

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

15. ÉVFOLYAM

1

SZÁM • BUDAPEST, 1963. JANUÁR

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,  
az üvegipar, a finom-  
kerámia-, a téglá-, cserép-  
és kőbányaipar tudományos  
szakirodalmi folyóirata

\*

Főszerkesztő:

dr. Korach Mór

\*

Szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztőbizottság:

dr. Beké Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

dr. Grofcsik János

Kemény István

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Lohner Ernő

Dr. Soltész Gáspár

Szentmátöny Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

\*

Szerkesztőség:

Budapest, V., Szabadság  
tér 17

Telefon: 124-438

\*

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon: 113-450

\*

Felelős kiadó:

Solt Sándor

## TARTALOM

	Oldal
<i>Dr. Ungár Tibor</i> : A szemeloszlási paraméterekről .....	1
<i>Opoczky Ludmilla és Gatiák József</i> : Forgókemencék szállóporának alkalmazása szilikáttermék előállításánál .....	7
<i>Hodány László</i> : A kaolinit báziscseréjének néhány kérdéséről .....	11
<i>Grofcsik Elemér</i> : Új lehetőségek a kerámiai falburkolólapgyártás technológiájának fejlesztésére .....	19
<i>Nemeskéri Gézáné</i> : Új módszer a téglá nyomószilárdságának meghatározására .....	25
<i>Prokopp Gyula</i> : Az első üreges téglá gyártása Magyarországon ...	31
<i>Glaser Walter</i> : Kvarckádkövek .....	37
<i>Naszályi László</i> : A körkemencében való mészőgetés tüzelőanyag-fogyasztásának csökkentése .....	39

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Д-р. Унгар Тибор</i> : О параметрах, (характеризующих) распределения зерен .....	1
<i>Опоцки Людмила, Гатиак Йозеф</i> : Использование пыли вращающихся печей в производстве силикатных продуктов .....	7
<i>Ходань Ласло</i> : О некоторых вопросах реакции обмена основы каолинита .....	11
<i>Грофчик Э.</i> : Новые возможности развития технологии производства керамических облицовочных плит .....	19
<i>Немешкери Гезане</i> : Новый метод определения прочности кирпича на сжатие .....	25
<i>Прокопп Дьюла</i> : Производство первого дырчатого кирпича в Венгрии .....	31
<i>Глазер, Вальтер</i> : Ванные брусы из кварца .....	37

## INHALT

	Seite
<i>Dr. Ungár, T.</i> : Die Parameter der Kornaufbaus .....	1
<i>Opoczky, L.—Gatiák, J.</i> : Verwendung des Drehofenflugstaubes zur Herstellung von Silikatprodukten .....	7
<i>Hodány, L.</i> : Angaben zur Frage des Kationenaustausches beim Kaolinit .....	11
<i>Grofcsik, E.</i> : Neue Möglichkeiten zur Förderung der Erzeugungstechnologie von keramischen Wandplatten .....	19
<i>Frau Nemeskéri, G.</i> : Neue Methode zur Bestimmung zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Ziegeln .....	25
<i>Prokopp, G.</i> : Die Erzeugung der ersten Hohlziegel in Ungarn.....	31
<i>Glaser, W.</i> : Wannensteine aus Quarz. ....	37

AZ ÉPÍTŐANYAG  
1962. ÉVI  
TARTALOMJEGYZÉKE

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

Szerző neve	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Gubko, I. T.—Budnikov, P. P.	Tűzállóanyag	3	87
Hámori György—Schütz Mihály	Beton	11	414
Hiveš, L.—Gregor, M. dr.	Cement	2	41
Jelačić, Cirilo—Tkalčec, Emilija	Szilikátkémia	5	169
Jirku, E.	Cement	9	318
Jugovics Lajos dr.	Kőbányász	3	116
Jugovics Lajos dr.	Kőbányász	4	143
Kacsalova Lidia dr.	Szilikátkémia	12	441
Knapp Oszkár dr.	Üveg	9	347
Knapp Oszkár dr.	Üveg	11	404
Kókayné Boda Borbála	Durvakerámia	5	177
Korach Mór dr.	Aprításelemélet	3	81
Korach Mór dr.—Moldvainé dr.	Finomkerámia	4	121
Kovács Róbert—Butt, J. M.	Cement	5	191
Krumbiegel, P.	Anyagvizsgálat	6	218
Kunszt György	Beton	11	393
Kurdowski, Wieslaw	Szilikátkémia	4	148
Liptay György—Tamás Ferenc dr.	Cement	8	281
Lőcsei Béla dr.	Szilikátkémia	2	48
Lőcsei Béla dr.	Üveg	7	241
Lőcsei Béla dr.	Szilikátkémia	10	353
Makoldi Mihály	Cement	11	397
Martin Antal	Durvakerámia	8	299
Matvejev, M. A.	Szilikátkémia	4	129
Mcsedlov-Petroszjan, O. P.	Beton	2	74
Moldvai Rezsőné dr.—Korach Mór dr.	Finomkerámia	4	121
Molnár László	Finomkerámia	6	201
Moravec, F.—Wald, M.—Oliverius J.	Tűzállóanyag	10	356
Mrákovics Pálné	Cement	8	296
Németh Jenő dr.—Adonyi Zoltán—Pallai Ivánné dr.	Nyersanyag	7	268
Olbrychtowitz, Irena	Tűzállóanyag	6	206
Oliverius, J.—Wald, M.—Moravec, F.	Tűzállóanyag	10	356
Opozky Ludmilla	Cement	5	165
Pallai Ivánné dr.—Adonyi Zoltán	Nyersanyag	6	221
Pallai Ivánné dr.—Adonyi Zoltán—Németh Jenő dr.	Nyersanyag	7	268
Pampuch, R.—Zabinska, T.	Szilikát	6	229
Pawlowski, S.	Szilikát	12	471
Patzek, Z.—Szymborski, W.	Tűzállóanyag	2	65
Raáb Edit—Adonyi Zoltán—Németh Jenő dr.	Nyersanyag	7	268
Reichel, W.	Beton	6	235
Rojak, Sz. M.	Szilikát	2	69
Širhal, H. dr.	Durvakerámia	1	28
Solacolu, S.—Szabó A.	Tűzállóanyag	2	59
Sövegjártó János dr.	Szilikát	10	378
Spakovsky, E.—Cernoch, S.—Tomco, S.	Durvakerámia	7	278
Schwarz, F.	Szilikát	2	51
Schütz Mihály—Hámori György	Beton	11	414
Szepesi Károly—Boros Jánosné dr.—Takáts Tibor dr.	Szilikátkémia	10	364
Székely István	Cement	1	35
Szuk Géza	Szilikát	9	328
Szuk Géza	Beton	11	422
Szule, J.—Urbahezky, K.	Finomkerámia	10	387
Szymborszi, W.—Patzek, Z.	Tűzállóanyag	2	65
Takáts Tibor dr.—Boros Jánosné dr.	Szilikátkémia	1	16
Takáts Tibor dr.—Szepesi Károly—Boros Jánosné dr.	Szilikátkémia	10	364
Talabér József dr.	Cement	3	90
Tamás Ferenc dr.—Liptay György	Cement	8	281
Taylor, H. F. W.—Ball, M. C.	Szilikátkémia	5	186
Terényi Gyula	Tűzállóanyag	12	475
Tkalčec, Emilija—Jelacic, Cirilo	Szilikátkémia	5	169
Tomco, S.—Cernoch, S.—Spakovsky, E.	Durvakerámia	7	278
Träger Tamás	Szilikátkémia	7	256
Urnes, S.	Üveg	8	288
Vasadi Ferenc	Mészipar	12	446
Wald, M.—Oliverius, J.—Moravec, F.	Tűzállóanyag	10	356
Zselev, Borisz—Fáy Gyula	Aprításelemélet	6	209

# ÉPÍTŐANYAG

15. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

## A szemeloszlási paraméterekről

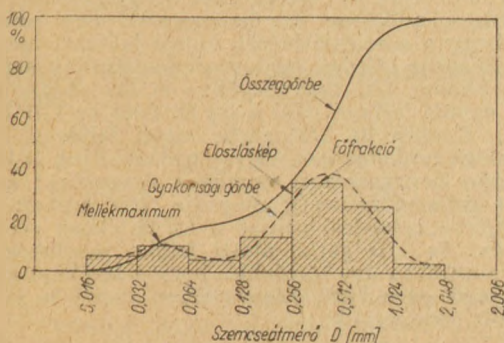
DR. UNGÁR TIBOR

### I. Célkitűzés

Törmelékes anyagok szemcseösszetételének jellemzése általában szemeloszlási görbékkel történik. Ha azonban nagyszámú szemcseösszetétel összehasonlítása szükséges, ez a mód nehézkes, mivel egyetlen koordináta-rendszerben csak viszonylag kisszámú eloszlásgörbe tüntethető fel. Ezért különböző szakterületeken több kísérlet történt a szemeloszlás egyetlen, vagy néhány érték-számmal — paraméterrel — való jellemzésére. Ezek különösképpen nélkülözhetetlenek az esetben, ha a törmelékes anyag szemeloszlása és valamely más tulajdonsága (pl. fizikai sajátsága) közti összefüggést keressük, ill. akarjuk feltüntetni.

Ennek a közleménynek a célja a különböző szakterületeken használatos szemeloszlási paraméterek és a használatukkal kapcsolatos tapasztalatok ismertetése. Valamennyi paraméter ismertetésénél meghagytuk az eredeti betűjelöléseket, mivel az egyes szakterületeken általánosan elterjedt, megszokott jelölés módjuk van.

A legtöbb paraméter számítása szemeloszlási görbéken alapul. Ezeknek több fajtája ismeretes (1. ábra). Ha a szokásos százalék/szemcseátmérő koordináta-rendszerben az egyes szemnagyságoknál kisebb szemcsék összes mennyiségét tüntetjük fel, az *összeggörbét* (integrál-, kumulatív-, vagy áthullási görbét) kapjuk. Ennek differenciálgörbéjét *gyakoribbsági görbének* nevezzük. Ha az egyes szemnagyságközök középvonalára felmérjük a szemnagyságközbe tartozó szemcsék százalékos mennyiségét és a százalékos mennyiségekkel arányos magasságú vagy területű oszlopokat szerkesztünk, *eloszlásképet* kapunk.



1. ábra. Szemeloszlási görbe típusok

A halmaz szemcseméret szerinti együnettéségét az *osztályozottság* fejezi ki. Az urakodólag egyméretű szemcsékből álló halmazt jól osztályozottnak, a szemcseméret szempontjából heterogén halmazt rosszul osztályozottnak mondjuk.

### II. A paraméterek ismertetése

1. Az *építőipari anyagtan* területén elterjedten használatos, különösen adalékanyagok jellemzésére a *finomsági modulusz* ( $m$ ). Ez a jelzőszám az építőanyag-vizsgálat szakemberei előtt ismeretes, ezért csak a teljesség kedvéért ismertetjük [10, 12].

Megkeressük az összeggörbének azon pontjait, amelyekben a szemcseátmérő a Tyler-féle szitasorozat lyukbősségeivel azonos. Ezekben a pontokban leolvassuk a kiszemelt szemnagyságnál nagyobb szemcsék összes mennyiségét (a „szitamaredek” mennyiségét). Ha a leolvasott százalékos mennyiségeket  $b_i$ -vel jelöljük, a finomsági modulusz:

$$m = \sum b_i / 100.$$

Ugyancsak az építőanyagipar területén, de inkább cementfajták jellemzésére használják a *fajlagos felületet* ( $Ff$ ). Ha meghatározása nem külön méréssel, hanem a szemeloszlási adatokból való számítással történik, szintén szemeloszlási paraméternek tekinthető. Gömbalakú szemcsékből álló halmaz felülete a következő összefüggéssel számítható [1]:

$$F = \frac{6}{\gamma} \sum \frac{p}{x_m},$$

ahol  $p$ : valamely  $x_1$  és  $x_2$  szemnagyság közti részleg súlya;  $x_m = (x_1 + x_2)/2$ ;  $\gamma$ : a szemcsék fajsúlya.

Ha  $p$  értékeit 1 g anyagra vonatkoztatjuk  $F$  értéke egyben fajlagos felület is ( $Ff$ )  $\text{cm}^2/\text{g}$ -ban, egyébként a teljes megvizsgált anyag súlyával,  $\sum p$ -vel még osztani kell. A gömbalaktól való eltéréstől származó hiba az alak tényezőnek nevezett javítószámmal való szorzással csökkenthető.

2. A földtanban és üledékes közettanban a laza törmelékes üledékek (agyag, homok, kavics) szemeloszlásának jellemzésére leginkább a Trask-féle paramétereket [13-ban] használják:

$Q_1$ : alsó kvartilis, azon szemcse átmérője, amelynél kisebb szemcsék összes mennyisége 25%;

$Q_3$ : felső kvartilis, azon szemcse átmérője, amelynél kisebb szemcsék mennyisége 75% ;

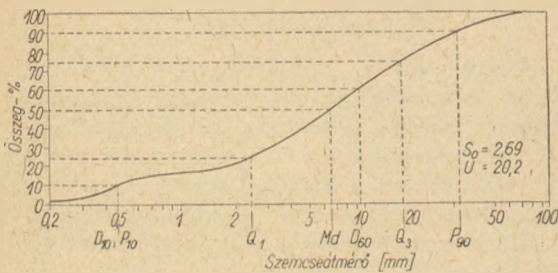
$Md$ : medián, azon szemcse átmérője, amelynél kisebb (és nagyobb) szemcsék mennyisége 50%.

Meghatározásuk módját a 2. ábra szemlélteti; segítségükkel további paraméterek számíthatók:

$So = \sqrt{Q_3/Q_1}$ : osztályozottsági érték, amely a halmaz szemnagyság szerinti egyöntetűségét jellemzi. Azonos méretű szemcsékből álló halmaz  $So$  értéke 1. Jól osztályozott törmelékes üledékeké (homokfajták) 1—2, közepesen osztályozottaké (iszap, homokliszt; továbbá cementek) többnyire 2—3, rosszul osztályozottaké (agyagok, homokos kavicsok, helybenmaradt kőzetmállási termékek) 3 fölötti.

$Sk = Q_1 \cdot Q_3 / (Md^2)$ : görbeszimmetria. Ez az érték a szemeloszlásnak egyrészt a kis, másrészt a nagy szemnagyságok felé mutató aszimmetriájára jellemző. Ha az osztályozottság a kis szemnagyságok felé rosszabb (az összeggörbe a kis szemnagyság-tartomány felé lankásabb), mint a durvák felé,  $Sk < 1$ ; ellenkező esetben  $Sk > 1$ . Teljesen szimmetrikus eloszlás esetén  $Sk = 1$ .

$K = (Q_3 - Q_1) / [2(P_{90} - P_{10})]$ : görberövidség. Értéke az összeggörbe kvartilisek közti és azokon kívüli szakaszának meredekségi viszonyát jellemzi. Ha az összeggörbének a 25 és 75% ordinátákon kívüli szakasza a közbülső szakaszhoz hasonlóan meredek futású, akkor  $K$  értéke viszonylag nagyobb, mint akkor, amikor a kvartilisek alatti és fölötti görbeszakasz a közbülsőhöz képest laposan halad. ( $P_{90}$  és  $P_{10}$  jelentése a 2. ábrán látható.)



2. ábra. Trask-féle és talajmechanikai paraméterek meghatározásának elve

Ugyancsak földtani célra *Sindowsky* [11-ben] más osztályozottsági értéket javasolt. Számítása:

$$S = (H + A - R) / 100,$$

ahol  $H$ : a főfrakció (maximumfrakció) %-ban (lásd 1. ábrát);

$A$ : a főfrakció és a közvetlenül előtte és utána álló frakció százalékainak összege;

$$R = 100 - H.$$

3. A talajmechanikában elterjedten használatos a mértékadó szemnagyság és egyenlőtlenégi tényező.

A mértékadó szemnagyság ( $D_m$ ) annak a szemcsének az átmérője, amely a halmazban legnagyobb súllyal szerepel (= az összeggörbe in-

flexiós pontjának, ill. a gyakorisági görbe maximumának megfelelő szemcseátmérő).

A Hazen-féle egyenlőtlenégi tényező ( $U$ ) az osztályozottsági értékhez hasonló paraméter:

$$U = D_{60} / D_{10},$$

ahol  $D_{60}$  az összeggörbe 60%-os,  $D_{10}$  a 10%-os ordinátájához tartozó szemcseátmérő (2. ábra). Jól osztályozott anyagnál értéke kicsi, rosszul osztályozottnál nagy, kivételes esetben (iszapos kavics) több száz, sőt ezer is lehet.

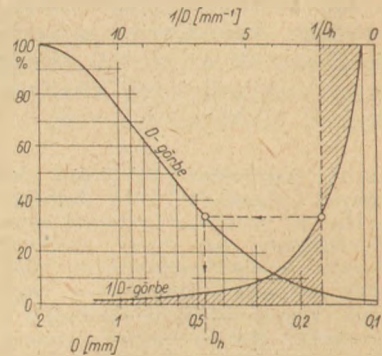
A  $D_{10}$ -nek megfelelő szemcseátmérőt — főleg régebben — önállóan is használták paraméterként hatékony szemcseátmérő néven, mivel némely talajfizikai tulajdonsággal, pl. szivárgási tényezővel összefüggésben áll.

Közény a hatékony szemcseátmérőnek ( $D_h$ ) más, kevésbé önkényes meghatározására tett javaslatot [8-ban]. Ez a módszer a felületegyenlőségen alapul: keressük azt az átmérőt, amely egyenlő gömbökből álló halmaz esetén ugyanakkora felületet ad, mint az adott vegyeszernagyságú halmaz. Mithogy a szemcsés anyagoknak sok tulajdonsága a szemcséfelület nagyságával áll kapcsolatban, ez a módszer indokoltnak látszik. Fenti definíció alapján

$$\frac{1}{D_h} = \int_0^1 \frac{dS}{D} \approx \sum_0^1 \frac{\Delta S}{D},$$

ahol  $D$  a szemcseátmérő,  $S$  a hozzátartozó áthullás.

A hatékony szemcseátmérő a következő szerkesztéssel határozható meg (3. ábra).



3. ábra. Kozeny-féle hatékony szemcseátmérő meghatározása

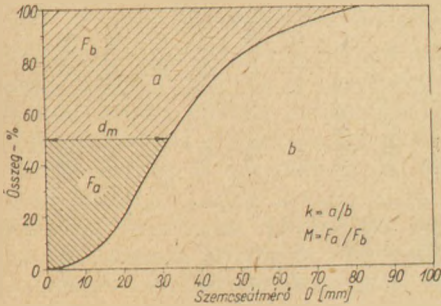
Felrajzoljuk az összeggörbét (megjegyzendő, hogy a talajmechanikában az összeggörbét úgy rajzolják meg, hogy a szemcseátmérők balról jobbra csökkennek). E görbe alapján ugyancsak felrajzoljuk azt nem  $\log D$ , hanem  $1/D$  függvényében is (az ábrán a két görbe együtt látható, alul a  $\log D$ , felül az  $1/D$  beosztással). Ezután az  $1/D$  görbe alatti területet 100% magasságú területazonos négyszöggé alakítjuk át (ekkor az ábrán bevonalkázott területek egyenlők); az így kapott átlagos szélesség megadja  $1/D$  értékét s az összeggörbe megfelelő pontja a  $D_h$  hatékony szemcseátmérőt. Az  $1/D$  görbe alatti terület meghatározása legegyszerűbben úgy történhet, hogy a területet azonos magasságú egyenközű négyszögekre bontjuk s ezek területét összegezzük.

4. A hordalékvizsgálatoknál használatos paraméterek [3, 4] meghatározása nem logaritmikus

méretben felrajzolt összeggörbe segítségével történik (4. ábra).

A következő paraméterek használatosak:  $d_m$ : közepes szemcseátmérő, az összeggörbe 50%-os pontjánál leolvasható szemeseátmérő (azonos a Trask-féle mediánnal).

$k = a/b$ , ahol  $a$  az összeggörbe fölé,  $b$  pedig az alája eső terület (4. ábra); neve *Schoklitsch-féle hordalékjellemző*.

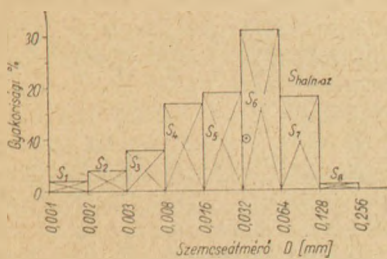


4. ábra. Hordalékvizsgálati paraméterek meghatározása

Több szemeloszlás összehasonlításánál a görbéket azonos legnagyobb szemnagyságú koordináta-rendszerben kell megrajzolni. A hálózat legnagyobb szemnagyságát úgy kell megválasztani, hogy az az előforduló legnagyobb szemnagyságnál is nagyobb legyen. Ez a felső határ hazai viszonylatban folyóhordalékok esetén — amelyekhez a módszer eredetileg készült — 100 mm.  $k$  tetszés szerinti pozitív szám lehet; mennél nagyobb, általában annál durvább szemesezetű az anyag.

$M = F_a / F_b$ , ahol  $F_a$  a közepes szemeseátmérő alatti,  $F_b$  az afölötti terület (4. ábra); *Kramer-féle egyenlőségi tényező*. Az osztályozottságra jellemző; egyenlő szemesekből álló halmozaton  $M = 1$ , egyébként kisebb, mint 1.

5. *Gessner* szemeloszlások jellemzésére az eloszláskép súlypontjának helyzetét javasolta [5] (5. ábra).



5. ábra. Eloszláskép-súlypont meghatározásának elve

A súlypont helyzete a következő összefüggésekből számítható:

$$x \cdot P = \frac{d_1}{2} \cdot p_1 + \left( d_1 + \frac{d_2 - d_1}{2} \right) p_2 + \left( d_2 + \frac{d_3 - d_2}{2} \right) p_3 + \dots + \left( d_{n-1} + \frac{d_n - d_{n-1}}{2} \right) p_n,$$

ahol  $x$  a súlypont abszcisszája,

$P$  az összsúly; ha a szemeserészelek %-ban vannak megadva, 100%,

$d_1$  az első (legfinomabb) részleg legnagyobb átmérője,

$p_1$  az első (legfinomabb) részleg mennyisége súly%-ban,

$d_2$  a második részleg legnagyobb átmérője,

$p_2$  a második részleg mennyisége súly%-ban stb.

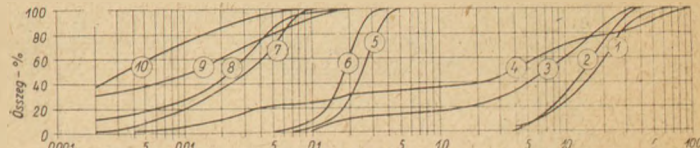
A súlypont magassága pedig:

$$y \cdot P = \frac{h_1}{2} \cdot p_1 + \frac{h_2}{2} \cdot p_2 + \dots + \frac{h_n}{2} \cdot p_n,$$

ahol  $h_1, h_2, \dots$  a  $p_1, p_2, \dots$  oszlopok magasságát jelenti.

### III. A paraméterek használatáról

A paraméterek használatával kapcsolatos gyakorlati tapasztalatok szerzése céljából kiszámítottuk valamennyi ismertett paramétert 10 különböző anyagra vonatkozóan. Szemeloszlásukat (többnyire laza törmelékes üledékek) a 6. ábra, a paramétereket az 1. táblázat tünteti fel.



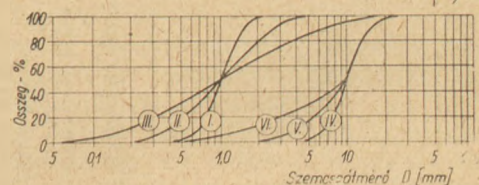
6. ábra. Törmelékes anyagok szemeloszlása. Magyarázat a szövegben

A vizsgált anyagok az alábbiak:

1. Bányakavics, Pestlőrinc, pleisztocén [2].
2. Bányakavics, Pestlőrinc, levantói [2]
3. Duna-kavics, Budapest [8].
4. Lejtőtörmelék, Conduit Road, USA [18-ban]
5. Maros-homok, torkolat.
6. Finom futóhomok, Csengele, holocén.
7. Cement.
8. Nedvestérszíni lösz, Szeged, felső-pleisztocén.
9. Oligocén („kiscelli”) agyag, Óbuda [17].
10. Artéri agyag, Újszeged, holocén.

Hogy összehasonlítható adatokat kapjunk, mindegyik szemeloszlást ún. egyenértékű szemnagyság-határookra kellett átszámítani; ezeknél minden határból a következő nagyobb, ugyanazon számmal való szorzással kapható. Az alkalmazott *Miháltz-féle* [9] határok: ... 0,001; 0,002; 0,004; 0,008; 0,016 mm ...

Kiszámítottuk még a paramétereket hat elméleti görbetípusra vonatkozóan is (7. ábra, 1. táblázat). Az *I* és *IV* görbe meredek lefutású szimmetrikus eloszlást tüntet fel, csak a *Md* értékében van különbség. Az *I, II* és *III* eloszlás *Md*-ja azonos, de rendre kevésbé osztályozottak. A *IV, V* és *VI* eloszlásnál a *Md* azonos, de az anyagok egyre rosszabbul osztályozottak és az eloszlás egyre aszimmetrikusabb is.



7. ábra. Eloszlásgörbe típusok

## Törmelékes anyagok (1—10. sz.) és típus-szemeloszlások (I—VI.) paraméterei

Anyagfajta	Építőipari		Földtani					Talajmechanikai				Hordalék-vizsgálati		Talajtani		
	p a r a m é t e r e k															
	Finomsági modulusz, $m$	Fajlagos felület, $F_f$ [cm <sup>2</sup> /g]	Medián, $M_d$ [mm]	Osztályozottság, $S_o$	Görbeszimmetria, $S_k$	Görberővidtség, $K$	Sindowsky-f. osztályozottsági érték, $S$	Mértékadó szemnagyság, $D_m$ [mm]	Egyenlőtlenességi tényező, $U$	Hatékony szemcseátmérő, $D_{10}$ [mm]	Koçony-f. hatékony szemcseátmérő, $D_h$ [mm]	Közepes szemcseátmérő, $d_m$ [mm]	Kramer-féle egyenlőségi tényező, $M$	Schocklitsch-féle hordalékjellemző, $k$	Feloszláskép súlypontjának magassága, $y$ [%]	Feloszláskép súlypontjának helye, $x$ [mm]
1. Pleisztocén kavics	2,30	1,7	18,0	1,54	0,89	0,26	0,90	20,0	3,2	6,5	13,0	18,0	0,43	0,20	10,4	21,2
2. Levantei kavics	2,07	2,6	14,5	1,52	0,90	0,26	0,59	15,0	2,7	6,0	12,0	14,5	0,38	0,18	16,1	22,6
3. Duna-kavics	5,49	13,2	7,0	7,39	0,09	0,31	***	10,0	50	0,20	1,6	7,0	0,15	0,11	7,2	10,4
4. Lejtőtörmelék	4,29	490	4,0	12,3	0,10	0,16	***	***	3750	0,016	0,005	4,0	0,024	0,21	4,1	17,5
5. Maros-homok	1,24	110	0,25	1,26	1,01	0,26	0,98	0,25	2,0	0,14	0,18	0,25	0,73	0,004	13,5	0,32
6. Futóhomok	0,79	146	0,18	1,25	0,97	0,25	1,37	0,17	2,0	0,10	0,15	0,18	*	*	26,5	0,19
7. Cement	*	1510	0,03	2,14	0,74	0,34	0,30	0,05	6,7	0,006	0,014	0,03	*	*	10,2	0,039
8. Nedvestérsz. lősz	*	3860	0,023	2,02	0,63	0,24	0,26	0,03	30	0,001	0,0066	0,023	*	*	10,2	0,028
9. Oligocén agyag	*	7400	0,025	**	**	**	***	0,02	**	**	**	0,025	*	*	10,3	0,020
10. Holocén agyag	*	9920	0,0055	**	**	**	***	0,004	**	**	**	0,0055	*	*	23,4	0,0049
I	1,25	23,0	1,0	1,27	1,0	0,30	0,97	1,0	1,57	0,7	0,89	1,0	0,40	0,012	12,1	1,0
II	2,24	27,3	1,0	1,73	1,0	0,29	0,43	1,0	3,13	0,4	0,77	1,0	0,33	0,014	11,7	1,0
III	2,58	46,5	1,0	2,75	1,0	0,18	0,08	1,0	13,4	0,18	0,53	1,0	0,13	0,027	8,7	1,0
IV	1,55	2,4	10,0	1,27	1,0	0,30	1,18	10,0	1,57	7,0	9,1	10,0	0,58	0,123	24,9	10,9
V	2,39	3,0	10,0	1,47	0,78	0,31	0,90	10,0	2,75	4,0	7,4	10,0	0,46	0,116	18,0	10,8
VI	3,99	5,7	10,0	1,86	0,48	0,34	0,65	10,0	6,10	1,8	3,9	10,0	0,32	0,107	16,9	9,7

\* Finomszemű anyagoknál nem használható.

