jel a 2. táblázat szerinti összetételnek felel meg.

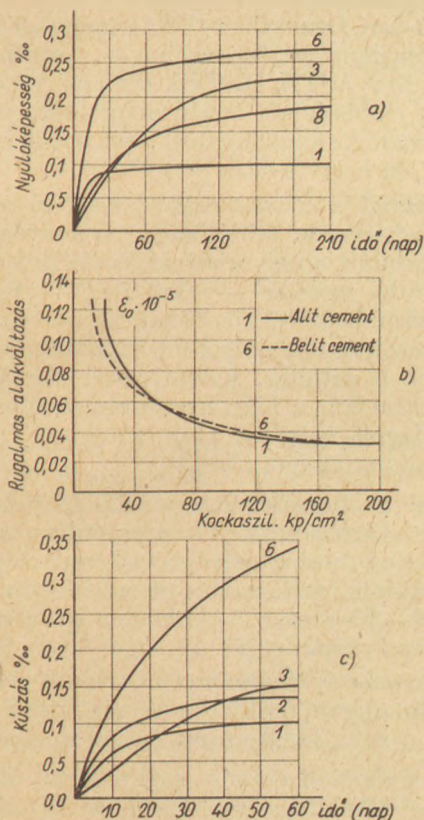


2. táblázat

Szatalkin (1964) kísérletei során használt cementek ásványi összetétele és szabványszilárdsága

Cement jele	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	Szabvány-szilárdság, kp/cm <sup>2</sup>
	tartalom, %				
8	75	0	3	18	412
1	59	18	4	15	396
3	41	35	6	16	402
6	16	60	8	12	281

Tehát a vízépítési beton szempontjából kedvező, kis kötőhőjű cementek egyúttal betonkúszás szempontjából is kedvezők. Míg azonos szilárdságú beton esetében a fajlagos, ti. a szilárdságra vonatkoztatott rugalmas alakváltozás alit és belit cementek esetén közel azonos (3b ábra), addig a kúszási érték már függ az alkalmazott cement ásványi összetételétől (3c ábra). A 6. jelű cementtel készült beton kúszási görbéjének élesen emelkedő jellege a nagyságmennyiségű, gél állapotban levő alkotóknak köszönhető, melyek viszonylag könnyen deformálhatók, különösen az első időkben.



3. ábra. A betonkúszás a cementminőség függvényében:

a) húzóigénybevétel hatására (a terhelésszilárdság 7 naponként növelve a szilárdság feléig, cementtartalom 320 kg/m<sup>3</sup>, vízcementtényező 0,6); b) fajlagos rugalmas alakváltozás és a szilárdság összefüggésel; c) egyenlő húzószilárdságú betonok húzóigénybevétel melletti kúszási görbéi (terhelés 7 naponként növelve a szilárdság feléig. Betonösszetétel:

Cement jele	v/c	cementtartalom kg/m <sup>3</sup>
1	0,52	360
3	0,50	380
6	0,47	400
8	0,57	340

Egy sor kis hőfejlesztésű belites cementből épített gátszerkezet tapasztalatai szerint a betonok nagy repedésállósággal rendelkeznek. Ez nemcsak az ilyen típusú cementek kis hőfelszabadulásából, következésképp alacsonyabb hőmérséklet okozta kisebb feszültségeiből tűnik ki élesen, hanem abból is, hogy a cementösszetétel eredményeként jelentősen megnövekszik a betonkúszás mértéke, különösen a hasonló szilárdságú betonokhoz viszonyítva. Ily módon a cement ásványi összetételéből adódó kisebb vagy mérsékletesebb hőfelszabadulásra és a nagyobb betonkúszási képességre és megnyúlásra vonatkozó követelmények nem ellentmondóak, hanem egymást kiegészítik.

A heterogén cementfajták — különösen a kohósalak portlandcementek — betonkúszási tulajdonságai lényegesen jobbakk, mint a közönséges portlandcementeké, ezért a tömör vízépítési létesítmények belsejében célszerű az ilyenfajta cementek alkalmazása. Ebben az esetben a nagy betonkúszási képesség és a kisebb hőfelszabadulás iránt támasztott követelmény egybeesik. A nagy vízigényt is figyelembe véve, célszerűtlen volna pucolán portlandcementek alkalmazása, jóllehet azok is nagy betonkúszási képességekkel rendelkeznek.

a) Mérsékelt, ill. kis hőfejlesztésű portlandcementek

A cement tulajdonságait, így kötőhőjét is döntően megszabja a cement ásványi összetétele. Kind és Okorokov (Szimeonov, 1959) klinkerásványok kötőhőjére vonatkozó adatait a 3. táblázat tartalmazza. (Más szerzők más adatokat is ismertetnek.)

3. táblázat

Főbb klinkerásványok szilárdulása során felszabaduló hőmennyiség (Szimeonov, 1959.)

Klinkerásvány	Keletkezett hőmennyiség, kal/g					teljes (fejtéle-zett)
	3 nap	7 nap	28 nap	6 hónap	3 hónap	
3 CaO · SiO <sub>2</sub> (trikalciumszilikát) C <sub>3</sub> S	97	110	115	124	135	160
2 CaO · SiO <sub>2</sub> (dikalciumszilikát) C <sub>2</sub> S	5	25	40	47	55	84
3 CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (trikalciumaluminát) C <sub>3</sub> A	141	158	209	222	245	254
4 CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (tetraalkalciumaluminiumferrit) C <sub>4</sub> AF	42	60	90	99	—	136
	múlva					

Figyelembe kell azt is venni, hogy a cementben levő szabad CaO vízzel érintkezve 279 cal/g, a szabad MgO vízzel érintkezve 203 cal/g hőt fejleszt. Mindezek ismeretében a cement kémiai, ill. ásványi összetételéből számítani lehet a várható kötőhőt. Okorokov (Csulkidze—Monina—Avaliani, 1965) szerint a cement ásványi összetétele ismeretében a 3,



7, ill. 28 napos korhoz tartozó kötőhő (cal/g) az alábbi képletekből számítható:

$$\begin{aligned}
 q_3 &= 0,929 C_3S + 0,159 C_2S + 1,517 C_3A - \\
 &- 0,119 C_4AF \\
 q_7 &= 1,093 C_3S + 0,231 C_2S + 2,069 C_3A - \\
 &- 0,414 C_4AF \\
 q_{28} &= 1,142 C_3S + 0,153 C_2S + 2,299 C_3A - \\
 &- 0,140 C_4AF
 \end{aligned}$$

(A cementásványokat %-os értékben kell behelyettesíteni.)

A fenti számítás azonban csak igen durva közelítés lesz, mert a kaloriméteres mérések szerint a tényleges kötőhő általában 10—20 cal/g-al nagyobb. A kötőhő ugyanis az ásványi összetételen kívül függ még:

az égetési technológiától,  
a cement őrlésfinomságától,  
a cement tárolásának időtartamától és körülményeitől stb.

Mindenesetre egyértelműen megállapítható, hogy a cement kötőhője csökkentésének útja a nagyhőfejlesztésű cementásványok ( $C_3A$ ,  $C_3S$ ) mennyiségének csökkentése és a  $C_2S$ -tartalom növelése, és ha a cement  $C_3A$ -tartalmának csökkentése árán növeljük a  $C_4AF$ -tartalmat, akkor a Ferrari-típusú, ha a  $C_3S$ -tartalom csökkentése mellett egyidejűen növeljük a cement  $C_2S$ -tartalmát és 6—8 százalékra korlátozzuk a  $C_3A$ -tartalmat, akkor a belit típusú cementet kapjuk.

*Kind* kísérletei (*Jung*, 1953) szerint a mésztelítési tényező, valamint az alumínátmodulus növelése a kötőhő növekedéséhez vezet. Ezt igazolják *Szimeonov* (1959) bolgár cementekre vonatkozó kísérletei is. A szilikátmodulus növelése pedig a hőfejlődés bizonyos kisebb fokú csökkentését vonja maga után.

A *Ferrari-típusú* cementek szulfátállók, kisebb hőfejlesztésűek és kis alumínát-tartalmuk miatt jobb a fagyállóságuk, mint a közönséges portlandcementeké, — előállításuk azonban költségesebb. (A hazai gyártmányú S 54 jelű portlandcement kötőhője például, oldáshővel mérve, 57,8 cal/g/7 nap.)

A *belit típusú* cementek kötőhője a  $C_3S$ -tartalomtól függően szabályozható. A szilárdulásuk lassú, ami télen már hátrányos is lehet. Egyes kutatók szerint a  $\beta C_2S$ -tartalom növekedésével nő a beton zsugorodása is, — ez a kérdés azonban még nem eléggé tisztázott. Előállítása ugyancsak költségesebb a közönséges portlandcementénél.

A megépített gátak adatai azt bizonyítják, hogy e két cementtípust — kivéve az USA-t, ahol a Bureau of Reclamation által 1949 óta épített több nagygátban tiszta II. típusú cementet használtak — ritkán alkalmazzák, és a kötőhő csökkentését inkább cementklinkert helyettesítő hidraulikus pótlékok adagolásával érik el.

#### b) Puccoláncementek

A természetes puccolánok közül leggyakrabban alkalmazzák a traszt, a mesterséges puccolánok közül a pernyét vagy porszénhamut.

4. táblázat

A cement megengedett puccolán-tartalma az „USA Hadmérnöki Kar” előírásai szerint (*Waugh*, 1964.)

Cementfajta	Megengedett puccolán-tartalom, %*	
	mag-beton	külső beton
Különlegések: salakcement, természetes cement	35	25
F osztályú puccolán (szállópernye stb.)	35	25
N osztályú puccolán (természetes alapnak)		
vulkáni üvegek .....	30	20
égetett opalin .....	30	20
nem égetett diatomit .....	20	20

\* Adatok abszolút térfogatszázalékban.

A *Glen Canyon gát* építése során a cement 28%-át képezte puccolán, mégpedig legalább 7000 cm<sup>2</sup>/g Blaine szerinti fajlagos felületűre őrlt természetes habkő. Az utóbbi időben épült gátak tömegbetonjában általában 20—35% puccolánt tartalmazó cementet alkalmaztak.

1963-ban Denverben (USA) tartott Tömegbeton Szimpózium adatai szerint az amerikai Hadmérnöki Kar ASTM II. Typ. cement és 35—25% puccolán (többségben trasz) adagolását javasolja (4. táblázat). Az angliai gátépítések során a klinker 28—30%-át helyettesítik pernyével.

A *traszok* a cement szilárdulásában annál inkább résztvesznek, minél nagyobb a reakcióképes SiO<sub>2</sub>-tartalmuk, amely a cement szilárdulása során felszabaduló mésszel — Ca(OH)<sub>2</sub> — reakcióba lépve kalciumhidroszilikátokat alkot. Ezek már alig oldhatók és kolloid gél formájában a legkisebb hézagokat is kitöltik. Kristályosodásuk lassú folyamat. Emellett a hidrolízis során kivált, vagy a külön adagolt méssz az alumínátokkal kristályos kalciumaluminátokat alkot.

Minél több reakcióképes szilikátot és alumínátot tartalmaz a trasz, víz jelenlétében annál inkább duzzad és ez a mésszel való reakciója során még fokozódik. A duzzadás után térfogata az eredetinek 2—3-szorosát is elérheti, s így a trasz növeli a beton vízzáróságát.

*Szimeonov* és *Hampe* szerint trasz és méssz reakciója során alig fejlődik hő, s így a kötőhő jó közelítéssel a cement klinkertartalmával lenne arányos.

A trasz növeli a beton zsugorodását, ill. duzzadását és általában csökkenti a fagyállóságát (*Rambert—Racine*, 1956). Ausztriai trasz-kísérletek szerint viszont (*Böhmer—Wogrín*, 1958) a beton fagyállóbb volt, ha a traszt cementtel együtt őrlték.

Hazánkban különféle minőségű, köztük igen jó traszokkal is rendelkezünk. A hazai traszokról *Wessely* (1924, 1961), *Ujhelyi* (1957), *Szepesi—Mayer* (1959) és *Palotás* (1961) számolnak be részletesebben, de még ma sincs olyan gyors vizsgálati



módszer, amellyel azok minőségét meg lehetne ítélni. A hazai pernyék és felhasználhatóságuk elemzését részleteiben tárgyalja az OMFB „Erőművi pernyék felhasználásának helyzete és lehetőségei hazánkban.” (OMFB 546/1963).

A pernye, hasonlóan a traszhoz, javítja a beton bedolgozhatóságát, növeli a kivérzést a portlandcement betonokéhoz képest. A pernyebeton lassúbb kötése miatt (Allan, 1959) az egymásutáni terítések (két munkahézag között) bedolgozásakor nem képződik „hideg hézag”, a beton jól összedolgozható. Kötéshője csökken, zsugorodása nem nő a portlandcement betonhoz képest. A kezdeti szilárdságot csökkenti ugyan a pernye, de 28 nap után a tiszta portlandcementhez viszonyított szilárdságkülönbség eltűnik. A szilárdságot befolyásolja a pernye széntartalma és a szénzemcsék mérete. A pernye őrlése révén javul a cementáló tulajdonsága.

Jelenleg a világ építési gyakorlatában (Sztolnyikov, 1965) három alapvető módszert alkalmaznak pernyebetonok készítésére. Az USA-ban a betonkeverőbe adagolják a cementet és a száraz pernyét. Ez a módszer nagyméretű építéshelyeken célszerű.

Franciaországban (ahol kevés trasz van) rendszerint a cementiparban együttőrléssel készítik a pernyecementeket.

A harmadik módszer Japánban terjedt el, ahol a pernyét vizes pép formájában adagolják a betonkeverőbe. Japán kutatók szerint így egyneműbb és jobb minőségű betont kapnak.

A pernye felhasználása egyébként nemcsak azal az előnnyel jár, hogy a cementnek a vízepítési beton szempontjából fontos néhány tulajdonságát biztosítja, hanem sokszor azért is alkalmazzák, mert az erőművek körül a pernye felhalmozódása általában nagy gondot okoz.

### c) Kohósalakcementek

A roseleni gát építése során (7. Nemzetközi Nagy Gát Kongresszus, 1961) 67% portlandcement + 30% kohósalak + 3% gipszkövet tartalmazó cementet alkalmaztak, melynek kötéshője 70 kal/g volt. A Saint-Vidian-i gáthoz 10% kohósalakot tartalmazó cementet (Valet, 1961) használtak. Japánban újabban gyártanak 50% kohósalaktartalmú cementet. Az Alpe Gera gát (Gentile, 1958) építése során a cement 60—55% bázikus, granulált kohósalakot tartalmazott.

Amint az ismertetett kísérletek (Hampe, 1942) igazolják, a kohósalak mérsékli ugyan a cement kötéshőjét, de korántsem annyira, mint a trasz. A kohósalaktartalom elérheti a cement 65—70 százalékát. Kezdeti szilárdulása lassú, de utószilárdulása (28 napon túl) nagy. Lágú és szulfátos vizekkel szemben fokozottan ellenálló. A beton vízzáróságát a kohósalak nem javítja, a fagyállóságát pedig rontja a tiszta portlandcementéhez képest.

A kohósalak aktivitása jobban kihasználható, ill. a kohósalakcement olcsóbban állítható elő a Trief-eljárással. Ezt a módszert Franciaországban,

a Bort les Orgues-i gát építése során alkalmazták először. Az ott előállított cement 68,5% kohósalakot, 30% gyári cementet és 1,5% NaCl-t tartalmazott. A kohósalakot külön malomban, nedvesen őrlték. A nedves őrléssel az őrléshez szükséges energia a negyedére csökken, és a nedves őrlés révén még a gyengébb minőségű salakok tulajdonságai is javíthatók. Csökken a beton repedezési hajlama is.

Nedves őrléssel kapcsolatos kísérleteket hazánkban Balázs és Kilián (1954) és Opoczky (1965) végzett. Opoczky szerint a 70% kohósalakot + 30% portlandklinkert tartalmazó cement esetén 3500 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felülettel (Blaine szerint) kapták a legnagyobb 28 napos szilárdságot. A nedves őrléssel előállított, fenti összetételű cementhabarcs 28 napos szilárdsága elérte a tiszta 500-as alapcementhabarcs 28 napos szilárdságát.

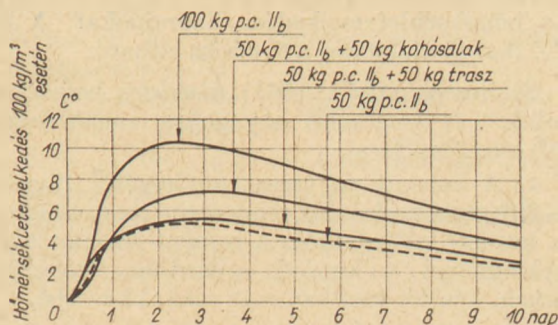
### d) Háromkomponensű cementek

A schlüsselburgi gát építése során (Würfel, 1955) 83% kohósalakcement és 17% trasz keverékét alkalmazták. Az Orlik-gátban (Csehszlovákia) alkalmazott háromkomponensű cementösszetétel (Kraus, 1959): 44—55% portlandcement + 20—25% kohósalak + 35—20% pernye.

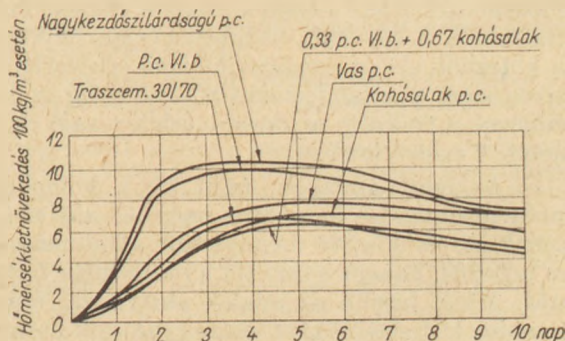
A háromkomponensű cementekkel azt kívánják elérni, hogy mind a puccolán, mind a kohósalak tulajdonságai előnyösen érvényesüljenek.

### e) Kísérleti adatok heterogén cement hőfejlesztésére

A sok kísérleti adat közül Hampe (1942) kutatási eredményeit emeljük ki. — Hampe 3 m<sup>3</sup>-es betonkockákban végzett hőmérsékletméréseket, de



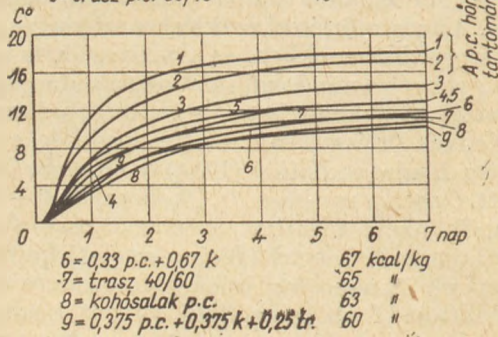
4. ábra. Trasz- és kohósalakliszt-tartalmú cementekkel készített betonkockákban mért hőmérsékletek



5. ábra. Különböző összetételű cementekkel készített betonkockákban mért hőmérsékletek



1= nagykezdésű p.c.	106 kcal/kg
2= p.c.	100 "
3= vas p.c. 30/70	85 "
4= 0,5 p.c. + 0,5 kohósalak	75 "
5= trasz p.c. 30/70	75 "



6. ábra. Különböző cementek kötőhőmérsékletének időbeni változása

nem közölte a kémiai, ill. ásványi összetételt. A kísérleti adatok egymás közt mégis jól összehasonlíthatók és következtetések levonására alkalmasak.

A 4. ábrán portlandcement, 50% portlandcement + 50% trasz, 50% portlandcement + 50% kohósalakliszt hőmérséklet-idő görbéit adtuk meg. (A hőmérsékletemelkedés 100 kg cement/m<sup>3</sup> betonra van vonatkoztatva.) Az ábra szerint valamennyi cement hőfejlését elég gyorsan megindult, a görbék meredekek. A portlandcement hőmérsékleti görbéje 2—3 nap között, a többieké 3—4 nap között érte el maximumát. A trasz hőfejlését 0,1—0,15-szerese a cementének, így a traszcementben alig nagyobb a hőmérséklet annál, mintha csak a cementben levő klinkert vennék számításba.

Más összetétel esetére az 5. ábrán mutatjuk be a hőmérsékletemelkedési diagramokat. A kötőhő (kal/g) alakulása a 6. ábrán látható.

Szimeonov (1959, 1961) kísérletei bolgár cementekre és kiegészítő anyagokra vonatkoznak. Főbb megállapításai:

a) A cement és trasz minőségétől függően 15—20% traszadagolás rendszerint nem csökkenti a kezdeti szilárdságot. A cement trasztartalma növekedésével a kezdeti szilárdság lényegesen csökken, később azonban már sokkal kevésbé.

b) A trasz kötőhőre gyakorolt hatása annál kisebb, minél nagyobb mésztelítettségű, minél nagyobb C<sub>3</sub>S-tartalmú a cement. A kötőhő valamivel kisebb arányban csökken, mint a cement klinkertartalma. A 15—30%-os trasztartalom csökkenti a kötőhőt, de ez rendszerint nem eredményezi a közönséges portlandcement 80—85 cal/g-os kötőhőjének a 60 cal/g-nál kisebb értékre való csökkentését, 7 napos korban.

c) Az inert anyagok, mint pl. a homokok, szintén bizonyos — ha nem is nagy — aktivitást fejtenek ki, és kisebb mennyiségű alkalmazásuk nem nehezíti, hanem gyorsítja a szilárdulás folyamatát. Minél kisebb az adalék aktivitása, annál nagyobb a kötőhő csökkentésére gyakorolt hatása.

d) 8%-nál kisebb C<sub>3</sub>A-tartalmú cementek kötőhője (mésztelítettség tényező 0,80—0,85) 7

napos korra 60 cal/g alá csökkenthető 40% trasz, vagy 15% trasz + 15% őrlött homok adagolásával.

e) A betonban keletkező repedések másik fontos tényezője a cementkő zsugorodása. A kísérletek szerint a vizsgált cementkiegészítő anyagok közül (a diatomit kivételével, amit külön meg kell vizsgálni) a trasz adja a legnagyobb zsugorodást (30% trasztartalom esetén 140%, 40% trasztartalom esetén 170%). 30% őrlött homok csökkentette a zsugorodást. 15% trasz + 15% őrlött homok adagolása esetén a zsugorodás megközelíti a kontrollpróbákét, ami a szitált őrlött homok hatását mutatja. A cement β-C<sub>2</sub>S-tartalmának növelésével nő a zsugorodás.

f) A gipszadagolás növelésével a kötőhő jelentősen megnőtt, különösen a szilárdulás első 24 órájában (egyes esetekben +100%).

#### 4. A vízépítési cement őrlési finomsága

A szakirodalomban talált adatok szerint gátépítési szempontból a hidratációs hő és az őrlési finomság közti összefüggés elsőrendűen fontos. Így a hidratációs hő 1 napos korban 4,5 kal/g-mal, 7 és 28 napos korban 1,3 kal/g-mal, 1 éves korban 1 kal/g-mal nő, ha a Wagner szerint mért fajlagos felület 100 cm<sup>2</sup>/g-mal növekszik (LEA, 1956).