\*\* Mivel a finom részleg szemeloszlása ismeretlen, nem állapítható meg.

\*\*\* Rosszul osztályozott anyagoknál nem használható.

A paraméterek használhatóságának főbb szempontjai a következők lehetnek:

a) Melyik paraméterből következtethetünk legjobban a teljes szemeloszlásra?

b) Milyen mértékben hozható kapcsolatba a paraméter a szemcsés anyag más, gyakorlatilag is fontos sajátságaival? (Pl. adalékanyagoknál a víz-, cementigénnyel, talajoknál azok fizikai sajátságaival stb.)

c) Milyen a paraméter meghatározásának időigénye, ill. a számítás mennyire bonyolult?

Az első szemponttal kapcsolatban máris megállapítandó, hogy — miként az ismeretes — olyan számításmód, amely mellett az eloszlás egy, vagy néhány jelzőszámmal egyértelműen jellemezhető lenne, nincs és nem is képzelhető el. Bármelyik paramétert tekintjük, nyilvánvaló, hogy ugyanaz az értékszám számtalan különböző eloszláshoz tartozhat. Különösen lényeges, hogy az eloszlás-görbe esetleges mellékmaximumáról (1. ábra) egyik paraméter sem tájékoztat. Kedvezőbb a helyzet akkor, ha a mesterséges szemcsekeverékeket (pl. lépcsős összetételű adalékanyagokat) figyelmen kívül hagyjuk s a paramétereket csak a természetes eredetű törmelékes anyagokra (agyag, homok, kavics) vonatkoztatjuk. Ezek szemeloszlása ui. a keletkezésüknél közrejátszó törvényszerűségek következtében szintén törvényszerű: a kavicsféleségek többnyire rosszul, a homokok jól, az agyagok igen rosszul osztályozottak. Ez a körülmény segít abban, hogy a paraméter-adatból helyesen következtessünk a teljes eloszlásra.

Az egyes paramétereket tekintve (1. táblázat) a *finomsági modulus*ról megemlítendő, hogy értékében a halmaz durvasága („átlagos szem nagysága”) és osztályozottsága egyaránt érvényesül, ezért csak egymáshoz hasonló szemeloszlású anyagok esetében nyújt megfelelő képet. Pl. a rendkívül rosszul osztályozott, agyagtól kavicsig mindenféle méretű szemcsét tartalmazó lejtőtörmelék és a sokkal osztályozottabb dunai kavics értékszámai közt viszonylag kicsi a különbség. Úgy tűnik tehát, hogy számszerűen kevéssé jelzi a két üledék közti valóságos különbséget. Ugyanez látszik, ha a 7. ábra és 1. táblázat I—III eloszlásaihoz tartozó finomsági modulusokat hasonlítjuk össze. Továbbá ez a paraméter csak a durvaszemcsés anyagok jelzőszáma; finomszeműeknél nem számítható ki, mivel a legfinomabb Tyler-féle szita-lyukbőség: 0,147 mm.

A finomsági modulus főként az adalékanyagok víz- és cementszükséglete szempontjából fontos érték, bár erősen eltérő szemeloszlások (vegyesszemű, lépcsős stb.) összehasonlításánál a szemeloszlási görbét nem teszi nélkülözhetővé. Meghatározása egyszerű, gyors.

A *fajlagos felület* jól jellemzi a különböző finomságú rendszereket s tág határok közti változásával azonnal tájékoztat a halmaz típusáról. A fajlagos felülettel jellemzett szemcsefinomság cementeknél a betonszilárdsággal, a cement víz-igényével, zsugorodásával stb. áll kapcsolatban.

Talajok esetében a fajlagos felületből azok egyes fizikai tulajdonságaira következtethetünk [6]. Újabban Járay J. eredményesen alkalmazza útépítési adalékanyagok jellemzésére [7]. Kiszámítása az előbbi paraméterénél hosszadalmasabb.

A Trask-féle paraméterek közül a *medián* és az *osztályozottsági érték*, a talajmechanikai paraméterek közül a *mértékadó szem nagyság* és *egyenlőtlenségi tényező* kiemelkedő jelentőségű. Ezek oly szemléletesen jellemzik a szemeloszlást, hogy akár az első, akár a második kettő — a mesterséges szemcsekeverékektől eltekintve — elegendő arra, hogy az eloszlásgörbét kellő gyakorlattal közelítőleg fel is rajzoljuk. Hátrányuk az, hogy az egyenlőtlenségi tényező számításához a  $D_{10}$  érték, sőt néha az osztályozottsági értékhez szükséges  $Q_1$  érték nagyon finomszemű halmazoknál (pl. agyagok) nem állapítható meg. Ui. a nagyon finom szemcsék ülepedési ideje igen hosszú, ezért az eloszlásgörbe finom tartományba eső szakasza (kb. 0,001 mm alatt) nem határozható meg. Az osztályozottsági érték számításánál feleslegesnek látszik a  $Q_3/Q_1$  értékből való négyzetgyökvonás, mivel csökkent a jól, ill. rosszul osztályozott halmazok  $S_o$  értéke közti számszerű különbséget.

A medián és osztályozottsági értékből következtethetünk üledékes kőzetek keletkezésére, ill. származására [1a], talajok képlékenységi tulajdonságaira [14, 15], szivárgási tényezőjére [16] stb. A mértékadó szem nagyságot és egyenlőtlenségi tényezőt a talajok műszaki szempontból fontos tulajdonságaival lehet kapcsolatba hozni, amilyen a folyásra való hajlamosság, fagyveszélyesség stb. A Trask-féle és talajmechanikai paraméterek kiszámítása valamennyi közt a legegyszerűbb.

A *Sindowsky-féle osztályozottsági érték* csak kifejezetten jól osztályozott halmazokra számítható ki. Tapasztaltuk továbbá, hogy értéke a frakcióhatárok megválasztásától jelentékenyen függ. (Pl. az I és IV szemeloszlásokra eltérő érték adódott, holott azonosan osztályozottak.) Használata határozottan kerülendő.

A Kozeny-féle *hatékony szemcseátmérő* nagy előnye elméleti megalapozottsága. Ha a finom szemcsenagyságok eloszlása ismeretlen, az  $1/D$  görbe alatti terület nem állapítható meg és természetesen  $D_h$  sem. Mivel az  $1/D$  görbét nem-logaritmikus léptékben kell felrajzolni, vegyes szem nagyságú halmazoknál igen nagy ábrát kell készíteni, ill. szélsőségesen vegyes halmazoknál a szerkesztés kellő pontossággal elvégezhetetlen.

A *hordalékvizsgáló jellemzők* közül a közepes szemcseátmérő és a Kramer-féle egyenlőségi tényező jól, a Schoklitsch-féle jellemző kevésbé szemléletesen jellemzi az eloszlást. A Kozeny-, Kramer- és Schoklitsch-féle paraméter meghatározása, minthogy szabálytalan terület mérése szükséges, viszonylag hosszadalmas.

A Gessner által javasolt *súlypont-számítás* alig használatos. Ez érthető, mivel az eloszlásképp súlypontjának helyzetében az eloszlások különbözősége viszonylag kevéssé tükröződik, amint

főleg az 1. táblázat I—III, ill. IV—VI adatai mutatják. Ez a paraméter akkor is kiszámítható, ha a finom szemcserészlegek eloszlását nem ismerjük, de ekkor az eredmény helytelen, a valóságos viszonyokat eltorzító.

Összefoglalóan megállapítható, hogy — különösen természetes szemcsés anyagok, kőzetek, ill. talajok — szemeloszlásának jellemzésére igen alkalmasak a földtanban használatos Trask-féle median és osztályozottsági érték, továbbá a talajmechanikában alkalmazott mértékadó szemmagyság és egyenlőtlenességi tényező. Belőlük jó közelítéssel következtethetünk a szemeloszlásra, kiszámításuk az eloszlásgörbe birtokában egyszerű, gyors. Elméletileg legmegalapozottabb a Koženy-féle hatékony szemcseátmérő és a fajlagos felület, de számításuk az előbbieknél időigényesebb.

#### IRODALOM

- [1a] *Bárdossy Gy.*: Statisztikai módszerek alkalmazása a földtanban. Földtani Közl., LXXXVII., 1957.
- [1] *Beke B.*: Aprítás és fajtázás. Bp., 1952.
- [2] *Bódi B.*: A Budapest-környéki harmadkori kavicsok vizsgálata stb. Földtani Közl., LXXXVIII., 1938.
- [3] *Bogárdi J.*: Hordalékmozgás folyókban. Mérn. Továbbk. K., XVII. k.
- [4] *Bogárdi J.*: A hordalékmozgás elmélete. Bp., 1955.
- [5] *Gessner, H.*: Die Schlämmanalyse. Leipzig, 1931.
- [6] *Járay J.*: Zusammenhang zwischen den bodenphysikalischen Kennwerten, I. Acta Technica, XIV., 1959.
- [7] *Járay J.*: Útépítési adalékanyagok felülete és tulajdonságai közti összefüggés. Mélyéptéstud. Szemle, 11. é. 8., 1961.
- [8] *Kéződi Á.*: Talajmechanika, I. Bp., 1960.
- [9] *Miháltz I.*: Az 1941. évi porhullás. Földtani Közl., LXXXV., 1955.
- [10] Műszaki előírás betonok és habarcsok készítésére. 1954.
- [11] *Niggli, P.*: Gesteine und Minerallagerstätten. Basel, 1948.
- [12] *Palotás L.*: Építőanyagok, II. Bp., 1961.
- [13] *Pettijohn, F. J.*: Sedimentary rocks. New York, 1948.
- [14] *Ungár T.*: Üledék- és talajosztályozások összehasonlítása. Hidr. Közl., 34. é. 1., 1957.
- [15] *Ungár T.*: Kötöttségi szám használata műszaki jellegű üledékvizsgálatoknál. Építőanyag, 1959., 8. sz.
- [16] *Ungár T.*: Homokszemese-csoportok vízáteresztőképességéről. Agrokémia és Talajtan, Tom. 9. No. 2., 1960.
- [17] *Vendl A.*: A kiscelli agyag. Földt. Int. Évi Jel. XXIX., 1932.
- [18] *Vendl M.*: Szemmagyságelemzések grafikus ábrázolásáról. Mat. és Term.-tud. Ért., LXI., 1942.

#### Dr. Ungár Tibor: A szemeloszlási paramétereiről

A szemcseösszetételnek egy vagy néhány érték-számmal való jellemzésére különféle paraméterek használatosak. A közlemény ezek számításmódját és a használatukkal kapcsolatos tapasztalatokat ismerteti. Legmegfelelőbbnek a Trask-féle median és osztályozottsági érték, vagy a talajmechanikai mértékadó szemmagyság és egyenlőtlenességi tényező bizonyul. Ezek a szemeloszlást törmelékkes kőzetek, talajok esetében jól jellemzik, kiszámításuk egyszerű, gyors. A Koženy-féle hatékony szemcseátmérő és a fajlagos felület elméletileg megalapozottabbak, de kiszámításuk időigényesebb.

#### Д-р Унгар Тибор: О ПАРАМЕТРАХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕРЕН.

Для характеристики зернового состава одним или несколькими величинами используются разные параметры. В статье изложены метод расчета этих параметров и опыты, связанные с их применением. Наиболее подходящими из них оказались значения медианы и фракционности по методу Траска, или величина зерен, применяемая в механике почвы и коэф. неравномерности. Они хорошо характеризуют зерновой состав в случае обломочных пород и почв, их метод расчета простой и быстрый. Эффективный диаметр зерна, рассчитанный по методу Коженя, а также удельная поверхность, теоретически являются более обоснованными, но их метод расчета требует больше времени.

#### Dr. Ungár, T.: Die Parameter des Kornaufbaus

Es dienen verschiedentliche Parameter zur Charakterisierung des Kornaufbaus mittels einer Wertzahl oder mittels einigen-wenigen. Die Rechenmethoden werden samt betreffenden Erfahrungen beschrieben. Es bewähren sich als zweckdienlichst der Trask'sche Median- und Klassifikationswert, oder aber die für die Bodenmechanik massgebende Korngröße und der Ungleichheitskoeffizient. Mittels dieser wird bei sehthaltigen Gesteinen und Boden der Kornaufbau recht gut charakterisiert, ihre Berechnung ist rasch und einfach. Der wirksame Korndurchmesser nach Kozeny- und die spezifische Oberfläche sind theoretisch eher begründet, dennoch ist ihre Berechnung mehr zeitraubend.

## Egyesületi élet

Megalakult a Szilikátipari Tudományos Egyesület üzemi csoportja a Sajószentpéteri Üvegyárban.

A január 10-én megtartott alakuló ülésen a Vezetőséget Zeöld István főtitkárhelyettes és Pál Dezsőné egyesületi titkár képviselték, míg a MTESZ képviselőiben Bíró Antal, a Borsodi Intézőbizottság főtitkára és Domonkos Vincéné, az Intézőbizottság titkára voltak jelen.

Az ülésen, amelyen huszonhatan vettek részt, Valenta Kálmán, az Üvegyár főmérnöke elnökölt. Ismertette a megalakítandó Üzemi Csoport célkitűzéseit és tájékoztatta a résztvevőket a fennálló helyzetéről. A Sajószentpéteri Üvegyárban 13 mérnök és 19 technikus dolgozik, de több hutamester érdeklődésére is számot tarthat az új csoport, amiért is rendszeresen tartandó szakmai előadásokon felül kívánatos lesz a rendszere-

sített szakmai továbbképzés is. A tárgyi és személyi kérdések ismeretében előterjesztést tett az Üzemi Csoport elnöki és titkári helyének betöltésére, amit a jelenlevők elfogadtak: elnöknek Ősz Mihály laboratóriumvezetőt, titkárnak Kovács Józsefet választották meg.

A választást követően Ősz Mihály „Az üveglvasztás gyorsításának lehetőségei” címmel értékes előadást tartott.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület bizalommal és jóreménységgel néz az új csoport működése elé.

Ősz Mihály, a csoport elnöke, üzemi-összekötői minőségben is eredményes munkát végzett, mind szakmai, mind tudományos téren, ezért további eredményes működését is biztosítottuk látjuk.

## Forgókemencék szállóporának alkalmazása szilikátermék előállításánál

OPOCZKY LUDMILLA,

GATIÁK JÓZSEF

Régebbi munkáink<sup>1</sup> során megállapítást nyert, hogy a cementipari forgókemencék szállópóra gyenge kötőanyag, amely nem térfogatálló. A duzzadás oka a 4—11% mennyiségben jelenlevő szabad CaO, amelynek mennyisége a por eredetétől és korától függően változik. Az anyag térfogatállandóságának biztosítása céljából trasz- és granulált kohósalak adalékokat használtunk, amelyek egyidejűleg a kötőanyag szilárdságát is növelik. A szilárdság növekedése nyilvánvalóan összefügg a por CaO-tartalma és a hidraulikus adalék SiO<sub>2</sub>-tartalma között lejátszódó reakcióval, amely megfelelő adagolás mellett kalcium-monoszilikáthidráttal (CaO·SiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O) képződését eredményezi. A por CaO-tartalma és a hidraulikus adalék SiO-tartalma közötti reakció közönséges hőmérsékleten csak lassan játszódik le. A hőmérséklet növelésekor a reakció sebessége természetesen fokozódik. Nyilvánvaló, hogy nagyobb hőmérsékleten, pl. autoklávkezelés során a porból (mint CaO-t tartalmazó anyagból) és homokból (SiO<sub>2</sub> — kvarc) olyan termék nyerhető, amely tulajdonságai tekintetében hasonlít a mészhomok-téglához. Ebből kiindulva végeztünk kísérleteket mészhomok termékek előállítására szállóporból és homokból, először laboratóriumban, majd üzemileg.

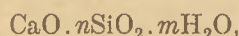
Vizsgálataink során az volt a célkitűzésünk, hogy gazdaságosan állítsunk elő oly anyagot, amely a szükséges fizikai tulajdonságokkal bír (szilárdság, térfogatsúly) és emellett időálló is. A közönséges mészhomok-tégla előállításakor általában olyan keveréket készítenek, amely 6% mészből (CaO-ra átszámítva) és 94% homokból áll. Ebben az esetben abból indulnak ki, hogy a mészhidráttal elegendő legyen a kvarcreszecskek körülfogására és összeragasztására.

A mészhomok-téglánál az időállóság tekintetében általában nincs különösebb veszély. Jung<sup>2</sup>

szerint a mészhomok (szilikát)-téglában a gőznyomás alatt történő hidrotermális kezelés során a kvarcreszecsékkel erősen összenőtt kristályos hidroszilikátok képződnek, amelyek a karbonizáció folyamán (a levegő CO<sub>2</sub>-jének hatása alatt) kristályos kalciumkarbonát összenövésékké alakulnak. Jung véleménye szerint eközben a kötési erő nem bomlik fel és a mészhomok-tégla szilárdsága nem csökken.

Tamás<sup>3</sup> kutatásai szerint a mészhomok-tégla mindenekelőtt kötőanyaggal körülvevett kristályos kvarcból áll. A szilikáthidrátfázis tobermorit. Tamás véleménye az, hogy a mészhomok téglák szilárdságát elsősorban a kvarc adja meg és csak másodsorban a szemcséket összekötő szilikáthidráttal fázis, melynek önszilárdsága nyilvánvalóan sokkal kisebb, mint a kvarcé.

A legújabb elméleti feltevések szerint, amelyekkel Szepesi<sup>4</sup> munkáiban ismerkedhettünk meg, a CaO—SiO<sub>2</sub>—H<sub>2</sub>O rendszer stabilitásának feltétele savanyú környezetben, hogy abban olyan mennyiségű CaO legyen jelen, amely elegendő a CaO·SiO<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O (pH ≥ 11) vegyület kialakulásához. Ha nem elegendő a CaO, a rendszerben belső egyensúlyállapot esetében is nem stabil és nem kristályos kalciumpoliszilikátok képződnek



amelynek nemcsak kis szilárdságúak, de igen gyenge sók (pH < 11), ezért a levegő CO<sub>2</sub>-jének hatása alatt felbomlanak. A szállópor-homok keverékből készülő mészhomoktermék előállításánál a Szepesi munkáiban közölt elméleti megállapításokat vehetjük alapul.

A laboratóriumi vizsgálatokhoz a lábatlani cementgyár forgókemencéinek porkamrájában fel-fogott szállóport használtuk fel. A szállópor átlagos kémiai összetétele a következő:

SiO <sub>2</sub>	8,38	Na <sub>2</sub> O	0,79	CO <sub>2</sub>	12,37%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,49	Izz. veszt.	13,56	CaO <sub>sz</sub>	6,31%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,55	1:1 HCl-ben oldhatatlan maradék			
CaO	49,09				
MgO	0,91	SiO <sub>2</sub>	11,62		
SO <sub>3</sub>	3,32	egyéb	2,73		
K <sub>2</sub> O	1,30				

A felhasznált szállópor granulometrikus összetétele:

	%
200—90 μ	51,00
90—60 μ	9,00
60—30 μ	20,35
30—10 μ	15,70
10—5 μ	4,59
< 5 μ	2,39

A szállópor összetételét nézve, azonnal láthatjuk, hogy autoklávkezelés folyamán a szállópor CaO- és SiO<sub>2</sub>-tartalma közötti reakció végmenetele, vagyis az autoklávkezelés után a szállópornak homok hozzáadása nélkül, önmagában is bizonyos, bár nem nagy szilárdsággal kell rendelkeznie. Ezt igazolják a laboratóriumi vizsgálatok is.

	CaO szabad %	pH	Nyomó- szilárdság, kg/cm <sup>2</sup>
Szállópor			
autoklávkezelés előtt ...	6,31	12,7 ± 0,5	—
autoklávkezelés után (8 óra, 8 atü).....	0,23	12,6 ± 0,5	20

A termék kis szilárdsága arra mutat, hogy a képződő hidroszilikátok nem rendelkeznek kellő szilárdsággal és a szilárdság biztosításához meghatározott mennyiségű, kellő saját szilárdsággal is rendelkező anyagra, vagyis kvarcra, azaz savanyú jellegű homok-adalékra van szükség.

Meg kell találni a szállópor-homok keveréknek azt az optimális összetételét, amely a leggazdaságosabb, vagyis kevés szállóport tartalmaz, de ugyanakkor a szükséges szilárdság mellett időálló is.

A szállópor-homokrendszerben poliszilikátok képződése csupán autoklávkezeléskor lehetséges, mivel a későbbi tárolás folyamán a kvarccal történő reakció gyakorlatilag már nem megy végbe. Ezért a mészhomok-termék élettartamának meghatározásához elegendő, ha vizsgálatát az autoklávkezelés után végezzük el, amelynél ellenőrzésre az 1 : 1 HCl-ben oldott CaO és SiO<sub>2</sub> közötti arány, valamint a termék pH-ja szolgál.

A vizsgálathoz az alábbi szállópor és homokkeverékeket készítettük el :

30% szállópor + 70% homok
40% szállópor + 60% homok
50% szállópor + 50% homok
60% szállópor + 40% homok

A felhasznált homok jellemzése (a csepeli mészhomok-téglagyár anyaga):

## Kémiai összetétel :

	A típusú homok %	B típusú homok %
SiO <sub>2</sub> .....	73,12	53,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,09	10,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,69	3,18
CaO .....	9,34	12,58
MgO .....	0,35	3,52
K <sub>2</sub> O .....	1,45	1,70
Na <sub>2</sub> O .....	1,86	1,97
SO <sub>3</sub> .....	0,71	0,14
Izz. vesz. ....	5,63	13,26

## Szemcseösszetétel :

	A típusú homok %	B típusú homok %
> 200 μ .....	26,0	0,5
200—90 μ .....	62,5	35,5
90—60 μ .....	6,0	18,5
60—30 μ .....	2,5	15,0
< 30 μ .....	3,0	30,5

Mindkét homok kémiai összetételéből kitűnik, hogy a viszonylag kevés kvarc mellett nagyobb mennyiségben tartalmaznak más szilikátos alkotókat, pl. földpátokat és agyagásványokat is. Ezek a szilikátos homokalkotók a mésszel ugyancsak reakcióba lépnek és a kvarchoz hasonlóan a reakció folytán hidraulikus termékeket alkotnak.

Laboratóriumban 3 súlyrész A homokból és 1 súlyrész B homokból álló keveréket használtunk fel, ami megfelel az üzemi keveréknek. A fenti összetételű keverékekből önthető konzisztenciájú (nedvességtartalom 30—32%) mintákat készítettünk, amelyeket 8 atü nyomáson, üzemi viszonyok között 8 órás autoklávkezelésnek vetettünk alá. (A vizsgálatokat a csepeli mészhomok-téglagyárban végeztük.)

A keverékek jellemzése :

		Összetétel				mészhomok téglá
		30% szp. + 70% homok	40% szp. + 60% homok	50% szp. + 50% homok	60% szp. + 40% homok	
1 : 1 HCl-ben oldható	SiO <sub>2</sub> , % .....	7,92	9,11	9,04	12,65	19,62
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,80	2,56	2,77	3,00	2,40*
	CaO (összes) .....	17,73	18,54	19,40	25,59	13,82
	CaO (kötött) .....	8,84	9,48	10,70	13,70	9,54
	K <sub>2</sub> O .....	0,80	0,63	0,94	1,12	0,20
	Na <sub>2</sub> O .....	0,42	0,35	0,45	0,56	0,48
	pH .....	11,25 ± 0,2	11,65 ± 0,3	11,75 ± 0,3	11,85 ± 0,4	12,20 ± 0,4
	CaO (szabad) .....			n i n o s		
	CO <sub>2</sub> .....	6,95	7,45	8,45	10,80	7,5
	Nyomószil., kg/cm <sup>2</sup> .....	97	70	110	81	90

\* R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

A fenti szilárdsági adatokat összehasonlítva láthatjuk, hogy nincs közöttük éles különbség, de a leggazdaságosabb a 30% szállópor + 70% homokot tartalmazó keverék (minimális portartalommal), amely ugyancsak biztosítja a kellő szilárdságot. Az 1 : 1 HCl-ben oldott SiO<sub>2</sub> és a CaO közötti arány (figyelembe véve, hogy a CaO egy része CaCO<sub>3</sub>-tá kötődött le) 1 : 1-gyel egyenlő

és a pH > 11 érték lehetővé teszi, hogy az adott rendszer stabilitásáról beszéljünk.

További vizsgálataink során a szállópor-homokos autoklávolt termékeket és mészhomok-téglát CO<sub>2</sub> kezelés alá vettük, utána vizsgáltuk szilárdságát, szilárdságcsökkenését, valamint pH változását :

Összetétel	Térfogatsúly, kg/m <sup>3</sup>	Nyomószilárdság, kg/cm <sup>2</sup>	Megjegyzés
30% sz. p. + 70% homok .....	1800	100	Térfogatsúlyt és nyomószilárdságot 20 cm élhosszúságú kockákon határoztuk meg.
40% sz. p. + 60% homok .....	1900	100	
50% sz. p. + 50% homok .....	1740	112	
60% sz. p. + 40% homok .....	1760	95	

A kezelés időtartama 32 óra, 3 atm. nyomáson.

E vizsgálat célja volt a szállóporos-homok termék és mészhomok-tégla időállóságának összehasonlítása.

Miután arra a kérdésre, hogy az általunk alkalmazott CO<sub>2</sub> kezelés milyen időnek felel meg a természetes tárolásnál, választ adni nem tudunk, nem tudjuk, hogy a vizsgálatnál jelentkezett szilárdságcsökkenés a természetben mikor következik be.

A kapott eredmények azonban arra utalnak, hogy a szállóporos homok autoklávolt termékek időállóbbak, mint a csepeli szokásos mészhomok-tégla.

Az előzetes vizsgálatok eredményei alapján áttértünk a nagyméretű mészhomok-tömböknek üzemi előállítására. Ezeket a kísérleteket 1960-ban kezdtük el, majd 1962-ben megismételve tökéletesítettük.

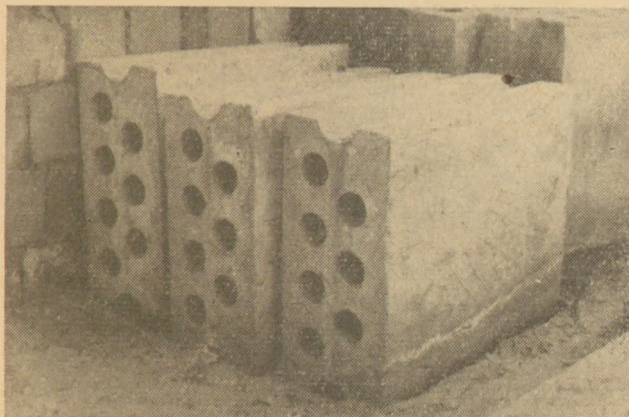
Mint ismeretes, a mészhomok-tégla gyártásánál a téglá formázása présen történik. A szállópor-homok keverék felhasználásakor ezt a formázási módot nem lehetett alkalmazni. Már a sajtolásnál kitűnt, hogy az anyag igen intenzíven adja le a vizet. Autoklávban való gőzkezelés után a próbatestek megduzzadtak és nagyfokú

morzsolódási hajlamot mutattak. Ennek oka az, hogy a szállóporban a mész egy része szabad CaO (ún. túlégetett) formájában van jelen, amely lassan oltódik és ez a folyamat nagyfokú térfogattöbblettel jár. E jelenség káros hatását sikerült kiküszöbölünk a formákban való gőzölés alkalmazásával és a massa víztartalmának 30—32%-ra való növelésével. Autokláv gőzkezelés esetén a duzzadási folyamat a formákban a szilárdulás kezdetén a forma által határolt térben játszódik le. Végeredményben a szilárdulásban levő massa csupán tömörebbé válik, vagyis a duzzadás ez esetben nem káros, hanem hasznos hatású.

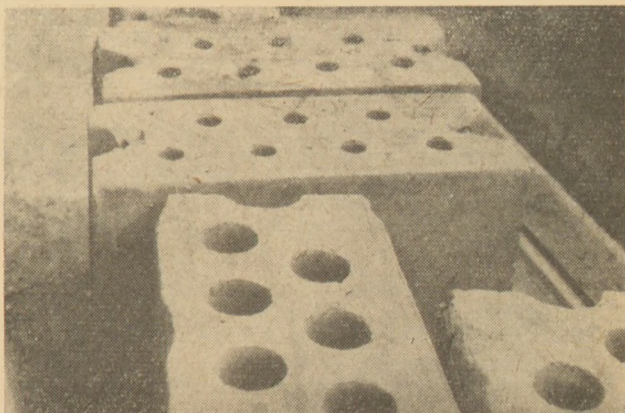
A szilárdulás kezdetén a formában lejátszódó duzzadási folyamatok a duzzadó szemcsék egymáshoz való közeledését és a struktúra bizonyos tömörödését idézik elő. A szilárdulás későbbi szakaszaiban, amikor a massa már rendelkezik a szükséges szilárdsággal, vagyis abban az időpontban, amikor a duzzadás káros belső feszültségeket tudna előidézni a gőzölt, megszilárdult termékekben, a duzzadás folyamata már befejezettnek tekinthető. A fentebb elmondottakat figyelembe véve készítettünk az alábbi keverékekből:

- 30% sz. p. + 70% homok — 1 db 66 × 82 × 30 cm-es panelt ;
- 40% sz. p. + 60% homok — 2 db 66 × 82 × 30 cm-es panelt ;
- 2 db 20 cm élhosszúságú kockát ;
- 1 db 120 × 140 × 30 cm-es panelt ;
- 50% sz. p. + 50% homok — 2 db 66 × 82 × 30 cm-es panelt ;
- 2 db 20 cm élhosszúságú kockát ;
- 60% sz. p. + 40% homok — 2 db 66 × 82 × 39 cm-es panelt ;
- 2 db 20 cm élhosszúságú kockát.

A készített blokkmintákat az 1. és 2. ábrákon szemléltetjük :



1. ábra



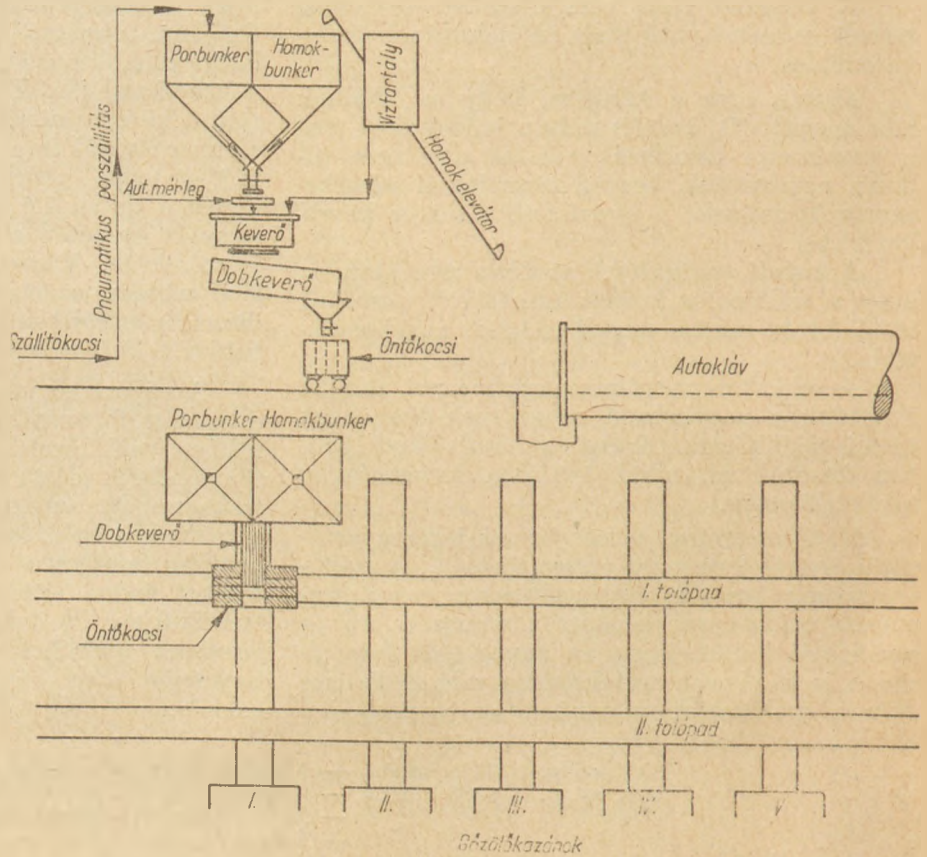
2. ábra

A masszák nedvességtartalma : 30%; autoklávkezelés : 8 óra, 8 atü.

Minta	Nyomószilárdság, kg/cm <sup>2</sup> kezelés		Szilárdság- osökkenés, %	pH kezelés	
	előtt	után		előtt	után
40% sz. p. + 60% homok ....	166,0	124,0	25	11,8 ± 0,5	12,1 ± 0,5
Mészhomoktégla .....	86,8	36,0	58	12,4 ± 0,5	12,2 ± 0,5

Az elvégzett gazdasági számítások azt bizonyítják, hogy mészhomokblokkok olcsóbban állíthatók elő szállópor és homok, mint égetett mész és homok felhasználásával. Ezen túlmenő előnyt jelent az eddig terhes hulladékként kezelt forgókemence-szállópor hasznosítása.

Szállópor és homok keverékéből mészhomokblokkok előállításához a 3. ábra szerinti elrendezést javasoljuk :



3. ábra

**IRODALOM**

1. Opczky, L. : (1961) Építőanyagipari Központi Kutató Intézet 169. sz. jelentése. (1962) Klinkerégető forgókemencék szállóporának hasznosítása, Építőanyag, 5. 165—168. old.
2. Jung, V. N. : (1951) Osznovi tehnologii vjazsuh vesesztv.
3. Tamás, F. dr. : Építőanyagipari Központi Kutató Intézet jelentése a 124—59 sz. témáról: CaO—SiO<sub>2</sub>—H<sub>2</sub>O rendszer vizsgálata.
4. Szepesi, K.—Majer, J. : Építőanyagipari Központi Kutató Intézet jelentése a 138—61. sz. témáról : Nem kvarcadalékú (porszénhamú, kazánsalak, stb.) beton időállóságának vizsgálata.

Opczky Ludmilla—Gatiák József : Forgókemencék szállóporának alkalmazása szilikátermék előállításánál.

Régebbi munkáink során megállapítottuk, hogy a forgókemencék szállópora savanyú adalékokkal (pl. trasz, kohósalak), mint alacsony értékű helyi kötőanyag, jól felhasználható.

További vizsgálataink folyamán a porból (mint CaO-t tartalmazó anyagból) és homokból előállítottunk a mészhomok téglához hasonló, autoklávolt termékeket. A szállópor-homok keverékből készülő termék előállításánál a legújabb elméleti megállapításokat vetjük alapul.

Опоцки Людмила, Гатиак Йозеф : ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЫЛИ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛИКАТНЫХ ПРОДУКТОВ.

Va többi korábbi munkánk során megállapítottuk, hogy a forgókemencék szállópora savanyú adalékokkal (pl. trasz, kohósalak), mint alacsony értékű helyi kötőanyag, jól felhasználható.

лыми гидравлическими добавками (например, трас, доменный шлак) может быть использована как местное вяжущее вещество невысокой ценности. В ходе дальнейших испытаний из смеси пыли (как материала содержащего CaO) и песка был получен автоклавный силикатный продукт, по качеству не уступающий силикатному кирпичу. В основу приготовления вышеупомянутого продукта были положены новейшие теоретические положения.

L. Opczky—J. Gatiák : Verwendung des Drehofenflugstaubes zur Herstellung von Silikatprodukten.

Aufgrund unserer früheren Arbeiten wurde festgestellt, dass der Flugstaub der Drehöfen sich mit sauren Zuschlägen (z. B. Trass, Hochofenschlacke) als geringwertiges, örtliches Bindemittel gut verwenden lässt.

Im Laufe weiterer Untersuchungen wurden aus dem Staub (CaO-haltiges Material) und aus Sand kalksandsteinartige Produkte durch Autoklavbehandlung hergestellt. Bei der Erzeugung der Materialien aus dem Gemisch Flugstaub-Sand wurden die neuesten theoretischen Überlegungen zu Grunde gelegt.

# A kaolinit báziscseréjének néhány kérdéséről\*

HODÁNY LÁSZLÓ

## I. A kaolinit báziscserélő képessége, mint szerkezetadta tulajdonsága

Mint ismeretes a radioaktív indikátoroknak a határfelületi folyamatok tanulmányozásában betöltött jelentősége nemcsak abban rejlik, hogy segítségükkel igen kis koncentrációváltozások is nagy pontossággal meghatározhatók, hanem abban is, hogy alkalmazásuk lehetővé teszi oly feladatok tanulmányozását, amelyek egyéb módszerekkel már nem oldhatók meg. Így pl. valamely szilárd anyag saját telített oldatrendszerben a szilárd fázis, valamint a telített oldat ionjai közötti kicserélődése sebessége csak radioaktív indikációs módszerrel mérhető [16], [38].

A radioaktív indikátorok ez utóbbi tulajdonságára épül lényegében az *Imre* iskola kísérleti metódikája, de ezt a tulajdonságát használja ki pl. *Szmirnova*, *Zajceva* és *Rehbinder* [33] is a cementklinker ásványok kationcseréjének vizsgálatakor.

A kaolinit báziscseréjével kapcsolatosan is található olyan probléma, amely elsősorban, sőt kizárólag a radioaktív indikátorok felhasználásával tanulmányozható. Ilyen pl. a kicserélhető kationok felületi disszociációjának kinetikája, amely egyébként az *Imre*-féle adszorpciós fokozatok elmélete alapján is tárgyalható.

A mondottak részletesebb indoklása azonban szükségessé teszi a kaolinit báziscseréjével kapcsolatos néhány kérdés, valamint az *Imre*-féle elmélet rövid áttekintését.

Ismeretes, hogy a kaolinit a többi agyagásványhoz hasonlóan, de azoknál jóval kisebb mértékben és csupán felületére korlátozódó kationcserélő tulajdonsággal rendelkezik [5], [7], [37]. Az a kérdés azonban, hogy a kaolinit e tulajdonsága mi okra is vezethető vissza, mind a mai napig sem nyert egyértelmű választ. A legrégebb felfogás az ún.

### 1. „Tört kötések” (broken bonds) elmélet

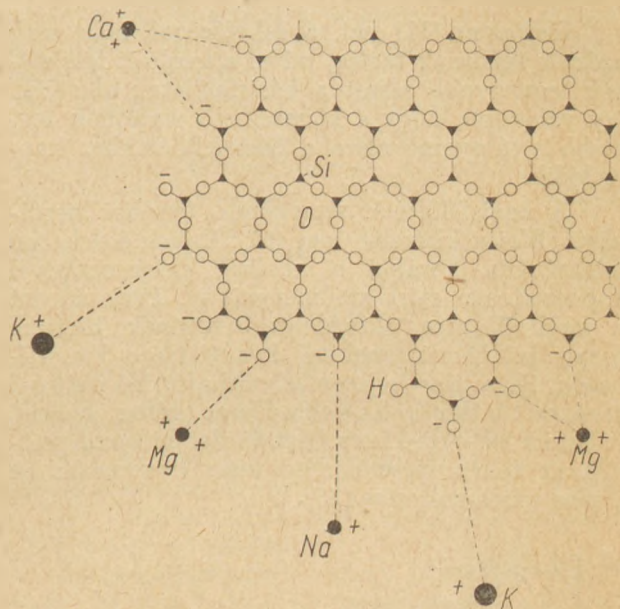
szerint a kaolinit kristályszelein levő ( $\text{—SiO—}$ ) csoportok által kémiailag kötött, disszociabilis  $\text{H}^+$ , vagy más kationok töltik be a kicserélhető ionok szerepét. (Lásd 1. ábrát.) [10], [12], [13], [14], [28], [30], [31].

Jóllehet e felfogást alá támasztja az a tapasztalat, hogy a felület növekedésével nő a kicserélhető kationok mennyisége, mégis az előbb említett elmélet szerint a kaolinit báziscserélő képessége nem magyarázható egyértelműen. Ennek bizonyítéka az is, hogy lúgokkal szemben a

### 2. H-kaolinit mint kétbázisú sav

viselkedik. *Mukherjee* és munkatársai [29] H-kaolinitet különböző lúgokkal titrálva, a 2. ábrán látható kétbázisú savra jellemző titrálási görbéket kaptak. Ennek magyarázata nyilván csak az lehet,

\* MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézet Izotóp Laboratórium, Budapest.



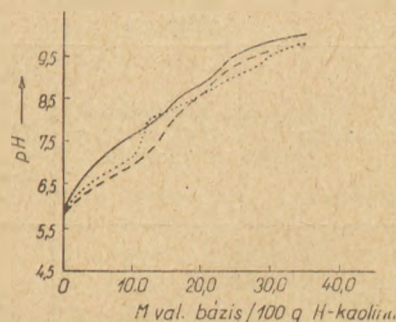
1. ábra. A kaolinit báziscserélőképességének értelmezése a „tört kötések” elmélete szerint, valamint a kicserélhető kationok felületi disszociációjának szemléltetése (13)

hogy a kaolinit különböző mértékben disszociáló hidroxilcsoportokkal rendelkezik. Figyelembe véve a már említett tényt, hogy a részecskeméret csökkenésével nő a kicserélhető kationok mennyisége, *Ganguly* (8), (9) a kaolinit kétbázisú sav jellegét a tetraédes és oktaédes rétegek szélein levő ( $\text{—SiOH}$ ), ill. ( $\text{>AlOH}$ ) csoportok különböző disszociabilitásával magyarázza. E szerint tehát az oktaédes réteg szélein levő ( $\text{>AlOH}$ ) csoportok is részt vehetnek a kationcserében.

A legutóbbi években elért eredmények alapján a kaolinit báziscserélő képessége magyarázható az ún.

### 3. diadoch helyettesítés

alján is. Ugyanis *Brindley*, *Robertson* és *Mackenzie* (3) bebizonyították, hogy a kaolinit tetraédes rétegében  $\text{Si} \rightarrow \text{Al}$ , míg oktaédes rétegében  $\text{Al} \rightarrow \text{Mg}$  diadoch helyettesítés is lehetséges. Ez viszont

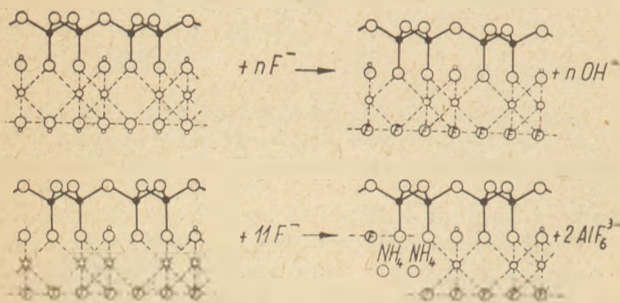


2. ábra. H-kaolinit különböző lúgokkal való potenciometrius titrálásának görbéi (29). ( $\Delta$  nátriumhidroxid,  $\circ$  báriumhidroxid,  $\square$  kalciumhidroxid)

a kaolinit kationcseréjét is új megvilágításba helyezi, hiszen a diadoch helyettesítés következtében mind a tetraéderez, mind pedig az oktaéderez bázisfelületeken levő negatív töltésű centrumokhoz szintén kicserélhető kationok kapcsolódhatnak.

Hoffmann (11) ezt a lehetőséget már csak azért is reálisnak tartja, mivel a kaolinit felületének legnagyobb részét a bázisfelületek alkotják, így valószínű, hogy a kicserélhető kationok legáltalább is túlnyomó része a bázisfelületekhez kapcsolódik.

A bázisfelületek szerepének további tisztázását Weiss kísérlete meg (37). Ennek érdekében felhasználta korábbi a kaolinit anioncseréjével kapcsolatosan elért eredményeit is. Ezek szerint a kaolinit rács oktaéderez rétegének hidroxil csoportjai fluoridionokkal kvantitatíve kicserélhetők, ill. a rács teljesen lebontható. Mint a 3 a-b ábrákon látható, az oktaéderez réteg szélein, valamint az oktaéderez bázisfelület hidroxil pozícióinak teljes kicserélődése után következik be a rács teljes szétesése (35).



3. ábra. A kaolinit rács fluoridionokkal való lebontása (35)

1. táblázatban közölt mérés adatai a kaolinit kationcserélő képességének változását tüntetik fel a fluorid ionokkal történő egyidejű rács lebontás függvényeként. Látható, hogy a kationcserélő képesség jelentős csökkenése 8 g  $Al_2O_3/100$  g kaolinit kioldása, azaz a rács lebontásának megkezdődése után következik be. Más kaolinitfajtákkal is végzett hasonló kísérleteinek eredményeként Weiss (37) végül is arra a meggyőződésre

1. táblázat

Kaolinit kationcserélő-képességének változása a rács F-ionokkal történő leépítésének függvényében (37)

(1 n  $NH_4F$ -oldat,  $pH = 5,8$ . 1 g kaolinit 50 ml fluorid-oldatban)

Kaolinit fajta	Kioldódott $Al_2O_3$ g/100 g kaolinit	Kationcserélő-képesség $Na^+ \rightarrow K^+$ $K^+ \rightarrow Na^+$ m-ekv./100 g kaolinit
Chodau-i kolloid kaolin	0,0	8,1
	0,9	8,1
	1,9	7,6
	3,9	7,4
	6,6	7,7
	8,1	6,7

jutott, hogy csak a hidroxilcsoport mentes, tetraéderez bázisfelületen lehetnek kicserélhető kationok.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a kaolinit kationcserélőképessége többféleképpen magyarázható, de végeredményben még egyik felfogás sem nyert végleges bizonyítást

## II. A kaolinit báziscseréjének törvényszerűségei

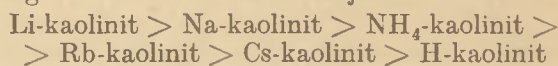
### 1. Liotropia szabálya

Jenny (23) mérései szerint a kaolinit báziscseréjére is érvényes a liotropia szabálya, valamint a  $H^+$ -ionok kitüntetett volta.  $NH_4$ -kaoliniten becserélődött egyvegyértékű kationok mennyiségét meghatározva, érvényesnek találta a következő sort:



azaz minél nagyobb a becserélődő ion sugara, tehát minél kevésbé hidratált, annál nagyobb mértékben cserélődik be. Kivételt képez a  $H^+$ -ion, amely az egyvegyértékű ionok közül a legnagyobb mértékben vesz részt az ioncserélő folyamatban.

A kaolinitet telítő, különböző egyvegyértékű kationok  $K^+$ -ionokkal történő kicserélhetősége pedig a következő sorozattal jellemezhető:



A liotropia szabálya tehát a kicserélhetőség szempontjából is érvényes: minél nagyobb mértékben cserélődik be valamely ion, annál kisebb mértékben cserélhető ismét ki.

Más irodalmi adatok szerint lehetséges, hogy a kationok be-, illetőleg kicserélhetősége szempontjából nem a kérdéses ionok liotrop sajátsága, hanem inkább azok polarizálhatósága a döntő parameter [2].

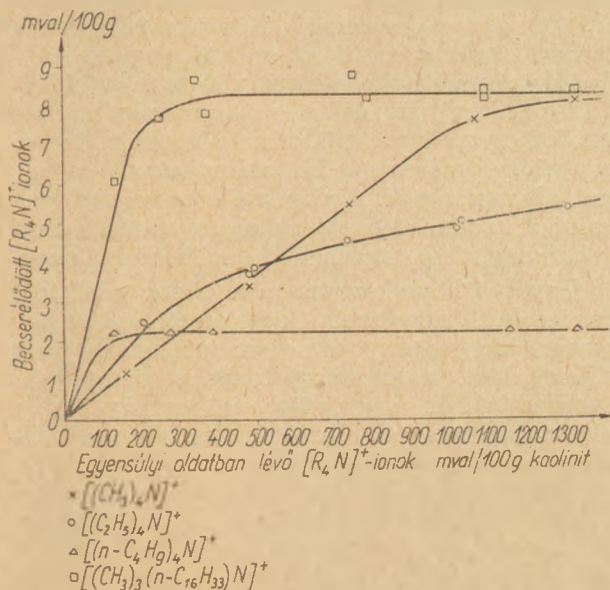
### 2. A negatív centrumok egymástól való távolságának, valamint a kationok átmérőjének szerepe

Weiss [37] szerint a be-, illetőleg kicserélhető kationok mennyiségét a felület negatív centrumai közötti távolság, valamint a csere-folyamatban résztvevő kationok átmérője határozza meg.

A 4. ábrán látható ioncserélő izoterma szerint 8,1 mg egyenértéknyi  $Na^+$ -iont tartalmazó Na-kaolinitre becserélődött nagyméretű szerves kationok mennyisége függ azok molekulatölyétől, ill. azok méretétől. A jelenség magyarázata szerinte a következő:

mindaddig, amíg a felület negatív centrumai közötti távolság nagyobb, vagy legfeljebb egyenlő a becserélődő ion átmérőjénél, az ioncsere kvantitatív, mint pl.  $[(CH_3)_4N]^+$ , valamint  $[(CH_3)_3(n-C_{16}H_{33})N]^+$  ionok esetében. (Lásd 5a ábrát.)

Ha a becserélődő ion átmérője a negatív centrumok közötti távolság kétszeresénél nem nagyobb, úgy az ioncsere még lehetséges, de már nem kvantitatív, mint ez az 5b ábrán is látható. Ugyanis ha a csere ebben az esetben kvantitatíve játszódna le, mint az az 5c és 5d ábrák kapcsán köny-

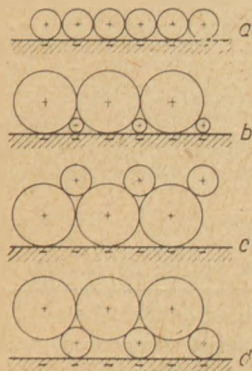


1. ábra. Na-ion kicserélhetősége különböző szerves kationokkal (37)

nyen belátható, a kationoknak két egymásfeletti rétegben kellene elhelyezkednie, ami energetikai szempontból valószínűtlen. Hasonló helyzet állna elő akkor is, ha a becserélődött kation átmérője nagyobb a centrumok közötti távolság kétszeresénél. Így ebben az esetben a kationcsere a tetraéderez bázisfelületen gyakorlatilag már nem játszódhat le.

3. Báziscserélőképesség mint az oldat pH-jának függvénye

A kaolinit báziscseréjének az oldat pH-jától való függését többek között Bär és Tendeloo [2] vizsgálták részletesen. Kísérleteik során mérték a mindenkor azonos 0,05 n kiindulási koncentrációjú, de pH = 4,7–7,8 tartományban különböző kémhatására beállított kalciumacetát oldatból becserélődött kalciumionok mennyiségét, valamint az egyensúlyi oldat pH-ját. Azt találták, hogy a kiindulási oldat lúgosságának növelésével nő az adszorbeált kalciumionok mennyisége. Méréseik szerint az is bebizonyosodott, hogy a



5a–d. ábra. A felület negatív centrumainak egymástól való távolságának, valamint a becserélődő kation átmérőjének szerepe a báziscserében (37)

kaoliniten adszorbeált hidroxilionok, valamint azok egyensúlyi oldatkonzentrációja közötti összefüggés

$$dx = k \cdot dlogc \quad (1)$$

alakban írható Lange–Verwey-féle egyenlettel adható meg. Ez utóbbi egyenletben  $x = a$  a primér adszorbeálódott ionok — jelen esetben  $OH^-$  ionok — mennyisége,  $c =$  az egyensúlyi oldat  $OH^-$  koncentrációja,  $k =$  konstans.

A Lange–Verwey-féle egyenlet az ionok ún. primér, potenciál meghatározó, hidratált-dehidratált ionpár [„Compact double layer” (CDL) „diffuse double layer” (DDL)] adszorpciójára érvényes [5], [6], [34]. Ilyen adszorpció játszódik le akkor, ha az oldat és az adszorbens közös ion-t tartalmaz, pl. ha  $AgJ$  csapadék  $HJ$  oldatban szuszpendálunk. Ekkor a közös jodidion beépül a rácsba, míg a hidrogénion, mint ellenion a felülethez hidratáltan kapcsolódva, a kialakult elektromos kettősréteg külső fegyverzetét alkotja [4], [34].

Bär és Tendeloo kísérletei szerint tehát az általuk megvizsgált esetekben az  $OH^-$ , valamint a  $Ca^{2+}$  ionok „dehidratált-hidratált ionpár” adszorpciója játszódott le.

Az előbbieket szerint tehát a kaolinit báziscserélő képessége az  $OH^-$  ionok primér adszorpciója alapján még akkor is értelmezhető, ha a I. pontban ismertetett okoktól teljesen eltekintünk.

Legújabban számos kutató a szintetikus és természetes hidroaluminiumszilikátok katalitikus tulajdonságaival kapcsolatosan elért eredményeit is felhasználva, arra a meggyőződésre jutott, hogy a tiszta dializált kaolinit szerkezeti adottságaiból kifolyólag nem báziscserélő. Szerintük ez utóbbi tulajdonsága kizárólagosan az  $OH^-$  ionok primér adszorpciójára vezethető vissza. E felfogás részletesebb ismertetése azonban nem történhetne meg a heterogén katalízis alapvető kérdéseinek áttekintése nélkül, amely viszont messze meghaladná e cikk célkitűzését és kereteit, így ettől eltekintve, a már mondottakra szorítkozva csupán utalok e szerzők közleményeire (5), (6), (30).

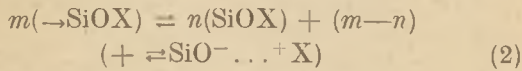
Weiss (37) szerint a kristályszeleken levő ( $\rightarrow SiOH$ ) csoportokkal kapcsolatos kationcsere függ az oldat pH-jától. E csoportok ugyanis pl. Na-etiláttal ( $\rightarrow SiONa$ ) képződése közben reagálhatnak. A Na-etilát oldatból becserélődött  $Na^+$  ionokat azonban csak 10,2-nél nagyobb pH-jú vizes közegben sikerült kvantitatíve visszatitálni. Eszerint tehát az ( $\rightarrow SiOH$ ) csoportok kationcsere szempontjából  $pH < 10,2$  oldatokban nem jöhetnek számításba.