A vízépítési cementek őrlési finomságára vonatkozóan két nézet áll egymással szemben:

a) kisebb őrlési finomság (7—10% szitamarádék a 4900-as szitán), kisebb hőfejlődést és kisebb zsugorodást eredményez. Pl. Martin (1953) az amerikai betongátak elemzése során azt írja, hogy a nagyon finom őrlésű, lassú hőfejlésű cementeket egyre inkább elhagyják, és durvább őrlésű, kevésbé költséges cementfajtákat alkalmaznak. A cikk megírása előtti időkben épített amerikai gátakról megállapították, hogy azok megrepedeztek. Laboratóriumi kísérletekkel viszont kimutatták, hogy ezeknek a repedéseknek az azonos minőségű, de durvább őrlésű cement jobban ellenállt, ugyanis hidratálatlan tartalékai (a nagyobb átmérőjű cement szem hidratálatlan belső magja) a beton finom repedéseit később összeforrasztották;

b) a finomra őrlött cement (4—5% szitamarádék a 4900-as szitán) jobban bedolgozható, vízártóbb betont ad.

Általánosságban megállapítható, hogy az aktívabb cementeket durvábbra, a kevésbé aktívakat finomabbra őrlik. Természetesen ezt a cement ásványi összetételén kívül a cement alkalmazási területe, ill. a cementtel szemben támasztott követelmények is befolyásolják. (Téli vagy nyári építés, hűtési lehetőségek stb.).

A BS (angol) 1370:1958 sz. szabvány 3200 cm<sup>3</sup>/g; az IS (indiai) 269—1958 sz. szabvány 3200 cm<sup>2</sup>/g; a JIS (japán) R 5210—1960 szabvány pedig 2700 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felületet ír elő a kis és mérsékelt hőfejlésű cementekre.

Jrszak (1956) azt hangsúlyozta, hogy nem elegendő a vízépítési cementek őrlési finomságát egy vagy két szitán mért szitamarádék jellemezni, hanem elő kell írni a cement teljes szemcse-



megoszlását. Ivanov—Gorodov (1960) fagy-víz hatásának váltakozva kitett szerkezetekhez a következő szemcseösszetételt javasolja:

- $d < 5 \mu = 15$  súlysázalék  
 5—20  $\mu = 35$ —30 súlysázalék  
 20—40  $\mu = 35$ —30 súlysázalék  
 40—60  $\mu = 15$ —20 súlysázalék

Ennek a szemmegoszlásnak kb. 3000—3800 cm<sup>2</sup>/g (Blaine szerinti) fajlagos felület felel meg.

Más adatok azt bizonyítják, hogy a cement őrlési finomsága befolyásolja a beton szállíthatóságát is. Pl. az aschachi (Ausztria) vízierőmű betonját nem lehetett szivattyúzni és üzemzavarok álltak elő, ha az előírt 3100 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felület 2600-ra esett. Ez azt jelenti, hogy törekedni kell a fajlagos felület állandó értéken való tartására. A CSN 732021. sz. csehszlovák szabvány (1955) által megengedett 15%-os szélső ingadozás a megtűrhető legnagyobb tekintendő és az ASTM C 150—62-ben rögzített 200 cm<sup>2</sup>/g legszélső ingadozás betartása javasolható.

A cementkiegészítő, puccolán jellegű anyagokra az ASTM előírja, hogy nedves atmoszával legalább 88%-uk hulljék át a No. 325-ös (44 mikron) szitán, a gyári puccoláncement őrlésfinomsága pedig olyan legyen, hogy a No. 100 (149 mikron) szitán legfeljebb 1%, a No. 325 szitán pedig legfeljebb 12% legyen a maradéka.

A fentiekből megállapítható, hogy mind a tiszta, kis kötőhőjű (II. típusnak megfelelő) víz-építési portlandcementek, mind a hidraulitok, ill. a heterogén cementek őrlésfinomságát a jelenlegi magyar szabvány által a 900-as, ill. 4900-as szitán fennmaradó súlysázalékkal rögzített adatokon túlmenően elő kell írni, s ez a fajlagos felület cementtípusonként más és más lehet, de általában 2800—3200 cm<sup>2</sup>/g (Blaine szerinti) fajlagos felület körül kell legyen.

#### I R O D A L O M

Allan, Ch. A. (1959): Proc. The Inst of Civil Engineers, ICE, 13. 179.  
 Balázs, Gy.—Kilián, J. (1954): MTI 2675 füzet.  
 Böhmer, H.—Wogrin, A. (1958): Sixième Congrès des Grand Barrages, New York, 3. 635.  
 Castela, F.—Garardean, N. (1961): Travaux, 45. 255.  
 Chardonnet, E.—Gérard, P. (1961): Travaux, 45. 276.  
 Csuluki, P.—Monina, L.—Avaliani, Sz. (1965): Hidrotechniceszkoje Sztroitelsztvo 2. sz. 27.  
 Derron, M. H. (1958): Schweizer Archiv, — Annales Suisse, 24. 273.  
 Ford, M. (1961): Civil Engineering, 31. (7—12. szám) 37. old.  
 Frey, M. J. P.—Chauvet, M. P.: Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publ. 10. 114. szám 537.  
 Goyot, H. (1961): Travaux, 45. 349.  
 Hampe, B. (1942): Temperaturschäden im Beton insbesondere im Massenbeton. (W. Ernst Verlag, Berlin.)  
 Hanus, J. (1962): Vodni Hospodarstvi, 2. sz. 89.

Jung, V. N. (1952): Mész- és cementipari technológia. (ÉM Építőanyagipari Könyv és Lapkiadó, Bp.)  
 Kratochvíl, S. (1962): Vodni Hospodarstvi 2. sz. 72.  
 Kraus, A. (1959): Civil Engineering and Public works Review. 54. 461., 54. 616.  
 Köhl, H. (1961): Zement-Chemie, Verlag Technik, Berlin.  
 Lea, F. (1956): The Chemistry of Cement and Concrete. London.  
 Mead, A. R. (1963): Journal of the American Concrete Institute Proceeding. 60. 1775.  
 OMF B 546. (1963): Erőművi pernyék felhasználásának helyzete és lehetőségei hazánkban.  
 Opoczky—Dolezsa (1965): Vízépítéstani cementek 516—63. témaszámú tanulmány (ÉAKKI, SZIKKI).  
 Palotás, L. (1961): Építőanyagok II. (Budapest).  
 Price, W. H. (1963): Journal of the American Concrete Institute Proceedings. 60. 1755.  
 Ramberto, O.—Racine, G. (1956): Bull. Technique de la Suisse Romande. 82. 77.  
 Ribeiro, A. A. (1958): Sixième Congrès de Grand Barrages. New York, 4. 159.  
 Semenza, G.—Biadene, N. A.—Pancini, M. (1958): Sixième Congrès des Grand Barrages. New York, 4. 347.  
 Semenza, G.—Cafra, K.—Indri, E. (1958): Sixième Congrès des Grand Barrages. New York. 4. 297.  
 Szatalkin, A. V. (1964): Hidrotechniceszkoje Sztroitelsztvo, 12. sz. 5.  
 Szepesi, K.—Majer, J. (1959): ÉAKKI 108. sz. jelentés.  
 Szimeonov, J.—Cenova, A. (1962): B. A. N. Izvesztija na insztituta po vodno sztropansztvo i sztroitelysztvo. 3. 21.  
 Szimeonov, J. (1959): Ekzotermija i szhvanye na cementa v maszivnyitye jazivirnyi ctyenyi. Szofia, BAN.  
 Sztolnyikov, V. V. (1965): Hidrotechniceszkoje Sztroitelysztvo. 2. sz. 52.  
 Ullman, F.—Xhoffer, Ch. (1965): Travaux, 49. 196.  
 Valet, G. (1961): Travaux, 45. 375.  
 Waugh, W. R. (1963): Journal of the American Concrete Institute Proceedings. 60. 1755.  
 Wessely, J. (1924): Műszaki doktori értekezés. Budapest.  
 Wessely, J. (1961): Zement-Kalk-Gips. 14. 284.  
 Zaruba, O. (1962): Vodni Hospodarstvi 2. sz. 64.

#### Balázs György—Erdélyi Attila—Opoczky Ludmilla: Vízépítési cementek.

A tanulmány — elsősorban külföldi irodalomra támaszkodva — betontechnológiai tekintetben vizsgálja a vízépítési tömgebetonokhoz alkalmas cement megválasztásának szempontjait.

A vízépítési cement minősítésére a 90, illetve 180 napos szabványszilárdságot használják. Egyesek véleménye szerint a cementtartalmat minimálisra kell csökkenteni, mások szerint a mindenáron való cementesöként nem célszerű, mert csökken a beton alakváltozási képessége. A cementminőség megválasztásának több útja van. A speciális portlandcementekkel (pl. belitement) lehet ugyan szabályozni a kötőhőt, de költségkímélés végett ezt az utat ritkán választják. Rendszerint közepes kötőhőjű, heterogén cementeket (trasz-, pernye- és kohósalakcement) alkalmaznak. A háromkomponensű cementek tömgebetonban való felhasználására kevés példát találtunk. A cementek őrlésfinomságára — a szokásos szitamaradékokra vonatkozó előírásokon kívül — a fajlagos felületet is célszerű megkötni, mégpedig vízépí-



tési tömegbetonok cementjeinél kb. 2800—3200 cm<sup>2</sup>/g (Blaine szerinti) értékben, sőt néha a cement *szemszerkezetét* is előírják.

*Балаж Д.—Ердеи А.—Опоцки Л.: Гидротехнические цементы.*

Статья, опираясь в первую очередь на литературные данные, рассматривает вопрос правильного выбора цемента для гидротехнического массивного бетона. Для выбора качества цемента имеется несколько возможностей, так например, количество тепла, выделяющегося при твердении, можно регулировать, применяя специальные цементы (белитовый цемент). Применение специальных цементов ограничивается повышенными затратами на их производство.

Наиболее широкое применение в гидротехническом строительстве находят гетерогенные цементы (трассовые, зольные, шлаковые). Встречаемся с примерами применения трехкомпонентных цементов.

Авторы рекомендуют оценку качества гидротехнического цемента производить по 90 и 180 дневной прочности. Целесообразным является также предписывать тонкость помола гидротехнического цемента и его гранулометрический состав.

*Balázs, György—Erdélyi, Attila—Frau Opoczky, Ludmilla: Wasserbaucemente.*

Es werden — vorwiegend aufgrund der ausländischen Fachliteratur — vom Standpunkt der Betontechnologie aus betrachtet die Postulate ins Auge gefaßt, die bei der Wahl von Zementen, die für Massenbetone des Wasserbaus geeignet sind, in Frage kommen.

Es werden zur Klassifizierung der Wasserbaucemente die Festigkeiten im Alter von 90 resp. 180 Tagen angewandt. Es gibt Anschauungen, welche den aufs Minimum reduzierte *Zementgehalt* als erwünscht betrachten, nach anderen Meinungen wieder ist das Vermindern des *Zementgehalts* um jeden Preis nicht zweck-

mäßig, denn es vermindert sich zugleich die Fähigkeit des Betons zum Formwechsel. Die *Zementqualität* kann in verschiedenen Weisen erfolgen. Vermittelst Spezialzemente (z. B. Belitzement) läßt sich zwar die Abbinde-wärme regulieren, doch wird dieser Weg, um Kosten zu ersparen, selten gewählt. Gewöhnlich werden Zemente von mittlerer Bindungswärme, heterogene Zemente (Traß-, Flugaschen- und Hochofenschlackenzemente) angewandt. Für die Anwendung von Dreikomponenten-Zementen finden sich wenig Beispiele. Es empfiehlt sich hinsichtlich auf die *Mahlfeinheit der Zemente* — außer den üblichen Vorschriften betreffs des Siebrückstands — auch die spezifische Oberfläche vorzuschreiben, und zwar bei den Zementen von Massenbetonen für den Wasserbau etwa den Wert 2800—3200 cm<sup>2</sup>/g (nach Blaine), wie auch gelegentlich sogar der Kornaufbau vorgeschrieben wird (S. G.).

*Balázs, György—Erdélyi, Attila—Opoczky, Ludmilla: Hydrotechnical Cements.*

The choice of cements for large hydrotechnical concrete constructions (dams, etc.) are dealt with in this paper. The qualification parameter most widely used for hydrotechnical cements is the standard strength at the age of 90 and/or 180 days. In order to decrease heat evolution in large masses of concrete the decrease of cement ratio in the structure is recommended by some authors; others claim this simple method unsatisfactory, for this would reduce the shape constancy of the concrete. Special low-heat cements, high in belite, have been developed for this purpose; this solution, however, is rather expensive; usually medium heat heterogeneous cements (e.g. trass-, flue dust- or blastfurnace slag-containing ones) are used. Three-component cements are less frequently used for mass concrete. The grinding fineness of hydrotechnical cements should be limited not only by prescribed sieve residues, but also by prescribed Blaine-number (usually 2800—3200 cm<sup>2</sup>/g). In special cases the particle size distribution is prescribed too.

**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-közgazdászok, minőség-ellenőrök, áruátvevők, üzemszervezők számára nélkülözhetetlen.

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

**MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ**



# Új cementfajták kidolgozása és gyártása Magyarországon a két világháború közötti időben\*

BERECZKY ENDRE — REICHARD ERNŐ  
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az első világháború a magyar cementgyárak berendezésében említésre méltó anyagi károsodást nem okozott, ennek ellenére a hazai építő- és az ettől el nem választható cementipar romokban hevert. Az összeomlás maga alá temette az ország gazdaságát és az évekig tartó társadalmi és politikai harcok, valamint az úgynevezett konszolidáció kizárta hazánkat abból a fellendülésből, amely a körülöttünk alakult új nemzeti államokban megindult.

A magyar cementipar fele elveszett, a megmaradt üzemeket nem lehetett teljes kapacitással üzemeltetni, a termelés egyenetlensége, a berendezés kihasználhatatlansága is hozzájárult ahhoz, hogy a magyar cement Európa legdrágább kötőanyaga lett. A gyárak fokozatosan bankok és nagyvállalatok kezébe kerültek, a kisebbek tengődtek vagy megszűntek.

Ebben a súlyos helyzetben gyáraink kiváló minőségű termékek előállítására törekedtek, és talán ezzel indokolható az a meglepő jelenség, hogy éppen ebben a nehéz időszakban a három vezető cementgyár új cementfajtákat dolgoztatott ki szakembereivel, melyek exportképesek is voltak. A felsőgallai, ma tatabányai cementgyár Citadur megnevezéssel hozta piacra a magyar bauxitcementet, a lábatlani cementgyár szulfátálló cement gyártását kezdte meg S54 megjelöléssel és a bélapátfalvi cementgyár sikeresen oldotta meg a fehér portlandcement gyártását, Űstökös védjeggyel.

A magyar timföldcement gyártásának kidolgozása és technológiai megoldása a hazai bauxit települések felfedezése óta elkerülhetetlen volt. Ezt a cementfajtát már régóta ismerték, az első francia szabadalom 1909-ből való, jelentősége azonban csak az első világháború utáni években lett, amikor Franciaországban, Angliában, az Egyesült Államokban, közvetlen közelünkben Csehszlovákiában és Jugoszláviában is alapítottak gyárakat a különböző megnevezéssel ellátott timföldcement gyártására. Az eredeti technológiát Bied J. irányítása szerint A. P. de Lafarge, Viviers üzemében dolgozta ki, aki elektromos ellenállású kemencében olvasztotta össze a nyersanyagokat, innen ered e cementfajta francia neve, Ciment fondu vagy Ciment électrique. Ugyanezzel a technológiával Csehszlovákiában Kralovy Dvor-ban gyártották „az elektro cementet”. Ezeknek az olvasztókemencéknek a kapacitása napi 10—15 tonna volt, az energiafogyasztás igen nagy, átlagban 1,5 kWóra/kg. Más olvasztós technológia is kipróbálásra került, így például Polában kokszkemencében (Wather-jacket) ma is állítanak elő fuscementet. 1926—27 években e tanulmány szerzőjének egyike aknake-

mencében zsugorított timföldcementet állított elő, és az ebből nyert cementtel készült vasbeton építmények még ma is állnak. 1930 és 47 között Jugoszláviában automatikus aknakemencében folyamatosan égettek zsugorított timföldcementet. Forgókemencét is kipróbáltak, a Rajna melletti Alca nevű cementgyárban forgókemencés égetési technológiát használtak. A forgókemence azonban folyamatos termelésre nem vált be, az Alca-gyár rövidesen beszüntette üzemét. Ezen kemencetípusnak érdekessége az, hogy az első magyar égetési kísérleteket is forgókemencében végezték és az egyik kis magyar cementgyárban a szükségletnek megfelelően ma is forgókemencében állítjuk elő a timföldcementet. A teljesség kedvéért említjük meg, hogy Lübeckben nagyolvasztóban vasmentes timföldcement kohósalakot olvasztanak, ami tűzállóbeton előállítását teszi lehetővé. Hírek szerint Lengyelországban Nova-Huta ugyancsak vaskohósalakjaként állítja elő a timföldcementet.

Hazánkban a lábatlani cementgyárban Selényi Vilmos gyárigazgató kezdeményezésére Jókuthy Gyula vegyész kezdett kísérletezni laboratóriumi méretű kemencében, melybe normál méretű téglává préselt nyersanyagot rakott be. Ezután a budapesti kerámiai gyár alagútkemencéjében égették ki a téglákat, sőt erre a célra a lábatlani cementgyár kísérleti alagútkemencét is épített, a hamuszennyeződés elkerülésére gáztüzeléssel. Ezen kísérletek szolgálták a legkedvezőbb vegyi összetétel megállapítására. 1927-ben ezek a kísérletek annyira haladtak, hogy az akkori Smidth-rendszerű forgókemencében bauxitcement-izsapat kísérletek meg generátorgázzal kiegészíteni; miután a kívánt hőfok egyenletes tartása így nem sikerült, kevert tüzelésre tértek át, s ily módon mintegy 800 tonna timföldcementet állítottak elő. Ezzel a cementtel különféle kísérleteket végeztek, laboratóriumi szinten megállapították a szabványszilárdságokat, gyakorlati kísérletekkel viszont betonminőségű kutatásokat folytattak. Többek között Tát község határában az akkor épülő betonút lemezeinek egy részét timföldcementtel állították elő, mely betonszakasz még ma is megvan, bár sokkal jobban korrodálva, mint a szomszédos portlandcementből készült betonlemez. Több gyári objektumot is felépítettek ezzel a kísérleti cementtel, melyeket módunk volt a felszabadulás utáni gyár bővítések alkalmával közelebről megvizsgálni, mely vizsgálat meglehetősen kedvezőtlen eredménnyel végződött: a beton szilárdsága erősen csökkent, a vasbetétek el voltak rozsdásodva, a vas levált a betonról, a szokott kötés megszűnt. A lábatlani cementgyárban ezentúl nem foglalkoztak ezzel a cementtel, a gyártást bizonyos engedményekért átengedték a felsőgallai cementgyárnak.

A felsőgallai cementgyár az eddig ismertetett

\* Részlet dr. Bereczky Endre és dr. Reichard Ernő „A magyar cementipar története” monografiájából.



cementgyártási technológiákkal ellentétben körkémencében fritteréssel állította elő a timföldcement-klinkert. Ez az eljárás francia eredetű, az eredeti szabadalom (fr. sz. 595090, 1924.) Urbain Bellony Voisin Cette, Herauld tulajdona volt. Az eljárást sok európai országban szabadalmaztatták, a magyar szabadalom száma 7603. Az igénypontok a következők:

1. az égetés 1550°C és az olvadási hőfok között legalább 30 órán át történik.
2. Ezt az égetést 24 órás előhevítés előzi meg.
3. A lehűtés 30 óránál tovább tart.
4. A nyerskeveréket nem kell finomra őrölni.

Abban az időben számtalan egyéb szabadalom is jelent meg, így majdnem minden gépgyár, amelyik cementipari gépek előállításával foglalkozott, törekedett valamilyen újítással érvényesülni. Érdekes, hogy az Egyesült Téglá- és Cementgyár Rt. is birtokosa volt egy szabadalomnak (3843, 1926).

A gyártási technológia kidolgozásában szerepe volt dr. Varga József műegyetemi tanárnak is, bár a munka legnagyobb részét Spiegel Béla igazgató, továbbá Bánhidly és Nagy István laboránsok végezték. Ez a magyar technológia nem törekszik a téglává préselt nyersanyag zsugorítására sem, megelégszik a fritteléssel és nagy jelentősége van a szabadalom 3. pontjában védett lassú lehűtési periódusnak, mely nélkül a csak frittelt timföldcement gyorskötő volna (az EaKKI későbbi kísérletei kimutatták, hogy az olvasztott timföldcement ezen lassú lehűtés nélkül is lassúkötő).

Ez a cement Citadur megnevezéssel került forgalomba, minden egyes zsákra rá volt ragasztva a feldolgozásra vonatkozó utasítás, és a gyár által több nyelven is kiadott könyvméretű kiadvány igen értékes útmutatásokat tartalmazott a felhasználók részére. Budapesti építkezéseknél nagymértékben vették igénybe ezt a rendkívül gyorsan nagy betonszilárdságot biztosító cementfajtát, melynek minőségi ellenőrzését a Műegyetemen végezték és az ellenőrzés eredményét az Anyagvizsgálók Közlönyében folyamatosan közzétették. Ezen vizsgálatok eredménye megnyugtató volt, és csak évek múlva derült ki, hogy ennek a cementfajtának kemizmusa teljesen eltér a portlandcementétől, az előállított betonok idővel elveszítik szilárdságukat. Ugyanilyen tapasztalatokat külföldön is szereztek; a felszabadulás után e cementfajta gyártását a nyert tapasztalatok alapján beszüntették, és fokozatosan külföldön is hasonló intézkedések léptek életbe, úgyhogy ma már hazánkban is, külföldön is csak különleges célra gyártanak timföldcementet. (Duzzadó habarcs előállítására, tengerparti építkezések kivételére és, lehetőleg vasmentes timföldcementből, jó tűzállóbetont lehet előállítani.)

Az építészek évekig nem adtak hitelt a szakemberek véleményének, és ismételten támadás érte a cementipart, hogy ennek a cementnek a gyártását beszüntette. Az utolsó években nyert tapasztalatok azonban teljes mértékben igazolták azok véleményét, akik nem tartották megengedhetőnek ezen igen érdekes cementfajtának szabad forgalomba hozását.

*Fehér portlandcement.* Hosszú, évekig tartó kísérletezés után, 1930-ban a bélapátfalvi cementgyár megkezdte a fehér, nagyszilárdságú portlandcement gyártását.

Ez a gyár az Amme-Gisecke-Konegen (ma MIAG) gépgyár által kidolgozott technológiával és általa szállított gépekkel épült fel, és a fehér cement előállításának gyártási technológiája is eredetileg ezen gépgyár szabadalma volt. Az alap gondolat: miután a Békő vasmentes triász mészkővel rendelkezik, ebből és vasmentes kaolintból égethetünk portlandcementklinkert, amelyikben ferritfázis nincs. A zsugorodás megkönnyítésére felpátot adagolnak, és az eredeti előírás szerint, az esetleges vasszennyeződések eltávolítására kalciumkloridot is tesznek az iszapba. Előírás volt továbbá a redukáló égetés és a klinker vízben való granulálása. A szállítószalagon a nagyobb klinkerszemeket eltávolították, mert ezek belsejében gyakori volt az elszineződés.

Hosszú kísérletezés után egy kárpátaljai kaolin volt a legmegfelelőbb, s amikor a felszabadulás után a készletek elfogytak, hazai nyersanyagokkal nem tudtuk az export minőséget biztosítani. Az EaKKI kutatómunkája tette lehetővé, hogy az utóbbi években újból fel lehetett venni megfelelő nyersanyagok felhasználásával a termelést.

A fehér cement gyártása az ötvenes években azért is meg kellett, hogy szűnjön, mert abban a periódusban, amikor a gyárban fehér cementet égettek, a normális portlandcement gyártását meg kellett szüntetni, egyidejűleg kétféle cementet nem lehetett hibátlanul előállítani. A felszabadulás után oly módon oldotta meg a cementipar a kérdést, hogy a gyártást száraz eljárással átadták egy kis cementgyárba amely csak különleges cementeket állít elő.

A bélapátfalvi fehér cement Űstökös megnevezéssel és cégjeggyel került forgalomba, és jelentős exportcikk lett.

*A szulfátálló cement.* Ennek gyártását Jókuthy Gyula javaslatára hazánkban Lábatlanban kísérletezték ki. Ez a cementfajta már évtizedek óta ismert volt. Az első szabadalom 1919-ből származik, az olasz Ferrari F. dolgozta ki egy római cementgyár részére. Ennek a cementfajtának egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy nem tartalmaz trikalciumaluminátot, és ily módon szulfát tartalmú talajvizekben sokkal időállóbb, mint a közönséges portlandcement. Nevezik a felfedező Ferrari után Ferrari-cementnek is, de Ferro-cement, Brownmillerit-cement, szulfátálló cement megnevezést is használja a szakirodalom. Egyes kutatók az eredeti összetétel keretében szűkítették a klinkerásványok mennyiségi határértékeit, így beszélnek Albert-cementről, Fränkelcementről; lényeges különbség ezen cementfajták között nincs. Valamennyit jellemzi a már említett szulfátállóság nagy mértéke, de vannak egyéb kedvező tulajdonságai is, mint a jó földolgozhatóság, aminek a tömör beton előállításánál van nagy jelentősége, kismértékű zsugorodása, úgy, hogy Ferrari 1945-ben joggal nevezte el cementjét „univerzális” cementnek.



Az eredeti, Ferrari-féle szabadalom szerint az alumínátmodulus értéke 0,64-ben van megadva, ami azt jelenti, hogy az összes alumínáttartalom vasvegyületben van lekötve. A lábatlani kísérletek szerint legkedvezőbbnek a 0,54 értékű alumínátmodulus bizonyult, és innen ered ennek a cementfajtának hazai megnevezése: S54, azaz szulfátálló cement 0,54 alumínátmodulussal.

A laboratóriumi kísérleteket 1937-ben nagyüzemi kísérletek folytatták, az előző években említett lábatlani Smidth-kemencében, a normális nyersanyagot piritpörkkel és a szilikátmodulus emelésére a gyár közelében kitermelhető Dunahomok korrekciós anyaggal javítva. Az égetés nem volt könnyű; gyűrűképződés miatt 3 napnál tovább egyfolytában nem lehetett ezt a klinkerfajtaét getetni.

A felszabadulás után ezeket a technológiai nehézségeket a gyár szakemberei megoldották és ma már a gyártás nem csak a lábatlani cementgyárban, hanem a belpátfalvaiban is biztosítva van, sőt a selypi cementgyár félszáraz eljárással működő forgókemencéiben is zavartalanul állítja elő ezt az igen értékes cementfajtaét.

Több adat áll rendelkezésünkre ennek a cementfajtának gyakorlati kipróbálásáról. A budapesti csatornaépítkezéseknél, Kelenföldön és Budaörsön használták fel eredményesen, ahol a talajvíz keserűs tartalma miatt a portlandcement-beton előbb-utóbb tönkremegy. A nagyüzemi gyártás és kipróbálás irányításában Pányi Árpád akkori elemzővegyésznek volt jelentős szerepe. Az ő visszaemlékezéséből idézzük a következőket:

„Az Eternit Művek előre nem közölt összetételű cementből három darab mintacsövet adott át a cementgyárnak, melyeket a mechanikai laboratórium két betonmedencéje közé építettek be, és ezeken másfél éven keresztül keserűs tartalmú vizet áramoltattak át. Másfél évi kísérlet után szétszedték a csöveket, és az összehasonlítás alkalmával megállapították, hogy az S54-es cementből készült csövezetek teljesen sértetlen maradt, míg a normális portlandcementből készült csövek felülete lepattogzott, illetve felhólyagosodott. A Fővárosi Csatornázási Vállalat hasonló kísérletei szerint ezekből az alumínátmentes csövekből készült vezetékek tíz év utáni ellenőrzéskor teljesen sértetlenek voltak.”

Kiváló szulfátálló cementünk tulajdonságait és a gyakorlatban elért eredményeket Gáspár Géza közlései alapján a külföldi szakirodalom is ismertette.

Fehér portlandcementet és szulfátálló portlandcementet a magyar cementipar jelenleg is a szükségletnek megfelelő mértékben állít elő. Timföldcement gyártását építkezési célra beszüntettük, és csak különleges felhasználás esetén, megjelölt célra bocsátunk az igénylők rendelkezésére.

*Bereczky Endre és Reichard Ernő: Új cementfajta kidolgozása és gyártása Magyarországon, a két világháború közti időben.*

A két világháború között a magyar cementgyárak előzetes laboratóriumi és kísérleti üzemi előkészítés után

három új cementfajta gyártását vették fel. A magyar bauxitbányászati lehetővé tette a „Citadur” timföldcement üzemi előállítását. 1926-ban olvasztásos és zsugorításos kísérletek után a tatabányai cementgyár a francia Voisin-szabadalom alapján körkemencében frittelt timföldcement gyártás technológiájára rendezkedett be. Ez a timföldcement nemcsak Magyarországon, elsősorban a fővárosban, volt kedvelt, hanem exportra is került. A gyártást a világszerte nyert, ki nem elégtő időállósági tapasztalatok miatt 1945 után megszüntették és ma csak különleges célra (duzzadó habares, tűzálló beton) használják.

1930-ban a belpátfalvi cementgyár vasmentes triázmészke és kaolin felhasználásával, fluorid- és kloridagólyással nagyszilárdságú, kiváló minőségű „Ústökös” fehér portlandcementet állított elő. Az égetés az első két évtizedben forgókemencében, nedves eljárással történt, ma egy kisebb, különleges cementgyártásra kijelölt üzemben, száraz eljárással gyártják ezt a cementfajtaét, belföldi és külföldi igények kielégítésére.

1936-ban kezdett a lábatlani cementgyár szulfátálló cement gyártásával foglalkozni és kidolgozta a nedves forgókemencés gyártás technológiáját, megoldva a felmerült különböző technológiai nehézségeket. Ez a Brownmillerit, vagy ahogy olasz felfedezője, Ferrari elnevezte: univerzális cement, minden hozzáfűzött követelménynek megfelelt és ma a megnőtt igények kielégítésére három cementgyár is berendezkedett gyártására, köztük egy ún. száraz eljárással. A cement megjelölése S54 (Szulfátálló cement 0,54 alumínátmodulussal).

*Берецки Е.—Рейхард Е.: Разработка новых видов цемента и их производство в Венгрии в период между двумя мировыми войнами.*

V a periodu između dva svjetska rata uengarska cementna industrija osvojila proizvodnju triju novih tipova cementa. Uengarski zaloznici boksitov napravili su moguće tvorničko proizvodstvo glinozemistog cementa „Citadur”. U 1926. godini posle eksperimenatov plavljenja i spekanja, cementni zavod u Tatabani na osnovu francuzskog patenta Voisin napravio je tehnologiju za proizvodnju glinozemistog cementa u koševim pecima. Poslednji ne samo priborio je veliku popularnost u Engriji, u prvom redu u stolici, no takie sastavio je deo eksporta. Odnako, u svizki s neodovoljavajućom dugovечношću ovog cementa proizvodstvo ega posle 1945. g. bilo prekrasheno, i u nastojee vreme on proizvoditi samo za specialne ciljeve (rastirajući cement, ognepornii cement).

U 1930. godini na cementnom zavodu Belpatfalva iz poznatijaka ne sadržavajućeg željeza, i kaolina, bio je položen beli portlandcement „Ustokos”. U kvalitete dodatkov pri proizvodstvu ovog cementa ispoljiovala se fluorid i klorid. Obzirom u prve dva desetiletia osustavljao se vo vrtajućim pecim ma mokromu sposobu, a u nastojee vreme beli cement, sastavljajući predmet unutrašnjeg ispoljivanja i eksporta, proizvoditi se na jednom iz zavodov, vo vrtajućim pecim ma suhomu sposobu.

U 1936. godini cementni zavod u Labatlan napravio je zanimati se proizvodnjom sulfatostojkog cementa i napravio je tehnologiju ega proizvodstva vo vrtajućim pecim. Ovaj cement, nazvanii po imenu ega napravio je, cementom Ferrari, javlja se univerzalnim cementom, horoshogo kvaliteta, i u nastojee vreme moguće proizvoditi se na triju cementnim zavodim, u tom ciljeve vo suhoj tehnologiji.

Obznachenie cementa Ш-54 (sulfatostojkii, ГМ-0,54).

*Bereczky, Endre und Reichard, Ernő: Die Ausarbeitung und Herstellung von neuen Zementsorten in Ungarn in der Zeit zwischen den zwei Weltkriegen.*

Zwischen den zwei Weltkriegen hat die ungarische Zementindustrie nach Durchführung von Vorversuchen die Erzeugung von 3 neuen Zementsorten aufgenommen. Die erschlossenen ungarischen Bauxitschätze haben die betriebsmäßige Erzeugung des „Citadur” Toerndze-



mentes ermöglicht. Im Jahre 1926 hat man zuerst versuche mit Schmelzöfen und mit dem Sinterverfahren begonnen, schließlich wurde aber die Erzeugung laut der französischen Voisin-Patent mit Frittung im Ringofen aufgenommen. Dieser Zement war nicht nur im Innlande, vorwiegend in der Hauptstadt, beliebt, sondern auch im Auslande. Die im Innland und im Ausland gewonnenen, langfristigen Erfahrungen haben im Jahre 1945 die Einstellung der Erzeugung zur Folge gehabt. Derzeit wird das Produkt nur für besondere Zwecke (Schnellzement, feuerfester Beton) geliefert.

Im Jahre 1930 hat die Zementfabrik Bélapátfalva die Erzeugung von weißem Portlandzement „Komet“ aufgenommen, unter Verarbeitung von eisenfreiem Trias-Kalkstein und Kaolin. Zur Erleichterung der Sinterung werden Fluoride und Kloride verwendet. Die Technologie ist sowohl für Naß-, wie für Trockenverfahren ausgearbeitet. Der Zement ist hochwertig und wird auch im Auslande verwendet.

Im Jahre 1936 hat die Zementfabrik in Lábatlan die Erzeugung von sulfatbeständigem Portlandzement begonnen. Dieser Brownmillerit-Zement wird mit der Bezeichnung S 54 (sulfatbeständiger Zement mit einem Aluminatmodul um 0,54) geliefert. Zur Zeit erzeugen drei Zementfabriken genante Sorte, die allen Ansprüchen genüge leistet, um den Bedarf decken zu können,

*Bereczky, Endre—Reichard, Ernő: Development of New Cement Sorts in the Period between the First and Second World War.*

The "Citadur" rapid hardening, high-alumina cement was manufactured by the Voisin-method, using Hungarian bauxite as a raw material; firing was made in a circular kiln. This fritted high-alumina cement produced by the Tatabánya cement factory was used in large amounts from 1926, primarily in Hungary, especially in Budapest, and has been exported as well. Due to its low durability, however, this cement sort is not produced for building purposes since 1945; for special purposes (expansive mortar, refractory concrete), however, it is still manufactured in low quantities.

The Bélapátfalva cement factory started the production of a high-strength white Portland cement "Üstökös" (Comet). This cement was manufactured from iron-free triassic limestone and china clay raw materials with fluoride and chloride addition. The cement has been fired in a wet rotary kiln for two decades; nowadays firing is made in a dry kiln in the factory for special cements. This cement sort is still used in Hungary and exported as well. The Lábatlan cement factory initiated the manufacture of sulfate-resistant cement in 1936. The cement was fired in wet rotary kilns. This "S 54" cement (i. e. sulfate-resistant with 0.54 aluminate modulus) proved to be an excellent, universal cement. In order to meet increased demands, it is now manufactured in three factories (in one of them by the dry method).



# 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

**r e n d e l é s e i t,**

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



## 1. Bevezetés

Korábbi közlemények bizonyították, hogy alumínium-fluorid jelenléte meggyorsítja a mullitképződés sebességét, csökkenti az aktiválási energiáját. A mullitszintézis is kedvezőbb feltételek mellett történik, mint oxidos rendszerekben [1, 2]. A szintézis mechanizmusa igen bonyolult. A kinetikai vizsgálatok újabb felismerésekhez vezettek. Ilyen a termogradiens hatása, mely számos olyan körülményt is tisztáz, ami ipari technológiai szempontból figyelemre tarthat számot. Az újabb vizsgálatok további adatokat szolgáltatnak az egyes mechanizmusbeli kérdések tisztázásához. Korábbi vizsgálatok szerint kis felfűtési sebesség mellett 40%  $AlF_3$  — 60% zettlitzai kaolin körüli arány esetében keletkezik mullit, akkor, ha a közbenső egyensúlyi állapotok kialakulására megvan a lehetőség [3, 4, 5, 6]. Már ezek a vizsgálatok is utaltak arra, hogy ellenkező esetben a mechanizmus más eredményhez vezet. A jelen munka újabb adatokat szolgáltat a mullitszintézis különböző termikus- és összetételviszonyairól.

## 2. A kísérleti munka ismertetése

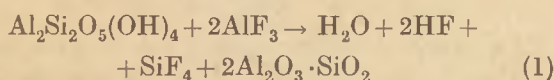
A vizsgálat zettlitzai kaolinnal és  $AlF_3$ -al folyt. Az összetételviszonyokat az 1. táblázat tartalmazza. A szintézis mechanizmusának és kinetikájának vizsgálata dinamikus és sztatikus körülmények között folyt. A sztatikus vizsgálat szakaszos, vagy fokozatos volt. Első esetben a különböző hőmérsékleteken, különböző hőkezelési idővel végzett vizsgálatok során minden esetben egyedi mintákat alkalmaztunk. A második esetben azonos mintával folyt a hőkezelés, a fokozatosan növelt hőmérsékleteken, vagy állandó hőmérsékleten növekvő ideig.

Meghatároztuk a súlyvesztéséget. Minden adat öt-husz egyedi mérés átlageredménye. Az egyes mérőcsoportok szórása a tapasztalatok szerint 1% alatt van.

A mechanizmus tisztázásához meghatároztuk az egyes hőmérsékletzónákban kialakult fluorvesztéséget. Elemzéssel és röntgenfelvétellel határoztuk meg a végállapotot.

A kinetikai viszonyok vizsgálata derivatográfiai felvételekkel történt, az aktiválási energiaértékeket a derivatográf-felvételek DTG és TG adatai alapján számítottuk [7, 8, 9].

A 39,5%  $AlF_3$ -tartalmú keverék, melynek összetétele az 1. táblázatban meg található, gyakorlatilag megegyezik az

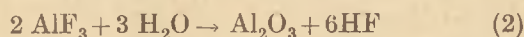


1. táblázat  
Zettlitzai kaolin összetétele

Oxid	Nyersanyag (súly %)	Vízmentes agyag (molekuláris %)	Vízmentes agyag (súly %)
$SiO_2$	46,87	65,68	53,36
$Al_2O_3$	38,54	32,17	44,33
$Fe_2O_3$	0,45	0,24	0,51
$TiO_2$	0,58	0,61	0,65
$CaO$	0,61	0,92	0,70
$Na_2O$	0,06	0,08	0,07
$K_2O$	0,35	0,30	0,38

egyenlet sztöchiometriájával. Ez a hipotetikus felállított egyenlet 2/1 molarányú mullit-hoz vezet. Ez a munka ennek a mechanizmusnak a vizsgálatával foglalkozik. A reakcióegyenlet alapján számított izzítási veszteség 38,1%.

A fluorvesztéséget ismeretében a termogradiens hatása a súlyvesztéséget alakulásával követhető. A reakciómechanizmust a súlyvesztéséget szempontjából az határozza meg, hogy milyen mértékben játszik szerepet a végállapot alakulásában az  $AlF_3$  hidrolízise, illetve közvetlen reakciója  $SiO_2$ -vel:

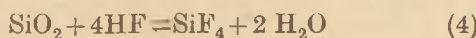


vagy



Az  $AlF_3$  hidrolízise csak 800°C felett megy végbe (2) szerint, 300–800°C között definiálatlan összetételű oxifluoridokat eredményez. Az  $AlF_3$  a kaolinnal is hidrolízisszerűen reagálhat, vagy a kaolinit dehidroxilációja során keletkező  $H_2O$  reagál az  $AlF_3$ -al. Az  $AlF_3$  300°C felett a levegő nedvessége hatására is/hidrolizál, bár ez a folyamat sokkal kisebb sebességgel megy végbe, mint az  $AlF_3$  reakciója kaolinnal.

A gyakorlatban szerepet játszik a mechanizmusban az

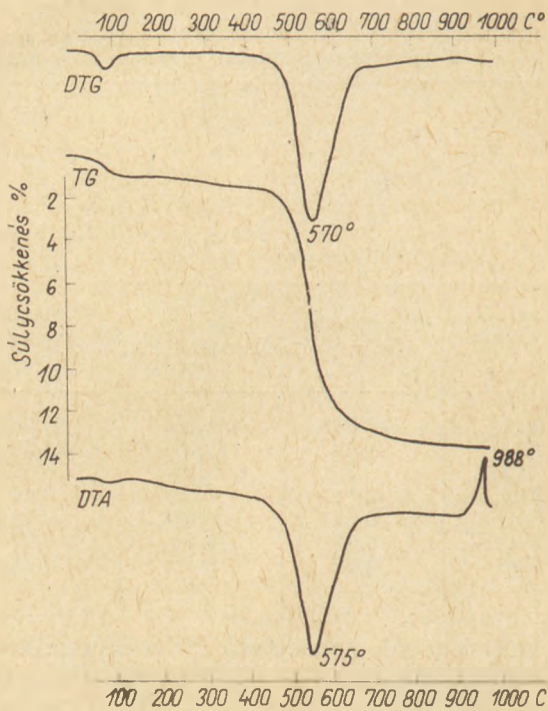


reakció egyensúlyi állapota is.

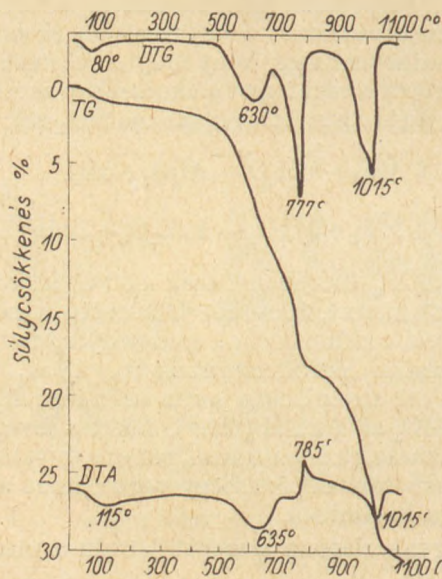
A mechanizmus elméletileg két izzítási veszteség szélső értékkel jellemezhető a (2), illetve a (3) reakció alapján. Azt tételezve fel, hogy vagy kizárólag az egyik, vagy kizárólag a másik reakció szerint megy végbe a folyamat, két különböző értékhez jutunk.

Gyakorlatilag természetesen egyik eset sem alakulhat ki, hanem a két szélső érték közé esik, és a termogradiens mértéke befolyásolja, hogy az egyik, vagy a másik szélső értéket közelíti meg jobban az izzítási veszteség.





1. ábra. A kísérlethez használt zettlitz kaolinról készült derivatográf-felvétel



2. ábra. A 39,5% alumíniumfluorid és 60,5% zettlitz kaolin keverékéről készült derivatográf-felvétel

### 3. A kísérleti eredmények ismertetése

Az 1. táblázatban szereplő zettlitz kaolinról és a 0,65 AlF<sub>3</sub> modulusú AlF<sub>3</sub>/kaolin keverékből készített derivatográfiai felvételt mutatja be az 1. és 2. ábra. A zettlitz kaolin DTA-görbéjén 575°C-nál, az alumínium-fluoridos keveréknél pedig 635°C-nál van endoterm effektus, az exoterm effektus pedig 177°C-al alacsonyabb hőmérsékleten észlelhető. Dinamikus viszonyok között ez mutatja a mullitképződés megindulásában jelentkező eltérést. Az alumínium-fluoridos felvétel 1100°C hőmérsékletig folyt. Jól elválasztható a felvétel alapján a reakció

során kialakuló három aktiválási tartomány, mely a három súlyvesztési periódussal azonosítható. Az első súlyvesztés-sebességi maximum 635°C-nál, tehát 60°-kal magasabb hőmérsékleten észlelhető, mint a zettlitz kaolin esetében. A második súlyvesztési maximum 777°C-nál, a harmadik 1015°C-nál jelentkezik. Az első szakasz a kaolinit és alumínium-fluorid közötti reakciónak, illetve a kaolin dehidroxilációjának felel meg. Ezt a folyamatot a jelenlévő alumínium-fluorid nagymértékben késlelteti. Korábbi vizsgálatok utalnak arra, hogy ennek csak az lehet a magyarázata, hogy a kaolin és alumínium-fluorid között kötés létesül, és a reakció során fluortartalmú amorf alumínium-szilikát fázis kialakulására van lehetőség. Dinamikus viszonyok között ez az amorf fázis csak kisebb mennyiségben alakulhat ki, mert a kérdéses tartományban kicsi a hőkezelési idő. A reakció második fázisa, amit a 777°C-nál jelentkező súlyvesztés sebességi maximum jelöl, topáz képződésének felel meg. A harmadik maximum pedig a topáz dekompozícióját jelenti. Dinamikus viszonyok között ezek szerint a mullitképződés tulajdonképpen két módon megy végbe. Az első a kaolin, illetve az amorf alumínium-fluoro-szilikát fázisból kiinduló mullitképződés, amit 780°C-on jelentkező exoterm DTA-csúcs jelöl. A második a topáz dekompozíciójából kiinduló mullitképződés, amelyet az 1015°C-os endoterm effektus képvisel, mivel a szilícium-tetrafluorid és hidrogén-fluoridképződéssel járó folyamat végeredményben endoterm jellegű.