III. A kationcsere mechanizmusáról

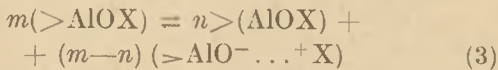
1. Felületi disszociáció

A kaolinit/elektrolitoldat rendszerekben a kaolinit felületén kialakult elektromos kettősréteg külső fegyverzetét alkotó kationok cserélődnek ki az oldat ekvivalens kationjaival (6), (7), (8), (9), (10). Az elektromos kettősréteg, mint látjuk, létrejöhet az  $OH^-$  ionok primér adszorpciója folytán, de kialakulhat az ún. felületi disszociáció következtében is. Ez utóbbi jöhet csak

számításba akkor, ha a kaolinit kationcserélőképességét az I. pontban említett okokra, vagy azok egyikére vezetjük vissza. Mint *Kingery, Halden és Kurkjikan* (25) hangsúlyozzák, pl. a kristályszelelen levő ( $\rightarrow\text{SiO}^-$ ) csoportok által kémiai-lag kötött, a felülethez dehidratáltan kapcsolódó tetszés szerinti  $X^+$  kationok kicserélhetőségének előfeltétele a



egyenlet szerint lejátszódó, elektromos kettősréteg kialakulására vezető felületi disszociáció, amelyet egyébként az 1. ábra is szemléltet. A felületi disszociációt számos tény bizonyítja: így többek között közismert, hogy a H-kaolinit vízes szuszpenziója gyengén savas karakterű, továbbá a felületi disszociáció révén negatív felületi töltésre szert tett kaolinit részecskék elektroforézis alkalmával a pozitív sarok felé vándorolnak. A I. pontban mondottak szerint pedig az ugyancsak kristályszeleken levő, avagy a tetraéderez bázisfelület  $\text{Si} \rightarrow \text{Al}$  diach helyettesítés folytán létrejött ( $>\text{AlOX}$ ) csoportok disszociációja is lejátszódhat a



egyenletnek megfelelően (4), (5), (6), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14).

A felületi disszociáció lényeges momentuma tehát

## 2. Kicserélhető kationok hidratációja

A hidratációt meggyőzően bizonyítják a kaoliniten végzett vízgőz adszorpciós mérések is. *Kuron* (26) néhány eredményét a 2. táblázat tartalmazza. Az adatok tanúsága szerint a maximálisan adszorbeált vízgőz mennyisége a kicserélhető kationok *Remy* (32)-féle hidratációs számával arányosan változik.

A táblázat adatai szerint tehát a vízgőz adszorpciót — legalábbis túlnyomó részben — a dehidratált kationok hidratációjára kell visszavezetni.

Figyelemre méltók *Keenan, Mooney és Wood* (24) mérései is, akik nem a maximálisan adszorbeált vízgőz mennyiséget, hanem a *BET* izotermából meghatározott monomolekuláns borítottságot veszik figyelembe. Kísérleti eredményeiket teljes egészében a 3. táblázat tünteti fel.

E táblázat 4. oszlopának adatai szerint mind a természetes (N), mind a  $0,5\mu$ -nál kisebb részecskékből (F) álló Li-kaolinit esetében a monomolekuláns vízgőz adszorbeátum azonos, jóllehet a finomabb szemcseeloszlású frakciók több kicserélhető

kationt tartalmazván, a vízgőz adszorpciónak is nagyobbak kellene lennie. Következésképpen a litiummal telített és  $70^\circ\text{C}$ -on vákuumban súlyállandóságig szárított kaolinit vízgőz felvételében a Li-ionok nem játszanak szerepet, mivel a szárítás hatására oly mélyen behatoltak a kaolinit rácsba, hogy többé már nem hidratálódhatnak és így nem is kicserélhetők. A vízgőz adszorpciónak ezek szerint a kaolinit felületének olyan részén kellett lejátszódnia, ahol nincsenek kicserélhető kationok.

További következtetés a 7. oszlop adataiból vonható le. A mindenkori kicserélhető kation mg egyenértéknyi mennyiségére eső vízgőz adszorbeátum millimoljainak a száma változik a kicserélhető kation fajtajától, még pedig mind az egy-, mind pedig a kétvegyértékű kationok esetében az ionrádiusz növekedésével esőkken. A különböző kationok tehát különböző mértékben disszociálhatnak le a felületről, amint ezt az 1. ábra szaggatott vonalainak különböző hosszúsága is kifejezésre juttatja (12), (13), (14).

A kaoliniten végzett vízgőz adszorpciós mérések alapján tehát az esetleg különböző mértékben disszociáló csoportokra következtetni ugyan nem lehet, viszont fontos eredménye az, hogy a kaolinit egész felületének csak meghatározott részein lehetnek kicserélhető kationok.

## 3. Kicserélhető kationok dehidratációja

Eddig elmondottakat figyelembe véve, a kaolinit felületén lejátszódó kationcsere a

$$(\rightarrow\text{SiO}^- \dots + X) + Y^+ = (\rightarrow\text{SiO}^- \dots + Y) + X^+ \quad (4)$$

illetve

$$(>\text{AlO}^- \dots + X) + Y^+ = (>\text{AlO}^- \dots + Y) + X^+ \quad (5)$$

egyenlettel fejezhető ki.

Mint látható az előbbi egyenletek írásmódja kifejezésre juttatja, hogy a kicserélhető  $X^+$  kationok, mint a felületről ledisszociált s a disszociáció folytán létrejött kettősréteg külső fegyverzetét alkotó ionok cserélődnek ki az oldat ekvivalens  $Y^+$  ionjaival. Nyilvánvalóan a becserélődött ionok is hidratáltan kapcsolódnak a kaolinit felületéhez. A hidratált kationok dehidratációja pedig bekövetkezhet hevítés hatására is.

a) *Hevítés hatására bekövetkező dehidratáció* bizonyítható *Lehmann és Fahn* (27) DTA mérései alapján is. Különböző kationokat tartalmazó és közvetlen telítés után DTA vizsgálatnak alávetett — tehát nem szárított — kaolinit minták DTA görbéi a 6. ábrán láthatók.

Mivel a  $100^\circ\text{C}$  körül kialakult endoterma csúcsok területét arányosnak találták a kicserélhető kationok *Remy* (32)-féle hidratációs számá-

2. táblázat

Vízgőz adszorpciója  $40^\circ\text{C}$ -on szárított gübersdorfi agyagon. Hőfok  $20^\circ\text{C}$  (26)

	Kicserélhető kation						
	Ba	Ca	Mg	H	K	Na	$\text{NH}_4$
Adszorbeált vízgőz, mmol $\text{H}_2\text{O}/\text{g}$ kaolinit	9,56	9,69	9,58	9,70	7,51	10,03	8,11

## Vízgőzadszorpció kaoliniten. Hőfok 20 C°-ra (24)

3. táblázat

Kicsérélhető kation	Felület N <sub>2</sub> adszorpció alapján	Monomolekuláns vízgőz adszorbátum		Kicsérélhető kation mennyisége		Millimol/H <sub>2</sub> O mekv.	Átlag
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

## Egyértékű kationok

	m <sup>2</sup> /g	mg/g	mg/g	mekv/g	mekv/m <sup>2</sup> 10			
H	N .....	18,0	5,68	0,316	0,0388	2,15	3,55	3,5
	F .....	26,1	7,6	0,291	0,0440	1,69	3,6	
Li	N .....	18	3,27	0,182	0,0396	2,2	0	0
	F .....	26,3	4,77	0,181	0,0457	1,74	0	
Na	N .....	18,6	5,2	0,280	0,0360	1,93	3,0	2,4
	F .....	27,8	6,1	0,220	0,0418	1,50	1,8	
Ka	N .....	18,9	4,54	0,240	0,0417	2,21	1,7	1,6
	F .....	28,9	6,03	0,209	0,0460	1,59	1,5	
Rb	N .....	18,3	4,32	0,236	0,0392	2,14	1,5	1,5
	F .....	28,7	5,88	0,205	0,0415	1,45	1,5	
Cs	N .....	19,5	4,37	0,224	0,0376	1,93	1,6	1,3
	F .....	30,2	5,67	0,188	0,0452	1,50	1,1	

## Kétértékű kationok

Ca	N .....	17,6	6,69	0,380	0,0384	1,90	11,4	10
	F .....	27,6	8,06	0,292	0,0432	1,56	8,5	
Sr	N .....	18,8	5,24	0,278	0,0318	1,69	6,9	6
	F .....	28,5	6,42	0,225	0,0364	1,28	5	
Ba	N .....	18,9	5,00	0,264	0,0380	2,01	5,1	5
	F .....	29,3	6,32	0,216	0,0413	1,41	4,2	

val, az endoterm effektusokat az illető kationok dehidratációjának tulajdonítottak.

A külső fegyverzet ionjainak dehidratációja azonban nemcsak hevítés hatására következik be. A vizes közegben bekövetkező felületi disszociáció ugyanis egyensúlyra vezető folyamat, tehát az oldat koncentrációjának csökkentése, vagy növelése a felületi disszociációt növeli vagy csökkenti (5), (6), (11). A disszociáció s ezzel együtt a  $\xi$ -potenciál csökkenésével bekövetkező iondehidratáció igen régi kísérleti bizonyítéka az ún.

b) *negatív adszorpció* („Salzfreie Wasserhaut”) *jelensége*

Ha kaolinitet meghatározott koncentrációjú, pl. NH<sub>4</sub>Cl oldatban szuszpendálunk, úgy az ionsere egyensúlyának elérése után az oldat kloridkoncentrációja magasabbnak adódik, mint a kiindulási oldat klorid tartalma.

Ennek magyarázata az, hogy az oldat vízmolekuláinak adszorpciója, valamint a kationok

hidratációja következtében az oldat térfogata csökken s így a kloridion koncentráció növekedik (1), (36), (37), (12).

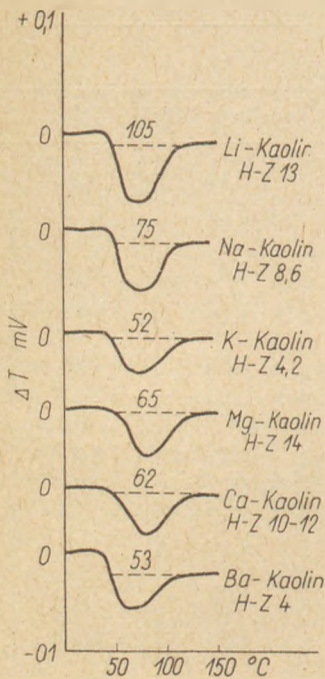
#### IV. A felületi disszociáció mechanizmusa az IMRE-féle adszorpció fokozatok alapján

A kicsérélhető kationok vizes közegben bekövetkező felületi disszociációjának egyensúlya heterogénkinetikai szempontból az *Imre*-féle adszorpció fokozatok elmélete alapján is tárgyalható. A további gondolatmenet azonban megkívánja az előbb említett elmélet rövid ismertetését is.

##### 1. *Imre-féle adszorpció fokozatok elmélete*

Valamely heteropoláros szilárd anyag, pl. PbSO<sub>4</sub> és saját telített oldata közötti oldódási egyensúly kinetikus egyensúly, azaz időegység alatt ugyanannyi ólomion válik ki a felületen, mint amennyi az oldatban megy.

Paneth közismert indikációs felületmeghatározó módszerének kidolgozásakor feltette, hogy az oldódási egyensúly mint ioncsere folyamat kizárólag a szilárd fal felületén, valamint az oldatban levő kationok közvetlen helycseréjéből áll (15).



6. ábra. Iondehidratációra visszavezethető endoterm csúcsok különböző kicserélhető kationnal telített kaolinit DT A görbéin (27)

Imre (15) szerint az előbbi felfogás azért sem lehet helytálló, mivel nem veszi figyelembe az átkristályosodási folyamatot, melynek következtében a felületen kivált ólomion a rács mélyebb rétegeibe is beépülhet, de egyszerűen nem is képzelhető el az előbb említett mechanizmus alapján. Ugyanis az átkristályosodás megköveteli, hogy a rács meghatározott felületi részén tovább növekedjék, ugyanakkor a felület ismét más része feloldódjék. Éppen ezért feltette, hogy az ioncsere a felület két pontjával kapcsolatos folyamat: az oldatból kiváló ion a rács felület egy negatív centrumán adszorbeálódik, ugyanakkor — az egyensúlynak megfelelően — a felület másik részén egy ólomion az oldatba megy. Ez a szemlélet tükröződik az Imre-féle adszorpció fokozatok elméletében, amely az ilyen egyensúlyi oldatból a felületre érkező ionok felvételének mechanizmusát igyekszik tisztázni (15), (17).

Feltevésének igazolása érdekében vizsgálta — többek között — a már említett  $PbSO_4$  saját telített oldatrendszerben az oldatból a felületre kiváló  $Pb^{2+}$ -ionok felvételének sebességét. Az egyensúlynak megfelelően az oldat makroszkópos koncentrációja változatlan volt, így a mérést csak radioaktív indikációs módszerrel tudta elvégezni. Ezért a rendszerhez az ólomionoknak a rendszer makroszkópos tulajdonságait nem befolyásoló csekély mennyiségű radioaktív izotóp-ját  $^{212}Pb$  (ThB)-t adta. Ez utóbbi ugyanis csak a felületre való felvétel mozzanatait indikálta (16).

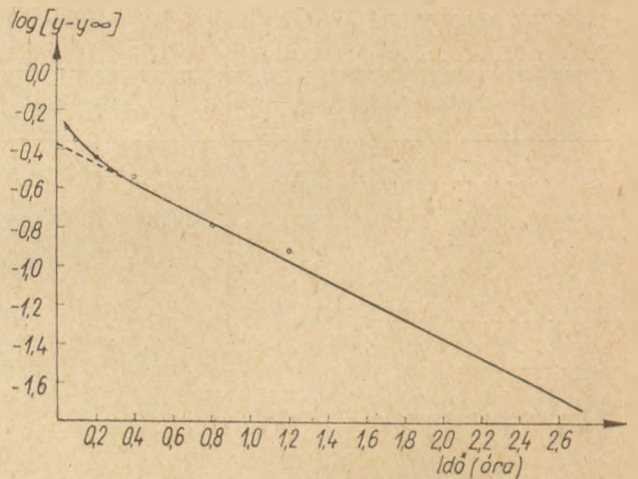
Kísérletei szerint a felületen kivált radioaktív ólomizotóp  $x$  %-os mennyiségét olyan görbe írja le, amelynek kezdeti része a függőleges tengellyel esik egybe, majd további, aránylag meredekebb emelkedés után fokozatosan elhajolva, közeledik az egyensúlyi érték felé. Ilyen sebességi görbét tüntet fel a 7. ábra, amelyet Imre (16) kísérleti adatai alapján szerkesztettem meg.

Ilyen, és ehhez hasonló kísérleti eredményei alapján, Imre az adszorptív ionnak a kristályrácsba való beépülését a következőképpen értelmezi (lásd 8. ábrát):

Az adszorptív  $\oplus$  kation gyakorlatilag mérhetetlen gyors folyamatban hidratáltan kiválik a rács felületének ellentétes töltésű pontján. Ez az első fokozat.

A második fokozatba lépve az ion mérhető sebességgel dehidratálódik s a rács felületével kémiai kölcsönhatásba lép.

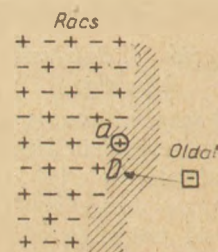
Végül ha a második fokozatba jutott kationra egy  $\ominus$  anion épül rá, úgy a rács első felületi rétegéből a második, majd a további átkristályosodás révén a rács mélyebb rétegeibe jut. Ez az adszorpció harmadik részfolyamata (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22).



7. ábra. ThB ( $^{212}Pb$ ) adszorpciója ólomszulfátban (16), (1 g  $PbSO_4$ , 40 ml telített oldatban,  $(HNO_3) = 4 \cdot 10^{-3} n$ , hőfok:  $40^\circ C$ )

A fenti elképzelés matematikai megfogalmazása révén pedig a következő összefüggést vezette le az oldat aktivitásának időbeni csökkenésére vonatkozóan:

$$y - y_\infty = A_1 e^{-a_1 t} + A_2 e^{a_2 t} \quad (6)$$



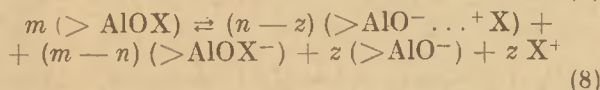
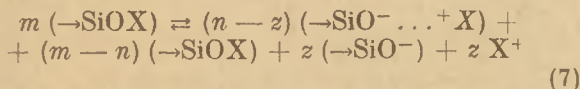
8. ábra. Az adszorpció fokozatok szemléltetése (19)

(ahol  $y$  ill.  $y_\infty$  — az oldat aktivitása,  $t$  ill.  $t_\infty$  — időben  $A_1, A_2, a_1, a_2$  konstansok) [17].

Mint a 9. ábrán is látható, a fenti egyenlet a kísérletileg meghatározott oldat aktivitáscsökkenést valójából jól leírja.

2. A felületi disszociáció, mint egyensúlyra vezető folyamat kinetikus jellege

A felületi disszociációt kifejező (2) és (3) egyenletek még nem minden esetben felelnek meg a valóságnak. Ugyanis különösen híg oldatokban feltétlenül számolni kell azzal, hogy a felület hidratált ionjai a felülettől teljesen elszakadva az oldatba kerülnek (4). E folyamat pedig

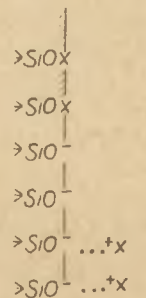


egyenletekkel fejezhető ki. Egyszerűség kedvéért vizsgáljuk csupán az egyik, pl. a (7) egyenlettel kifejezhető felületi disszociációt. Ez szemléletesen úgy képzelhető el, hogy a kationok egy része dehidratáltan kapcsolódik a felülethez, más része a felületről ledisszociál ugyan, de még hidratáltan érintkezik a felülettel, míg végül az ionok egy része a felülettől teljesen elszakadva az oldatban van. Ez az egyensúly is nyilván kinetikus egyensúly, azaz időegység alatt ugyanannyi ion jut a felületre, mint amennyi az oldatba megy. (Lásd a 10. ábrát.)

Az oldatból kiváló — adszorptív — ion felületre való felvétele elképzelhető úgy is, hogy a felület szabad negatív pontján adszorbeálódik, ugyanakkor — az egyensúlynak megfelelően — a felület másik pontján egy ion deszorbeálódik, azaz az ionszere a felület két pontjával kapcsolatos folyamatnak tekinthető.

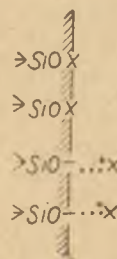
A felületre való felvétel az előzőek alapján két fokozaton keresztül játszódik le: az adszorptív ion hidratáltan kiválik a kaolinit felületének ne-

gatív centrumán, majd hidrátburkából kiszakadva csupasz ionként kapcsolódik a felülethez. E két fokozat pedig teljesen azonos az Imre-féle első és második adszorpciós fokozattal. Várható, hogy a kaolinit esetében is az első fokozatba való jutás mérhetetlenül gyorsan játszódik le, s ami ténylegesen mérhető, az az első fokozatból a második fokozatba való átmenet folyamatának, azaz a dehidratációnak a sebessége lesz.



10. ábra. Kicszerélhető kationok felületi disszociációja híg oldatban

Növelve az oldat koncentrációját, a felületi disszociáció fokozatosan visszaszorul és végül elérhető a 11. ábrán szemléletesen feltüntetett helyzet, amikor a kicszerélhető kationok már nem szakadnak el s egy részük hidratáltan, míg másik részük dehidratáltan kapcsolódik a felülethez.

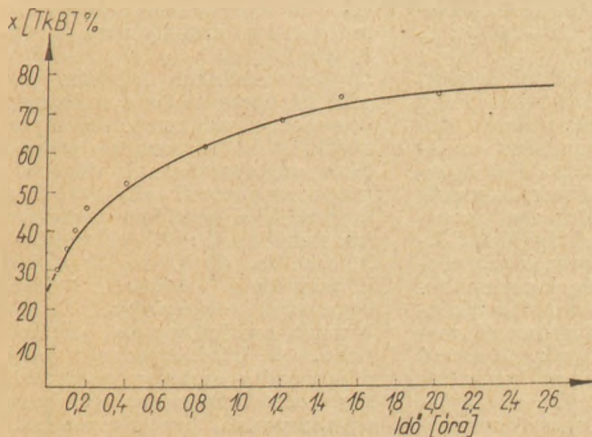


11. ábra. Kicszerélhető kationok felületi disszociációja közepes töménységű oldatban

Ebben az esetben is nyilván kinetikus egyensúlynak kell fennállnia a felületen levő dehidratált és hidratált ionok, másrészt ez utóbbiak s az oldat ionjai között. Ekkor az oldatból kiváló ion felületre való felvétele úgy képzelhető el, hogy a felülethez hidratáltan kapcsolódó ionnal való pillanatszerű helycsere következtében jut az első fokozatba, majd mérhető sebességű dehidratáció folytán a második fokozatba kerül. Ugyanakkor — szintén az egyensúlynak megfelelően — a felület másik pontján egy dehidratált ion hidrátálódva, az első fokozatba kerül.

A mondottak nyilván érvényesek a (8) egyenlettel kifejezett felületi disszociációra is.

Ha (7) és (8) egyenletekkel kifejezett és különböző mértékű felületi disszociáció együttesen játszódik le, úgy feltehető, hogy mind a (>SiO<sup>-</sup>), mind pedig az (>AlO<sup>-</sup>) csoportokon az első fokozatba való jutás mérhetetlenül gyorsan, míg a dehidratáció azonban mérhető, de különböző sebességgel játszódik le.



9. ábra. Az oldat  $\text{ThB}(^{212}\text{Pb})$  aktivitásának csökkenése  $\text{PbSO}_4$  saját telített oldat rendszerben (16) (1 g  $\text{PbSO}_4$  40 ml telített oldatban,  $(\text{HNO}_3) = 4 \cdot 10^{-3}$  n, hőfok:  $40^\circ\text{C}$ )

A feltevés helyességének megvizsgálása céljából nyilván kinetikus méréseket kell végezni. Am egyensúlyi rendszerről lévén szó, a feladat csak radioaktív indikátorok segítségével oldható meg. Ugyanis ebben az esetben is a felületről le-disszociált kationoknak a rendszerbe vitt és a rendszer makroszkópos tulajdonságait nem befolyásoló csekély mennyiségű radioaktív izotópja csupán a felületre való felvétel mozzanatait fogja indikálni. Kérdés, hogy a fenti elképzelés igazolása céljából elvégzendő kísérletek mennyiben erősítik meg eme elképzeléseket, illetve a kísérleti eredmények alapján mennyiben kell módosítani az eredeti felfogást?

Kísérleti eredményeim részletes ismertetésére azonban további közleményeimből térek ki.

#### IRODALOM

- [1] F. Alten—B. Kurmies: *Angew. Chem.* 48. 361 (1935).
- [2] A. L. S. Bär—H. I. C. Tendeloo: *Kolloid Beihefte*, 44, 37 (1936).
- [3] G. W. Brindley—R. H. S. Robertson—R. C. M. Mackenzie: *Amer. Min.* 39. 118 (1954).
- [4] Buzdgh A.: *Kolloidika*, Bpest (1946).
- [5] M. A. Cook—I. B. Cutler—G. R. Hill—M. E. Wadsworth—A. G. Oblad: *Journ. phys. Chem.* 57. 1 (1953).
- [6] I. B. Cutler—M. A. Cook: *Journ. Amer. Cer. Soc.* 36. 165 (1953).
- [7] K. Fischeck—E. Messmer: *Z. anorg. allg. Chem.* 274. 1 (1953).
- [8] A. K. Ganguly: *Journ. phys. Chem.* 55. 1417 (1951).
- [9] A. K. Ganguly—A. S. Mukherjee: *Journ. phys. Chem.* 55. 1429 (1951).
- [10] Groszcsik J.: A kerámia elméleti alapjai. Bpest (1956).
- [11] U. Hofmann: *Silikattechnik*, 8. 224 (1957).
- [12] U. Hofmann—K. Giese: *Kolloid Zeit.* 87. 21 (1939).

- [13] U. Hofmann—W. Bilke: *Kolloid Zeit.* 77. 238 (1936).
- [14] U. Hofmann—K. Endel—D. Willm: *Angew. Chem.* 47. 539 (1934).
- [15] L. Imre: *Kolloid Zeit.* 87. 12 (1939).
- [16] L. Imre: *Z. phys. Chem. A* 164. 343 (1933).
- [17] L. Imre: *Z. phys. Chem. A* 153. 262 (1931).
- [18] L. Imre: *Z. phys. Chem. A* 171. 239 (1934).
- [19] L. Imre: *Z. Elektrochemie* 38. 535 (1932).
- [20] L. Imre: *Z. phys. Chem. A* 177. 409 (1936).
- [21] L. Imre: *Z. phys. Chem. A* 164. 364 (1933).
- [22] L. Imre: *Z. phys. Chem. A* 164. 327 (1938).
- [23] H. Jenmy: *J. phys. Chem.* 40. 501 (1936).
- [24] A. G. Keenan—R. W. Mooney—L. A. Wood: *J. phys. Chem.* 55. 1462 (1952).
- [25] W. D. Kingery—F. A. Haldew—C. R. Kurkjian: *J. phys. Chem.* 59. 378 (1955).
- [26] Kuron: *Kolloid Beih.* 36. 178 (1932).
- [27] H. Lehmann—R. Fahn: *Tonindustrie Zeit.* 79. 3 (1955).
- [28] K. G. Miesszerov: *Dokladi Ak. Nauk. SzSzSzR.* 88. 503 (1953).
- [29] I. W. Mukherjee—R. P. Mitra—D. K. Mitra: *J. phys. Chem.* 47. 543 (1943).
- [30] A. G. Oblad—T. H. Milliken—G. A. Mills: *Advances in Catalysis* 3. 199 (1951).
- [31] G. M. Pancsenkov—P. R. Akisin—N. N. Vasziljev: *Dokl. Akad. Nauk. SzSzSzR.* 104. 571 (1955).
- [32] H. Remy: *Lehrbuch der anorg. Chem.*
- [33] A. M. Szmirnova—N. G. Zajceva—P. A. Rebinde: *Kolloid. Zsurnál* 18. 93 (1956).
- [34] E. J. Verwey: *Kolloid Zeit.* 72. 187 (1935).
- [35] A. Weiss—A. Mehler—G. Koch—U. Hofmann: *Zeit. anorg. allg. Chem.* 284. 177 (1956).
- [36] A. Weiss: *Z. anorg. allg. Chem.* 298. 129 (1958).
- [37] A. Weiss: *Z. anorg. allg. Chem.* 299. 1 (1959).
- [38] W. J. Whitehouse—J. L. Putmann: *Radioaktiv izotópok*. Bpest (1955).

Hodány László: A kaolinit báziscseréjének néhány kérdéséről.

Ходань Ласло: О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ РЕАКЦИИ ОБМЕНА ОСНОВЫ КАОЛИНИТА.

Hodány, L.: Angaben zur Frage des Kationenaustausches beim Kaolinit.

## AZ ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

### CEMENT

1962. 3. sz.

Zadjuzsko, I. K.—Loscsinszkaja, A. V.: A klinkerégetés folyamatának automatizálása. (p. 3—7, á: 5, t: 4.)