A derivatorgráfiai felvételek alapján Free-  
mann és Carrol módszere szerint megvizsgáltuk az egyes súlyvesztéssel járó folyamatok aktiválási energiáját (10). Szerintük

$$\frac{E}{2,3 \cdot R} \cdot \frac{\Delta \frac{1}{T}}{\Delta \log W_r} = n + \frac{\Delta \log \frac{dW}{dt}}{\Delta \log W_r} \quad (5)$$

értelmében a fenti formában a súlyvesztés-sebesség és a hőmérséklet reciproka között lineáris összefüggés van.

Az (5)-ben

$E$  = az aktiválási energia, (kal/mol)

$n$  = a reakciórend

$W_r$  = a reakció befejezéséhez tartozó súlyvesztés és a  $t$  időben mért súlyvesztés különbsége.

$R$  = gáz állandó, kal/mol

$T$  = az abszolút hőmérséklet, °K

$t$  = idő

A

$$\frac{\Delta \log \frac{dw}{dt}}{\Delta \log W_r} \quad (6)$$

kifejezést

$$\frac{\Delta \frac{1}{T}}{\Delta \log W_r} \quad (7)$$

függvényében ábrázolva egyenes vonalat kapunk, melynek az ordináta tengellyel való metszéspontja



a reakciórendűséget adja, a hajlásszögnek tangenséből pedig az aktiválási energia számítható ki.

A 2. táblázatban található a zettlitzzi kaolin aktiválási energiájának számításához szükséges adatok. A 3., 4. és 5. táblázatban pedig a 0,65-ös modulusú keverék egyes aktiválási tartományaira vonatkozó adatok találhatóak. A II—V. táblázatban szereplő adatokból az

$$m = \frac{n \sum z_i y_i - \sum z_i \sum y_i}{n \sum z_i^2 - (\sum z_i)^2} \quad (8)$$

alapján az aktiválási energiát

$$h = \frac{\sum y_i \sum z_i - \sum z_i \cdot \sum z_i \cdot y_i}{n \sum z_i^2 - (\sum z_i)^2} \quad (9)$$

alapján pedig a reakciórendűséget határoztuk meg korrelációval. A 3—6. ábrákon látható egyenesek iránytangenséből a zettlitzzi kaolinra 800°C-ig 99,8 kal/g, 1000°C-ig 156 kal/g aktiválási energia adódik. Ez az utóbbi érték kielégítően egyezik Sabatier, Murray és White, valamint Jacobs eredményével [11, 12, 13]. A kaolin alumínium-fluorid keverék első aktivált szakaszára 260, a másodikra 340, a harmadikra 390 kal/g aktiválási energiát kapunk. A reakciórend a zettlitzzi kaolinnál  $n = 1$ . A kaolin-alumínium-fluorid keverék első aktivált szakaszára  $n = 1,0$ , a másodikra  $n = 0$ , a harmadikra  $n = 0,3$  és  $0,5$  közötti érték adódik.

A derivatorgáfiai vizsgálat alapján is várható, hogy 1200°C körüli, illetve ez alatti hőmérsékleten

2. táblázat  
A zettlitzzi kaolin dehidroxilációs folyamatának aktiválási energiaszámítása. (1000°C-ig a  $W = \infty$ )

$t, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{K}$	$\frac{1}{T} \cdot 10^3$	$w, \%$	$w_r$	$\lg w_r$	$\frac{dw}{dt}$	$\lg \frac{dw}{dt}$
440	713	1,402	1,38	12,47	1,096	2	0,301
460	733	1,363	1,48	12,37	1,093	3	0,477
480	753	1,328	1,57	12,28	1,089	5,5	0,741
500	773	1,293	1,84	12,01	1,080	8,5	0,930
520	793	1,26	2,26	11,59	1,065	18	1,256
540	813	1,23	3,67	10,18	1,008	40	1,802
560	833	1,20	6,40	7,45	0,872	66	1,819
580	853	1,172	9,38	4,47	0,650	68	1,833
600	873	1,145	10,76	3,09	0,490	40	1,602
620	893	1,12	11,48	2,37	0,375	20	1,301
640	913	1,095	11,98	1,87	0,272	12,5	1,097
660	933	1,072	12,30	1,55	0,191	8,0	0,903
680	953	1,048	12,57	1,28	0,107	5,5	0,741
700	973	1,027	12,70	1,15	0,061	4,5	0,653
720	993	1,007	12,83	1,02	0,009	3,4	0,544
740	1013	0,986	12,96	0,89	0,950—1	3,5	0,477
760	1033	0,967	13,03	0,82	0,914—1	2,0	0,301
780	1053	0,949	13,12	0,73	0,864—1	1,5	0,176
800	1073	0,931	13,22	0,63	0,800—1	1,0	0,00

1000°C =  $W_{\infty}$  = 13,85 %

3. táblázat  
39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlitzzi kaolin keverék reakciójának aktiválási energia számítása. (Első súlyvesztései szakasz)

$t, ^\circ\text{C}$	$T, ^\circ\text{K}$	$\frac{1}{T} \cdot 10^3$	$w, \%$	$w_r$	$\Delta \lg w_r$	$\frac{dw}{dt}$	$\Delta \lg \frac{dw}{dt}$
540	813	1,23	3,30	7,73	0,888	14	1,146
560	833	1,20	4,02	7,01	0,846	23	1,362
580	853	1,172	5,05	5,98	0,777	30	1,477
600	873	1,145	6,33	4,70	0,672	37	1,568
620	893	1,120	7,53	3,50	0,544	40,5	1,608
640	913	1,095	8,82	2,21	0,345	40,5	1,608
660	933	1,072	10,05	0,98	0,992—1	34	1,532
680	953	1,048	10,83	0,20	0,301—1	21	1,323
685			11,03				

$\Delta \frac{1}{T} \cdot 10^3$	$\Delta \lg w_r$	$\Delta \lg \frac{dw}{dt}$	$\frac{\Delta \frac{1}{T}}{\Delta \lg w_r} \cdot 10^4$	$\frac{\Delta \lg \frac{dw}{dt}}{\Delta \lg w_r}$
30	0,042	—0,216	7,14	—5,14
28	0,069	—0,115	4,06	—1,67
27	0,105	—0,091	2,57	—0,867
25	0,128	—0,040	1,95	—0,312
25	0,199	0,00	1,26	0,000
23	0,353	0,076	0,652	0,215
24	0,691	0,209	0,347	0,302



39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlitz kaolin keverék reakciójának aktiválási energia számítása. 4. táblázat  
(Második aktiválási szakasz)

$t, ^\circ C$	$T, ^\circ K$	$\frac{l}{T} \cdot 10^3$	$w, \%$	$w_r$	$lg w_r$	$\frac{dw}{dt}$	$lg \frac{dw}{dt}$
720	993	1,006	12,37	6,40	0,806	30	1,477
740	1013	0,986	13,49	5,28	0,723	43	1,634
760	1033	0,967	15,09	3,68	0,556	62	1,793
780	1053	0,949	17,50	1,27	0,104	102	2,009
840	1113	—	18,77	—	—	—	—

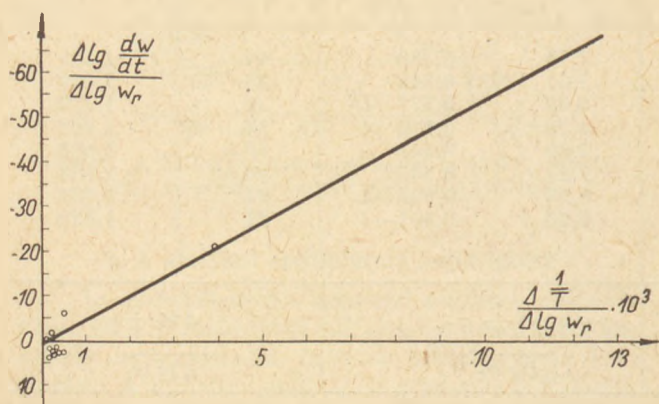
$\frac{l}{T} \cdot 10^6$	$lg w_r$	$lg \frac{dw}{dr}$	$\frac{l}{lg w_r} \cdot 10^4$	$lg \frac{dw}{lg w_r}$
20	0,083	-0,157	2,41	-1,89
19	0,157	-0,159	1,21	-1,01
18	0,462	-0,216	0,39	-0,467

39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlitz kaolin keverék reakciójának aktiválási energiaszámítása 5. táblázat  
(Harmadik aktiválási szakasz)

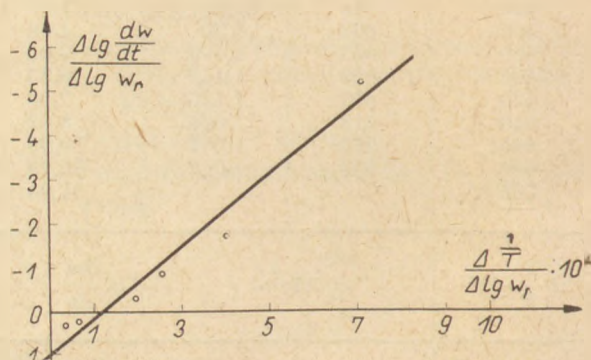
$t, ^\circ C$	$T, ^\circ K$	$\frac{1}{T} \cdot 10^3$	$w, \%$	$w_r, \%$	$lg w_r$	$\frac{dw}{dt}$	$lg \frac{dw}{dt}$
920	1193	0,838	20,31	10,15	1,007	18	1,255
940	1213	0,824	21,02	9,44	0,975	28	1,447
960	1233	0,810	22,32	8,14	0,911	45	1,653
980	1253	0,797	24,09	6,37	0,804	67	1,826
1000	1273	0,785	25,61	4,85	0,686	77	1,887
1020	1293	0,773	28,95	1,51	0,179	83	1,919
1100	—	—	30,46	—	—	—	—

$\frac{1}{T} \cdot 10^6$	$lg w_r$	$lg \frac{dw}{dt}$	$\frac{1}{lg w_r} \cdot 10^4$	$lg \frac{dw}{lg w_r}$
14	0,032	-0,192	4,375	-6,0
14	0,064	-0,206	2,190	-3,22
13	0,107	-0,173	1,215	-1,62
12	0,118	-0,061	1,017	-0,517
12	0,507	-0,032	0,237	-0,063



3. ábra. A zettlitz kaolin derivatográf-felvétel alapján számított Freeman—Carol-féle összefüggés



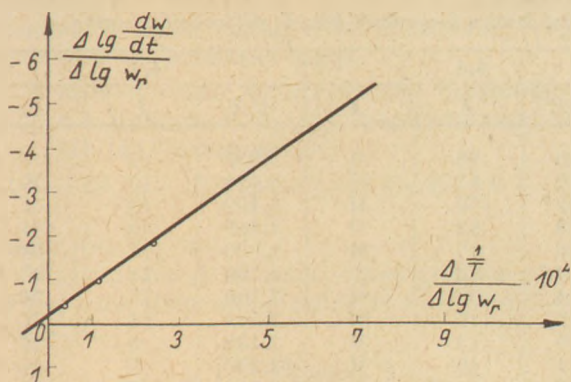
4. ábra. A 39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlitz kaolin keverék derivatográf-felvételének első aktiválási szakaszára számított Freeman—Carol összefüggés

a reakció végső egyensúlyállapota izoterm hőkezeléssel elérhető.

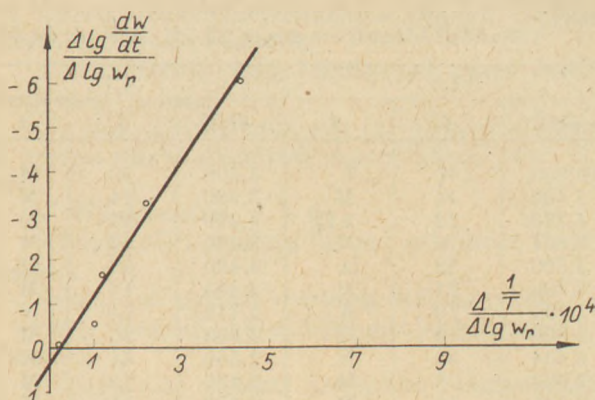
A 0,65  $AlF_3$  modulusú keveréket sztatikusan

kétféle módon vizsgáltuk. Egyrészt fokozatosan négy hőmérsékleten, 560, 700, 900 és 1150°C-on, másrészt szakaszosan és fokozatosan 300°-tól 970°,





5. ábra. A 39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlitzai kaolin keverék derivatográf-felvételének második aktiválási szakaszára számított Freeman—Carol összefüggés



6. ábra. A 39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlitzai kaolin keverék derivatográf-felvételének harmadik aktiválási szakaszára számított Freeman—Carol összefüggés

illetve 1300°C-ig kezeltük. A kezelési hőmérsékleteket egyrészt a derivatográfiai vizsgálat alapján megállapított aktiválási tartományok, másrészt a 900°C hőmérsékletet az alumínium-fluorid gőz-tenziójának figyelembevételével választottuk meg. A kezelési idő 700°C-on 2 óra, 900° és 1150°C-on pedig 5 óra. Ezek a hőkezelési idők elegendőek ahhoz, hogy a reakció egyensúlyi állapota elérhető legyen (14). 560°C-on 2 és 12 óra között változott a hőkezelési idő. A súlyvesztéségi adatokat a 6. táblázat,

6. táblázat  
60,5% zettlitzai kaolin, 39,5%  $AlF_3$  keverék súlyvesztésének alakulása az aktiválási hőmérsékleti szakaszokban végzett izoterm kezelés hatására

Minta jele	Hőkezelési idő (óra) 560°C-on	Izzítási veszteség, súly %-ban			
		560°C	700°C 2 óra	900°C 5 óra	1150°C 5 óra
1,1	2	12,9	—	—	—
1,2	3	14,1	—	—	—
1,3	6	15,2	—	—	—
1,4	12	17,9	—	—	—
2,1	—	—	22,6	—	—
2,2	6	14,7	22,7	—	—
3,1	—	—	—	37,7	—
3,2	2	11,8	—	36,4	—
3,3	6	16,3	21,8	33,8	—
3,4	—	—	20,6	36,5	—
4,1	—	—	—	—	40,5
4,2	2	12,1	—	—	38,5
4,3	2	12,2	20,2	—	34,9
4,4	2	11,9	20,0	34,8	35,1
4,5	—	—	19,4	—	38,1
4,6	—	—	—	38,5	38,6
4,7	—	—	20,5	35,7	35,8

a négy izzított mintáról készült derivatográf felvétel eredményét pedig a 7. táblázat mutatja be.

Az izzítási veszteség 560°C-on a hőkezelési idő függvényében növekszik. Az átlagos izzítási veszteség 700°C-on 21%, 900°C-on 38, 1150°C-on pedig 40,5%. Az 1150°C-on mért súlyvesztés nagysága változik attól függően, hogy a minta izzítása alacsonyabb hőmérsékleten hány fokozatban történt. Nagyobb a magasabb hőmérsékleten induló izzítások súlyvesztése. Csökken az izzítási veszteség, magasabb hőmérsékleten annak függvényében, hogy 560°C-on mennyi volt a hőkezelési idő. A dif-

frakciós vizsgálatok eredménye azt mutatja, hogy a mullit-hoz vezető reakciómechanizmus a hőmérsékletgradienstől függ. Sztöchiometriailag ez csak akkor felel meg az (1) reakciónak, ha előzetes 560—700—900°C-os hőkezelések után fejezzük be 1150°C-on a reakciót. Ebben az esetben az izzítási veszteség 38% körül van, tehát megközelíti az elméleti értéket. Ha a hőkezelés során az 560 és 700°C-os kezelést kihagyjuk és 900°C-on kezdjük, akkor az izzítási veszteség nagyobb, és ennek megfelelően a rendszerből több szilícium-tetrafluorid, illetve szilíciumdioxid távozik el, mint amennyit a (1) reakció sztöchiometriája megkíván. Így korund is képződik mullit mellett, amint azt a 7. táblázat bizonyítja.

A 6. táblázat izzítási adatai az alábbi összetételű anyagra vonatkoznak:

- 28,4%  $SiO_2$
- 23,6%  $Al_2O_3$  kaolinból
- 1,0% egyéb oxid ( $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$  stb.)
- 7,5%  $H_2O$  (kaolin hidroxiljából)
- 39,5%  $AlF_3$

Az összetétel vízmentes anyagra számítva:

- 30,7%  $SiO_2$
- 25,5%  $Al_2O_3$
- 1,1% egyéb oxid
- 42,7%  $AlF_3$

A 6. táblázatban szereplő izzított anyagok összetétele elemzéssel:

Jelzés	$SiO_2$	$Al_2O_3$	F
4,1	20,6	76,0	1,4
4,4	27,1	70,5	0,7
4,7	26,4	71,4	1,4

A 7. ábra tünteti fel az izzítási veszteség két elméleti szélső értékének alakulását a távozó fluortartalom függvényében. Feltételezve, hogy a vizsgált keverék teljes fluortartalma hidrogén-fluorid, vagy szilícium-tetrafluorid alakban távozik a reakció során.

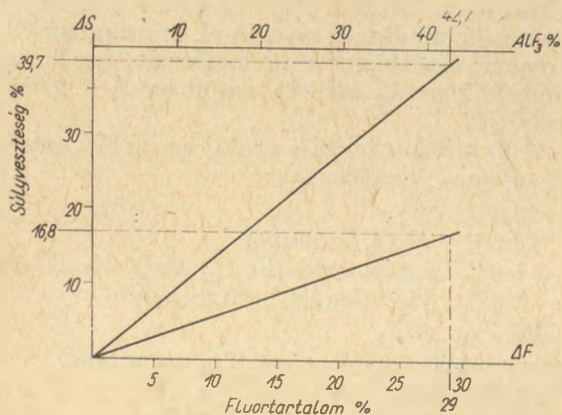
$$\Delta S_{HF} = F_r \cdot U = 29,5 \cdot 0,579 = 17,1 \quad (10)$$

$$\Delta S_{SiF_4} = F_r \cdot J = 29,5 \cdot 1,37 = 40,4 \quad (11)$$

ahol  $\Delta S_{HF}$  = a teljes alumínium-fluorid hidrolízálásának feltételezésére számított súlyvesztés.



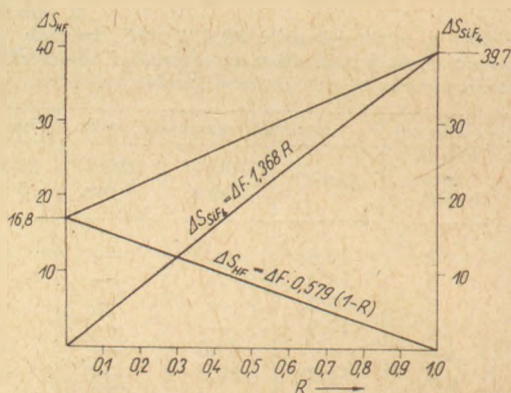
1,3			4,1			4,4			4,7		
dkX	I	A	dkX	I	A	dkX	I	A	dkX	I	A
10,030	10	I	5,400	30	M	5,40	26	M	3,900	7	N
5,400	14	M	3,900	14	N	3,86	17	N	3,488	15	K
4,382	12	AFS	3,490	24	K	3,42	50	M	3,430	40	M
3,864	10	N	3,430	42	M	3,38	62	M	3,400	50	M
3,520	52	A	3,400	58	M	2,88	17	M	2,900	11	M
3,400	24	M	2,895	14	M	3,74	34	N	2,756	21	N
3,330	18	Kv	2,748	34	N	2,54	33	M	2,700	19	M
2,870	6	M	2,699	26	M	2,42	10	M	2,552	34	K
2,734	32	N	2,550	44	K	2,29	13	M	2,438	6	M
2,692	8	M	2,435	10	M	2,21	40	M	2,390	8	K
2,547	10	M	2,387	14	K	2,12	16	M	2,300	10	M
2,437	6	M	2,298	12	M	1,93	6	N	2,211	28	M
2,298	4	M	2,211	30	M	1,88	6	M	2,130	11	M
2,211	10	M	2,129	14	M	1,84	7	M	2,092	17	K
2,119	14	A	2,092	28	K	1,73	5	N	1,946	1	N
1,935	2	N	1,940	8	N	1,71	5	M	1,895	3	M
1,759	12	A	1,895	4	M	1,69	11	M	1,852	5	M
1,704	2	M	1,850	6	M	1,60	11	M	1,746	8	K
1,600	4	A	1,746	12	K	1,59	11	N	1,722	3	N
1,581	12	N	1,704	10	M	1,52	25	M	1,704	7	M
1,561	4	A	1,604	30	K	1,46	5	M	1,652	1	M
1,526	6	M	1,585	12	N	1,44	12	M	1,605	19	K
			1,528	18	M				1,584	10	N
			1,465	6	M				1,526	18	M
			1,446	10	M				1,465	5	M
			1,408	12	K				1,445	8	M
			1,375	12	K				1,406	7	K



7. ábra. A 39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlützi kaolin keverék vízmentesre redukált súlyvesztésének alakulása az elméleti két szélső érték figyelembevételével az eltávozó fluortartalom, illetve az ezzel ekvivalens alumíniumfluorid mennyiség függvényében

$\Delta S_{SiF_4}$  = a számított súlyvesztés a teljes fluortartalomnak  $SiF_4$  alakban történő távozását tételezve fel.

A tényleges izzítási veszteség e két összetételhatár közé esik, mert a fluortartalomnak egy része hidrogén-fluorid, más része  $SiF_4$  alakban távozik. A két vegyület aránya a termogradiens függvénye. A súlyvesztésadatból, ha ismerjük a fluortartalom csökkenését, a  $SiF_4$  vagy hidrogénfluorid alakban távozó fluor mennyisége kiszámítható. A szilícium-tetrafluorid alakban távozó fluor arányát  $R$ -el jelöljük. Ennek értékétől függően változik adott fluortartalom-csökkenés esetében az izzítási veszteség. Az izzítási veszteség ugyanis a 8. ábra szerint szoros összefüggésben van az  $R$  értékkel. Az  $R = \text{nulla}$



8. ábra. A 39,5%  $AlF_3$  és 60,5% zettlützi kaolin keverék súlyvesztésének alakulása a szilícium-tetrafluorid alakban távozó fluorhányvid ( $R$ ) függvényében

állapotról vonatkozik, vagyis a teljes fluormennyiségnek hidrogén-fluorid alakban történő eltávozására az ábra bal oldali koordináta értéke,

$$R = 1$$

esetire pedig a jobb oldali koordináta értéke. A két egyenes, melyek egyenlete

$$\delta S_{SiF_4} = J \cdot R \cdot \Delta F \quad (12)$$

és 
$$\delta S_{HF} = U \cdot (1 - R) \Delta F \quad (13)$$

az  $SiF_4$ , illetve HF mennyiségének arányát adja. A két egyenes összege a súlyvesztés változását ábrázoló egyenest eredményezi, mivel

$$\delta S_{SiF_4} + \delta S_{HF} = \Delta S \quad (14)$$

A reakciómechanizmus számítása során a vízmentes keverékkel dolgozunk. A reakciómechanizmus



szempontjából közömbös, hogy a hidrolízishez szükséges vizet az anyag a környezetéből, vagy adott esetben a kaolinból kapja.

A kísérlet során kapott izzítási veszteségből levonjuk a keveréknek a vízre számított veszteségét, a (12), (13) összegezéséből

$$\Delta S_{\Sigma} - \Delta S_{H_2O} = \Delta S = (J - U) \Delta F \cdot R + U \cdot \Delta F \quad (15)$$

összefüggést kapjuk.

Meghatározzuk az izzított anyag fluor elemzése alapján a vízmentesre redukált összetétel fluorveszteségét.

$$\Delta F = F_k \left(1 - \frac{\Delta S_{H_2O}}{100}\right)^{-1} - F_m \quad (16)$$

$$F_m = F_i \left(1 - \frac{\Delta S_{\Sigma}}{100}\right) \left(1 - \frac{\Delta S_{H_2O}}{100}\right)^{-1} \quad (17)$$

ahol  $F_k$  = a keverék fluortartalma, %

$F_i$  = az izzított anyag fluortartalma, %

$F_m$  = a maradék fluor, a vízmentesre redukált összetételre vonatkoztatva.

A  $SiF_4$  alakban távozó fluor aránya (15)-ből

$$R = \frac{\Delta S - U \cdot \Delta F}{\Delta F(J - U)} \quad (18)$$

A vizsgált összetétel alakulása a  $\Delta S$  és  $R$ , illetve  $\Delta F$  értékek alapján számítással:

Az anyag jelzése:	4,1	4,4	4,7
$\Delta S_{\Sigma}$	40,5	34,1	35,8
$\Delta S_{H_2O}$	7,5	7,5	7,5
$\Delta S$	33	26,6	28,3
$F_i$	1,4	0,7	1,4
$F_m$	1,0	0,5	1,0
$\Delta F$	27,9	28,5	27,9
$\delta F_{SiF_4}\%$	19,9	13,4	14,2
$\delta S_{SiF_4}\%$	27,3	18,3	19,4
$\Delta SiO_2$	15,8	10,6	11,2
$SiO_2\%$	21,8	27,5	26,9
$Al_2O_3\%$	74,0	69,5	69,2
egyéb oxid	1,7	1,5	1,5
$F(AlF_3)$	2,0	1,1	2,0
$R$	0,715	0,47	0,51

$$U = 0,579 = \frac{2M_{HF} - M_{H_2O}}{2M_F}$$

$$J = 1,37 = \frac{M_{SiF_4}}{4M_F}$$

$$J - U = 0,791$$

$$\delta F_{SiF_4} = \Delta F \cdot R \quad (19)$$

$$\delta S_{SiF_4} = \delta F_{SiF_4} \cdot \frac{M_{SiF_4}}{4M_F} \quad (20)$$

$$\Delta SiO_2 = \delta S_{SiF_4} \cdot \frac{M_{SiO_2}}{M_{SiF_4}} \quad (21)$$

$\Delta S_{\Sigma}$  a brutto izzítási veszteség a zettlitzsi kaolin —  $AlF_3$  (39,5%) keverékénél.

$\Delta S_{H_2O}$  = a kaolin dehidroxilációja következtében  $H_2O$  miatt elméletileg jelentkező izzítási veszteség

$\Delta S$  = a reakciómechanizmus alapját képező számított izzítási veszteség

$F_i$  = az izzítás után elemzésből nyert fluor-mennyiség %-ban.

$F_m$  = az izzítási veszteség figyelembevételével az eredeti súlyra számított maradékfluor súly %-ban.

$J, U$  = állandók

$\delta F_{SiF_4}$  =  $SiF_4$  alakban távozó számított fluor-hányad

$\delta S_{SiF_4}$  = az izzítási veszteség  $SiF_4$  hányada

$\Delta SiO_2$  = az  $SiF_4$ -képződés miatt jelentkező  $SiO_2$ -veszteség

$F(AlF_3)$  = az izzított anyagban visszamaradt fluor  $AlF_3$ -mennyiségben megadva.

Az elemzési és számított adatok igazolják a levezetett reakciómechanizmust és a belőle levont elméleti megállapításokat. Az  $R$  annál nagyobb, minél nagyobb a vizsgálat során alkalmazott termogradiens.

## IRODALOM

- [1] Grofcsik J.—Tamás F.: A mullit szerkezete, képződése és jelentősége. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1961.
- [2] Lőcsei B. P.: Keramische Zeitschr. 17. 769 (1965).
- [3] Lőcsei B. P.: Berichte deutsch. Keram. Ges. 42. 277 (1965).
- [4] Lőcsei B. P.: Silikattechnik 15. 388 (1964).
- [5] Lőcsei B. P.: Építőanyag 16. 363 (1964).
- [6] Lőcsei B. P.: Keramische Zeitschr. 16. 350 (1964).
- [7] Erdely-Paulik, F.: MTA Kém. Tud. Oszt. Közl. 7. 55 (1955).
- [8] Stone R. L.: Differential Thermal Analysis of Clay Minerals under Controlled Thermodynamic Conditions. Ohio State University Studies Engineering Series. Engineering Experiment Station. The Ohio State University, Columbus Ohio. 1951. No. 4.
- [9] Földváriné-Vogl, M.: Acta Geol. 5. 3 (1958).
- [10] Freeman E. S., Carroll, B.: J. Phys. Chem. 62. 394 (1958).
- [11] Sabatier, G.: J. Chim. Physique. 52. 60 (1965).
- [12] Murray, P.: White. J. Trans. Brit. Ceram. Soc. 54. 137 (1955).
- [13] Jacobs, T.: Nature. 182. 1086 (1958).
- [14] Lőcsei B.: Veszprémi Vegyip. Egy. Közl. 6. 217 (1962).

Lőcsei Béla: Újabb adatok az  $AlF_3$ —kaolinit reakció mechanizmusához.

A mullitszintézis kerámiai szempontból fontos volta indokolja a mullitképződés vizsgálatát különböző viszonyok között. A vizsgálat tisztázta, hogy 39,5%  $AlF_3$ - és 60,5% kaolin keverékéből mullit képződik 1150°C-ig akkor, ha három aktiválási szakaszban (550—600, 700—750, 900—950°C) a hőkezelés során a vizsgált anyag eléri, illetve megközelíti az egyensúlyi állapotot. Ebben az esetben az összetétel megközelíti a  $2 Al_2O_3 \cdot SiO_2$  sztöchiometriát. Az  $AlF_3$ —kaolinit rendszerben a mullitképződés az alkalmazott felfűtési sebesség függvénye. A mechanizmus a vizsgált rendszerből  $SiF_4$  alakban távozó fluor arányával ( $R$ ) jellemezhető. Az  $R$  értéke a mullitszintézist biztosító termogradiens esetében 0,47. A mullitképződés aktiválási energiája a derivatógráf-felvételek alapján számítással: 960 cal/g. A zettlitzsi kaolin dehidroxilációjára a Freeman Carroll módszerrel 99,8 cal/g aktiválási energiaérték adódik. A Freeman—Carroll módszer alkalmazható, ha a reakció egyik terméke gázhalmazállapotú. A reakciórend értéke a derivatógráf-felvétel értékelése alapján az első aktiválási szakaszban 1, a másodikban 0, a harmadikban 0 és 0,5 közé esik. Ha a reakció során  $R$  értéke 0,5-öt meghaladja, mullit mellett korund is képződik, ha  $R >$  mint 0,42, a rendszerben  $SiO_2$ -fázis is lesz kvarc, krisztobalit vagy amorf alakban.



*Лечи Б.: Новые данные о механизме реакции  $AlF_3$  — каолинит.*

Важность синтеза муллита для керамической промышленности, делает необходимым исследование процесса образования муллита в различных условиях. Данная работа устанавливает, что из смеси 39,5%  $AlF_3$  и 60,5% каолина муллит образуется до 1150°C в том случае, если в трех периодах активации (550—600, 700—750, 900—950°C) в ходе термообработки исследуемый материал приближается или те достигает состояния равновесия. В этом случае состав стехиометрически достигает  $2 Al_2O_3 \cdot SO_2$ . Образование муллита в системе  $AlF_3$  — каолинит зависит от скорости применяемого нагрева. Механизм может характеризоваться соотношением фтора (R) удаляющегося из системы в виде  $SiF_4$ .

Значение в случае термоградиента, обеспечивающего синтез муллита, составляет 0,47. Энергия активации образования муллита, рассчитанная на основе дериватографических кривых, составляет: 960 кал/г.

Энергия активации дегидрооксидации цетлицкого каолина, измеренная методом Фрееманн Каролл, составляет 99,8 кал/г. Метод Фрееманн—Каролла может применяться в том случае, когда один из продуктов реакции находится в газообразном состоянии. Значение порядка реакции на основе дериватографических испытаний составляет в первом периоде активации 1, во втором — 0, а в третьем изменяется от 0 до 0,5. Если в ходе реакции, значение превысит 0, 5, наряду с муллитом образуется также корунд, если  $R > 0,42$ , то в системе содержится фаза  $SiO_2$  в форме кварца, кристобаллита, или же в аморфном состоянии.

*Löcsei, Béla: Neue Angaben zum Reaktionsmechanismus  $AlF_3$ —Kaolinit.*

Die Wichtigkeit der Mullitsynthese aus keramischer Hinsicht gesehen motiviert das Studium der Entstehung des Mullits unter verschiedenen Verhältnissen. Die Untersuchung ergab, daß aus dem Gemisch von 39,5%  $AlF_3$  und 60,5% Kaolins bis zur Temperatur von 1150° Mullit entsteht, wenn das Prüfmaterial im Laufe der Wärmebehandlung den Gleichgewichtszustand in drei Aktivierungsabschnitten (550—600, 700—750, 900—950°) erreicht, resp. sich ihm annähert. In solchem Falle erreicht die Zusammensetzung annähernd die Stöchiometrie:  $2 Al_2O_3 \cdot SiO_2$ . — Im  $AlF_3$ —Kaolinit-

System ist die Mullitbildung eine Funktion der Aufheizungsgeschwindigkeit. Der Mechanismus läßt sich durch das Mengenverhältnis (R) des aus dem System in Form von  $SiF_4$  entweichenden Fluors kennzeichnen. Der Wert von R ist im Falle eines Thermogradienten, der die Mullitsynthese sichert, 0,47. Die Aktivierungsenergie der Mullitbildung ist, berechnet aufgrund von Derivatogrammen: 960 cal/g. Für die Dehydroxylation des zettlitzer Kaolins ergibt sich — mittelst der Freemann-Caroll'schen Methode — der Aktivierungsenergie-Wert 99,8 cal/g. Man kann die Freemann-Caroll Methode anwenden, wenn eines der Reaktionsprodukte Gasförmig ist. Der Wert der Reaktionsordnung ist — aufgrund von Derivatogrammen — im ersten Aktivierungsabschnitt 1, im zweiten 0, im dritten befindet sich der Wert zwischen den Grenzen 0 und 0,5. Übersteigt im Laufe der Reaktion der Wert des R 0,5, dann entsteht neben Mullit auch Korund; ist R größer als 0,42, dann erscheint im System auch eine  $SiO_2$ -Phase, in der Form von Quarz oder Cristobalit, oder aber in amorphem Zustand (S. G.).

*Löcsei, Béla: New Data on the Mechanism of the Kaolinite —  $AlF_3$  Reaction.*

39.5%  $AlF_3$ —60.5% kaolinite were mixed, heated to different temperatures using various heating rates, and mineralogical and chemical compositions of the products analysed. Three activation intervals were observed, in the ranges 550—600, 700—750 and 900—950°C. If the mixtures reach or approach equilibrium in these intervals during heating, mullite of almost 2:1  $Al_2O_3$ : $SiO_2$  ratio is formed. The mechanism of mullite formation in  $AlF_3$ —kaolinite mixtures is determined primarily by the heating rate and can be well characterized by R, the ratio of fluorine leaving as  $SiF_4$ . In case of optimum heating rate  $R = 0.47$ ; if it exceeds 0.5, corundum, if it is less than 0.42, a  $SiO_2$  phase (quartz, cristobalite or amorphous) will form beside mullite. Activation energies of mullite formation and kaolinite dehydroxylation are 960 and 99.8 cal/g, respectively, as determined by the Freeman-Carroll method from derivatograph data. This method enables the determination of activation energies even in cases where one of the products is a gas. The order of reactions in the first, second and third activation intervals are one, zero and 0.0—0.5, respectively.

## AZ ÉPÍTÉSÜGYI TÁJÉKOZTATÁSI KÖZPONT KÜLFÖLDI LAPSZEMLÉJE

### CEMENT

1966. 6. sz.

*Kalugin, Ju.—Neszvizszkij, O.: A gépi berendezések megbízhatósága és időállósága (p. 1—2.)*

A cementipar előtt álló feladatokat csak úgy lehet teljesíteni, ha az érdekelt üzemek az eddiginél jobb minőségű cementipari berendezéseket szállítanak. A kemence és malomtestek készítéséhez M16C minőségű martinacélt kell alkalmazni. VSzT-3 minőségű acél alkalmazásakor a tervezők kénytelenek a kemence falvastagságát növelni, aminek következtében nő az egész berendezés súlya, s ezért növelni kell a görgők és az alapozás teherbíróképességét. Ha a nyers- és cementmalmok páncélatához mangántartalmú acélt használnak, az acélszükséglet felére — harmadára csökken. 1965-ben a rossz minőségű acél felhasználása következtében 1 t cement őrléséhez 1,8 kg golyót

használtak fel, a cilpebszek tekintében ennél is rosszabb a helyzet. Ezért arra lenne szükség, hogy az eddig 15 helyett 1—2 üzemben állítsák elő az évi 50—75 ezer t cilpebszet. Javítani kell a kemenceket görgőinek, és a láncczónában felfüggesztett láncoknak a minőségét is.

*Volkonszkij, B.—Stejert, N.: Földren-gésveszélyes vidékek építkezéseinek cementje (p. 3—4, t. 1, á. 1.)*

A cementek húzószilárdsága 15—20-ad része a nyomószilárdságnak. Ez az arány lényegesen javítható, ha a betonhoz polivinilacetát latex-, vagy epoxidgyanta-emulziót adagolunk. Ezek hatására a hajlítási szilárdság, a GOSZT 310—51 szerint vizsgálva, többszöröse nővekszik, 10%, 2,5—5  $\mu$ -os részecskéket tartalmazó polivinil-acetát adagolás hatására 6 hónapos korban eléri a 187 kp/cm<sup>2</sup>-értéket. Az ilyen betonok rugalmassági modu-

lusa, korrózióállósága és lökészerű igénybevétellel szemben való ellenállóképessége is növekszik, így kiválóan alkalmasak a földrengés veszélyes vidékeken folyó építkezésekhez.

*Zsukov, Ju. és társai: A salakportlandcementek bázikus aktivitása (p. 4—6, t. 1, á. 3.)*

Megállapították, hogy a 40% salakot tartalmazó portlandcement szilárdulása során a folyadékfázis egyensúlyi alkálikoncentrációja lényegesen kisebb, mint az azonos alkáli-tartalmú tiszta portlandcementé. Ennek következtében a salaktartalmú próbatestek duzzadása a kisebb mértékű. Az adatok alapján megállapították, hogy a tiszta portlandcementek alkália-tartalmának megengedhető felső határa 0,6, a salakportlandcementeké pedig 1%.

(Folytatása a 352. oldalon)



## 1. Bevezetés

A hőszigetelő anyagoknak a kis hővezetési tényezőn kívül számos egyéb tulajdonsággal kell rendelkezniük ahhoz, hogy alkalmazásra megfelelők legyenek. E tulajdonságok közül legfontosabbak: a szükséges mechanikai szilárdság, a fizikai és kémiai stabilitás az alkalmazás hőmérsékletén, a nedvesség behatás elleni védettség és a gazdaságosság. A különböző hőszigetelő anyagok a kívánatos tulajdonságokkal más-más mértékben rendelkeznek. A zárt pórusú műanyaghabok (100°C alatti hőmérséklet tartományban) például számos kedvező tulajdonságuk ellenére ma még nem minden területen gazdaságosak.

A szilikátbázisú hőszigetelő anyagok: könnyű kerámiai idomok, adalékos és sejtbetonok, szálas szigetelőanyagok stb. vízfelvétele igen nagy. Ez alól csupán a habüveg képez kivételt, amely viszont bonyolult technológiája és magas önköltsége miatt csak lassan terjed a gyakorlatban.

A fenti okokkal magyarázható az a körülmény, hogy leggyakrabban olyan szigetelések készülnek, amelyben a hőszigetelést, a nedvesség elleni védelmet és a mechanikai védelmet különböző anyagok és szerkezetek együttes alkalmazása révén érik el. Jó példa erre a földre fektetett hőtávvezeték, ahol a hagyományos módon üveg- vagy ásványi gyapot szigeteléssel burkolt csővezeték tégla vagy vasbeton védőcsatornával veszik körül, a védőcsatorna vízszigetelését hagyományos módon külön vízszigetelő rétegekkel oldják meg. Az eljárás igen munka- és anyagigényes, költsége ezért rendkívül magas, 3500—7500 Ft/folyóméterenként.

Az építészeti szigeteléseknél elterjedt adalékos könnyűbetonok (perlitbeton, keramzitbeton stb.) legjelentősebb hátrányai nedves technológiájukból és kiszáradás után is jelentékeny vízfelvételükből adódnak.

Az önmagukban jelentékeny porozitású és nagy vízfelvételű könnyűbeton-adalékok szigetelőipari felhasználásában gyökeres fordulatot jelent a szerves vízzáró és víztaszító anyagok (bitumenek, szurkok, műanyag diszperziók stb) kötőanyagként való alkalmazása szigetelő masszák formájában (1,2). Ezek közül a legnagyobb jelentőségre a bitumenperlit emelkedett, amelyet egyre növekvő mennyiségben alkalmaznak építkezéseinken.

A bitumenperlit — számos műszaki és gazdaságossági előnyt biztosít a hagyományos szigetelési megoldásokhoz viszonyítva — bizonyos vonatkozásokban még nem kielégítő. A duzzasztott perlit mint ismeretes, igen csekély önszilárdságú, ezért a keverék készítésénél jelentékeny az elmorzsolódás. Ez a körülmény tetemesen növelheti a fajlagos perlit szükségletet. A perlitet finom szemszerkezete és viszonylag nagy fajlagos felülete (50—200 cm<sup>2</sup>/g)

miatt igen nehéz a bitumennel homogén keverékké alakítani. A bitumenperlit massa inhomogenitása a szilárdsági és a vízfelvételi jellemzők inhomogenitásához, ill. leromlásához vezet. A bitumen kötőanyag jó nedvességzárása, kedvező tapadása és melegen formázhatósága mellett néha nehézségeket okoz hátrányos reológiai viselkedésével, amely koloid anyagszerkezetével kapcsolatos.

A bitumenperlitnél kedvezőbb szilárdságú és vízfelvételű, egyenletesebb minőségben előállítható hőszigetelő massa kidolgozása szempontjából figyelmünk a duzzasztott agyagkavics, a keramzit felé irányult.

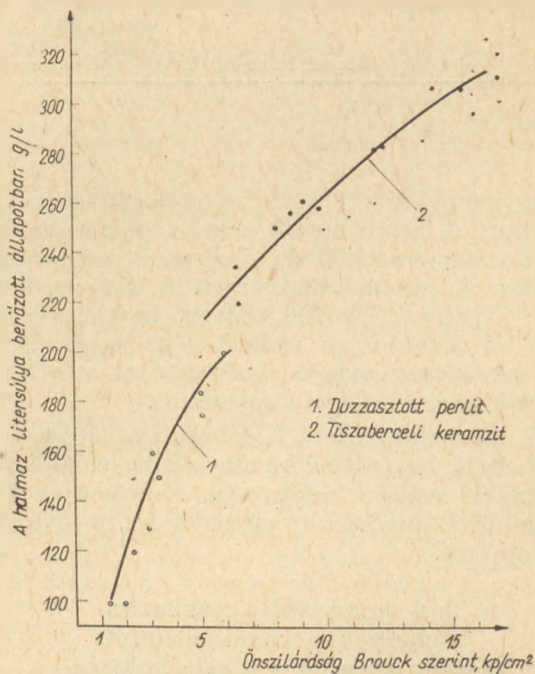
## 2. A duzzasztott agyagkavics legfontosabb fizikai jellemzői és azok módosítása szigetelőmassza-készítés szempontjából

A duzzasztott agyagkavics technológiáját Magyarországon dr. Albert (3,4) dolgozta ki. Igen kedvező eredményeket ért el a mezőtúri, de különösen a tiszaberceli anyagoknál, amelyek minden adalék nélkül 300, ill. 190—260 g/l halmaztérfogatsúlyúvá duzzaszthatók. A gyors felhevítéssel 1100—1150 fokon kiégetett granáliák térfogat-növekedésének szorzószáma 4,2—5,4 porustárfogat 82—92% vízfellevő képessége forralással 165—200%. Az ép granáliák vízfellevő képessége vízalatti tárolásnál sokkal kisebb mértékű és időben is lassúbb folyamat. A 48 órás vízfelvétel a telítettségi érték: 14—17%-a, a 240 órás a telítettségi érték: 24—28%-a. Ugyanezen granáliákból készített zúzalék vízfelvétele a fenti értékek 3—4-szerese. A jelenség oka az, hogy a granáliák felületén csaknem zárt, összefüggő „égetési kéreg” alakul ki, amely a granália pórusait lezárja. A  $d = 5—22$  mm szemnagyság és a fenti litersúlyok mellett a granáliák fajlagos felülete: 5—30 cm<sup>2</sup>/g. (a duzzasztott perlit fajlagos felülete: 80—160 g/l halmaztérfogatsúlynál 370—75 cm<sup>2</sup>/g.) A kis fajlagos felület és gömbszerkezet miatt várható, hogy a szerves vízzáró anyaggal való felületvédelem könnyen kialakítható, s ezzel a vízfelvétel mértéke tovább csökkenthető.

A készítendő massa minél kisebb vízfelvétele, és minél nagyobb szilárdsága érdekében ép granáliák felhasználásával minél „tömörebb” (kevesebb durva pórust tartalmazó) összetételt kell beállítani. Ebből a célból a granuláló csigaprés szájnyílását úgy módosítottuk, hogy végtermékként túlnyomórészt  $d = 5—22$  mm-es méretű, gömb szerkezetű duzzasztott agyagkavicsot nyerjünk. A tiszaberceli agyagból így gyártott termék és a duzzasztott perlit Brouck módszerével meghatározott önszilárdságértékeit a halmaztérfogatsúly függvényében az 1. ábra szemlélteti.