A klinkerégetés irányításának nehézségei a forgókemencékben. A technológiai folyamat menetét zavaró tényezők. Az égetési folyamat irányításának feltételei. A klinkerégetési folyamat automatikus szabályozásának blokkos vázlat. A távozó gázok hőmérséklete szabályozásának elvi vázlat. Három hőmérsékletszabályozó működésének leírása. A kalcináló zóna hőmérséklete szabályozásának elvi vázlat. A zsugorodási zóna hőmérséklete szabályozásának elvi vázlat. Az automatikus szabályozás és a klinker minősége. Összehasonlító adatok az automatikus szabályozással és a kézi szabályozással égetett klinker fizikai-mechanikai tulajdonságai tekintetében.

Az eredmények indokolják az automatizálás bevezetését.

Szülcssev, M. M.—Asztahova, M. A.: A mészkőkomponens finomságának befolyása a cementkeverék zsugoríthatóságára. (p. 12—14, á: 1, t: 4, b: 1.)

Asztrejeva, O. M. adatai szerint, nagykristályú mészkövet vagy nagy kalcitkristályokat tartalmazó cementkeverék zsugorítása esetében a klinker struktúrája egyenetlen lesz és szabad mészszemcsék fordulnak elő. Különleges vizsgálatot végeztek a mészkő őrlési finomságának és a keverék granulometrikus összetételének szerepe tekintetében. A dikalciumszilikát képződése és a márványszemcsék mérete közötti összefüggés. A szerző javasolja, hogy a nyers keveréket zárt ciklusban őrljék oly iszap előállítás céljából, mely nem tartalmaz nagyméretű mészkőrézecséket. A zárt őrlési eljárás biztosítja, hogy a keverék nem tartalmaz nagyméretű részecské-

ket és egyidejűleg lehetővé teszi, hogy az iszap granulometriája ne legyen nagyon szoros.

Belov, P. V.: „Volga” típusú rostélyos hűtőberendezés működésének automatikus szabályozása. (p. 8—9, á: 1.)

A cementklinker hűtésére szolgáló hűtőberendezés a melegnek a kemencébe visszavezetésével működik. A hűtőberendezés automatikus szabályozásának vázlat. A hűtőberendezéssel ellátott forgókemencékkel szemben támasztott követelmények: 1. A klinker lehűtése kb. 50 °C-ra, 2. állandó hőmérsékletű szekunder levegő egyenletes mennyisége, 3. Megbízható munka magas hőmérsékleten. A hűtőberendezés helyes alkalmazása esetében nincs szükség mérődiafragmára és hosszú egyenesvonalú levegővezetésekre. Az ilyen típusú automatikus szabályozás az egész kemence gazdasági mutatóit és a termék minőségét.

(Folytatás a 36. oldalon)

# Új lehetőségek a kerámiai falburkolólapgyártás technológiájának fejlesztésére

GROFCSIK ELEMÉR

A finomkerámiai ipar előtt álló feladatok a termelékenység emelése, alacsony költségű termelés kialakítása ma már nem oldható meg egyedül a régi eljárások gépesítésével, hanem szükséges teljesen új technológiák kidolgozása is. Bár a kerámia azon iparágak közé tartozik, ahol rendkívül erős a műszaki hagyományokhoz, a megszokott technológiákhoz való ragaszkodás, mégis az utóbbi időben világviszonylatban megfigyelhető az erősebb tempójú törekvés, teljesen új utak keresésére az ipar különböző ágazataiban. Hazai vonatkozásban is tapasztalható iparunkban a technológiai konzervatívizmus. Ahhoz, hogy a fejlett technológiával rendelkező államokhoz viszonyítva az egyes területeken tapasztalható lemaradásunk ne növekedjék, sőt utolérjük, esetleg túlszárnyaljuk a legfejlettebb technológiával rendelkező gyárat, elengedhetetlenül szükséges a hátor kezdeményezés, teljesen új technológiai lehetőségek keresésére és alkalmazására. A korszerű, gyorsütemű és eredményes műszaki fejlesztésnek természetesen megvannak a szerkezeti és egyéb feltételei, melyek nélkül a teljesen új alapokon álló technológia berendezéseinek sikeres üzemeltetése nem oldható meg. Ezek taglalása azonban nem képezi jelen cikk tárgyát. E sorokkal csupán a sokrétű és szerteágazó problémakörnek egy szűkebb területét kívánom érinteni, nevezetesen a falburkoló csempegyártás műszaki fejlesztésének egyes kérdéseit.

## A legelterjedtebben alkalmazott régi technológia

A kerámiai falburkolólap klasszikus gyártási folyamata a következő munkafázisokból áll, illetve a következő berendezéseket alkalmazza: (1. ábra)

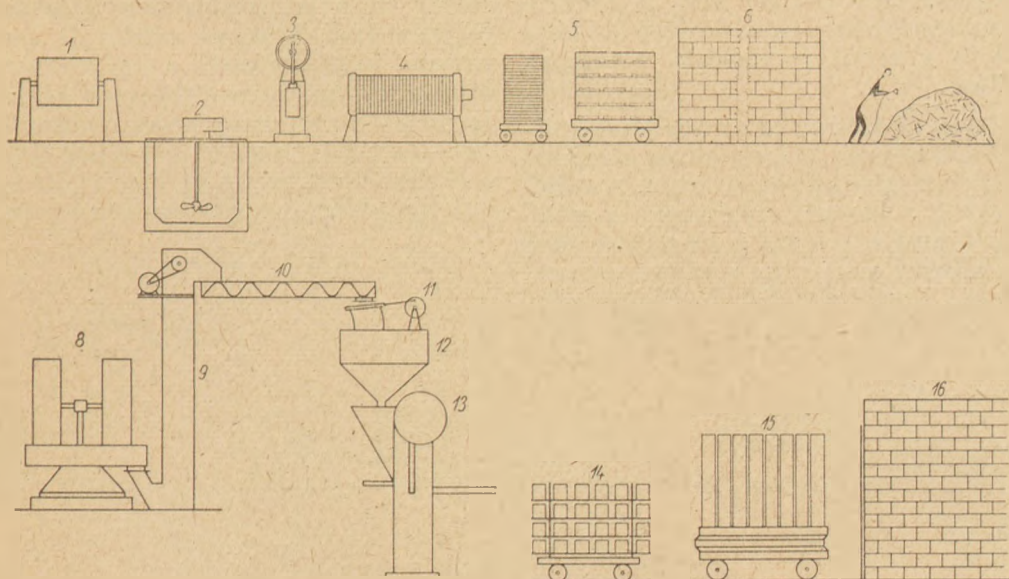
nedvesen őrölt dobmalom (1), propelleres keverő (2), membrán szivattyú (3), szűrőprés (4), masszalepény szállítás (5), alagútszáritó (6), a nedvesség kézi beállítása (7), kollerjárat (8), elevátor (9), szállítócsiga (10), rázószita (11), siló (12), présgép (13), nyerscsempe szállítás (14), felrakás az égetőkocsira (15), első égetés (16).

A technológia további ismertetésére most nem térek ki, mert az viszonylag korszerű és így a fejlesztés e területen inkább automatizálási és műszerezési kérdésként kerül előtérbe. A technológiai sémából érzékelhető a munkafolyamat tagoltsága, a sok nehéz fizikai munkát igénylő feldolgozási eljárás, a szilikózist okozó munkahelyek gyakorisága. A technológia korszerűsítésére több lehetőség is kínálkozik.

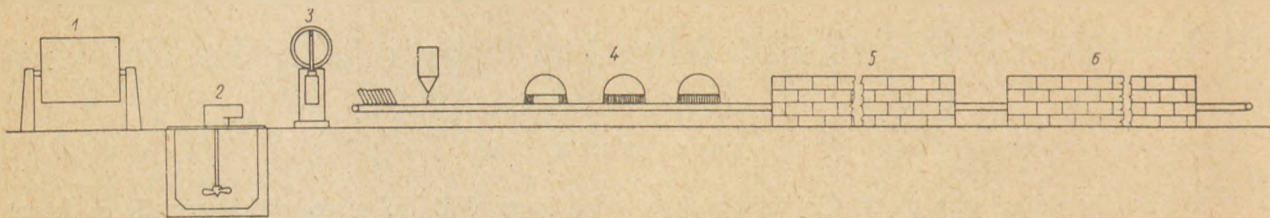
Új gyárak létesítésénél, valamint a meglévő rekonstrukciójánál olyan technológiák alkalmazhatók, melyek nemcsak alapvetően megváltoztatják a régi eljárást, hanem ugyanakkor a termelékenység emelését is biztosítják és a termék minőségét, valamint a gazdaságosságot is javítják.

## Új technológiai lehetőségek

Abban az esetben, ha a kerámiai falburkoló csempegyártás fejlesztése újonnan létesítendő üzemben valósul meg, számításba jöhet a dr. Korach professzor által feltalált ún. „kervit” csempe gyártási technológiája. Az új technológia felépítésében termelékenyebb és gazdaságosabb megoldásnak látszik a klasszikus gyártási folyamatokhoz képest. Az Építőanyag hasábjain az új technológiával kapcsolatos kísérletekről már jelent meg beszámoló, mely érintette az eljárás lényegét. E cikk keretében e technológiával részleteiben nem kívánok foglalkozni, csak rá szeretnék mutatni



1. ábra



2. ábra

arra, hogy iparunk egyik területén ezen eljárás jó példa arra, milyen úton kell törekedni a technológia teljesen új alapokon való fejlesztésére.

### „Kervit” technológia

A kervit falburkoló csempe masszája részben kerámiai nyersanyagokból, részben üvegtörmelék-ből áll. (A kervit csempe gyártástechnológiájának sémája 2. ábrán látható.) A technológia lényege, hogy az alapanyagok őrlése és előkészítése (1, 2, 3) után porózus alátétekre — a normál csempe-mázoló géphez hasonló öntőgépen — több réteg öntőiszapot öntenek egymásra (4). A porózus alátétre először ún. választóréteg, arra a csempe híg folyós anyaga, majd máz kerül. Az egymásra öntött rétegek a nedvesség elszívása következtében másodpercek alatt kialakulnak, illetve megszilárdulnak. Az öntőgép elve — mint említettem — a csempe-mázoló géphez hasonló, azokkal a módosításokkal, melyet a kervit gyártás technológiája megkíván. Az így kiöntött csempéket alagútszáritón (5), majd kemencén (6) bocsájtják át alátéttel együtt. A kiégetett csempe az alátétről égetés után könnyen leemelhető, mivel a választóréteg elporlódik. Szükség esetén jelentéktelen minőségjavító csiszolást alkalmaznak a kész gyártmányon és ezután a csempe már csomagolásra kész.

A kervit csempegyárnál a leegyszerűsített technológia folytán jelentős beruházási megtakarítást lehet elérni és a technológiai folyamatok teljesen automatizálhatók. Ezzel olyan feladatot old meg a kervit-csempe technológia, mely sajtolási technológiával nem oldható meg. A gyártási folyamat leegyszerűsítését szemléltetően mutatja a sajtolásos és a kervit technológia sémájának összehasonlítása.

Meg kell jegyezni, hogy ez az új eljárás különösen, de a többi teljesen új technológia is rendkívül szigorú technológiai fegyelmet kíván. A kervit csempe ezenkívül a burkoló munkáknál, a szállításnál és általában a kezelésnél is lényegesen több gondosságot követel meg, mint a sajtoló csempe. Le kell szögezni, hogy szigorú technológiai fegy-

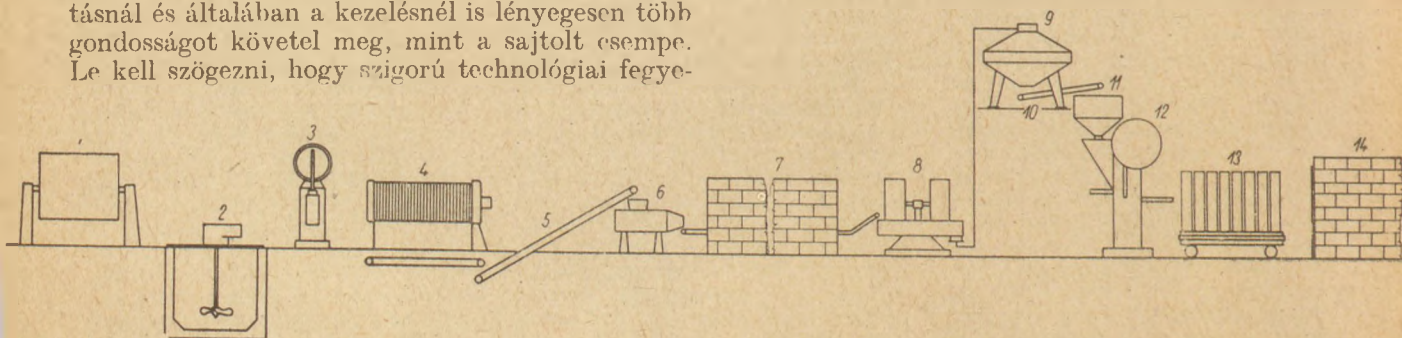
lem és nagyobb gondosság nélkül alapvető technológiai változtatást iparunkban nem fogunk tudni elérni, illetve az új eljárások, gépek, berendezések sem fogják meghozni azt a kívánt eredményt, melyet egyébként elérhetünk.

### Meglevő üzemek fejlesztése

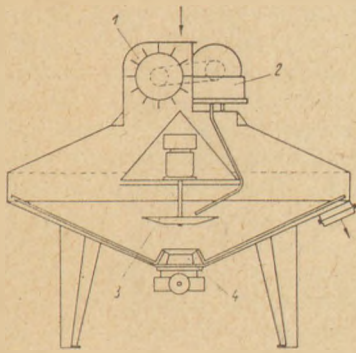
Hazai kerámiai gyáraink régi telepítésűek és ez csempegyárunkra is vonatkozik. A helyi üzemi adottságok természetesen korlátozzák a technológia fejlesztésének lehetőségeit. Ennek ellenére vannak módszerek, melyek alkalmazásával új alapokra helyezhetjük a termelési folyamatot.

A fejlesztés egyik módja az adott folyamat lehetőség szerinti gépesítése, illetve a meglévő gépesített eljárások tökéletesítése, tovább fejlesztése. E megoldás bizonyos mértékig csökkenti a nehéz fizikai munkát, fokozza a termelékenységet is, azonban nem változtatja meg alapvetően a teljes folyamatot, vagy annak egyes részét és így nem tud olyan eredményt biztosítani, ami a ráfordítás alapján várható lenne. A klasszikus technológiára épülő fejlesztési lehetőségeket a 3. ábrán bemutatott folyamat-séma szemlélteti.

A folyamatban megmarad az őrlőmalom (1), a keverő (2), a membrán szivattyú (3), a szűrőprés (4). Új elemként jelentkezik a préslepeny szállítószalag (5), ami a nehéz fizikai munka kiküszöbölését szolgálja. Elmarad a lepenyszállító kocsis, viszont új gépként a folyamatba kerül egy csigaprés (6), mely a préslepenyektől vékony idomokat sajtol a gyors és gazdaságosabb szárítás érdekében. Az eddigi alagútszáritó helyett nagyobb teljesítményű, korszerű szárító (7) kerül felhasználásra, majd a massa a kollerjáraton (8) át bocsájtva az ún. nedvesítőkeverő gépbe (9) kerül. Innen — a vasszennyeződés csökkentése érdekében — a szállítócsiga helyett szalag (10) továbbítja a rázószitákra, majd a silókon (11) át jut a massa a présgépekhez (12). Amennyiben a présgépek felett



3. ábra



4. ábra

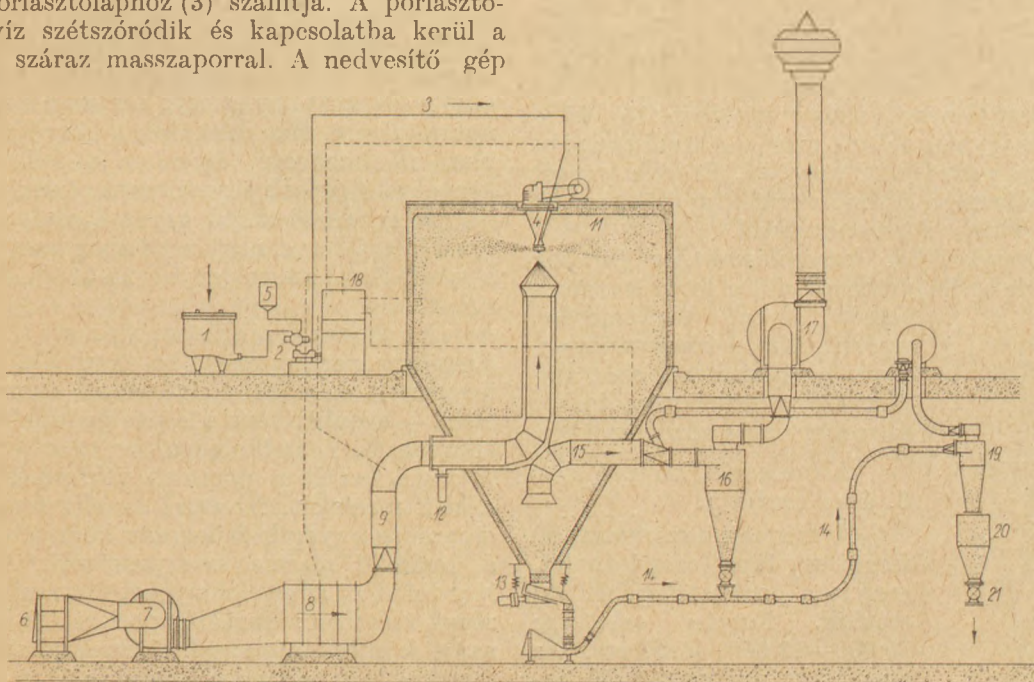
elhelyezendő silók és a kollerjárat közötti távolság nagy, akkor meg lehet a folyamatot oldani úgy is, hogy a masszapot a kollerjáratról pneumatikus úton, csővezetéken szállítjuk a nedvesítőkeverő gépbe, mely a silók közelében van elhelyezve. A présgépek elhelyezését úgy kell megoldani, hogy közvetlenül a kemencekocsira (13) legyen rakható a nyerscsempe, mivel így a külön szállítás és felrakás elmarad. Ami a fejlesztésnek ezt a módját illeti, a változás elsősorban az anyagmozgatás gépesítésében, nyerscsempe szállítási út lerövidítésében jelentkezik, tehát lényegében a folyamat jobb megszervezését jelenti. A masszanedvesség beállítására a jelenlegi kézi munka helyett automatikus víz- és poradagolású berendezés kerül alkalmazásra. E berendezés a technológiai folyamat teljesen új eszköze, amely a minőség javulását is eredményezi. A berendezés, — melyet a 4. ábra szemléltet — rendkívül egyszerű és szellemes megoldás alapján üzemel. A nedvesítendő anyag gravitációs úton egy lapáttal ellátott dobra kerül (1), melynek forgatása egyúttal egy vízadagoló berendezést is működtet (2). A gyűjtőtartály a vízadagoló által szállított vizet felfogja és csővezetéken az ún. porlasztólaphoz (3) szállítja. A porlasztólapon a víz szétszóródik és kapcsolatba kerül a beadagolt száraz masszaporral. A nedvesítő gép

alsó részén különleges forgó lapátokat alkalmaznak, melyek az anyagot és a vizet úgy keverik, hogy homogén, egyenletes nedvességtartalmú prés-por képződjék. A megfelelően homogénizált és egyenletes nedvességtartalmú présmassza a berendezés ürítő nyílásán (4) távozik. A berendezés folyamatosan üzemeltethető, könnyen ellenőrizhető és zárt rendszerénél fogva porképződést nem okoz. A gép egyenletes víz- és poradagolást biztosít. Amennyiben a masszapor szállítása megszűnik, úgy a vízadagolás is automatikusan kikapcsolódik.

A régi technológiával üzemelő csempegyárak rekonstrukciója során legfontosabb probléma a présmassza előkészítés technológiájának teljesen új alapokra helyezése. A masszaelőkészítés üzemel aránylag a legkedvezőtlenebb termelékenységgel, és nem biztosítja a megfelelő minőségű présmassza előállítását. Ez a hiányosság kihat a gyártmány minőségére is és zavarja a többi munkafázis egyenletes termelését. A feladat az, hogy ezt a jelenleg tagolt eljárást a lehető legjobban leegyszerűsítsük, az alkalmazott technológiai berendezés kezelése minimális munkaerőt vegyen igénybe és lehetőleg automatizálható legyen. Ugyanakkor megkívánjuk, hogy biztosítson kielégítő minőségű présmassza port, továbbá a szilikózis-veszély megszüntetése érdekében az egész rendszer zárt legyen. E sokrétű követelmény kielégítésére jelenlegi ismereteink mellett legalkalmasabbnak az ún. porlasztó szárító eljárás látszik.

#### A porlasztószárító alkalmazása prés-por elkészítésénél

Az oldatok és szuszpenziók porlasztásos szárítására szolgáló berendezést már 25 évvel ezelőtt felfedezték és azt évről évre tökéletesítették. A mai korszerű porlasztó-berendezés vázlatja a 5. ábrán látható.



5. ábra

A porlasztandó oldatot, vagy szuszpenziót tartályban (1) gyűjtjük. A porlasztandó anyag szivattyú (2) közbe iktatásával csővezetéken (3) az elektromotoros meghajtású porlasztóhoz (4) kerül. Egy víztartályból (5) a berendezés beállításához és indításához vizet is vezethetnek. A szárításhoz ventilátor (7) szívja az atmoszferikus levegőt, melyből szűrővel (6) távolítják el az esetleges port. A megtisztított levegő léghevítőn (8) áramlik át, ahol megfelelő hőmérsékletre hűtik. A forrólevegő szigetelt csövön (9) a porlasztótoronyba (11) kerül. A levegő hőfoka a szükségletnek megfelelően 80—500 °C között mozoghat. A belépő cső különlegesen kiképzett levegőelosztóban (10) végződik, melynek megfelelő kialakítása és beállítása az egész berendezés helyes működésére döntő kihatással van. A belépő csőnek a szárítótorony belsejében haladó része, valamint a levegőelosztó is léghűtő berendezéssel van ellátva, melyben ventilátor (12) segítségével hűtőlevegőt vezetnek. Rá kell mutatni arra, hogy a víz legnagyobb részé aránylag kis zónán belül, a porlasztó és a levegőelosztó körül párolog el, mialatt a levegő hőmérséklete jelentősen csökken.

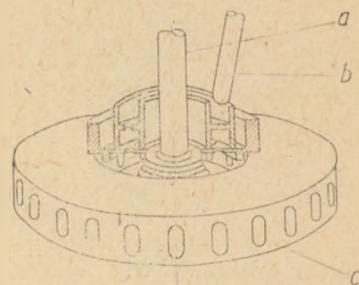
A szárítási folyamat alatt a cseppek lefelé haladva a meleglevegőben megszáradnak, porrészekké alakulnak át és kinetikai energiájukat elvesztve a torony alsó részébe hullanak. Minél nagyobb a folyadék szárazanyag tartalma a porlasztás előtt, természetesen annál nagyobb a por mennyisége az elgőzöltötött vízhez viszonyítva. Ezért nagy előny, ha a folyadékot igen magas szárazanyag tartalommal lehet porlasztani. A szárítótoronyt úgy méretezik, hogy a cseppek ne csapódjanak a torony falára és a képződött porrészekké kis ideig lebegjenek, mielőtt a torony kónikus alját elérik. A száraz por a kónikus kiképzett falakon lecsúszik, a portárolóba, majd egy vibrációs szitához (13), mely a port pneumatikus szállítóberendezésbe (14) vezeti. Természetesen a por továbbítása más módon is megoldható. A kiképzés a porlasztandó anyagtól függ.

A szárítólevegő, mely vezetéken (15) át a tornyot elhagyja, a felvett vízgőzön kívül bizonyos mennyiségű port is visz magával. Ezért a levegőt ciklon leválasztón át (16) ventilátor (17) segítségével távolítják el a rendszerből.

A berendezéshez kapcsolószekrény tartozik (18), melyben elhelyezésre kerül a forró levegő és éfáradt levegő távhőmérője, nyomásmérő a toronynyomás, illetve a vákuum mérésére, ampermérő a porlasztómotorhoz és manométer a gőznyomáshoz.

A porlasztó kiképzését a 6. ábra mutatja.

A meghajtó szerkezet (1) forgat egy függőleges tengelyt, melyre a porlasztókereket (2) erősítik. Forgási sebessége 10 000—13 000 ford/perc. Az anyagot csőrendszeren (3) vezetik a porlasztóhoz. A 7. ábra a porlasztókereket ábrázolja.



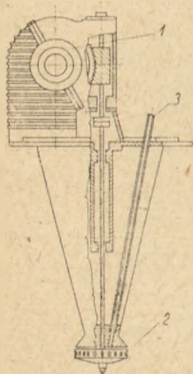
7. ábra

Az a)-val jelzett tengelyre van erősítve a porlasztókerék. A folyadék a b)-vel jelzett csövön külön elosztón keresztül kerül a forgó koronghoz. A különböző elosztó pontok a korong középpontja körül gyűrűt alkotnak, ahonnan a centrifugális erő a folyadékot számos, sugárirányú csatornán a toronyba juttatja. Ezek a csatornák a korong hengeres felületén láthatók (c)). A korong fordulatszám — mint említettem — 10—13 000 ford/perc. között van a porlasztandó gyártmány természetétől függően. Ez másodpercenként 160—220 fordulatnak felel meg. Ez a nagy fordulatszám a magyarázata annak, hogy még a sűrű folyadék is megnyugtatóan porlasztható. A porlasztókerék speciális kialakítása következtében a porlasztásnál egymással majdnem azonos nagyságú szemcsék keletkeznek. A porlasztókorongok kiképzése a végtermék kívánt minőségének függvénye.

A szárításhoz szükséges meleglevegő előállítása megoldható gőzfűtésű kaloriferben. Gőz azonban nem mindig áll rendelkezésre, vagy nem gazdaságos. Ilyen esetekben olaj, vagy gáz (földgáz, vagy városi gáz) használható fel fűtés céljára. A szárítási hő közlése közvetlen, vagy közvetett úton történik. A közvetlen felmelegítésnél a hideg levegőt az olaj vagy gáz égési termékével addig keverik, míg a szárítási folyamathoz szükséges belépési hőfokot elérik. Ezt az eljárást sok gyártmány szárításánál használják, különösen azoknál, ahol a szárított anyag nem kényes a levegő szennyezettségére. Más esetekben a közvetlen módszer nem alkalmazható. Ilyenkor a felhevítés csak közvetett tüzelésű léghevítővel történhet.

A porlasztószárító gazdaságossága hővisszanyerő beépítésével nagymértékben javítható. Ezzel a megoldással a tüzelőanyag 25—30%-a megtakarítható.

A porlasztószárítási eljárást a vegyi- és élelmiszer iparban régóta hasznosítják. A kerámiai iparban — ezen belül a falburkoló csempé gyártásánál — azonban csak a legutóbbi időkben kezdték alkalmazni. A legtöbb iparban, ahol eddig alkalmazásra került a porszerű végtermék, a kívánt célnak megfelelt. Az ezzel az eljárással szárított organikus anyagok fajlagosan könnyebbek voltak a kerámiai massa szuszpenzióval. A kerámiai ipar tehát új követelményeket támaszt a berendezéssel szemben: durvább porlasztást kell elérni, nagy fajsúlyú anyaggal. A masszaiszapot olyan durvára kell porlasztani, hogy a szemcseméreték kiszárítás után a 0,2—0,5 mm Ø-ot elérik, illetve meghaladják.



6. ábra

Nyilvánvaló, hogy a nagyobb szemcsék több vizet is tartalmaznak, nagyobb súlyuk következtében gyorsabban esnek, ezért hosszabb időre és ennek megfelelően a porlasztótoronyban való lefelé hullásnál hosszabb útra is van szükségük a megfelelő nedvességtartalom eléréséhez, mint a kis szemcsenagyságúaknak. Ezért a kerámiaipari porlasztók nagyobb méretűek, mint az oldat, vagy emulzió porlasztó berendezések.

Legfontosabb része a berendezésnek a porlasztó fej. Ennek kialakítása döntő jelentőségű a kerámiai ipar által támasztott igények kielégítése szempontjából. Külföldön mind a Niro, mind a Dorst cég által kialakított porlasztófej megoldja a megfelelő szemcseméret előállítását és a szerzett értesüléseink szerint olyan granulátumot adnak, mely megfelelő átmérőjű, majdnem teljesen gömbalakú szemcsékből áll. Az ilyen granulátum pormentes, jól préselhető.

A masszaiszapban levő kvarc-szemcsék kopató hatásukkal rendkívül erősen igénybe veszik a porlasztófej fúvóka részét, Ezért kopásálló anyagból, pl. vidiából vagy korundból célszerű azokat készíteni.

A külföldi kísérletek tapasztalatai alapján megfelelő kopásálló anyagból készített fúvókáknál a kopási veszteség az üzemi költségeket csak lényegtelenül befolyásolja.

A gazdaságossági tényező vizsgálatánál komolytétel a hőenergia felhasználás. A leggazdaságosabb megoldást akkor érjük el, ha a masszaiszap koncentrációját, a szivattyúzhatóság határáig növeljük: ehhez esetleg elektrolitot is igénybe lehet venni. Természetesen a masszaiszapot úgy kell beállítani, hogy a leggazdaságosabb porítás mellett is biztosítsa a csempe megfelelő feldolgozhatóságát.

A rendszer gazdaságosságának növelésére az üzemben rendelkezésre álló hulladék-meleget, pl. alagútkemence füstgázát is fel lehet használni. A porlasztószáritásos eljárás minden egyéb téren is, mint a termelékenység, a folyamat egyszerűsítése, automatizálása, valamint a kapott présmassa egyenletessége szempontjából, vitathatatlan előnyökkel rendelkezik a többi megoldással szemben.

Szovjetunióban a Kerámia-termékek Állami Kutatóintézete már 1940-ben kísérleteket kezdett kerámiai szuszpenzió porlasztásos szárításával. 65—75% nedvességtartalmú porcelán- és fayence-massa iszapot szárítottak. Az eljárás eredményeként 3—6% nedvességtartalmú, finoman diszpergált porokat kaptak. A kísérletek során meghatározták a porlasztószáritó használatának elvi lehetőségeit és célszerűségét. A munkát a háború félbeszakította és csak 1956-ban folytatták ismét a

Kalinin-i Fayencegyár dolgozóinak kezdeményezésére. A cél itt elsősorban nem a csempegyártás masszaelőkészítése volt, hanem a fayence-masszából készült tányérok száraz préselését kívánták megoldani könyökemelytűs présen. A Kalinin-i Fayencegyárban kísérleti szárítóberendezést létesítettek, a porlasztószáritást pneumatikus fúvókákkal oldották meg. A kísérleti berendezéssel 42% nedvességtartalmú szuszpenziót porlasztottak. A félézemi kísérletek során a betáplált masszaiszap mennyiségét, a sűrített levegő nyomását, a szárításra betáplált hőmennyiséget és hőmérsékletet stb. változtatták, annak érdekében, hogy az optimális körülményeket megállapítsák. Az e berendezéssel előállított présporok 3—13% nedvességtartalom között mozogtak. A porlasztófej forgási sebességét 1800—9000 ford/perc között lehetett változtatni.

A szemcseméret megoszlását az 1. táblázat ismerteti.

A kapott préspor lekerekített, gömbalakú szemcsékből állt, tároláskor nem csomósodott és nem morzsolódott.

A kísérletek bizonyították, hogy a porlasztó eljárás kielégítően alkalmazható fayence-massa szuszpenziójának porlasztásához és a berendezésből nyert préspor rendelkezik mindazokkal a tulajdonságokkal, melyek a kielégítő préseléshez szükségesek.

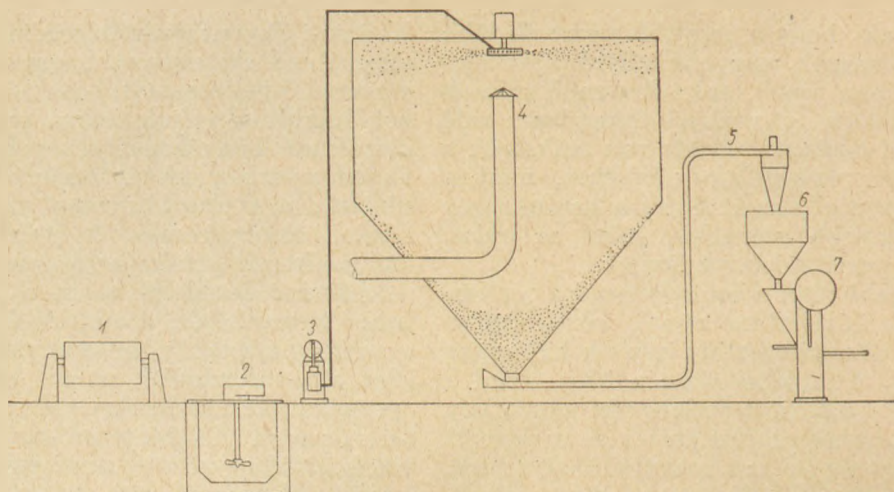
Természetesen, a különböző gyárakban a préselés technológiája, az alkalmazott masszák minősége, tulajdonságaik, eltérőek. Míg a Szovjetunióban előállított préspor granulometrikus összetétele megfelelő volt, ugyanilyen szemeseösszetételű préspor hazai viszonyaink közt nem alkalmazható. Valószínű, hogy a porlasztószáritós eljárás alkalmazásával egyidejűleg változtatni kellene a préselési technológián is (nyomás, por nedvességtartalma). Az optimális körülmények megteremtésével, a préspor szemszerkezetének a présnyomás és por nedvesség összhangjának biztosításával jelentős minőségi javulás lenne elérhető. Ilyen irányú kísérleti munka már megindult a Budapesti Porcelángyárban.

A porlasztószáritó berendezésnek a termelési folyamatba való beiktatásával leegyszerűsödik és termelékenyebbé válik a technológia.

Az új folyamatot a 8. ábra szemlélteti. Az őrlőmalmokból (1) a keverőn (2) át szivattyú (3) nyomja a porlasztótoronyba (4) a masszaiszapot. A porlasztószáritóban keletkezett présport pneumatikus (5) úton juttatják a présgépekhez (6—7). Az eddigi bonyolult és tagolt folyamat helyett lehetővé válik egy teljesen zárt rendszer kialakítása, ahol már a fizikai munka lényegesen csök-

1. táblázat

Porlasztó	Granulometrikus összetétel %-ban							
	600 $\mu$	300 $\mu$	200 $\mu$	150 $\mu$	100 $\mu$	75 $\mu$	60 $\mu$	< 60 $\mu$
1. sz. fúvóka .....	2,7	7,8	7,7	8,5	16,9	22,6	10,7	22,8
2. sz. fúvóka .....	10,1	11,0	23,3	12,5	15,9	15,8	3,8	7,6
3. sz. fúvóka .....	—	9,2	24,8	14,2	24,2	18,5	4,2	4,9



8. ábra

ken és főleg a berendezések szabályozására szorítkozik. Az egészségvédelmi helyzet — a régi technológia mellett — különösen a présor készítésénél rossz, itt a legnagyobb a szilikózisveszély. A porlasztószárítás eljárással, a zárt rendszer következtében a szilikózisveszély is teljes egészében megszűnik.

#### IRODALOM

- [1] Keramische Zeitschrift. 3/1962. D. Schlegel: Zerstäubungstrocknung keramischer Massen.
- [2] Sztéklo i Keramika. 7/1960. A. P. Filivcev, T. I. Tarajev: Szuska Keramicseszkih szuszpenzij raszponelijem.
- [3] Niro Közlemény. 1958. H. B. Nielsen: Large Tonnage Spray Dryers for kaolin clay.
- [4] Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae 1956. M. Korach: Theorie und Technologie der Kervitplatten Herstellung.
- [5] Sztéklo i Keramika. 1956. Gvordarev, I. P. Jefremor G. L.: Mázzal bevont lapok gyártása öntési eljárással.

*Grofcsik Elemér: Új lehetőségek a kerámiai falburkolólapgyártás technológiájának fejlesztésére.*

A finomkerámiai iparban már régen kialakult klasszikus technológiák fejlesztése két irányban történhet. Az egyik az adott technológiai folyamat jobb megszervezésére, gépesítésére irányul, a másik pedig a teljesen új alapokon álló gyártási folyamat kidolgozása. A kerámiai falburkolólapgyártásban az általánosan alkalmazott préseléses eljárás helyett kidolgozásra került az öntésen alapuló ún. „kervit” technológia, mely teljesen automatizálható gyártási folyamatot biztosít. A régi csempegyártó üzemek rekonstrukciójánál elsősorban a présor-előkészítés műveleteit kell korszerűsíteni. Erre többféle lehetőség kínálkozik. A leggazdaságosabbnak az ún. porlasztásos eljárás mutatkozik, mely ezt a szilikózisveszélyes és erősen tagolt folyamatot teljesen zárttá teszi, leegyszerűsíti, kiküszöböli a nehéz fizikai munkát és biztosítja a kívánt minőségű, egyenletes szemcseszerkezetű és nedvességtartalmú présort.

A cikk részletesen ismerteti a porlasztószárításos eljárást, foglalkozik a kervit-technológiával kapcsolatos kérdésekkel, valamint a többi jelenleg számításba jövő fejlesztési lehetőségekkel.

*Грофчик Э.: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТ.*

Развитие классических технологий, издавна сложившихся в промышленности тонкой керамики, может осуществляться в двух направлениях. Одно из них направлено на улучшение организации и

механизации данного технологического процесса, а другое — предпочитает разрабатывать технологический процесс на совершенно новых основах. В производстве керамических облицовочных плит вместо повсеместно применяемого метода прессовки разработан так называемая „кervit”-технология, основанная на литье и обеспечивающая полную автоматизацию технологического процесса. При реконструкции старых заводов по производству кафельных плит в первую очередь необходимо модернизировать процесс подготовки прессовочного порошка. Для этого имеются несколько возможностей. Наиболее экономичным из них является так называемый метод „распыления”, с помощью которого этот опасный с точки зрения силикоза и сильно расчлененный процесс упрощается и становится совершенно герметичным. Благодаря ему отпадает тяжелая физическая работа и прессовочный порошок получается желаемого качества, равномерного зернового состава и равномерной влажности.

В статье подробно изложены метод „распыления-сушки”, вопросы технологии „кervit”-плит, а также другие имеющие практическое значение, варианты технологического развития.

*Grofcsik, E.: Neue Möglichkeiten zur Förderung der Erzeugungstechnologie von keramischen Wandplatten.*

Die Weiterentwicklung der in der feinkeramischen Industrie von alters her gebräuchlichen Technologie kann in zwei Richtungen erfolgen. Einerseits liegt die Möglichkeit der besseren Organisation des gegebenen Fabrikationsvorganges — in der Richtung der Mechanisierung — vor; andererseits kann ein technologischer Vorgang auf gänzlich neuen Grundlagen ausgearbeitet werden.

Man hat für die Herstellung von keramischen Belagplatten — anstatt des allgemein angewandten Pressverfahrens — ein Giessverfahren, 'Kervit-Technologie' genannt, ausgearbeitet. Hier ist der Vorgang vollkommen automatisiert.

Bei der Rekonstruktion der alten Betriebe, welche Fliese erzeugen, muss vorerst die Vorbereitung des Presspulvers den zeitgemässen Forderungen angepasst werden. Es erscheint, dass sich in wirtschaftlicher Hinsicht das sog. 'Zerstäubungsverfahren' am meisten bewährt, indem dabei der mit Silikose-Gefahr verbundene Vorgang vollkommen abgeschlossen und vereinfacht abläuft. Es wird auch die schwere Manualarbeit ausgeschaltet und die erforderliche Qualität der Körner — gleichmässiger Aufbau und Feuchtigkeitsgehalt — gesichert.

Desweiteren wird das Zerstäubungs-Trockenverfahren ausführlich besprochen. Die Probleme der Kervit-Technologie und die z. Z. in Frage kommenden übrigen Möglichkeiten der Förderung werden näher erörtert.

# Új módszer a téglá nyomószilárdságának meghatározására

NEMESKÉRI GÉZÁNÉ

## Bevezetés

A falazótéglák különböző tulajdonságainak felderítésével kutató laboratóriumok már több mint egy évszázad óta foglalkoznak. A téglavizsgálati módszerek megállapítását az 1884. évi müncheni konferencián tárgyalták első ízben a kutatók. A XIX. század elején először Franciaországban és Angliában, majd Németországban egymásután alakultak laboratóriumok, melyek első sorban szilárdságvizsgálati kérdésekkel foglalkoztak.

A téglagyártás rohamos fejlődése a vizsgáló laboratóriumok számának gyors növekedését eredményezte és csakhamar nyilvánvalóvá vált, hogy a téglavizsgálatok elvégzésére vonatkozóan egységes módszereket kell kidolgozni, mivel a különböző intézetekben, különféle módokon végrehajtott vizsgálatok nem adtak egységesen értékelhető eredményeket. Ezért a XIX. század végén megindult a különböző vizsgálati módszerek szabványosítása. Az erre irányuló törekvéseket először csak Németországban, Angliában és Svájcban látjuk kibontakozni, azonban később más országok is igyekeztek egységes vizsgálati eljárásokat kialakítani.

1884-ben az úgynevezett müncheni konferencián az égetettanyag falazótéglák nyomószilárdságának meghatározására háromféle eljárást javasoltak:

— a nálunk és Németországban még ma is alkalmazott szabványos féltéglakocka vizsgálatát,

— a téglából kifürészelt és szabályos kockalakra lecsiszolt, 6 cm élhosszúságú kockatestek és végül

— a 12 × 25 cm-es felületeken habarccsal lesimített, egész téglá vizsgálatát

A fenti, közel nyolc évtizeddel ezelőtt javaslatba hozott vizsgálati módszerek közül általában a féltéglakockával végzett szilárdságvizsgálati eljárás terjedt el. Professzor H. Burchartz 1927-ben közzétett vizsgálati eredményei szerint a cementhabarccsal összeragasztott féltéglából készített próbatest vizsgálati eredményei nemcsak a téglák tényleges anyagszilárdságát adják, hanem az így kapott eredmények függenek az alkalmazott cementhabarccsal összeragasztott cement minőségétől és a habarcs szilárdságától. Vizsgálati eredményei szerint, ha a habarcsszilárdság nagyobb, vagy pont akkora, mint a téglák szilárdsága, akkor az a féltéglából kialakított kockatest törési szilárdságát nem befolyásolja. Ha azonban a habarcsszilárdság kisebb a téglánál, úgy ez a körülmény annál kedvezőtlenebbül befolyásolja a téglakocka szilárdságát, minél nagyobb a téglaszilárdsága.

Burchartz összehasonlító vizsgálatokat folytatott összehabarsolt féltéglákból készített kockatestekkel, valamint téglából kivágott 6,5 cm élhosszúságú téglakockákkal és 5 cm átmérőjű 4,5 cm magas cilindrikus próbatest-sorozatokkal.

E vizsgálatok eredményei szerint a kivágott téglakockák szilárdsága nagyobb, mint a cilindrikus testeké és ezeké viszont magasabb, mint az összehabarsolt féltéglákból készített kockatesteké.

Hazánkban Dr. Bresztovszky Béla a Műegyetemi Kísérleti Állomáson 1929—1932. években végzett összehasonlító kísérletei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a téglá heterogén anyaga miatt, a vizsgálati módszer megválasztásában inkább a próbatestek készítésének egyszerűsége, időtartama és pontossága, mintsem valaminő elméleti megfontolás a döntő. Gáspár Géza kísérletei kimutatták, hogy gazdaságossági szempontból a féltéglá kocka vizsgálatok a legjobbak és a kivágott kockák vizsgálatát csak ékes és egyéb különleges téglák szilárdságának megállapításánál célszerű alkalmazni. A jelenleg érvényben levő magyar szabvány is a féltéglákból készített kockatest vizsgálatát írja elő és a minősítő vizsgáló laboratóriumok ezt az eljárást alkalmazzák téglavizsgálataiknál.

Mint ahogy a téglá jelenleg is egyik legolcsóbb és legjobb nagy tömegű építőanyagunk, a jó minőségű falazótéglák gyártásához igen fontos népgazdasági érdekek fűződnek. Feltétlenül indokolt tehát egyrészt a téglák különböző fizikai tulajdonságainak rendszeres vizsgálatával a minőség és a téglagyártás helyzetének állandó figyelemmel kísérése, másrészt ennek érdekében olyan vizsgálati módszerek kidolgozása, majd szabványosítása, melyeknél a vizsgálati eljárás megbízható, célszerű és gazdaságos. Kísérleteinket e cél megközelítése érdekében végeztük, s kizárólag a szilárdságnak, mint anyagjellemzőnek megállapítására korlátoztuk.

## Kísérletek

Az ÉaKKI Mechanika Osztályán 1958. évben megkezdett munkák keretében több ismert téglaszilárdságvizsgálati eljárással 18 fajta azonos gyári minőségi osztályú téglaszállítmányt vizsgáltunk meg. Párhuzamosan végeztünk nyomószilárdságvizsgálatot egész téglákon az angol szabvány szerint, kettévágott és cementhabarccsal egymás fölé illesztett két féltéglával a magyar és a DIN szabvány szerint, hajlító-húzószilárdságvizsgálat elvégzése után nyert tört féltéglákon a csehszlovák szabvány szerint és a téglákból kivágott 6 cm élhosszúságú kockákon a korábbi csehszlovák szabvány szerint. Hajlítószilárdságvizsgálatot is végeztünk a magyar és csehszlovák szabványok szerint.

A különféle méretű vizsgálati próbatestek és az egymástól eltérő vizsgálati módszerek következtében a kapott eredmények lényeges eltérést mutattak. Emellett egyik módszer sem adott sem jobb, sem megbízhatóbb eredményt a többihez képest.

Mint a későbbiek során látható, a végleges célunk a téglának a falazatban levő igénybe-

vételét legjobban követő vizsgálati módszer kiválasztása volt, ehhez új módszer kidolgozása vált szükségessé. Célunk eléréséhez alkalmazandó anyagvizsgálati módszert akkor tartottuk megfelelőnek, ha az megbízható, célszerű és gazdaságos.

**Megbízhatónak** az olyan vizsgálati módszereket tekintettük, ahol az ún. vizsgálati szórás kicsi.

**Célszerűnek** nevezzük az alkalmazásra kerülő vizsgálati módszert akkor, ha a vizsgálati módszer segítségével nyert eredmények birtokában következtetni tudunk a hasonló minőségű téglák felhasználásával készült szerkezetek bizonyos szilárdsági tulajdonságaira, vagyis ha a szóban forgó vizsgálati módszerrel meghatározható minőségváltozás tendenciájában követi a hasonló téglákból készített falazatok minőségváltozását.

**Végül gazdaságosnak** azt a vizsgálati eljárást tekintettük, mely egyszerű berendezéssel a próbatestek aránylag csekély előkészítése mellett bárhol alkalmazható.

Az előzőekben ismertetett 1958. évi vizsgálataink alapján az egyes vizsgálati módszerek eredményei között bizonyos összefüggéseket állapítottunk meg, azonban azt is tapasztaltuk, hogy több szállítmány esetében az egyik vizsgálati módszer szerint az egyik, a másik szerint a másik szállítmány bizonyult jobbnak.

E vizsgálatok alapján még nem lehetett megállapítani, hogy mely eljárás követi legjobban a tégláknak a falazatban való viselkedését. Ennek megállapításához a téglavizsgálatokkal párhuzamosan szerkezetvizsgálatokat végeztünk.

Az 1958—60. évi vizsgálatok eredményeinek kiértékelése után 1961. évi kísérleteink megtervezésénél az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

lehet-e a téglavizsgálati eredmények szórásában együttesen jelentkező anyagszórást és vizsgálati szórást szétválasztani;

továbbá, hogy a habarcsminőségnek és a tá-

rolási módnak a szabvány előírásain belüli változtatása miként befolyásolja a téglaszilárdságot;

végül az elvégzett kísérletek alapján lehet-e a meglévőnél megbízhatóbb, célszerűbb és gazdaságosabb téglavizsgálati módszert javasolni.

### A vizsgálati módszerek megbízhatósága

A különböző anyagvizsgálati módszerek értékelő összevetésénél nem hagyhattuk figyelmen kívül a módszer vizsgálati szórásának alakulását. Kézenfekvő, hogy ebből a szempontból jobbnak, bevezetésre alkalmasabbnak kell ítélnünk a kisebb, mint a nagyobb vizsgálati szórást mutató eljárásokat.

E kérdés vizsgálatának alapvető feltétele, hogy a roncsolásos, tehát vizsgálati szempontból megismételhetetlen, vizsgálatoknál az együttesen jelentkező anyag- és vizsgálati szórást szét tudjuk választani, vagy legalább ezek sorrendjére megbízható képet tudjunk kapni.

Vizsgálataink során első lépésben egy roncsolásos vizsgálattal nyert tetszőleges mérési sorozat szórásviszonyait vizsgáltuk.

Egy mért érték és a sorozat számtani középértéke között az alábbi összefüggést állítottuk fel:

$$x_i = \bar{x} + \Delta x_{Ai} + \Delta x_{Vi}$$

ahol  $\Delta x_{Ai}$  az anyagtól,  $\Delta x_{Vi}$  a vizsgálati módszertől függő eltérés.

Feltételezve, hogy  $\Delta x_{Ai}$  és  $\Delta x_{Vi}$  valószínűségi változók a normális eloszlást követik, felírhatjuk, hogy

$$s_i^2 = s_{Ai}^2 + s_{Vi}^2$$

vagyis az eredő szórás négyzete az anyag- és vizsgálati szórás négyzetösszegével egyenlő.

Az elvégzett vizsgálatok után arra a következtetésre jutottunk, hogy az anyag- és vizsgálati szórás szétválasztására nincsen lehetőség (1. ábra). Az esetben azonban, ha különféle téglaszállítmányokat szállítmányonként azonos, de többféle módszerrel vizsgálunk meg, a többfajta eljárás-

	$V_1$	$V_2$		$V_3$	
$A_1$	$A_{11}'$	$A_{12}'$		$A_{13}'$	$A_{14}'$
$A_2$	$A_{21}'$				$A_{24}'$
$A_4$	$A_{41}'$			$A_{43}'$	$A_{44}'$
	$A_{11}''$	$A_{12}''$		$A_{13}''$	

$$n = \text{const}$$

$$A_{11}'' = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$A_{11}'' = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 - C_{11} \cdot A_{11}'$$

$$A_{11}'' = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2 - C_{11} \cdot A_{11}'$$

$$x_j = \bar{x} + \Delta x_{Aj} + \Delta x_{Vj}$$

$$A_{11}'' = A_{11}' + A_{11}''$$

Téglafajta	$A'$ %	Vizsgálat	$A'$ %	Vizsgálat	$A'$ %
K	21,7	A <sub>1</sub>	21,4	B <sub>1</sub>	27,2
U	19,7	A <sub>1</sub>	26,8	A <sub>1</sub>	24,8
B	15,1	A <sub>1</sub>	22,4	B	21,7
Cs	18,9	A <sub>1</sub>	24,0	C	27,0
L	25,0	A <sub>1</sub>	25,8	D	26,3
Ke	32,7	A <sub>4</sub>	24,1	E	26,4
Kö	27,5	B <sub>1</sub>	21,9	E	26,0
M	26,1	B <sub>1</sub>	25,1	F	31,6
III	26,1	B <sub>1</sub>	22,8	F	27,6
E	23,4	B <sub>1</sub>	25,3	F	28,2
G	38,0	B <sub>1</sub>	27,1		

1. ábra

sal kapott eredmények alapján jósági sorrend állítható fel, mind a téglaszállítmányok, mind a vizsgálati módszerek között.

A 11 fajta téglaszállítmányt, melyeken az 1961. évi vizsgálatokat folytattuk, úgy választottuk meg, hogy közöttük jó, közepes és gyenge minőségű téglák egyaránt legyenek. Jelzésül a gyártómű nevének kezdőbetűit alkalmaztuk.

Az 1. ábra alsó részében az  $A_1$ -től  $F_3$ -ig betűjelzés a vizsgálati módszerekre vonatkozik. Ezen belül  $A_1$ - $A_6$ -ig MSZ 551 szerinti,  $B_1$ - $B_6$ -ig DIN 105 szerinti nyomószilárdságvizsgálat,  $A_2$ -től  $E_2$ -ig különleges nyomószilárdság vizsgálat,  $F_1$ - $F_3$ -ig hajlítószilárdság vizsgálat sorozatok egyesített szórás eredményei találhatóak. A kockázott ábrarészen a függőleges ( $V_1$ - $V_2$ ) sorok a vizsgálati szórásra, ( $A_1$ - $A_k$ ) az anyagszórásra jellemzőek. Mint a felsorolásból látható a vizsgálati szórásra kapott eredményeknél az eltérések aránylag csekélyek — általánosságban a nyomószilárdság vizsgálatok szórása kisebb, mint a hajlítószilárdságvizsgálatoké.

A vizsgált téglafajták „anyagszórásáról” megállapítható volt, hogy a pillértéglák szórása kisebb mint a nagyszilárdságúaké, ezeké kisebb mint az I. oszt. tégláké, ezeké viszont kisebb, mint a II. osztályúaké. Ezzel első kérdéscsoportunkat lezártuk.

#### A habarcsminőség és tárolási mód befolyása

Második témakörünk 1961. évben annak felderítése volt, hogy a szabványos téglavizsgálatoknál az alkalmazott habarcsminőségnek a szabvány határain belül történő változtatása okoz-e és milyen mértékű eredményváltozást. A különböző anyagvizsgálati módszerek bevezetésénél ugyanis igen lényeges követelmény, hogy az eljárás olyan mélységig írjuk körül, hogy az előírás használata során a folyamatos egyértelmű reprodukálhatóság biztosítható legyen.

A vizsgált téglaszállítmányokból (2. ábra) az MSZ 551—59. sz. szabvány szerint készítettünk egy alapvizsgálatosorozatot: ezután a habarcs összetételét, és a tárolás módját — egyszerre mindig csak egy tényezőt — további 5 sorozatnál változtattuk. Ugyan így jártunk el a DIN 105 szabvány szerint is ellenőrzésképpen. Az ily módon egymástól 1—1 technológiai tényezővel eltérő vizsgálatosorozatokkal minősítettünk ugyanazon téglaszállítmányokat.

Mind az MSZ 551, mind a DIN 105 szerinti sorozatoknál egyöntetűen az MSZ szerinti utókezelést alkalmaztuk és az MSZ 551 szabvány szerinti előírásoknak megfelelően állapítottuk meg a szórások figyelembevételével számított minősítő téglaszilárdságot. A különböző minőségű téglaszállítmányok eredményeit ezután a számtani középértékekhez viszonyított százalékos szórásokra átszámítottuk.