Az 1. ábra adatai alapján érthető az a gyakorlati tapasztalat, hogy a perlit 1,5—2,5, míg a duzzaszt-





1. ábra. A duzzasztott perlit és a tiszaberceli keramzit önszilárdsága Brouck szerint mérve

tott agyagkavics már 1,1–1,2 „bedolgozási tényezővel” feldolgozható szigetelő masszák készítésénél.

A szigetelőmassza-készítés első lépéseként előimpregnálást alkalmazunk, részben a vízfelvétel csökkentése, részben a kötőanyagként használt szurok, ill. bitumen egyenletesebb „nedvesítése” érdekében. Az előimpregnálás a keramzit gyártó gépsor utolsó készülékében, a hűtődobban hajtható végre, oly módon, hogy 1 m<sup>3</sup> agyagkavicsra számítva: 15–20 kg kőszénkátrányt porlasztunk a kb. 100–150°C hőmérsékletű granáliák felületére. A szemcsék és a kátrány hőmérséklet-különbsége miatt a pórusokban levő gázok lehűlnek. Az így fellépő szívó hatás folytán a szemcsék felületét beborító kátrányfilm a felületi mikro és makro repedésekbe, a nyitott felületi pórusokba való behatolásra kényszerül, és azok nagy részét lezárja. A hűtődob forgása a felületi bevonást nagymértékben elősegíti, de mert nyitott rendszer, a képződő gőzök eltávozása és a tűzveszély miatt üzemszerű alkalmazása nem lehetséges. (Az üzemszerű gyártáshoz szakaszos üzemű, zárt rendszerű, forgó dobos keverőt javasolunk, amelyben első fázisban az elő-

impregnálást, második fázisban a kötőanyag örleményével való homogénizálást kell végrehajtani.)

Az előimpregnált granáliákat a beállítandó anyagjellemzőktől — térfogatsúly, szilárdság, hővezetési tényező, vízfelvétel stb. — függő mennyiségi arányban szurok, ill. bitumen  $d < 1$  mm finomságú örleményével kell összekeverni, majd lehűlés után zsákolni.

A keveréket az építési helyszínen, arra alkalmas fűthető keverőben 160–180°C-ra felmelegítve kell képlékeny állapotba hozni, a szigetelendő felületre melegen felhordani és tömöríteni.

A kötőanyag minőségi és mennyiségi befolyását, valamint az előállítható szigetelő masszák műszaki jellemzőit a 3. fejezet ismerteti.

### 3. A kötőanyagok és a masszák műszaki jellemzői

Kötőanyagokkal szemben támasztott legfontosabb követelmények a következők: örölhetőség szobahőmérsékleten, megfelelő szilárdság 60–80°C-ig, magasabb hőmérsékleten (kb. 160–180°C) híg cseppfolyós állapot, kedvező tapadási tulajdonságok, vízben való oldhatatlanság és vízzáró képesség, időjárás behatásoknak való ellenálló képesség és olcsó ár. E követelmények együttesét a kőszénkátrányszurok és bizonyos fajta bitumenek elégítik ki legjobban.

A kialakított szigetelő masszától alaktartást és bizonyos szilárdságot várunk, (lehetőleg minél nagyobb hőmérsékletig) ezért rendkívül fontosak a kötőanyagok reológiai, — azaz folyási, erőhatás alatt végbe menő alakváltozási, deformációs — tulajdonságainak ismerete és figyelembevétele.

A masszákészítés technológiája és a kész massa jó minősége hasonló követelményeket támaszt a kötőanyagokkal szemben. A szilárdság és alakállóság minél keményebb, azaz lágyuláspontig minél kisebb penetrációjú és minél kisebb duktilitású kötőanyaggal biztosítható. Ugyanezen tulajdonságok a minél magasabb töréspont követelményével kiegészítve kedvezőek az örölhetőség szempontjából is. Zakar—Mózes(5) mérései alapján az 1. táblázatban összeállítottuk néhány szurok és bitumen reológiai jellemzőit az örölhetőség adataival kiegészítve.

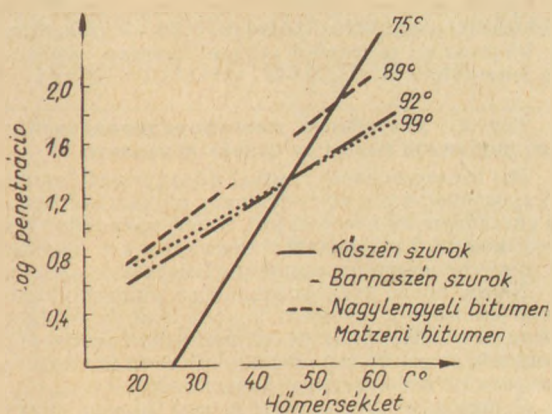
Az 1. táblázatban 3, 4, 5, 6. sorszámmal jelölt bitumenek az ún. szurokszerű, brikettipari bitumenek azok, amelyek kísérleteink szerint is a leg-

Néhány szurok és bitumen reológiai jellemzői, örölhetősége

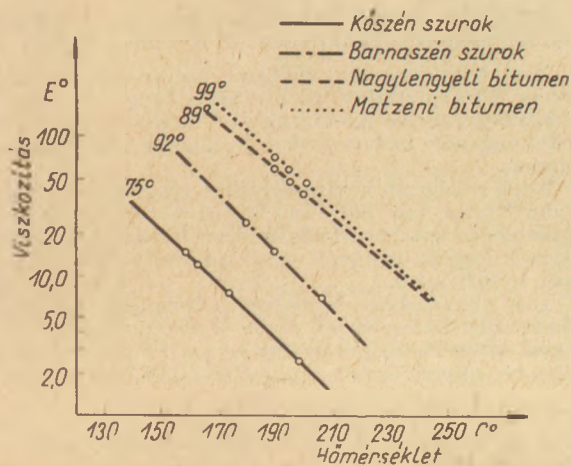
1. táblázat

Sorszám	A kötőanyag megnevezése és eredete	Penetráció 25°C-on	Lágyuláspont °C	Töréspont °C	Plasticitás hőfokköze °C	Örölhetőség
1.	Pécsi kőszénzsurok	1	75	+20	55	Igen jól
2.	Dorogi barnaszénzsurok	6	82	+19	63	Igen jól
3.	Nagylengyeli deszt. bitumen	8	92	+11	81	Igen jól
4.	Nagylengyeli fúvatott A. bitumen	12	89	+6	83	Jól
5.	Matzeni fúvatott bitumen	11	75	0	75	Igen
6.	Nagylengyeli fúvatott B. bitumen	16	84	0	84	Igen
7.	Nagylengyeli fúvatott C. bitumen	26	110	-12	122	Nem





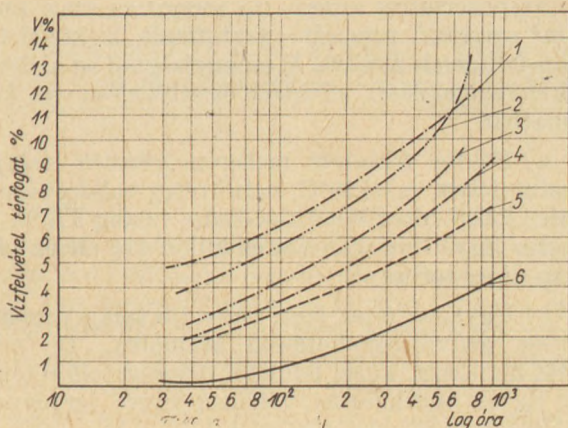
2. ábra. A kötőanyagok viszkozitás-hőmérséklet függvénye



3. ábra. A kötőanyagok log (penetráció)-hőmérséklet függvénye, különböző töréspontú anyagoknál

alkalmasabbak a szigetelő masszák kívánatos használati tulajdonságainak biztosítása szempontjából.

A bedolgozhatóság céljából felmelegített massa viselkedését, a kötőanyag egyenletes szétoszlását és a bedolgozhatóság hőmérséklet-tartományát a kötőanyagok viszkozitás-hőmérséklet görbéivel lehet jellemezni (2. ábra). A lágyuláspont hőmérséklete alatt a penetráció — hőmérsékletgörbék adnak lehetőséget összehasonításra (3. ábra).



4. ábra. A bitumenperlit és néhány TKSZ massa vízfelvételi görbéje. (A görbék számozása a 2. táblázat sorszámainak felel meg)

A 2. ábra és 3. ábra összehasonlításából kitűnik, hogy a lágyuláspont alatt legkeményebb szurok nagy hőmérsékleten a legkisebb viszkozítású, s ezért perlit vagy keramzit granáliák felületi bevonásánál igen hatásos, a bitumeneknél kedvezőbb. Ezért eddigi kísérleteinket elsősorban kőszén-szurok és brikettipari bitumenek felhasználásával végeztük el.

Néhány, keramzit-szurok massa-összetételből kialakított próbatest és bitumenperlit műszaki jellemzőit a 2. táblázat foglalja össze.

A 2. táblázatban ismertetett szigetelő masszák vízfelvételi görbéit a 4. ábra szemlélteti. A vízfelvételi kísérleteket szobahőmérsékleten, fokozatos elárasztást követő, 50 mm magas vízoszlop alatti tárolás formájában végeztük el, módosított volumenométerben.

A masszák szilárdságát 20 cm élhosszúságú kocka alakú testeken, gipszes simító rétegek alkalmazásával határoztuk meg. A bitumenperlittel összehasonlítva kb. azonos szerveskötőanyag-tartalom mellett az alábbi értékeket kaptuk:

Bitumenperlit  $\gamma$  ( $= 350-420 \text{ kg/m}^3$ ): 2—5 kp/cm<sup>2</sup>)

T. Keramzit-bitumen (TKB) =  
 $\gamma = 350-420 \text{ kg/m}^3$ : 4—8 kp/cm<sup>2</sup>

T. Keramzit-szurok (TKSZ), =  
 $\gamma = 350-500 \text{ kg/m}^3$ : 6—9 kp/cm<sup>2</sup>

2. táblázat

A bitumenperlit és a tiszaberceli keramziból készített masszák műszaki jellemzői

Sor-szám	A massa összetétele, megnevezése	Térfogatsúly kp/m <sup>3</sup>	Szerves kötőanyag-tart. s. %	Térkitöltés %				Vízfelvétel, 100 óra v %	Hővezetési tényező kcal/m <sup>2</sup> °C		
				Anyagok		Légpórusok			száraz állapotban	100 órás nedv.	
				szil-kát	szerves	finom	durva				összes
1.	Bitumenperlit	420	50	8,1	2,0	71,9	—	71,9	6,5	0,085	0,112
2.	Tiszaberceli keramzit tisztán	250	0	9,6	0	65,0	25,4	90,4	5,8	—	—
3.	T. keramzit kátránnyal előimpregnálva	280	10	9,7	2,3	66,0	22,0	88,0	4,3	—	—
4.	T. keramzit előimpregnált szurokkal kötve	350	20	10,8	6,4	73,0	9,8	82,8	3,5	0,080	0,091
5.	TKSz-1	380	33	9,8	11,4	65,2	13,6	78,8	3,1	0,084	0,092
6.	TKSz-3	480	50	9,3	22,0	64,0	4,7	68,7	0,9	0,092	0,093



Az ismertetett eljárás (6) szerint ez ideig kb. 50 m<sup>3</sup> szigetelő masszát gyártottunk le kísérleti üzemi feltételek mellett. E mennyiségből az alábbi kísérleti szigetelések készítése és értékelése van folyamatban:

a) Földbe fektetett melegvíz vezeték, talajvízszint felett,  $t_b = 120^\circ\text{C}$ , belső réteg salakgyapot zsinór, külső réteg  $d = 12\text{--}15$  cm vastag TKSZ-2 massa. Egyéb mechanikai és külön víz elleni védelem nincs tervezve.

b) Ugyanaz mint fent, nagyobb talajnyomással és nedvességbehatással számolva. 15 cm TKSZ-3-massza, külső felületén vízszigetelő réteg. Egyéb mechanikai védelem nincs tervezve.

c) Ipari csarnok lapos vb. födémének hőszigetelése  $d = 10$  cm vastag TKB-2, egyszerűsített vízszigetelés.

d) Padló alatti hőszigetelés nedves talajban mezőgazdasági épületekben, teherosztó vb. réteg alatt.

Az eljárás ipari bevezetése a kísérleti szigetelések értékelése után várható.

#### IRODALOM

1. *Entisz, M. G.*: Bitumóperlit. Proizvodstvo i primenie vszpacsennovó perlita. U. Sz. Sz. R. Kiev. 132—133.
2. *Dr. Deák Györgyné*: Bitumenkötésű perlit. ÉTI Tudományos közlemények 1966.
3. *Dr. Albert J.*: Szilikátechnik, 453—457 (1958).
4. *Dr. Albert J.*: Építőanyag, 9, 221—233 (1957).
5. *Zakar, P.*—*Mózes, G.*: Magyar Kémikusok Lapja 12, No 5 (1957).
6. *Dr. Tóth K.*—*Bakosi*: Magyar Találmányi bejelentés, 1966.

*Tóth Kálmán*: Keramzitbázisú több funkciós hőszigetelő massa kidolgozása.

A legjobban duzzadó hazai anyagokból (tiszaberceli és mezőtúri duzzadó agyagok) a technológia módosításával szigetelő-massza készítésére alkalmas félérték nyerhető.

A szemcséket előimpregnálás után 120—250 kg/m<sup>3</sup> kőszénkátránszurok, vagy brikettipari bitumen örléményével kell összekeverni, majd az építési helyszínen felmelegíteni és a szigetelendő felületre felhordani.

Az ismertetett eljárás a bitumenperlitnél kisebb vízfelvételi, nagyobb szilárdságú, 0,08—0,09 kcal/m. ó. fok hővezetési tényezőjű szigetelőmassza előállítását teszi lehetővé.

*Tom K.*: Разработка многофункциональной теплоизоляционной массы на основе керамзита.

Из отечественной глины, обладающей наибольшей способностью к вспучиванию (глины месторождения тиссаберцели и мезотури), путем изменения технологии может быть получен полупродукт, пригодный для приготовления изоляционной массы.

Зерна, после предварительного импрегнирования нужно смешать с пековым коксом или же продуктом помола битумена брикеточной промышленности (120—250 кг/м<sup>3</sup>), затем на строительной площадке подогреть и нанести на изолируемую поверхность.

С помощью описанного метода можно получить изоляционную массу с коэффициентом теплопроводности 0,08—0,09 ккал/м. час Ц° обладающего по сравнению с битумным перлитом пониженным водопоглощением и повышенной прочностью.

*Tóth, Kálmán*: Die Bearbeitung einer Wärmeisoliermasse mit mehreren Funktionen auf Keramsit-Basis.

Man kann aus den bestens anschwellenden heimischen Tonmaterialien (Schwelltone von Tiszabercel und Mezőtúr) durch Änderung der Technologie ein zur Herstellung von Isoliermassen geeignetes Halbfabrikat gewinnen.

Nach erfolgtem vorangehendem Impregnieren werden die Körner mit 120—250 kg/m<sup>3</sup> des Mahlguts von Steinkohlenteerpech oder Brikettierbitumen vermengt, an der Baustelle erwärmt und auf die zu isolierende Fläche aufgetragen.

Das beschriebene Verfahren ermöglicht die Herstellung einer Isoliermasse, deren Wasseraufnahme kleiner und deren Festigkeit größer ist als die des Bitumenperlits, bei einer Wärmeleitzahl 0,08—0,09 kcal/m. h. C°.

(S. G.)

*Tóth, Kálmán*: Polyfunctional Insulating Body on a Keramsite Base.

The Tiszabercel and Mezőtúr clays (which are the best expansive clays in Hungary) are suitable for the production of semi-products for insulating bodies. For this purpose the grains are pre-impregnated and mixed with 120—250 kg/m<sup>3</sup> of ground coal tar pitch or briquetting asphalt. This body can be applied for insulation after warming it on the building site. This method enables the production of a body having lower water absorption and higher strength as contrasted to the usual asphalt-bound perlite. The heat conductivity of the new materials is about 0.08—0.09 kcal/m. hr. °C.

(Folytatás a 348. oldalról)

#### CEMENT

1966. 6. sz.

*Lopatnikova, L.*—*Guszeva, V.*: Hogyan akadályozzuk meg a cement hamis kötését (p. 6—7, a: 2, b: 6.) A cementek hamis kötése akkor jelentkezik, ha dihidrát helyett  $\beta$ -félhidrátot tartalmaznak. A jelenséget sokan azzal magyarázzák, hogy a gyorsan oldatba menő félhidrát a folyadékfázis  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmával kalcium-aluminát-szulfát-hidrátot képez. Ez a magyarázat azonban nem helytálló, mert a folyamat kezdetén a folyadékfázis még nem tartalmaz  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t. Mikroszkópi vizsgálattal is kimutat-

ható, hogy a  $\beta$ -félhidrát részecskék először feloldódnak, majd 10—20 perc múlva dihidrát-kristályok jelennek meg. A folyamat befejezése után a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -kristályok megjelenése jelzi az alit-hidrátáció megjelenését, és ezzel egyidőben jelennek meg a klinker-részecskék körül a túszerű kalcium-aluminát-szulfát-hidrát-kristályok. A hamis kötést úgy akadályozhatjuk meg, ha a cementörlés során kiküszöböljük a  $\beta$ -félhidrát képződést. Ez csak a késztermék állandó ellenőrzése útján valósítható meg. Ennek legeelszerűbb módja a cement mikroszkópi vizsgálata, aminek segítségével az egyes CaSO<sub>4</sub>-módosulatók jól megkülönböztethetők egymástól.

*Lokot, A.* és társai: A klinkerégetési folyamat függése a nyersliszt granulometriai összetételétől (p. 7—8, t: 3, á: 1.)

A nyerslisztfinomság-ellenőrzés szokásos módszereit: a szitamara-dék és fájlagos felület meghatározása nem tükrözi a valóságnak megfelelően a nyersliszt diszperzitását, ezért a klinkerégetés során lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok csak a nyersliszt granulometriai összetétele segítségével írhatók le megfelelően. A szilárd fázisban lejátszódó klinkerképződési folyamatok főleg a 10  $\mu$  alatti, és a 10—50  $\mu$  nagyságú szemcsék mennyiségétől, illetve ezek egymáshoz viszonyított arányától függenek.

(Folytatás a 356. oldalon)



# A szilikózisveszély felszámolása az üvegcsiszoló üzemekben

K Á R P Á T I J U D I T — P I N K E R T A N D R Á S N É  
Országos Munkaegészségügyi Intézet, Budapest —  
Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Timár [1] leírása szerint a poroknak a légutakra és a tüdőre kifejtett hatását alapvetően a következő tényezők határozzák meg:

1. a porszemcsék nagysága,
2. a tüdőbe jutott por mennyisége,
3. az emberi szervezet védekező, alkalmazkodó képessége, egészségi állapota,
4. a por kémiai, fizikokémiai, ásványtani jellegzetessége.

*ad 1.* A belégzett levegőben levő nagyobb porszemcséket a felső légutak és a légső visszatarthatja, leválasztja. A 30  $\mu$ -nál nagyobb szemcsék az orrjáraton keresztül lélegezve gyakorlatilag egyáltalán nem jutnak le a mélyebb légutakba.

A száj és garat porleválasztó-képessége kisebb. Ha szájon át légzünk, a 10  $\mu$ -nál kisebb porok mind lejutnak a légsőbe.

A 10  $\mu$ -nál nagyobb porszemcséket a felső és középső légutak tartják vissza. Az 5  $\mu$  nagyságú porszemcséknek — orrlégzés esetén — kb. 50%-a jut le a légsőbe és a hörgőkbe, ahol nagyrésztük leválasztódik. A tüdőhólyagsáékig az 1  $\mu$  körüli szemcsék jutnak el és 90%-ban ott is maradnak.

Az ismert adatokból következik, hogy a foglalkozási tüdőbetegségek létrejöttében csak az 5  $\mu$ -nál kisebb szemcséknek van jelentősége. A károsodást elsősorban az 1  $\mu$  körüli és ennél kisebb szemcsék okozzák.

*ad 2.* A kóros elváltozás létrejöttében jelentősége van a tüdőben maradt por mennyiségének. Az 1  $\mu$  körüli porok 90%-a a tüdőben marad, a 0,3—0,5  $\mu$ -osaknak 45%-a. A megfigyelések szerint a 0,1—3  $\mu$  szemcsenagyságú kvarcreszecskek károsító hatása a legkifejezettebb. Ezek mennyiségével arányos a károsodás mértéke és gyorsasága.

*ad 3.* A szervezet védekező- és alkalmazkodó képessége abban nyilvánul meg, hogy igyekszik a légutakba került port eltávolítani. A nyálkahártyák által termelt nyákszerű váladék a csillószőrök mozgása következtében állandóan a száj felé áramlik, és a mélyebb légutakból a légsőbe szállítja a nyálkahártyán megtapadt port.

A mélyebbre, a tüdőhólyagsáékba jutott por nagy részét a hólyagsáék falát fedő hámsejtek, az ún. falósejtek bekebelezik, majd porral megtelve leválnak a hólyagsáca faláról és annak üregében helyezkednek el. Innen a hólyagsáca falát borító vékony folyadék réteg áramlása, melyet a tüdőhólyagsáéknak a légzéssel szinkron tágulása és ellazulása tart fenn, szállítja a porral teli falósejteket a csillószőrrel borított nyálkahártyára, ahol a már leírt eliminálási mechanizmus érvényesül, melynek végén a légsőből köhögés útján távozik el a por a szervezetből.

A csillószőrök és a nyákréteg 5—15 mm/perc szállító sebességű futószalagnak tekinthető, amely a legmélyebb légutakból is kb. 1 óra alatt felszálítja a porrészecskéket a szájüregig.

A tüdő és a légutak por-elimináló képességét azonban néhány tényező kedvezőtlenül befolyásolja. Ezek többsége a szervezet egészségi állapotával van összefüggésben. A tisztító funkciót csökkenti továbbá, ha a por nagy mennyiségben kerül a légutakba. A szállítórendszer nem képes azt megfelelő gyorsasággal eltávolítani és az ismétlődő porbelégzés nyomán a por a légutakban és a tüdőben felhalmozódik. Egyes porok — ilyen a kvarc is — károsítják a csillóhámot és rontják az öntisztulás effektusát.

*ad 4.* A tüdőhólyagsáékban maradt por, amely a belélegezettnek csak kis hányada, a tüdőszövetbe kerül, és itt jut érvényre a kvarepor sajátos, kedvezőtlen hatása. A kvareporral telt sejtek körül jellegzetes szöveti reakció indul meg, apró, tömött hegszövetből álló csomó keletkezik. A sejtek a nyirokutakon keresztül a nyirokcsomóig vezet az útja, közben azonban fokozatosan megbetegszik az érintett nyirokutak fala, majd maga a nyirokcsomó is. Itt is megindul a kötőszövet felszaporodása az ép tüdőszövet rovására. Tudnunk kell, hogy ez a kötőszövet teljesen értéktelen, rugalmatlan, zsugorodásra hajlamos hegszövet, mely tönkreteszi az útjába kerülő hólyagsáékat, összeszorítja, elzárja a hörgőket, a vérereket. A progrediáló folyamat egyre inkább beszűkíti a légzőfelületet. Ez a kórkép a szilikózis, melyhez rendszerint a keringési rendszer megbetegedései társulnak.

A leírtak alapján a szilikózisveszélyt az 5  $\mu$ -alatti kvarctartalmú szállópor okozza.

Az üvegcsiszolóiparban korábban homokkőkorongokat és homokot használtak a csiszoláshoz. Mindkét anyag nagy — 90% feletti — kvarctartalma alátámasztja az észlelt szilikotikus megbetegedéseket. Ebben az időben a szilikózisveszély az iparág jellemzője volt. Megváltozott a helyzet amikor az alumíniumoxid és szilíciumkarbid bázisú, ún. „műkö” korongok kiszorították a „természetes” köveket. 1959-ben, amikor hazánkban először az OMI [2] felméréseket végzett az üvegcsiszolók körében, már csak a homokot felhasználó síküveg- és durvacsiszoló üzemekben állapítottak meg szilikózisveszélyt. Az öblösüveg- és finomcsiszoló üzemek teljes egészében rátertek a Gránit gyártmányú műkövek alkalmazására. Utóbbinak csak a kötőanyaga tartalmaz kis mennyiségű (10% alatt) kvarcot. Hosszas megfigyelések igazolták, hogy a műköves csiszolás szilikózis kifejlődéséhez nem vezet (Timár, Mándi 3). Maga a csiszolószemcse, a karborund és korundpor belégzése szilikózist nem okoz [1]. Ezért nem érinti tárgyalásunk az optikai üvegcsiszolókat, mert ott mindig kvarcmentes csiszolóanyagokkal dolgoztak.

A síküvegcsiszoló üzemekben, az üvegyári durvacsiszoló üzemekben azonban a homok jelenléte folytán fennáll a szilikózisveszély. Felmerült



azonban a kérdés, lehet-e ott egyáltalán porképződésről beszélni és hogyan haladhatja meg a porképződés mértéke a határkoncentrációt [4] (200 db/cm<sup>3</sup>), ahol a megmunkálás nedvesen történik. A koniméteres szállópormérések tanúsága szerint azonban műszeresen kimutatható volt a szállópor jelenléte a munkahelyek levegőjében. Ennek mértékéről az 1. táblázat eredményei tájékoztatnak.

1. táblázat

Homokot használó síküvegcsiszoló üzem egyes munkahelyeinek porterhelése

Mintavétel helye	Porterhelés középértéke, db/cm <sup>3</sup>
Durva homokot felhasználó vaskorongnál	271
Középfinom homokot felhasználó vaskorongnál	528
Finom homokot felhasználó vaskorongnál	271

A homokos csiszolás munkamenete a következő: a függőleges tengely körül forgó vaskorongra felső elhelyezésű tartályból iszapolt homok és víz keveréke csorog, mely a centrifugális erőhatás következtében vékony filmként szétterül a korong horizontális felületén (I. ábra). Amikor a csiszolandó üveget erre a felületre rászorítják, a homokszemcsék koptató hatást fejtenek ki. Eközben természetesen maguk is aprózódnak. A tárgy rászorítása helyén érintőleges irányban vágódik le a víz és porcsóva a vaskorongról. Egy 400/perc fordulatszámú korongon 14,6 m/mp a kerületi sebesség érfeke, ezért a víz porlasztásának mérve oly nagyfokú, hogy a porcszemcsék a vizes közegtől teljesen tüggelenné válhatnak. A vízcsóva a csiszológép peremének ütközik, a víz az oldalfalon lecsurog, a még benne levő, önálló mozgási energiájú szilárd részecskék szabadabbá válnak. Ily módon a nedves megmunkálás ellenére több lehetősége is van a szállópor-képződésnek.



1. ábra. Pohárperem csiszolása vaskorongon

A csiszolóüzemek adottságait figyelembe véve a műszaki porelhárítás lehetőségei rendkívül korlátozottak. Ügyszólván egyetlen lehetőségként kínálkozott, hogy a homokot más, kvarcban szegényebb vagy kvarcmentes csiszolószemcsével helyettesítsük.

Erre a célra a Mosonmagyaróvári Timföldgyár által előállított KA- és KB-jelű korundszemcse látszott a legalkalmasabbnak szemcseméreténél, koptató hatásánál és keménységénél fogva. Az első kísérleteket az Építő Vegyipari Gyártó Vállalat Üvegcsiszoló Üzeme végezte el. Megállapítást nyert, hogy ez az egészségre ártalmatlan koptatószemcse technológiailag is bevált, sőt lényegesen magasabb beszerzési ára ellenére sem növeli az önköltséget, mert kevésbé kopik, mint a homok és így többször felhasználható.

Az egészségvédelmi, technológiai és gazdasági szempontból egyaránt kedvező kísérletek alapján javasolta az OMI az ÉM Szilikózis Bizottságának a korund széles körű bevezetését az üvegcsiszoló iparban. Az ÉM Szilikózis Bizottsága, miután a Tokodi Üveggyár kísérletei a korábbiakhoz hasonlóan kedvező eredménnyel zárultak elrendelte a homoknak korundszemcsével való helyettesítését az üvegcsiszoló üzemekben.

Ennek a határozatnak a nyomán került sor a SziKKT 1966. évi vizsgálataira, melyek célja:

- a) a szilikózis bizottsági határozat végrehajtásának ellenőrzése,
- b) a korundfelhasználás nyomán képződő szállóporterhelés meghatározása,
- c) a még meglévő esetleges hiányosságok megszüntetésére vonatkozó javaslatlattétel.

### Mérések és eredmények

1966-ban a Tokodi Üveggyár, a Salgótarjáni Öblösüveggyár, a Parádsasvári Üveggyár, az Ajkai Üveggyár durvacsiszoló üzeimiben és a Salgótarjáni Síküveggyár homályosítójában tartottunk portméréseket. Ennek során a kijelölt csiszolók légzési zónájában 2—3 óra hosszat mértünk 10—12 perces mintavételi frekvenciával.

2. táblázat

Korundszemcsét használó üveggyári durvacsiszolók légzési zónájának porterhelése

Mintavétel helye	Porterhelés középértéke, db/cm <sup>3</sup>	5 μ-nál kisebb szemcsék %-a
<i>Tokodi Üveggyár</i>		
Vaskorong I. ....	229	97,2
Vaskorong II. ....	285	98,4
<i>Salgótarjáni Öblösüveggyár</i>		
Vaskorong I. ....	359	93,2
Vaskorong II. ....	404	96,8
<i>Parádsasvári Üveggyár</i>		
Vaskorong I. ....	432	98,0
Vaskorong II. ....	362	96,4
<i>Ajkai Üveggyár</i>		
Vaskorong I. ....	599	98,3
Vaskorong II. ....	568	97,4



Röntgen diffraktométeres kvarctartalom-vizsgálatot végeztünk a helyiségekben gyűjtött, ülepedett pormintából. Az ülepedett por összetétele ugyanis nemcsak a pillanatnyi helyzetről ad felvilágosítást, hanem a geológiai rétegződéshez hasonlóan elárulja, hogy esetenként nem alkalmaztak-e mégis homokot a csiszoló üzemekben.

A vizsgálati eredményeket a 2. számú táblázat tartalmazza.

Az ülepedett porminták elemzése 1—2% kvarctartalmat mutatott, ami arról tanúskodik, hogy homokot még időszakosan sem alkalmaztak.

### Értékelés

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy az üvegyárak csiszoló üzeimeiben megvalósult az *ÉM Szilikózis Bizottság határozata*, mely a homok csiszolószemcse korund-, illetve szilíciumkarbid-szemcisével való kicserélését írja elő. Az új anyag alapvetően megváltoztatta a csiszolóüzemek higiéniés helyzetét, megszüntette a szilikózisveszélyt. Ez a tény észrevehetően kedvezőbb a szakember-utánpótlás szempontjából.

Az elmondottak alól egyetlen kivétel a *Salgótarjáni Síkúvegyár homályosítója*, ahol még mindig homokot használnak. A gyűjtött homokminta analízise 50% feletti kvarctartalmat mutatott. Az átlagos porterhelés, miközben a dolgozó a gép közelében tartózkodott, homokot sepett a nemezlapról, homokot lapátolt, szitált vagy betöltött, 1692 db/cm<sup>3</sup> volt. A maximális porterhelést — 2490 db/cm<sup>3</sup> — a gumisablon eltávolítása közben észleltük.

Az észlelt, rendkívül magas porterhelés a műszaki védelem fokozásán túl felveti annak a kérdésnek a megvizsgálását, miért nem alkalmazható itt is a korundszemcse és ha a korundot technológiai szempontok esetleg kizárják, milyen más, kvarcmentes vagy kvarcban szegényebb koptatószemcisével lehetne a homokot — ezáltal a szilikózisveszélyt — ezen a munkahelyen is kiküszöbölni.

A korundos csiszolás közben mérhető szállópor mennyiségéről az 2. táblázat vizsgálati adatai adnak felvilágosítást. Ezek jelzik, hogy a munkahelyi porkoncentráció a korundra érvényes előírásokon [5] — 1000 db/cm<sup>3</sup> — belül van.

A vizsgálat idején új parádsasvári és ajkai csiszolóüzem sokkal tetszetősebb képet nyújtott, mint a régi üzemek, pl. a salgótarjáni öblösüvegyári (2. és 3. ábra). Annál sajnálatosabb, hogy az ajkai üzem máris túlszűfoltnak hat. Valószínűleg ezért is mértek Ajkán a legmagasabb porterhelést.

A porkoncentrációt lehet tovább csökkenteni. Erre szolgálnak azok a szellőztető rendszerek, melyek a fűtés és szellőzés problémáját összevonva, légfűtéssel kívánják megoldani. A felső melegítő-befúvás és a padlóelszívás porzácsökkentő hatásáról újabb vizsgálatok útján fogunk meggyőződni.

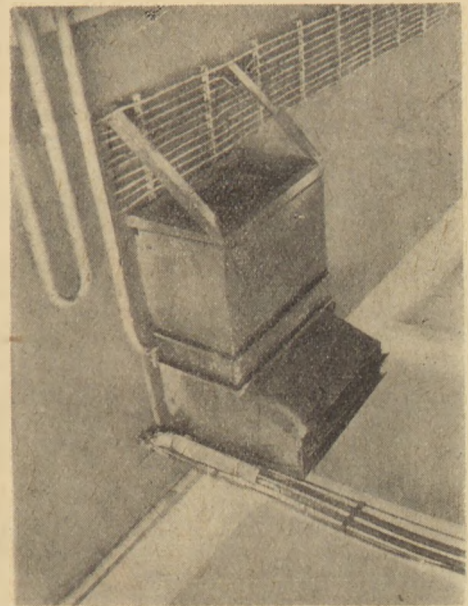
A Műszaki Üvegipari KTSZ és a Salgótarjáni Öblösüvegyár berendezéseinek tanulmányozása adalékokkal szolgálhat a poros üzemek általános szellőztetéséhez. Az üvegsziszoló üzemek szilikózis-



2. ábra. Ajkai Üvegyár. Durvacsiszó üzem



3. ábra. Salgótarjáni Öblösüvegyár. Durvacsiszó üzem



4. ábra. Recirkuláló rendszerű termoventillátor az ajkai csiszoló üzemben

problémája azonban — légtechnikai megoldások nélkül — már rendeződött.

Több üzemben találtunk — hacsak kis számban is — homokkőkorongot, ahol a szállóporképző-



dés a határérték (200 db/cm<sup>3</sup>) fölé emelkedik. Célszerű lenne ezeknek a magas kvartertartalmú köveknek fokozatos kicserélése műkőkorongokkal.

Minden üvegyárban megoldották az izapolt korundszemcsés *duőgöbefurást*. Egészen biztos ezek után, hogy a Salgótarjáni Öblőüvegyárnak sem okoz majd nehézséget, hogy elálljon a homok használatától ennél a műveletnél.

A kedvező tapasztalatok ellenére is azt kell mondanunk az üvegiszoló üzemekről, hogy poros üzemek. Ehhez még hozzátesszük, hogy a beégetőkkel és szárítókkal közös légtérben való elhelyezés gáznemű légszennyeződéssel jár. Ezen szempontok alapján nem helyesljük, hogy az új üvegiszoló üzemekben *recirkuláltató rendszerű termoventillátorokat* helyeztek el frisslevegő vételi lehetőség nélkül (4. ábra).

Ezeknek a hiányosságoknak a kijavítása, megszüntetése csak javítana azon a különben kedvező összképen, mely üvegiszoló üzemekben az utóbbi években kialakult. Az a *szerezett összefogás*, melyet ebben a kérdésben miniszteriális szervek, a Szakszervezet, kutató intézetek és maguk az érdekelt vállalatok tanúsítottak, *eredménnyel járt: üvegiszoló üzemekben a szilikózisveszély megszűnt*.

## IRODALOM

- [1] Kárpáti J., Serege S., Timár M., Torbágyi T.: A munkahigiénés pormérés módszerei. OTKI. Budapest, 1966.
- [2] Kárpáti J.: OMI Tudományos Tanácsülés. Beszámoló. Budapest, 1959.
- [3] Timár M., Mándi A.: Személyes közlés.
- [4] Timár M.: Munkavédelem. 1, 1—2. 27. (1955).
- [5] Általános Balesetelhárító és Egészségvédő Óvrendszabály. Tánácsics Kiadó. Budapest, 1966.

Kárpáti Judit — Pinkert Andrásné: A szilikózisveszély felszámolása az üvegiszoló üzemekben.

Капнаму Ю.—Пинкерт А.: Устранение опасности силикоза в шлифовальных цехах стекольной промышленности.

Kárpáti, Judit—Frau András Pinkert: Liquidierung der Silikosegefahr in der Glasschleiferei.

Kárpáti, Judit—(Mrs.) Pinkert, Andrásné: Elimination of Silicosis Danger in Glass Grinding Shops.

(Folytatás a 352. oldalról)

### CEMENT 1966. 6. sz.

Anikeeva, T. és társai: A forgókemencek hőmérsékleti viszonyainak hatása a klinker kristályszerkezetére (p. 9—11, t: 1, á: 5.)

A zsugorító zónának a kemencefej irányában való eltolódása és rövidülése hatására növekszik a klinkerben a kisméretű (3—5 mm) frakció aránya, ellenkező előjeli változás hatására a szemszerkezetváltozás is ellentétes irányú. Mivel az alit- és belit-kristályok mérete nagymértékben függ a klinkerszemnagyságtól, a zsugorító-zóna helyzetével a kristályszerkezet is befolyásolható. A kemence hőmérsékleti viszonyai a klinkerásványok keménységét is befolyásolják. A legkeményebb alit-kristályokat és közbelső fázist rövid, és a kemencefejhez közelfekvő zsugorító-zóna esetén 10—20 mm-es klinkerszemcsék képződésekor kapják.

### BAUSTOFFINDUSTRIE

1966. 12. sz.

Förschmann, H.: Beton kombinált meleglevegős és gőzöléses hőkezelése (p. 304—366, á: 4, t: 1, b: 9.) A beton hőkezelésénél kedvező eredmények érhetők el a gőzölés megelőző előmelegítéssel. A kombinált meleglevegős-gőzölés előnyei az előzetes tárolást követő gőzöléssel összehasonlítva. Az előmelegítés a betonnak olyan kezdőszilárdságot biztosít, hogy ezáltal az ezt követő gőzölésnél fellépő feszültségekkel szemben megfelelő ellenállást tud kifejteni. A kísérletek 0,4 víz/cement-tényezőnél adták a legkedvezőbb eredményeket.

Reichel, W.—Mützke, E.: Kopásálló adalékok hatása a kopásálló beton szilárdságára (p. 359—363, a: 3, t: 9, b: 5.)

A kopásállóbeton szabványosítási munkáin belül végzett kísérletek. A gyakorlatban alkalmazott több kopásálló adalékanyag szolgált annak alapjául, hogy megállapítsák ezeknek hatását különböző szemnagyság és mennyiség mellett a kopásálló beton kopási, nyomó és húzó hajlító szilárdságára. Az adalékanyagok szerkezete. A kopásálló beton optimális szilárdsági értékeinek eléréséhez szükséges kopásálló adalék összetétel.

Müller, E.—Bahran, K.: Delerit 40 új robbanó anyag kőzetek utóaprításához (p. 383—384, a: 5, t: 3.)

Az ammoniumnitrát alapú Delerit 40-et kőzetek utóaprítása céljából kísérletezték ki. A großrascheni kutatóintézet irányítása mellett próbálták ki. Az eredmények szerint a Delerit 40-nek az utóaprításnál való alkalmazása a zselatin-Donarit 1 robbanóanyaggal szemben kb. 40% robbanóanyag-, illetve kb. 36%-os költségmegtakarítást eredményezett.

### CEMENT—WAPNO—GIPS

1966. 11. sz.

Grzymek, J.—Gustaw, K.: Portlandklinker őrlésének fokozása felületaktíváló anyagok segítségével (p. 297—302, a: 6, t: 7, b: 3.)

Vizsgálatok folytatók azzal a céllal, hogy tisztázzák a felületaktíváló anyagok, nevezetesen az ásványolaj-szulfosavak által a klinker őrlési folyamatára gyakorolt hatást.

Megállapították, hogy ezek a folyamatok a következő adalékokkal is befolyásolhatók: etilén-glikol, glicerin, trietanolamin, benzoosav-nitrometán, benzol. Ezek az anyagok részben még kedvezőbb hatással vannak az őrlési folyamatra, mint az ásványolaj-szulfosavak.

Skibinski, S.: Porok granulometrikus összetételének meghatározása mikroszkóp segítségével (p. 311—317, a: 2, t: 3, b: 8.)

Módosított eljárás porminták előkészítése mikroszkópiai frakcióelemzéshez. A módosítás a tárgylencsére helyezett por tartályának megváltoztatásából áll, miáltal lehetővé válik, hogy a vizsgálat immerziós folyadék használata mellett menjen végbe.

### OGNEUPOR Ű

1966. 11. sz.

Neszkoromnij, K. Ja.—Vanjuskin, M. G.: A nyersanyagszint ellenőrzése a silókban CR-2 mintájú gamma-relé alkalmazásával (p. 15—16, á: 2.)

A silókban a nyersanyagszint ellenőrzésére 1965-ben kezdtek gyártani és alkalmazni a GR-2 típusú gamma-reléket. Ezek a készülékek a lazaserkezetű, kemény és folyékony anyagok szintjének ellenőrzésére alkalmazhatók és a technológiai folyamatok automatikus irányítására szolgálnak. A készülékek rázással, porral és gáz hatásával szemben ellenállóak.

(Folytatás a 360. oldalon)



A szilikátipari formatervezés helyzetéről az Iparművészeti Főiskolán áprilisban kétnapos ankétot rendeztek: a Főiskola Szilikátipari Tervező Tanseke, a Szilikátipari Tudományos Egyesület, a Finomkerámiaipari- és az Üvegipari Országos Vállalat. Ugyanott a legszebb termékekből kiállítást rendeztek.

Több száz példán mutatták be az előadók a kerámia, porcelán és üvegáruk formatervezésének mai állapotát. Aradi Nóra elvi-elméleti előadását követően Tasnádiné Marik Klára, P. Brestyánszki Ilona, Paulikovics Pál a külföldi formatervezés eredményeit; dr. Knapp Oszkár és Vámosy Ferenc a kerámia, porcelán és üveg építészeti felhasználását tárgyalták. Simó József és Víg Jenő a terület hazai eredményeit és a soronkövetkező feladatokat ismertette. Dr. Weiner Mihályné az Iparművészeti Múzeum szerepéről tartott előadást. A Főiskola szilikátipari tervező oktatását Z. Gács György elemezte.

Az előadások és hozzászólások megállapításai és azok érvényesítése a hazai iparművészeti oktatásban, formatervezőképzésben és az ipartervezésben hangsúlyozottan aktuálissá váltak új gazdasági rendszerünk bevezetése kapcsán.

*Az iparművészeti oktatás eredménye az ipari produktumok esztétikai minőségében jelentkezik. A for-*

*matervező tevékenysége az áru eladhatóságát, értékét, magának a termelésnek gazdaságosságát befolyásolja. Az esztétikailag és technológiailag jó*



*Knapp Oszkár*



*Az elnökség*



*Tasnádiné Marik Klára*



*Simó József*



*Víg Jenő*





*A hallgatók sora*



*A kiállítás részlete*

megoldású épületburkolás vagy fürdőszoba-felszerelés, ugyanúgy, mint az üvegpohár vagy étkezészet szépsége, a „márka” kialakítása, kereskedelmi értéket jelent. A jó tervek készítőit a Főiskolának kell képeznie. A jó tervek megvalósítása az ipar feladata. Tervezőkolléktívák létrehozásában, a hiteles tervbírálat megszervezésében, pályázatok kiírásában a Főiskola az iparágakkal együttműködik.

A jó gyárvezető tulajdonságaihoz, a korszerű iparszervezéshez hozzátartozik a gyár számára a

legjobb terveket előteremteni. Ehhez a munkához mindenütt a világon művészek és esztétikusok segítségét veszik igénybe.

Az anket volt az első nagyobb megnyilvánulás az iparágak és a formatervező képzését végző főiskolai tanszék szándékai összhangolásának érdekében.

Az első közös rendezvény anyagát, mint egy jelentős folyamat első, mérhető eredményét, könyv formájában a rendező szervek kiadják.

Egyesületünk 1967. november 21–25. között rendez meg a

### **IX. SZILIKÁTIPARI KONFERENCIÁT**

A Konferencia helye: *Technika Háza, Budapest V., Szabadság tér 17.*

A Konferencia plenáris ülése kedden egész nap és szerdán délelőtt tart: *Dr. Korach Mór, N. A. Toropov, Dr. R. W. Nurse, Dr. Talabér József, Ju. M. Butt, Dr. J. E. Taylor* stb. előadásaival.

22-én délután kezdődnek az előadások két szekcióban. A Konferencia-Bizottság az Egyesület vezetőségének megbízása alapján sok neves bel- és külföldi szakembert kért fel előadások megtartására. Ezenkívül többen jelentkeztek, hogy részt vegyenek a Konferencia munkájában korreferátumukkal. A szilikátipar elméleti és gyakorlati kérdéseivel foglalkozó valamennyi előadás kiváló szakemberek tolmácsolásában kerül a Konferencia részvevői elé. A 75 előadás előadói között szerepelnek: *Dr. Pampuch, Szymborsky, Winogradow Lengyelországból, Bojkova, Rumjancev, Kozlov Leningrádból, Ristic, Delic Jugoszláviából, Hinchliffe, Williamson Angliából, dr. Figuš, Lach, Hovorka, Sirhal Csehszlovákiából, Savioli, Aliprandi Olaszországból, Lehmann,*

*Berens, Schwiete, Schink NSZK-ból, André Szőke Belgiumból, Marinov, Gutzow Bulgáriából, Schwarz, Gese-mann, Hentzschel NDK-ból és még sokan mások.*

Magyar előadók is szép számmal vesznek részt a Konferencia munkájában, így pl. *dr. Székely István, dr. Kilián József, Adonyi Zoltán, Gyarmathy Gyula, Terényi Gyula, Földi Tivadar, Zombory Etelka, dr. Kertész Pál, dr. Bidló Gábor, Marek István, Szijj Ferenc, Ferenczy Pál, Bálint Tibor, Kiss Lajos, Wilwenger Ferenc, Révay Miklós, Boros Jánosné, dr. Kovács Róbert, dr. Albert János, Mátrai József, Bálint Pál, Déry Attila, sz. Tóth György, Kohányi István* stb.