A magyar, illetőleg a DIN szabvány szerint vizsgált 6—6 téglasorozat eredményeiből megállapítottuk, hogy az ismertetett mértékű technológiai változások a vizsgálati eredményeket csak nagyon kis mértékben befolyásolták. A ha-

#### Az MSZ 551 sz. szabvány szerint végzett téglaszilárdsági vizsgálatok

ALVIZSGÁLATI JEL	ALKALMAZOTT CEMENTFAJTA	ELLENMÉNY ADAGOLÁS MÓDJA	ALKALMAZOTT VIZ CEMENT TÉNYEZŐ	ALKALMAZOTT ADALÉK SZÁRMAZÁSA	PRÓBA-TESTEK TÁROLÁSI MÓDJA
$A_1$	C 600	1-tér fogat	0,50	bányahomok	-
$A_2$	C 500	-	0,50	-	-
$A_3$	C 600	1-1 súly	0,50	-	-
$A_4$	C 600	1-tér fogat	0,65	-	-
$A_5$	C 600	-	0,50	folyami homok	-
$A_6$	C 600	-	0,50	bányahomok	×

~74%  
~42% > relatív nedvességtartalmú helyiségben

#### A DIN 105 sz. szabvány szerint végzett téglaszilárdsági vizsgálatok

ALVIZSGÁLATI JEL	ALKALMAZOTT CEMENTFAJTA	ELLENMÉNY ADAGOLÁS MÓDJA	ALKALMAZOTT VIZ CEMENT TÉNYEZŐ	ALKALMAZOTT ADALÉK SZÁRMAZÁSA	PRÓBA-TESTEK TÁROLÁSI MÓDJA
$B_1$	C 600	1-tér fogat	0,50	bányahomok	-
$B_2$	C 500	-	0,50	-	-
$B_3$	C 600	-	0,65	-	-
$B_4$	C 600	-	0,50	folyami homok	-
$B_5$	C 600	-	0,50	bányahomok	×
$B_6$	C 600	-	0,50	-	+

~42%  
~74% > relatív nedvességtartalmú helyiségben

+ - DIN szerint utókezelve

2. ábra

barcs anyagának összetételénél a betontechnológiából ismert kedvező hatások némileg érzékelhetők voltak a tárolás módjának az általunk alkalmazott változtatása vizsgálatainknál nem volt érzékelhető. Egyesített sorozat szempontjából a 2. ábrában ismertetett sorozatoknál ugyancsak kis eltéréseket tapasztaltunk.

Ahogy a bevezetőben említettük egy vizsgálati módszer megbízhatóságát legjobban a sorozatok egyesített szórásszázalékaival jellemezhetjük. Annak eldöntésére, hogy az ismertetett  $A_1$ - $A_6$  és  $B_1$ - $B_6$  sorozatoknál alkalmazott egyes technológia (mely azonban szabványos) a vizsgálati szórást növeli-e, vagy sem, kiszámítottuk az egyes anyagsokaságokhoz tartozó összes vizsgálatosorozatban levő valamennyi mérési eredmény szórását, és pedig úgy, hogy ezeket most egy sorozat tagjainak tekintettük. Ha e szigorított sorozatok egyesített szórásszázaléka kisebb vagy azonos az összetevő sorozatok szórásszázalékával, a szabvány előírásában fellelhető „lazaságok” a vizsgálati szórást nem növelik; ellenkező esetben a vizsgált szabvány előírásának szigorítása, jobb körülírása kívánatos.

A fenti megállapítást a következőképpen igazolhatjuk: A vizsgált értékeket grafikusán ábrázoljuk, a koordináta rendszer függőleges tengelyén a gyakoriság, a vízszintes tengelyén a szilárdsági értékeket hordjuk fel. Abban az esetben, ha a szilárdsági értékek sűrűsödése egyetlen hullámszerű alakulásban jut kifejezésre, a felhordott értékeket tartalmazó sorozat szórása,

illetőleg a lépcsős gyakorisági ábra terjedelme kicsi. Ha a felhordott értékek több hullámszerű alakulásban jutnak kifejezésre, a sorozat szórása nagy. A mi esetünkben a szóbanlevő MSZ, illetve DIN szabvány szerinti sorozatok értékeit, valamint az e sorozatokból készített ún. „szigorított” sorozatok értékeit ábrázolva azt tapasztaljuk, hogy a szabványos sorozatokból készített ábrák burkológörbéi és a szigorított sorozatok ábráinak burkológörbéi egymáshoz viszonyítva csak az ordináta irányában térnek el, terjedelmük — szórásuk — nem változik.

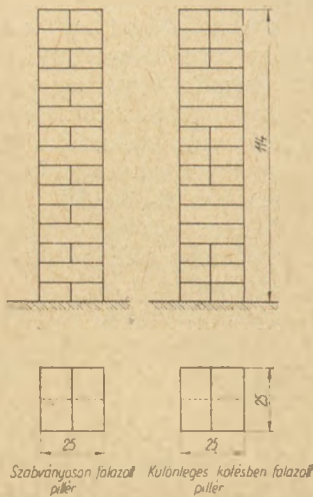
Számszerűleg megállapítottuk, hogy az MSZ és DIN szerinti 6—6 vizsgálatsorozathoz képest a „szigorított” összevont sorozatok egyesített szórás százaléka középértéknek adódott.

Ezen eredmények alapján az MSZ 551 szabvány téglapróbatestek készítéséhez felhasználandó habarcsösszetételre vonatkozó előírásának szigorítása nem indokolt, és a tárolás módjára vonatkozó előírás is megfelelő.

### A vizsgálati módszerek célszerűségének vizsgálata

1961. évi kísérleteink egyik fő célja a téglának a falazatban való igénybevételét jobban követő, a bevezetőben „célszerűnek” nevezett vizsgálati módszer kidolgozása volt.

A szabványos téglavizsgálati módszer célzerű voltának meghatározásához falazott pillérekben végeztünk nyomószilárdságvizsgálatokat. A pillérek  $25 \times 25 \times 115$  cm mérettel készültek 15 sor téglából kötésben falazva, oldalsíkjaik vakolva nem voltak, törésük 28 napos korban történt. Falazóhabarcsként H 50-es nagyszilárdságú habarcsot használtunk, a próbatestek jele:  $G_1$  és H 10-es minőségű falazó mészhabarcsot, a próbatestek jele:  $G_2$  alkalmaztunk; a habarcsösszetétel megegyezett a Műszaki Előírások Betonok és Habarcsok készítésére c. mű 4. átdolgozott kiadásában közöltekkel. Az előírástól minden esetben oly mértékben eltértünk, hogy 500-as cement helyett 600-as cementet alkalmaztunk.



3. ábra

A pillérekkel egyidejűleg készített 7 cm élhosszúságú habarcskockák 28 napos szilárdsági értékei — elég nagy szórásokkal — a H 50 esetében általában  $40 \text{ kg/cm}^2$ , a H 10 esetében általában  $7 \text{ kg/cm}^2$  értéket értek el.

Összehasonlításképpen különleges falazási móddal is készítettünk pilléreket. Ezeknél egymás fölött háromsoroként azonos téglabeosztással oly módon falaztunk, hogy a függélyes hézagok három soron át egymás fölé estek és mindig csak a következő három sorral kerültek kötésbe (3. ábra). A falazási módoknál azt a megállapítást tettük, hogy az általunk különleges falazásként nevezett módszer több esetben magasabb szilárdságot eredményezett a hagyományosnál. A habarcsminőség szilárdságára gyakorolt hatását a falazott pilléreknél — ez általánosan ismert — vizsgálataink is igazolták. A H 50-es habarccsal falazott pillérek vizsgálati eredményei a H 10-es habarccsal falazottakéhoz viszonyítva átlagban 50% szilárdságnövekedést mutattak.

E pillérekkel egyidejűleg a karcsúság hatásának tanulmányozására  $12,5 \times 25 \times 115$  cm mérettel rendelkező pilléreket is falaztunk, e karcsú pilléreknél a karcsúság értéke 9,5 volt, szemben a  $25 \times 25 \times 115$  cm-es pillérek 4,6-es karcsúságával ( $m/v$ ). Az alkalmazott falazóhabarcsok összetétele megegyezett a  $25 \times 25 \times 115$  cm-es pillérekhez felhasználtakkal.

Azt tapasztaltuk, hogy az ismertetett méretű pilléreknél a karcsúság ilyen mértékű növekedése nem vonta maga után a pillér szilárdsági eredmények oly mértékű csökkenését, melyre az MSZ 15023 sz. szabvány 4.12 pontja utal.

Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy mivel a pillérek véglapjai a terhelések folyamán szögforgásokat az adott felfekvési körülmények mellett szabadon végezni nem tudtak — ami számottevő befogást jelent — az elméletileg kimutatott karcsúság a valóságban lényegesen lecsökkent.

Megállapítottuk továbbá, hogy a pillérek tönkremenetele még kezdeti excentricitás esetén sem ennek helyén indult meg, hanem minden esetben a leggyengébb téglaegyednél megindult hajlító-törés hatására következett be. A  $12,5 \times 25 \times 115$  cm-es pilléreknél kapott jó eredmények alapján kedvezőnek látszott a téglaszilárdságának megállapításához pillérszerű próbatest vizsgálata. Ezért az ismertetett méretű pillérek kivül 1961. évben kilenc fajta téglaszállítmányból olyan próbatesteket készítettünk, melyeknél 5—5 db téglát a  $25 \times 12$  cm-es névleges méretű lapjával egymás fölé falaztunk. E hasábok falazásához H 50-es habarcsminőséget alkalmaztunk, a már ismertettekkel azonos összetételben, a próbatesteket 28 napos korban törtük, jelük:  $J_1$ , továbbá az  $A_1$  jelű vizsgálatsorozatnál alkalmazott cementhabarccsal is megismételtük e kísérlet-sorozatot; e hasábokat hét napos korban törtük, jelük  $J_2$ . E vizsgálat előnyének látszott, hogy az azt az összetett igénybevételt reprezentálja, ami a pillér törésnél jelentkezik. Továbbá, mivel a pillérek a leggyengébb téglaegyed hatására mentek tönkre, e vizsgálat a szórást is magában foglalja.

Az anyagminősítő eljárás kiválasztásának szempontjait újra összefoglaljuk. Ezek szerint a módszer akkor jó, ha

lehetőleg kicsi a vizsgálati szórása és egyértelműen reprodukálható, ha az anyagnak olyan jellemzője alapján minősít, amely a szerkezeti felhasználás szempontjából döntő tulajdonságot jellemez, végül, ha a kiválasztott módszer egyszerűen és gazdaságosan széles körben alkalmazható.

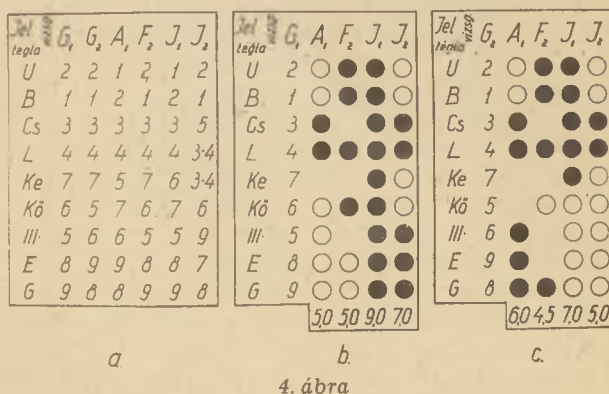
Az említett három szempont közül a másodikhoz az 1. ábra szerinti legkisebb vizsgálati szórást mutató  $A_1$  jelű MSZ 551 szerinti nyomószilárdság;  $F_2$  jelű módosított, MSZ 551 szerinti hajlítószilárdság vizsgálati módszereket és az előbb ismertetett  $J_1$  és  $J_2$  jelű hasábszilárdságvizsgálati módszereket választottuk ki. Megkívántuk tehát állapítani, hogy a fenti négy módszerrel nyerhető — a téglaszállítmányokra vonatkozó — jósági sorrendek közül melyik esik egybe, vagy áll közel a  $25 \times 25 \times 115$  cm-es  $G_1$  és  $G_2$  jelű pillérvizsgálatoknál kapott (szerkezetekre vonatkozó) jósági sorrendekkel.

Megjegyezzük, hogy a  $G$  és  $J$  jelű vizsgálatoknál fajtanként 3—3 próbatést készült, így a három próbatést számtani középértékét fogadtuk el; míg az  $A_1$  és  $F_2$  jelű 10—10 db próbatéstről álló sorozatoknál az MSZ 551 szabvány által előírt minősítő értéket vettük figyelembe.

A 4a ábra tartalmazza a jósági sorrendet. Az 1. jelű a legmagasabb, a 9. jelű a legalacsonyabb törőszilárdságú minta. A 4b ábrán a vizsgált minősítő módszereket a  $25 \times 25$  H 50-es pillérek-nél kapott jósági sorrendhez hasonlítottuk oly módon, hogy ahol a jósági sorszám megegyezett a pillérek sorszámával, ott e módszer rovatában feketített kört, ahol egy értékkel tért csak el a pillérről vonatkozó sorszámtól, ott üres kört rajzoltunk. Ahol a jósági sorszám két, vagy több értékkel tért el ott üres körméket hagytunk. Ily módon, ha a pillérek és valamely minősítő módszer eredményeinek jósági sorrendje megegyezett, a módszer függőleges oszlopában mindmennyi feketített kör látható. Ez a helyzet a b ábrán a  $J_1$  módszernél. A c ábrán ugyanezen minősítő módszerek eredményeit a  $25 \times 25$  H 10-es pillérek eredményeivel vetettük össze. Ez alkalommal is a  $J_1$ -es eljárás bizonyult a legkedvezőbbnek. Az alkalmazott értékelő eljárás lényegéből következően ugyanis, hogy azt a módszert kell kedvezőbbnek tekintenünk, melynek oszlopában több feketített és üres kör van. Példáinknál a jósági sorrend egyezését kilenc feketített kör jelenti. Ha a feketített köröket 1,0, az üres köröket 0,5 mérőszámmal jellemezzük, akkor az egyes vizsgálati módszerek e szempontból ezek összeadásával számszerűleg is értékelhetők. E számértékek láthatók a b és c ábrák alsó rovatában.

Ezután a  $J_1$  és  $J_2$  vizsgálati módszereknél is kiszámítottuk az egyes téglaszilárdságvizsgálati módszerekhez hasonlóan az ( $s_v$ ) egyesített szórásértékeket, melyek a módszer vizsgálati szórására jellemzők. E számításoknál a próbatétek kis számára való tekintettel a szabadságfokok szá-

A JÓSÁGI SORRENDEK ÖSSZEHASONLÍTÓ TÁBLÁZATA.



mát (MNOSZ 256—56 szabvány 3. táblázat 13. sorszám) „n” nek vettük. Az eredményeket az 5. ábra szemlélteti. Az ábra tanúsága szerint a  $J$  vizsgálati módszer e szempontból is a legkedvezőbbnek minősült.

A módszerek gazdaságossága

A gazdaságosság szempontjából vizsgálva a módszereket, a javasolt új módszernél megállapítható, hogy a jelenleginél kedvezőbb, ugyanis vágást nem igényel, tehát a vizsgáló állomások felszereléséhez egy tetemes költségtöbbletet okozó gép elhagyását teszi lehetővé. Továbbá e vizsgálati módszer bevezetése esetén mód nyílik a biztonság mértékének csökkentése nélkül gazdaságosabb szerkezetek méretezésére is.

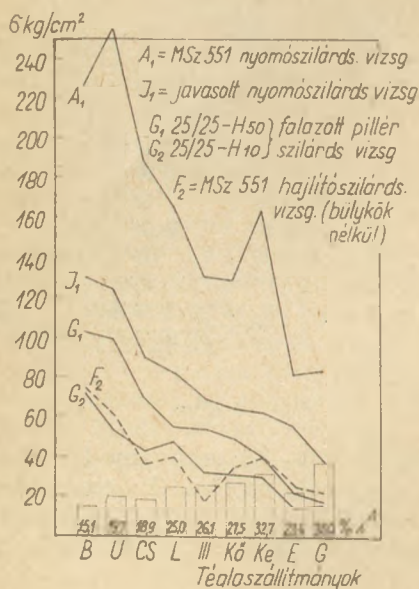
Összefoglalás és javaslat

A 6. ábrán feltüntettük a  $G_1$  és  $G_2$  pillérvizsgálatok, az  $A_1$  és  $J_1$  nyomószilárdságvizsgálatok, valamint az  $F_2$  jelű hajlítószilárdságvizsgálat eredményeit. Mint látható a  $J_1$  jelű javasolt vizsgálat diagrammja követi jól a szerkezetvizsgálatok eredményeit, míg az  $A_1$  és  $F_2$  vizsgálatok más tendenciát mutatnak. Pl. a jelenleg szabványosított módszer az U és Ke jelzésű téglaszállítmányokat jobbnak értékeli, mint amit ezek pillérré

A VIZSGÁLATI SZÓRÁSOKRA JELLEMZŐ A'EGYESÍTETT SZÓRÁSOK A HASÁBVIZSGÁLATOKNÁL.

Jel	$J_1$	$J_2$
U	3,1	234
B	7,5	404
Cs	298	186
L	15	101
Ke	530	910
Kö	3310	72
III	1040	34,3
E	14,3	900
G	464,0	108
$\Sigma s^2$	1075,2	2949,3
$s^v$	10,9 %	18,2 %

5. ábra



6. ábra

falazva nyújtani képesek. E két szállítmány relatív magas anyagszórása nem érvényesül eléggé. (Az  $\sigma_A$  egyesített százalék szórásértékeket az ábra alján feltüntettük.)

Szükségesnek tartjuk, hogy az esetben, ha a javasolt vizsgálati módszer elvét szélesebb tudományos fórum tárgyalási alapként elfogadja — e módszerrel nagyszámú és több gyár termékeire kiterjedő kísérlet sorozatokat végezzenek. E vizsgálatok alapján állapítandó majd meg a mintavétel módja és a vizsgálandó próbatestek száma.

Az ismertett kísérleteket és az új téglaszilárdságvizsgálat részletes ismertetését tartalmazó intézeti jelentésünket a Magyar Szabványügyi Hivatalnak tanulmányozás végett megküldtük.

A kísérleti munkához nyújtott segítségért Visy Zoltánnak az ÉaKKI tud. osztályvezetőjének és minden munkatársamnak ezúton is köszönetemet fejezem ki.

## IRODALOM

- Osizi Béla: Téglák és cserép vizsgálati módszerei. Építőanyag, 1958.  
 Ujhelyi János: Minősítő vizsgálatok és a vizsgálati eredmények kiértékelése. ÉTI jelentés, 1954.  
 H. Burchartz: Das Verfahren zur Prüfung von Mauersteinen auf Druckfestigkeit. Tonindustrie Zeitung, 1927.

Dr. Bresztovszky Béla: Eljárások a téglaszilárdság meghatározására. Anyagvizsgálók Közlönye, 1932.

Gáspár Géza: Téglák nyomószilárdságának megállapítása. ÉTI Időszakos Tájékoztató, 1948.

Nemeskéri Gézáné: Égetettanyag falazótégla szilárdságvizsgálatának megbízhatósága. ÉaKKI. Részjelentés, 1960.

Croothoff: Zur Druckfestigkeitsbestimmung. Tonindustrie Zeitung, 1927.

Rényi A.: Valószínűségszámítás. Budapest, 1954. (305 old.)

Helmut Vogt: Modellversuche mit bewehrten und unbewehrten Ziegelkonstruktionen. Die Ziegelindustrie, 1961. 4. sz.

Schellbach: Téglafalazat szilárdságát befolyásoló legfontosabb tényezők. Die Ziegelindustrie, 1960. 24. sz.

Helmut Vogt: Allgemeine Betrachtungen und Untersuchungen über die Grundlagen für die Durchführung von Modellversuchen für Mauerwerkskonstruktion. Berichte der Forschungsstelle des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie. Bonn, 1957.

Nemeskéri Gézáné: Égetettanyag falazótéglák szilárdságvizsgálatának megbízhatósága. ÉaKKI jelentés, 1958.

Pesky János: Téglavizsgálatok. Anyagvizsgálók Közlönye 1938. 1. sz.

Dr. Hans Hirsch: Neuere deutsche wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete der Ziegelindustrie.

Belföldi szabványok:

MSZ 551 sz. Égetettanyag és mészhomoktégla. Minőségi vizsgálat és szállítás.

MSZ 4715 sz. Megszilárdult beton vizsgálata.

MSZ 256 R Közvetlenül mért mérési sorozatok matematikai statisztikai feldolgozása.

MSZ 523 A cementek fizikai vizsgálata.

MSZ 4702 Cementek. Portlandcement, kohósalakportlandcement, traszportlandcement.

Külföldi szabványok:

Deutsche Normen, DK 691.82. März 1957. DIN 105 Mauerziegel.

British Standard, 1257. 1945. Methods of Testing Clay Building Bricks.

Dt. 666.71 Ceskoslovenska statni norma. CIHLY PÁLENE PLNE CSN 72. 2610.

CSN 1182—1948. Ceskoslovenska Spolenmost Normalisacni. Praha Dun Inzenyru (Ceskoslovenské Normy Plné Palené cikly (II. revidované Vydání).)

Nemeskéri Gézáné: Új módszer a téglák nyomószilárdságának meghatározására.

Немешкери Гезане: НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КИРПИЧА НА СЖАТИЕ.

Frau Nemeskéri, G.: Neue Methode zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Ziegeln.

## Az első üreges téglagyártása Magyarországon

PROKOPP GYULA

Az üreges téglagyártás az ókor óta ismert anyaga az építészetnek, de csak ritkán és akkor is csupán különleges rendeltetésű fa'azásnál, leginkább a boltozatok készítésénél alkalmazták. Szélesebb körben csak a XIX. század közepe óta kezdték használni, amióta a tökéletesebb prések alkalmazása megkönnyítette gyártásukat. Azóta folyton növekvő mennyiségben, újabb és újabb alakban gyártják és a modern építészetnek nélkülözhetetlen anyagává vált. Ezért figyelemreméltó mozzanata a magyarországi téglagyártás történetének, hogy az esztergomi bazilika építésének céljára már 1830-ban gyártottak üreges téglát — elsőként nemcsak Magyarország, hanem az egész akkori Habsburg-monarchia területén. [1].

A gyártás megszervezése Packh János [2] nevéhez fűződik, az indítást pedig Metternich Kelemen, a bécsi kormány nagyhatalmú kancellárja adta hozzá. Packh János nemcsak építőmestere és sok részében (a Kühnel-féle tervben tett számos és jelentős módosítást illetően) tervezője is volt az esztergomi várhegyen kezdett építkezésnek, hanem az is az ő feladata volt, hogy gondoskodjék azoknak az anyagoknak kitermeléséről, előállításáról, amelyek — így a kő, a márvány, a téglagyártás — az érseki birtokon található, illetőleg előállíthatók voltak. Így tehát nem haladta túl munkakörét, hogy az uradalmi téglagyártásban az ő irányítása alatt folyó termelés során újfajta téglagyártással is próbálkozzék. Az esztergomi várhegyen folyó építkezés pedig a 19. század második évtizedében az egykori monarchia legnagyobb szabású építkezése volt, amelyet a közvélemény és a sajtó még a Lajtán túl is érdeklődéssel kísért. Így könnyen érthető, hogy Metternich éppen Esztergomot választotta ki arra, hogy az általa helyesnek tartott újítást kipróbálják, de kissé körülményesebb az útja annak, hogyan fordult Metternich figyelme az üreges téglagyártás felé.

Ennek az alapja Metternich érdeklődése a természettudományok és a technika iránt, amely egész életén át végig kísérte és szinte szenvedélyévé vált [3]. Ebből az érdeklődésből eredt Metternich szoros barátsága Humboldt-tal és ez a magyarázata a Prechtl János Józseffel [4], a neves fizikussal és a bécsi Polytechnisches Institut igazgatójával való kapcsolatának is. Sőt nyilvános kifejezést is nyert ez az érdeklődés azáltal, hogy Metternich elvállalta a Politechnisches Institut prorektori tisztét.

Metternich utazásai közben is figyelemmel volt a technikai vonatkozású nevezetességekre, újdonságokra. Így történt, hogy midőn 1825. év tavaszán huzamosabb párizsi tartózkodás után Dél-Franciaországon át Milano felé tartott [5], hogy az ott tartózkodó Ferenc császárnak és királynak jelentést tegyen, útközben megtekintette a toulon-i hadikikötőben folyó építkezést. Akkor már hetedik éve használták itt az üreges téglát boltozatok, mennyezetek és választófalak építésénél. Az új-

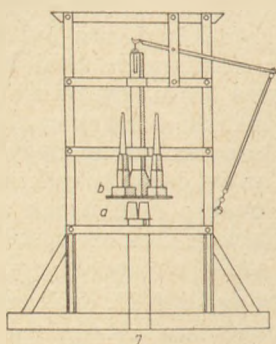
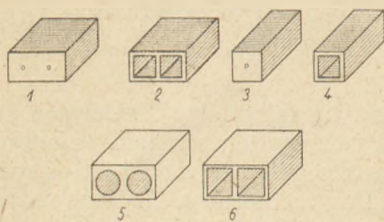
fajta építőanyag felkeltette Metternich érdeklődését és ezért néhány darab téglát, valamint a gyártásaikhoz szükséges prés modelljét és rajzát megszerezte a Polytechnisches Institut számára.

Ezek a minták 1826. év elején jutottak el a Politechnisches Institut modellgyűjteményébe és Prechtl az intézetnek ugyanez évi évkönyvében [6] ismertette a Metternich által küldött leírás alapján az üreges téglagyártást és előnyeit. Felhívta az érdeklődőket ennek az új építőanyagnak a kipróbálására és ígerte, hogy a szerzendő tapasztalatokat az évkönyv következő kötetében közölni fogja. Ennek a felhívásnak azonban nem lett foganatja. Évek múltak el anélkül, hogy bárki is próbálkozott volna az üreges téglával.

Packh János az 1829/30. évek telén, huzamosabb bécsi tartózkodása alkalmával ismerkedett meg az üreges téglával és került kapcsolatba Metternich-vel. Az ő kívánságára elhatározta, hogy megpróbálkozik az üreges téglagyártásával. Anton Burg & Sohn bécsi „Hofmechaniker” céggel a Polytechnisches Institut-ban őrzött modell mintájára elkészíttette az első téglaprést [7], amely 1830. június közepén érkezett Esztergomba és június 24-én az úgynevezett Barkóczy-téglagyártóban [8] megkezdették az üreges téglagyártást.

Packh János azzal a szándékkal kezdett az üreges téglák gyártásához, hogy azokat a bazilika építésénél még hátralevő boltozásoknál használja. A munka közben azonban módosította, tökéletesítette a toulon-i mintát, annyira hogy a téglagyártás egyik változata, az ún. hengeres üregű quader-téglagyártás (cylindrisch hohler Quaderziegel) részint magában, részint a közönséges faltéglával vegyesen, minden egyéb célra is használhatóvá vált. A kísérleteknek mintegy megkoronázásául még 1830. nyarán felépítette Packh a várhegy oldalában létesített kert emeletes kertészházát [9]. Ez a ház csupa üreges téglából épült: az alapfalak, a fő és osztófalak, a mennyezet, sőt még a 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub> láb hosszú füstgerenda és a homlokzat párkányai is mind üreges téglából voltak. Ezután még ugyanezen a nyáron a vár északi bástyáján épült víztartó [10] dongaboltozatát készítette el az új téglából, majd — az akkori építési gyakorlatnak megfelelően — ősztől tavaszig szünetelt a munka és így az új anyagnak a bazilika építésénél való felhasználása a következő, 1831. évre maradt.