A Konferencia programja elkészült és azt Egyesületünk tagjainak kiküldtük. *Részvételi díj egyesületi tagoknak 100,— Ft, nem egyesületi tagoknak 200,— Ft, egyetemi és felsőfokú technikum hallgatók díjtalanul vehetnek részt a Konferencián.* Meghívó iránti érdeklődés: Szilikátipari Tudományos Egyesület Titkárságánál, Budapest V., Szabadság tér 17. III. 333. Telefon: 124—438. Sürgőnycim: Siliconf. Telex: 774.

A szilikátipar dolgozóit és minden érdeklődőt szívesen lát az

*Egyesület Vezetősége*



# Egyesületi élet

A *Kő-kavics Szakosztály* július 3-án tartott összejövetelén *Brezovcsik Ferenc* tartott előadást „Termékválaszték-bővítési igények és lehetőségek a kő- és kavicsbányászatban” címen. Bevezetőben rámutatott arra, hogy a világ közlekedésében és építkezéseiben bekövetkezett rohamos fejlődés magával ragadta a kőbányászatot és a kavicstermelést is. Magyarországon 1950 és 1965 között a kőtermelés közel 2,5-szeresre, a kavicstermelés több mint 3,5-szeresre nőtt, de a fejlődésnek ez az üteme lemaradt a más államok azonos termékeinél tapasztalt fejlődéssel szemben. A lemaradást jól érzékeltetik a kavicstermelés egyes adatai: amíg hazánkban alig 1,9 tonna kavicstermelés jut évente egy főre, addig Csehszlovákiában, az NSZK-ban, Angliában ennek közel kétszerese, az USA-ban több mint háromszorosa. A mennyiségi igényekkel párhuzamosan fejlődnek a kő-kavics-termékekkel szemben támasztott minőségi követelmények is, és eltolódás mutatkozik a termékek választékában. A zútottkőigény az apróbb szemcsék felé tendál, a frakciók szemcsehátára szűkül, az agyag-iszaptartalom tűrése csökken, a szemalakra vonatkozó követelmények mind határozottabban jelentkeznek. A minőségi fejlődést most készülő új szabványelőírásaink fogják érzékelteni.

Az állami kő-kavicsbányászat termékválasztékújabban számos olyan termékkel is bővült, amelyek előállításával az ipar eddig nem foglalkozott, vagy amelyek előállítását már régebben más szerveknek adta át. Ilyenek a mészkőliszt, a nemesvakolat, a falazóblok, a tömbkő s az építőkő. Új lehetőségek nyíltak a kőtermékek exportjára és importjára is, és a már néhány év óta folyamatban levő Csehszlovákiába irányuló osztályozott kavicsexportunk mellett szóba került nemeszúalék, cukorkő, talajjavító mészfőlemény stb. kivitele, és lengyelországi fekete mészkő, jugoszláviai kavics stb. behozatala.

Ezzel a biztató képpel szemben áll az a tény, hogy vállalatunk mindeddig nem tudták maradéktalanul kielégíteni — főleg a minőség tekintetében — a hazai igényeket sem. Ennek sok tekintetben a részben elavult géppark és gyártási technológia az oka, illetve az, hogy az ipar anyagi eszközei nem voltak elegendők ahhoz, hogy lépést tartsunk a világszínvonal rohamos fejlődésével. Reméljük azonban, hogy a bevezetésre kerülő új gazdasági rend olyan újszerű beruházási lehetőségeket fog nyújtani, amelyekkel lemaradásunkat behozhatjuk.

Az érdeklődéssel hallgatott előadást követő vita folyamán *Bálint Tibor* (SZIKKTI) ellenmondást talált exporttörekvéseink és a hazai szükségletek kielégíthetlensége között. *Vajda László* (Tröszt) azzal kapcsolatban, hogy hivatkozhatott bizonyos német tapasztalatokra a zútot kavicsnak aszfaltkeverékekben való felhasználásánál, az ipar nemzetközi kapcsolatainak bővítését javasolta. *Erdély Imre* arra figyelmeztetett, hogy az eredeti szakmai célkitűzések és a szakmai tudás szétforgcsolódására vezethet, ha tisztán gazdasági indokokból idegen szakterületekre (vegyesásványbányászat, tömbkőbányászat) hatolunk be. *Szabó Elek* és *Herendi György* (Tröszt) az iparági profilhoz való ragaszkodást elavultnak ítélte: eredeti profilját az ipar már sokszorosan és eredményesen túllépte. *Dr. Jugovics Lajos* (Földtani Intézet) a hazai kőanyagok felhasználásával kapcsolatban számos megfigyeléséről számolt be. *Budaméry Béla* (Tröszt) rámutatott arra, hogy kedvezőbb szemalak érhető el, ha az utántörési reflux-folyamatot az aprításnak azon a pontján indítjuk el, amelyen a kedvezőtlen szemalakok sokasodni kezdenek. *Szokolai Sándor* (Kavicsbánya V.) melléküzemek létesítésének lehetőségei iránt érdeklődött. *Reznák László* (UKI) intézete vizsgálati eredményeire hivatkozva közölte, hogy hazai kavicsaink bitumenes utak kopórétegében nem felelnek meg, és még a kötőrétegben való felhasználásuk is kétértékű. *Dr. Fekete Sándor* (Dél-dunántúli Kőbánya V.) az előadónak erdőmecskei tömbkőtermelésre vonatkozó elképzelését korainak látja. A termékválaszték bővítése a nagyhasnyányi bányában nem járt kifogástalan eredménnyel: a

mészportermelés elvonja a követ a helyi köigénylőktől. *Gazdik László* (Tröszt) a gyöngykavics termeléséhez fűzött megjegyzéseket.

A megbeszélést *Simon Jenő* zárta le azzal, hogy a külföldi tapasztalat a választék-bővítés mellett szól; ezzel a bányák az igényekhez alkalmazkodnak, és ebbeli tevékenységük szabályozását az árak alakulása végzi. Végül az előadó a felvetett kérdésekre adott válaszában leszögezte, hogy az ipar nem kívánja mindenáron bővíteni a termékválasztékot, és nem kíván mindenáron exportálni sem, de meg fog ragadni minden alkalmat és módot arra, hogy a népgazdaság érdekeit ezeken az utakon is szolgálja.

E. I.

Egyesületünk *Cement Szakosztálya* június 23—24-én kirándulással egybekötött mészipari ankétot szervezett. A Szakosztály érdeklődő tagságának budapesti és dunántúli gyárak dolgozóiból összetettesoport ja autóbusszal utazott le Hejőcsabára.

A hejőcsabai gyárban *Váradi István* főmérnök ismertette a földgáztüzelésű mészüzem beruházásának történetét és az új üzem technológiai felépítését. Ismertette az üzembehelyezés tapasztalatait, az üzem eredményeit és a fennálló problémákat.

Ezt követően *Virág Bertalan* a mészmű üzemvezető mérnöke tartott előadást az új létesítmény tűzállóanyag- és falazási problémáiról. Ismertette a terv szerint beépült és módosított falazóanyagokkal és falazási rendszerrel szerzett tapasztalatokat és változó azokat az elképzeléseket, amelyek alapján a földgáztüzelésű mészégető-aknakemencék még elfogadhatóan meg nem oldott falazási kérdésben a jövőben tovább munkálkodnak.

*Béres János*, a hejőcsabai gyári MEO vezető mérnöke tartott ezután előadást a földgáztüzelésű mészmű termékminőségi problémáiról és az új mész-szabványtervezet egyes kérdéseiről.

Az előadásokat több hozzászólás és a tűzállóanyagok, illetve falazás kérdésében kisebb vita is követte. Ezt követően a résztvevők megtekintették a mészművet, ahol a gyár vezetői részletes magyarázatot adtak a mű technológiájáról, működéséről, műszerezéséről és automatikájáról.

A csoport 24-én a belpátfalvai gyár mészüzemét látogatta meg, ahol *Horváth Jenő* főmérnök az olajtüzelés terén szerzett tapasztalatokat, a fejlődést és az újabb kísérletek eredményeit ismertette a helyszínen.

A *Finomkerámiai Szakosztály* június 22-i klubdelutánján *Karabélyos Péter* és *dr. Lőcsei Béla* kis hőtágulási együtthatójú új típusú kerámiai anyagok címmel tartott előadást. Az előadás a Helyiipari Kutató Intézetben végzett munkát ismertette. A feladat 1000°C körül égethető lángálló edényárak masszájának és gyártástechnológiájának kidolgozása volt. Négyféle masszaszetétellel végeztek kísérletet. A kvardús és a samottos masszák hőleállósága nem volt megfelelő. A MgO-dal készített masszák 1200°C körül égetve megfelelték a követelményeknek, a magas égetési hőmérséklet miatt azonban ezt az utat is el kellett vetni. A negyedik kísérletsorozatban a masszát fritthől és agyagból állították össze. A fritt égetésekor a nyersanyagkeverékek mineralizátorként  $AlF_3$ -at adtak, ezáltal a megfelelő kristályszerkezet már 1000°C-on kialakult. Az így előállított frittet agyaggal, talkummal és alumíniumfluoriddal keverve formázták és égették. Égetés után mintegy  $3,2 \cdot 10^{-9}$ -on hőtágulási-együtthatójú anyagot nyertek, ami az előírt követelményeket kielégítette. A következő feladat a megfelelő máz kidolgozása volt. A szokásos kerámiai mázak nem bizonyultak megfelelőnek, ezért az egyszer égetett cserepet vitrokerámiai anyaggal vonták be és 950°C-on égették. A vitrokerámiával bevont cserep az ellenőrző vizsgálatok során megfelelőnek bizonyult. Az előadást élénk vita követte.

(M. Gy.)



## OGNEUPORŰ

1966. 11. sz.

*Dibin, I. P.:* A könnyű BL-0,8 samotégla helyettesítése diatomatéglával az alagútkenecce falazatban és a kemencekocsik béléseiben (p. 26—27, á: 2, t: 1.)

A pervouralszki szilikatéglagyárban az alagútkeneccek boltozatának és falainak, valamint a kemencekocsik béléseinek szigetelő rétegül a könnyű samotégla helyett diatomatégla használatát próbálták ki. Hőszigetelési tulajdonságaik szempontjából e két téglát egyenértékűnek mondható. A diatomatégla fiziko-kémiai tulajdonságai használat közben alig változnak. Hőszigetelő tulajdonságokkal csupán 800°-ig rendelkezik, ennél nagyobb hőmérsékleten ezeket a tulajdonságokat elveszíti. Ismételt égetésnél a hőmérséklet 900—950 fokra emelésevel a téglát tulajdonságai gyakorlatilag változatlanok maradnak. A diatomatégla alkalmazásának célszerűségét alátámasztja az a körülmény, hogy költségei jóval kisebbek, mint a könnyű samotégláé.

*Jam, V. M.—Jevszenko, N. K.—Olejnik, V. T.:* A szilíciumkarbid masszák tömörítése vibrálással (p. 30—33, á: 3, t: 3, b: 5.)

A vibrotömörítés hatásfokának megállapítására szilíciumkarbid-masszákat tömörítettek vibrálásal rázóasztalon, inercianélküli ráttétellel a tömörítendő masszát felületeére. A rázóasztal berendezése lehetővé teszi bizonyos szerkezeti változtatásokkal a rázó vagy pedig a vibroütéses tömörítést. A vizsgálathoz használt szilíciumkarbid-massza 80% szilíciumkarbidből és 20% fémkarbidből állt. Nedvességtartalma 2—3% volt. A vizsgálat során kitűnt, hogy a tömörítéshez alkalmasabb a vibroütéses módszer, amellyel igen jó látszólagos tömörség érhető el. Ez a vibroütéses tömörítési mód sokféle poralakú anyag tömörítésére is hatásosan alkalmazható.

*Budnikov, P. P.—Szohackaja, G. A.—Subin, V. I.:* A periklázspinelid-bélés használatának tapasztalatai a cementgetelő forgókenecében (p. 33—40, a: 4, t: 2, b: 4.)

A hőszigetelő réteggel kialakított bélésben a periklázspinelid tűzállóanyag kopásának jellege gyakorlatilag nem különbözik a szigetelés nélküli megoldás esetén mutatkozó kopástól. A hőszigetelő-réteggel kiképzett bélés tartóssága a zsugorítózonában 1,5—5-szöröse a hőszigetelés nélküli bélés tartósságának.

A hőmérsékletgradiens és a hőfeszültségek a tűzállóanyagban hőszigetelő réteggel bélésnél 1,3—1,6-szor kisebbek, mint a szigetelés nélküli bélésnél. A hőszigetelő-réteggel ellátott bélés használatának elterjedése és tartósságának növelése érdekében egyaránt (a zsugorító-övezetben) a cementgyárakat el kell látni jó minőségű magnezitha-  
barccsal.

*Dusin, A. A.:* A beton kimosása forró gáz-sugárral (p. 51—53, a: -, t: 2, b: 3.)

A motorok vizsgálatára alkalmazott állványokon a betont forró hulladékgáz-sugár hatásának tesztik ki. A gáz-sugár hőmérséklete az akadályba ütközéskor a redukció-hőmérsékletig növekszik, ami megközelíti a gáz maximális hőmérsékletét a motorban és jóval meghaladhatja a tűzálló beton lágyuláspontját, ezért a sugár ezt a betont kimosza. A betonhoz legelőszérűbb nagy hővezetőképességű töltőanyagokat, így nagy alumíniumoxid-tartalmú samottot, fémforgácsot stb. felhasználni, amelyek elősegítik a hő bevezetését a beton belsejébe.

## OGNEUPORŰ

1967. 1. sz.

*Koneckij, N. V.—Kritcsenkov, I. P.—Saferman, M. Ja.:* A szemilukszki tűzállóanyaggyár 5. sz. üzemében működő alagútkenecce üzemelésének tapasztalatai (p. 19—20, t: 1.)

A körkenecce helyett 1965-ben beállított 120 m hosszú alagútkenecce földgázzal üzemel. Égőinek száma 34. Maximális égetési hőmérséklete 1400 ± 20°. Füstgázainak hőmérséklete 100—120°. A kemencében különböző alakú 0,5—15 kg-os, pasztikus préselésű samott- és félsavanyú gyártmányokat, továbbá 0,4 g/cm látszólagos porozitását ultrakönnnyű termékeket égetnek. Az égetés üzemmódját a gázfogyasztás változtatásával szabályozzák. A gázfogyasztást egy fogyasztásmérő állapítja meg. A hőmérsékleti üzemviszonyokat platina-rhodium-platina hőelemekkel és optikai pirométerrel ellenőrzik. Az egyenletes hőmérsékleteloszlást nagynyomású ventilátorok szabályozzák. A kemencéből távozó termékek hőmérséklete 40—60°.

*Dragan, N. F.—Moszkalenko, V. F.:* Készülék a tűzálló gyártmányok leszedésére a revolverpresekről (p. 28—30, á: 1.)

Az új leszedő szerkezet egy vagy több (pl. négy) tűzálló gyártmány leszedését teszi lehetővé a revolverpresekről. Ez a rugós-dugattyús típusú készülék egy keretből és két

rúdból áll, amelyen álló és mozgó pófák, szabadon levő rugók és két persely helyezkedik el. Ennek a szerkezetnek az alkalmazásával a hidraulikus preseken a termékek széles választéka állítható elő és ezekről egyidejűleg több gyártmány leszedhető. Különböző termékfajták előállításakor egyszerűen és könnyen átállíthatók.

*Bakunov, V. Sz.—Polubojarinov, D. N.:* Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ből nyert polikristályos kerámia pasztikus alakváltozása nagy hőmérsékleten (p. 39—46, a: 8, t: 3, b: 23.)

A polikristályos Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pasztikus alakváltozásának aktivitási energiája a megmunkálás hőmérsékletétől függ. Az égetés hőmérsékletének és a maximális hőmérséklet-tartás idejének növelésével növekszik az aktiválási energia. Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> alakváltozásának sebessége 25 kp/cm<sup>2</sup> terhelésen a feszültséggel körülbelül lineárisan növekszik. Állandó terheléssel és hőmérsékleten fordítottan arányos a maximális szemcsemérettel. Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pasztikus alakváltozásának sebessége és a folyamat aktiválási energiája alig változik a technikai tisztaságú anyaghoz kis mennyiségű vegyi kiegészítőanyag hozzáadásakor. Az alakváltozás sebességét alapjában az anyag viszkozus-difúziós mozgása határozza meg.

## SILIKATTECHNIK

1966. 3. sz.

*Rymarczewicz, H.:* A finomkerámiai gyártmányok ausztráliai piaca (p. 90—91.)

A második világháború előtt Ausztrália csaknem kizárólag import útján fedezte finomkerámia-szükségletét. Ezután azonban fellendült ez az iparág Ausztráliában, mivel: 1. kiváló nyersanyag-lelőhelyeket fedeztek fel; 2. a finomkerámiai gyártmányokat exportáló államokból kiváló szakemberek vándoroltak be és 3. különböző kereskedelem-politikai intézkedésekkel elősegítették a finomkerámiaipar fejlődését. Ausztrália azonban jelenleg is jelentős mennyiségben importál finomkerámiai gyártmányokat, főként Nagybritanniából és Japánból. A szerző táblázatos formában ismerteti Ausztrália 1962/63 és 1963/64. évi finomkerámia-importját a következő csoportosításban: 22 kV alatt alkalmazható porcelán-szigetelők, 22 kV fölötti porcelán-szigetelők, egyéb porcelángyártmányok elektromos célokra, egészségügyi kerámiák, háztartási kerámiák, díszmű kerámiák, háztartásban alkalmazott egyéb kerámiák, mázas fal- és padlóburkolólapok, mázatlan fal- és padlóburkolólapok.



# MŰSZAKI KÖNYVNAPOK 1967.

DR. SZILAS A. PÁL és társai  
A földgáz termelése, előkészítése és szállítása

DR. DOMONY ANDRÁS főszerk.  
Alumínium kézikönyv

BÁRANY JÁNOS  
Fogaskerékszámítás a TMK-ban  
Szakmunkás zsebkönyvek

SCHRÖCK, J.  
Szerelés, illesztés, mérés

SUROWIAK N  
Új gépelemek és számításuk módja

KARABIN, A. I.  
Légkompresszorok

HÖFLER, W.  
Fogaskerékellenőrzés új módszerei  
Új Technika

TÓTH ISTVÁN  
Kötések a műszeriparban  
Ipari szakkönyvtár

VERMES MIKLÓS  
A poláros fény  
Új Technika

PRUSZENKO, V. Sz.  
Pneumatikus távadók és jelátalakítók  
Automatizálás

ZEMLIN, E.  
A frekvenciafüggvény-módszer  
Automatizálás

KETTINGER ISTVÁN  
Modern építkezés — korszerű villany-  
szerelés  
Technológia

SZÜCS ERVIN  
A hasonlóságelmélet alapjai  
Új Technika

FISCHER, H. J.  
Tranzisztorkapcsolások

SVECKIJ, B. I.  
Elektronikus digitális mérőműszerek

Telefunken

Tranzisztor II.

VISTRICKA, Z.  
Elektronikai kapcsolások  
Ipari szakkönyvtár

FEJES GÁBOR  
Centrifugálás

DR. VARGA PÁLNÉ  
Tabletta- és drasztékészítés  
Technológia

VÁMOSNE, VIGYÁZÓ LILLY DR.  
Papirelektroforézis  
Kémiai Analitika

BALLAY JÁNOS—DÖTSCH KÁROLY szerk.  
Épületgépészeti berendezések üzemeltetése és karbantartása

BODÓ LASZLÓ  
Betonacélok és feszítőhuzalok feldolgozása

DR. SEBESTYÉN GYULA  
Nagypanelos építés (2. kiadás)

RAMASZÉDER KÁROLY  
Az írezés technológiája

PROHASZKA LÁSZLÓ—DARU JÓZSEF  
Autószerelő  
Szakmunkás zsebkönyvek

LÓCS GYULA  
Az Algol 60 programozási nyelv  
Új Technika

NÁRAY—SZABÓ ISTVÁN DR.  
Kémia

t 67. 2. szám

KNOLL IMRE DR.  
Anyagmozgatás a gépiparban  
Ipari szakkönyvtár

PREZENSZKY JÓZSEF szerk.  
Targoncák üzemeltetése és karbantartása  
Ipari szakkönyvtár

KÓSA ZOLTÁN  
A világítás művészete



MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ



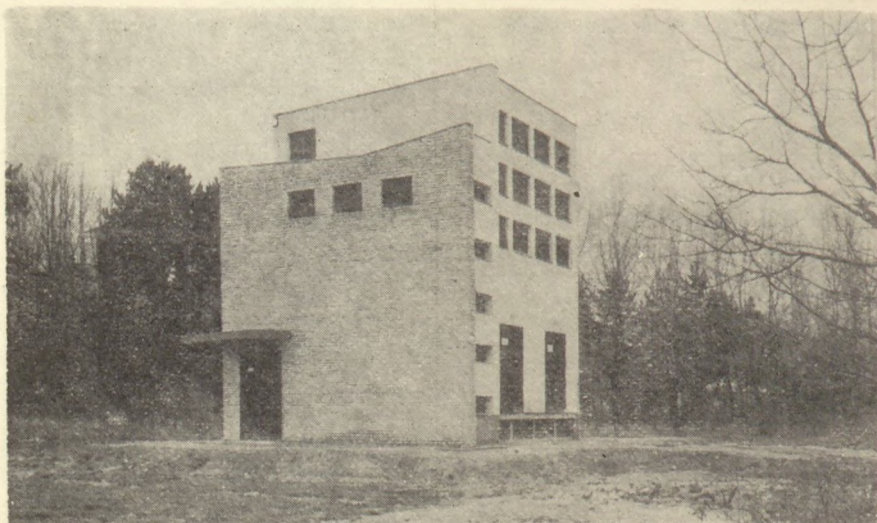
# ÉVITERV

## Az ÉVM Szerelőipari Tervező Vállalat tervezési tevékenysége

### *Ipartelepi villamosberendezések*

villamos erőátvitel,  
világítás  
köz- és díszvilágítás,  
sportpályavilágítás,  
eredményhirdetők,  
mezőgazdasági villamos-  
berendezések,

szabadvezetékek,  
szaktanácsadás,  
felülvizsgálat,  
központi fűtés,  
gáz, víz, csatorna,  
légtechnika,  
felvonó.



## ÉVM Szerelőipari Tervező Vállalat

Budapest VIII., Vas u. 2/d.  
Telefon: 337-960, 377-964-től 969-ig.