Hogy az új építési idejében kellő mennyiségű üreges téglagyártás álljon rendelkezésre, még az ősz folyamán további hat téglaprést [11] rendelt meg Gramling Ignác uradalmi ácsmesternél, majd pedig az üreges téglagyártásának felügyeletére Holzer Márton személyében külön pallért rendelt [12]. Ezeknek az előkészületeknek megfelelően 1831. tavaszán már jelentősen nagyobb mértékben indult meg az üreges téglagyártás, még pedig nemcsak a Barkóczy-téglagyártóban, hanem a szentgyörgyemezei téglagyártóban is [13]. Az új



1—4. ábra. A toulon-i téglák. Az 1. és 2. a kettős, 3. és 4. az egyes téglák. A 2. és 4. ábra. a fedőlap nélkül ábrázolja a téglákat

5—6. ábra. A Packh-féle téglák, mindkettő a fedőlap nélkül. Az 5. ábra a hengeres üregű, a 6. a négyzetes üregű quadertégla

7. ábra. A téglaprés: a) a mag (Hohlform), b) a prés-házikó (Pressgehäus)

esztendőben üreges téglával boltozták a bazilika sekrestyéje feletti helyiséget és megkezdték a szentély boltozását [14]. Ezt az utóbbi munkát a terv szerint be is kellett volna fejezniük a tél beállta előtt, de másképen történt. 1831. szeptember 13-án váratlanul meghalt Rudnay Sándor érsek és néhány napra rá megjelent a kamarai biztos, hogy átvegye az érseki javadalmat. A kamarai biztosnak első teendője volt, hogy abbahagyatta az építkezést.

Az építkezés szünetelése alatt természetesen szünetelt a téglagyártás is. A kamarai biztos csak annyi kivételt tett, hogy elrendelte a már elkészített és kiegészítésre váró téglák kiegészítését [15]. Hogy ezt a rendelkezést hogyan hajtották végre, arra jellemző, hogy a szentgyörgyemezei tégláégetőnél még 1832. szeptemberében is voltak kiegészítetlen téglák, köztük üreges téglák is [16]. A Barkóczy-tégláégető kemencéjében pedig még 1833. júniusában is bent állottak az 1831. évi utolsó égetés alkalmával kiegészített téglák. [17] Csak ekkor rendeltek el, hogy a téglákat szedjék ki a kemencéből és osztályozzák, a hibásakat pedig adják el. Még ezt megelőzően, 1932. év tavaszán, mindkét tégláégetőben szétszedették és raktárba tétették a préseket, hogy az időjárás viszontagságai ellen védve legyenek [18].

A termelés mennyiségi adatait illetően az első (1830) évből csak annyit tudunk, hogy 15 977 darab üreges téglát használtak fel a várhegyi építkezésnél. A termelt mennyiségnek azonban ennél többnek kellett lennie, legalább is a selejt mennyiségével, mert Packh János csak a hibátlan építési anyagot engedte felhasználni. A második (1831)

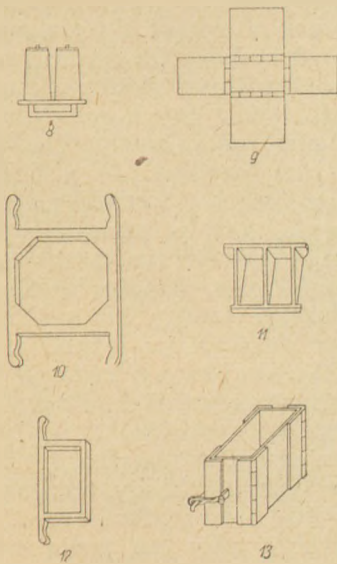
évben 75 753 darab üreges téglát termeltek (csak a kiegészített darabokat számítva) és ebből a mennyiségből 22 000 darabot használtak fel [19]. Hogy mi történt a többi kiegészített téglával, arra vonatkozóan nincsenek kimerítő és határozott adatok. Valószínű azonban, hogy nemcsak a selejt, hanem a hibátlan téglákból is adtak el magánosoknak. Így van adat arra, hogy egy bizonyos Roch nevű pesti polgár [20] a „3 Rappengasse”-ban építendő házát üreges téglából kívánta felépíteni és ezért 20 000 darab téglát jegyeztetett elő. Esztergomban pedig számos, a múlt század 30-as éveit körül épült házban találtak már bontás közben üreges téglát [21].

Van adat arra is, hogy az esztergomi példa nyomán Ausztriában is használtak üreges téglát, ha nem is esztergomi gyártmányút. 1831. tavaszán Miksa főherceg, az akkoriban (1828—1836) épülő Linz-i sánctábor-erődítmény parancsnoka, néhány téglát és a prés rajzát kérte Packh-tól, mert meggyőződést kívánt szerezni arról, használhatja-e ezt az építőanyagot a vezetése alatt folyó erődítés építésénél. Packh teljesítette ezt a kérést és ugyanaz év júliusában már értesítést kapott arról, hogy — bizonyos változtatásokkal — Linzben is gyártanak hasonló téglát [22].

Ennél is korábban, még 1830. nyarán, Burg bécsi mechanikus, az első prés készítője, több levélben kérte Packh-ot, közölje a prés használata közben szerzett tapasztalatait, hogy azokat a továbbiakban felhasználhassa, mert már többen rendeltek nála ilyen prést [23].

Nyilván ez az érdeklődés indította Packh-ot arra, hogy 56 nyomtatott oldalra terjedő és sok ábrával illusztrált ismertetést írjon az üreges téglagyártásáról és alkalmazásáról. Packh-nak ez a második szakirodalmi műve 1831. tavaszán jelent meg és abban — az egy évi gyártás és felhasználás tapasztalatait is közölve — eloszlatni kívánta azokat az aggodalmakat, amelyeket egyesek felhoztak az üreges téglával szemben [24].

Packh elégedett lehetett az eredménnyel és — mint írásai tanúsítják — valóban elégedett is volt, de nem hiányoztak a gáncoskodók sem. Rauchmüller Ferenc, a Budán székelő országos építési főigazgatóság vezetője, „jól és értelmesen megírt munká”-nak nevezte Packh művét, de nyomban hozzátette „bizonyos, hogy nem ő maga írta, mert ő a gondolatait kellően rendezni nem tudja, de még kevésbé tudja azokat értelmesen előadni.” Egyébként pedig csak annyit jegyzett meg, hogy üreges téglát már régebben is használtak, különösen külföldön — mintha ugyan Packh ennek az ellenkezőjét állította volna. Hasonló értelemben írt Hüppmann Ferenc is, az igazgatóság beosztott mérnöke, aki még azt is szemére veti Packh-nak, hogy sok pénzt pazarolt el a kísérletezésre, azért hogy tapasztalatokat szerezhessen [25]. A magas hivatali állásban levő szakértőknek ezek a nyilatkozatai mellőzik a szakmai szempontokat, de annál inkább elárulják elfogultságukat Packh ellenében. Ennek az ellenséges érzületnek az volt az alapja, hogy Packh a „dirigirender Architect”



8. ábra. A magforma

9. ábra. A présházikó lapjai kiterítve

10. ábra. A tömeg-forma (Masseform)

11. ábra. A válaszfal-forma (Zwickelform)

12. ábra. A fedélforma (Deckelform)

13. ábra. A köpeny, vagy végső forma (Schlussform)

nemigen tudott és nem is nagyon akart beleilleszkedni a kamara és a Landes—Oberbaudirection szoros és sokszor kicsinyes bürokratikus rendjébe. Ezt az ellenszenvet csak növelte, hogy a főigazgatóság vezető tisztviselőinek a fizetése messze elmaradt Packhnak Rudnay által megállapított járandósága mögött.

Rudnay halála után hét éven át szünetelt az építkezés és csak az új érseknek, Kopácsy Józsefnek kinevezésével indult meg újra. Ez idő alatt Packh János tevékenysége kényszerűen arra korlátozódott, hogy a félig kész építmények állagát védje és újból meg újból próbálkozzék, hogy a kamarát rábírja az építkezés folytatására. Kopácsy érseket 1838. őszén nevezték ki, a téli időszakban pedig — mint már említettük — egyébként is szünetelt a munka, de 1838. tavaszán végre Packh újból munkához láthatott. A hosszú szünetelés után sok mindent újból kellett kezdeni, így a téglagyártást is. Az 1839. évre megállapított munkaterv 500 000 darab falitégla (Mauerziegel) gyártását kívánja, az üreges téglagyártásáról pedig nem történik említés [26]. Mi lehet ennek az oka? Volt talán még elegendő készlet az üreges téglából? Vagy külön intézkedés történt erre vonatkozóan, amelynek a dokumentuma elveszett, vagy lappang? Annyi bizonyos, hogy egyik, vagy másik módon kellett lennie üreges téglának, mert még 1842—1843. években is használtak bizonyos mennyiségű üreges téglát az egyik esztergomi építkezésnél [27]. 1839. októberében Packh János váratlanul meghalt, utóda Hild József lett. Az ő vezetése alatt tovább folyó építkezésnél nincs többé szó az üreges tégláról.

Ez az üreges téglagyártás esztergomi gyártásának rövid története és egyszerűsége a magyarországi

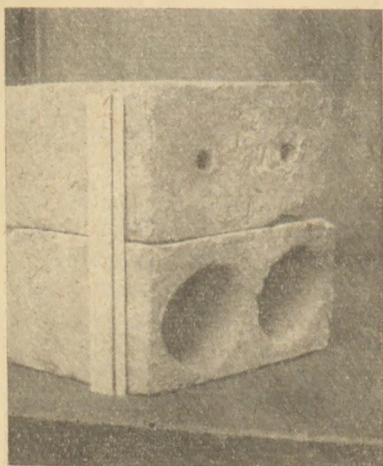
üreges téglagyártás első fejezete. A továbbiakban e téglákra és gyártásukra vonatkozó néhány adatot kívánunk ismertetni a Polytechnisches Institut évkönyvében foglaltak, illetőleg Packh János könyve alapján. A mellékelt ábrákat ebből az utóbbiból vettük.

A Toulonban gyártott üreges téglának két fő formája volt, az ún. egyszerű és kettős téglá. Az elsőben egy, a másodikban két-négyzetes hasáb alakú üreg volt, a téglák mérete pedig  $24 \times 14 \times 14$  cm, illetőleg  $28 \times 14 \times 22$  cm. A téglákat emberi erővel mozgatott présel formálták és egy préshez négy munkást alkalmaztak, akik naponta 400 darab egyszerű, vagy 300 darab kettős téglát készítettek.

Packh előbb a toulon-i minta szerint gyártotta a téglát, de hamarosan módosításokat eszközölt ezen a formán. A legfőbb módosítás az üreg alakjának megváltoztatása volt. Packh előbb a négyzetes hasáb alakú üreg sarkait legömbölyítette, majd pedig a hasábos üreg helyett henger alakú (pontosabban csekély lejtésű csonka kúp) üreget alkalmazott. Az előbbi négyzetes üregű, vagy másként boltozati quader-téglának, a másikat pedig hengeres üregű, másként falazó quader-téglának nevezte. Mindkét változatnak a külső méretei azonosak voltak: hosszúsága 11, magassága 9, szélessége pedig 6 hüvelyk. Egy ilyen téglaköb tartalma 594 köbhüvelyk, tehát kiterjedését tekintve megfelel  $4\frac{1}{4}$  darab közönséges ( $10 \times 5 \times 2\frac{1}{2}$  hüvelyk méretű) téglának. A hengeres üregű téglánál a téglanyagának a köb tartalma 6:10 arányában van az egész téglaköb térfogatával; az üreg legkisebb átmérője  $4\frac{1}{4}$  hüvelyk, legnagyobb átmérője pedig  $4\frac{3}{4}$  hüvelyk, a téglalap talpának és fedelének vastagsága  $\frac{3}{4}$  hüvelyk. A négyzetes üregű téglánál az előbbi arány 4.85:10, a téglalap oldalfalainak vastagsága  $\frac{3}{4}$  hüvelyk, a üregek közötti válaszfal vastagsága 1 hüvelyk, a talp és a fedél vastagsága pedig  $\frac{1}{2}$  hüvelyk.

A téglák hordképességének kipróbálására Packh nem rendelkezett külön erre a célra szolgáló berendezéssel és ezért nem is tudott olyan terhelést alkalmazni, amely a téglák törését idézte volna elő. Ennek ellenére számos kísérletet végzett, amelyeknek eredményét elégségesnek találta ahhoz, hogy a téglát az építkezésnél használatba vegye. Az egyik ilyen próba abból állott, hogy két hengeres üregű téglát — fekvő helyzetben — egymás mellé helyezett egy márványlapra, majd egy másik márványlappal befődte a téglákat és erre a felső márványlapra 250 mázsa súlyú (12 négyzetláb alapú és hat öl magas) téglapillért rakatott. Könyvének írásakor már hat hónap óta voltak ezek a téglák a nyomás alatt anélkül, hogy a legkisebb változást tapasztalta volna a téglákon.

A habarcsnak a téglához való tapadására vonatkozóan Packh szintén végzett kísérleteket. Egyik kísérlete volt, hogy két hengeres üregű téglát — fekvő helyzetben — habarccsal össze- ragasztott, majd 16 napi száradás után ezt a testet a két szélén alátámasztotta, a közepén pedig (a két téglaközt, habarccsal kitöltött



14. ábra. Két hengeres üregű tégl fekvő helyzetben egymás fölé helyezve. Az alsó tégl fedőlapja hiányzik, a felső téglán jól látszanak a szellőző nyílások.

hézagnál) 25 mázsányi nyomást alkalmazott anélkül, hogy a téglák szétváltak volna.

Együregű téglát Packh nem gyártott, mert a tapasztalat arra tanította meg, hogy az ilyen kisebb méretű téglánál már nem érvényesülnek azok az előnyök, amelyek az üreges tégl alkalmazását tanácsolják. Packh szerint az üreges téglák számára a legalkalmasabb méret a 10—12 hüvelyk közötti hosszúság, 8—9 hüvelyk magasság és  $5\frac{1}{2}$ —6 hüvelyk szélesség. Ennél nagyobb méretű téglát nem érdemes gyártani, mert az ennél nagyobb tégl formázása és az azzal való falazás egyaránt nehézkes.

A kétüregű téglá előnyeit Packh a következőkben sorolja fel: az álló falazásnál négyszeresen, a boltozásnál hat-nyolcszorosan gyorsabb a munka — kevesebb napszámos (három helyett egy) szükséges, mert a napszámos egyszerre két darab üreges téglát tud nyújtani a kőművesnek, ami nyolc darab közönséges téglának felel meg, továbbá mert a habarcsból is kevesebbet kell kézhez adnia; — nagy megtakarítás a habarcsnál, mert csak negyedrésznyi habarcsra van szükség; — megtakarítás a szállításnál, mert kisebb súlyú és mert rakodása gyorsabb; — az üreges téglából készült fal gyorsabban szárad; — könnyűsége miatt alkalmas arra, hogy csekélyebb vastagságú oldalfalra is boltozatot rakhassanak; — gyártása nem drágább, hanem inkább olcsóbb a közönséges tégl gyártásánál, mert 350 darab üreges tégl előállítására kerül annyiba, mint 1000 darab közönséges téglé, viszont 350 darab üreges téglának a köbtartalma 1650 darab közönséges tégl köbtartalmának felel meg. Ez előnyök szemléltetésére felhozza, hogy a már említett,  $38 \times 23$  láb alapterületű és 21 láb magas kertészházat hat kőműves és kilenc napszámos hét hét alatt építette fel, a már szintén említett víztartó boltozatos mennyezetét pedig kb 4000 darab üreges téglából ugyancsak hat kőműves és kilenc napszámos hat nap alatt készítette el.

Az üreges tégl készítéséhez a kövér, nem homokos agyagfajta szükséges, aminőt a cserépszindely készítésénél használnak.

A tégl formálásához használt prés fából készült, talpakon nyugvó, téglalapalakú keret, amely az egyik keskenyebb oldalára van felállítva. Ennek az alsó oldalnak a közepére egy hasáb van erősítve, felül pedig egy hasonló, de mozgatható hasáb van elhelyezve, amelyet ha leeresztenek, összeér az alsó hasábbal. Az alsó hasábon van elhelyezve az üregeket formáló mag (Hohlform). Ez nem egyéb, mint a tégl alapjával egyező méretű vaslap és erre van erősítve a két, fából készült, csonka gúla, illetőleg csonka kúp alakú idom. Ezeknek a tetején kis vaskúp van, ezek tartják majd kellő (ti. az alapfal vastagságának megfelelő) távolságban a formának erre az alsó részére rázuhanó préházikót és egyúttal kivágják az üregek szellőző nyílását. A felső, mozgatható hasábon van az ún. préházikó. Ez öt deszkalapból áll, amelyek közül egy, (az alsó vaslappal egyező méretű) a mozgatható hasábra van erősítve, a további négy lap pedig csuklóval van hozzáerősítve az első lap négy oldalvonalához; ez a négy lap formálja ki majd a tégl négy oldalát.

A gyártáshoz szükséges felszereléshez tartozik még három keret és a négy oldallapnak megfelelő lapokból álló köpeny. A három keretben készítik elő a tégl kiformalásához szükséges agyagmennyiséget. Ezek: a tömegforma (Masseform), ebben van a tégl talpához és köpenyéhez szükséges agyagmennyiség, — a válaszfal-forma (Zwickelform) a választófalhoz szükséges agyagmennyiség számára, — a fedélforma (Deckelform) a tégl fedőlapjának kiformalására. A köpenyben kapja meg a tégl a végső alakját (Schlussform); ez vaslemezből készült, lapjai három saroknál csuklóval vannak egymáshoz erősítve, a negyedik saroknál pedig kapocccsal összezárható.

A préseléshez Packh is — mint a touloniak — négy embert alkalmazott, akik között a munkát a következőképpen osztotta fel: Az első munkás a jól előkészített agyagból megtölti az előbb említett három keretet. A második munkás feladata, hogy az agyagot a formára ráhelyezze, még pedig akként, hogy előbb a választófal céljára előkészített agyagot a két mag közötti nyílásba teszi, majd a tömegformában levő agyagot a négy oldalról és felülről rányomja a magokra, végül az így megtöltött magot (Hohlform) ráhelyezi a prés alsó hasábjára. Ekkor kezdődik a harmadik munkás szerepe, aki a prés felső részét, az ún. préházikót, ráengedi a magra. Ekkor alakítja ki a préházikó középső (rögzített) lapja a tégl alját és az azon levő két szellőzőnyílást. Ezután a második és harmadik munkás a préházikó négy mozgatható oldalát a magminta alapjához zárja és ily módon kialakítja a tégl négy oldalfalát. Az így kiformalt téglát (amelynek üregei az egyik oldalon még teljesen nyíltak) deszkára helyezve egy asztalra viszik, ahol a negyedik munkás foglalkozik. Ez a téglát az előbb említett végső formába zárja és a tégl felső részéről (ahová a fedőlap kerül) a fedőlap vastagságának megfelelően eltakarítja az agyagot, azután a fedélmintában kiformalt fedőlapot erősen rányomva lezárja a



15. ábra. Egész és félbetört négyzetes üregű téglá. Mindkettőn látszanak a szellőző nyílások. A felső, törött téglán jól látható a téglá oldalfalainak, továbbá az alsó és fedőlapnak törési felülete és az ezek által bezárt négyzetes üreg.

téglá üregeit, a fedőlapba pedig — a téglá alján levő két szellőzőnyílásnak megfelelően — két újabb szellőzőnyílást vág. Ezután következik a szárítás és a kiegészítés. — A boltozás céljára készített téglákat a szárítás után egyszerű berendezés segítségével a kívánt lejtésű ékalakra vágják. Egy munkás egy napi munkával 150 darab dongaboltozathoz való téglát, vagy 70 darab szferikus boltozathoz való téglát tud megmetszeni.

Befejezésül még a termelési költségekről közlünk néhány adatot. Packh eleinte napszámiban készítette az újfajta téglát és ekkor a következőképpen alakult a nyers-téglá előállításának munkabérek-költsége :

A prés körül foglalkoztatott négy munkás napi bére á 1 Ft 15 krajcár 5 Ft.

Az agyagot előkészítő két munkás napibére á 1 Ft 15 kr 2 Ft 30 kr.

A segítőül (főleg a hordáshoz) alkalmazott két napszámos á 45 krajcár 1 Ft 30 kr.  
Összesen 9 forint.

Mivel pedig ez a nyolc ember naponta átlag 270 darab üreges téglát termelt, egy darab nyers üreges téglá előállításának a munkabére 2 krajcárt tett ki [28].

Amikor a munkások már jobban betanultak a prés kezelésébe, a napszámber helyett az akkordbérre tértek át. Ettől kezdve 1000 darab nyers üreges téglá előállításáért 25 forint bért fizettek [29].

Alább közöljük az 1831. évben kiegészített 75 753 darab üreges téglának költség-elszámolását, még pedig két részletben, aszerint hogy fával, vagy szénnel történt-e a téglák kiegészítése. (Ez időtájt kezdtek ugyanis próbálkozni a széntüzeléssel.) Az elszámolás megértéséhez meg kell még jegyeznünk, hogy az 1831. évi rendkívüli esőzés következtében 7000 darab nyerstéglá tönkrement és ezeknek a munkadíjára kifizetett 175 forintot fele-fele arányban szintén hozzászámították a termelési költségekhez.

### I. A fával égetett üreges téglák.

43,288 drb téglá munkabére, ezer darabonként 34 forint (ez az összeg az előbb említett 25 forintból, továbbá a szárítással és kiegészítéssel felmerült munkabérek 9 forintban megállapított összegéből adódik) .	1471 Ft 47½ kr.
A felhasznált tűzifa értéke . . . . .	735 Ft 15 kr.
A tönkrement 3500 db tégláért kifizetett munkabér . . . . .	87 Ft 30 kr.
Összesen . . . . .	2294 Ft 32½ kr.

Tehát 1000 darab téglá önköltsége 53 forint.

### II. Szénnel égetett üreges téglák.

32465 db téglá munkabére 1000 darabonként 34 forinttal számítva .	1103 Ft 48¼ kr.
A felhasznált szén értéke . . . . .	541 Ft
A tönkrement 3500 db tégláért kifizetett munkabér . . . . .	87 Ft 30 kr.
Összesen . . . . .	1732 Ft 18¾ kr.

Tehát 1000 darab téglá önköltsége 53 Ft 22 kr.

Ezzel szemben a közönséges faltéglá ezrének önköltsége 12 Ft 30 kr. és 13 Ft 46½ kr között változott a tüzelőanyag, valamint a termelés egyéb körülményeitől függően.

Ezekben a költségekben nincsen benne az agyag kibányászásának a költsége, valamint a berendezés kopásának arányos része sem. Ezt a két költségtényezőt együttvéve 1000 darabonként 46½ krajcárra tette Packh, de meg kell jegyezni, hogy ennél a számításhoz a faltéglát és az üreges téglát együttesen vette számításba, még pedig olyan módon, hogy az üreges téglák számát négyyszeresen vette [30].

### Jegyzetek

[1] Az üreges téglának kupola boltozására való alkalmazását említi Major Máté: Építéstudomány (Bp. 1955) II. kötet, 19. és 86. oldal. — Franz Rauls: Die Ziegelfabrikation (Leipzig, 1926.) című művének 45—54. oldalain foglalkozik az üreges téglá gyártásával és röviden utal a történelmi előzményekre. — V. Pinkl: Die Herstellung von Hohlziegel (Halle, 1929.) és Zeöld István: Téglá és cserépgyártás (Bp. 1959) teljesen figyelmen kívül hagyják a történelmi vonatkozásokat. — Az első kérdésről lásd Miksa főhercegnek a 22. jegyzetben említett levelet, ahol ezt írja: „Diese neuere Erfindung war bisher in den k. k. Staaten noch unbenutzt. Ihnen gebührt das Verdienst, dieselbe zuerst bey uns eingeführt zu haben.”

[2] Packh János Kismartonban született 1796-ban, meghalt Esztergomban, 1839-ben. Nagybátyja, Kühnel Pál, az esztergomi várhegy épületeinek tervezője bízta meg őt 1822-ben az építkezés vezetésével Architects-Adjunct minőségben. Rudnay érsek annyira megkedvelte a fiatal építéstudományt, hogy midőn Kühnel 1824-ben meghalt, neves építéstudományok mellőzésével reá bízta az egész építkezést.

[3] Metternichnek a természettudományok és a technika iránti érdeklődésére nézve lásd: Heinrich Srbik: Metternich der Staatsmann und der Mensch (München, 1925) I. kötet 292. és köv. old., valamint Schmidt—Weissenfels: Fürst Metternich; Geschichte seines Lebens und seiner Zeit. I. kötet 36. és köv. old. Ebből a műből való az alábbi jellemző részlet: „Er konnte mit Recht sagen, dass er ein ganz brauchbarer Professor der Geologie, Chemie oder eines anderen Zweiges der Naturwissenschaften, oder ein tüchtiger Arzt geworden wäre, wenn er nicht Diplomat und Staatsmann hätte werden müssen.”

[4] Prechtl János József 1778-ban Bischofsheimben született, meghalt Bócsben, 1854-ben. 1814-től 1849-ig volt a Polytechnisches Institut igazgatója.

[5] 1825. április 21-én indult el Párisból és május 7-én érkezett Milanóba. Lásd: Richard Metternich—Winneburg: Aus Metternichs nachgelassenen Papieren (Wien, 1881) IV. kötet, 158—171. old.

[6] Jahrbuch des k. k. Polytechnischen Instituts. 1826. (9. Band) 123—127. oldal.

[7] A prés ára 220 forint (Conventions Münze) volt. — Primási levéltár, Esztergom, Bauamts-Akten 24/1830. és 26/1830.

[8] Pr. ltár. — Excerpte aus den Amtsbüchern des Graner Basilica Bauamtes. 1822—1831. I. fejezet. — Ennek a téglagyárnak a helye ma is felismerhető a Basa utcának és a Bobozi Mihály útból kiágazó kis nevtelen utcának a sarkán. Barkóczy-téglaégetőnek nevezték azért, mert Barkóczy Ferenc érsek létesítette, midőn az 1760-as évek elején megkezdette az esztergomi építkezéseket, amelyek azonban korai halála miatt félbemaradtak.

[9] Ezt a házat az 1850-es évek elején bontották le, amikor a Várhegy oldalában volt kertet megszüntették és helyébe a ma is meglévő szerpentin utat építették.

[10] Ennek a víztartónak vörös márványból készült padlója ma is látható az északi bástyán. Magát az épületet lebontották, amikor 1926-ban a városi vízvezeték létesült és így az egyházi épületek külön vízvezetéké felelőssé vált.

[11] Packh már 1830 nyarán is készítettet néhány prést Gramlinggal a Bécsből érkezett prés mintájára. — Az újabb hat prés darabjáért 75 bécsi értékű forintot kapott Gramling, de ez csak az ácsmunka díja volt, az anyagot az uradalom adta. — Pr. ltár. Dispositions-Protocoll 52—53/1830.

[12] Pr. ltár. — Dispositions-Protocoll 1/1831.

[13] Dispositions-Protocoll 11/1831.

[14] Lásd Packh Jánosnak 1831. szeptember 29-i jelentését Majláth Károly kamarai biztoshoz. — Pr. ltár. Aedilia. A főszékesegyház építésére vonatkozó iratok.

[15] Dispositions-Protocoll 1/1831. okt. 2.

[16] Dispositions-Protocoll 102/1832.

[17] Bauamts-Akten — 218/1833.

[18] Bauamts-Akten 72/1832.

[19] Excerpte aus den Amtsbüchern C.

[20] Dispositions-Protocoll 19/1831. — A budapesti 2. számú állami levéltár szíves közlése szerint a „3 Rappengasse” azonos a későbbi Sas utcával, ille-

tőleg a mai Guszev utcával. Itt volt Roch polgár háza, de a ház építési engedélyére vonatkozó iratok nem voltak felfalálhatók.

[21] A fényképen látható téglák a Beloiannisz u. 1. számú házból kerültek ki. Ez a ház az 1838. évi árvíz után kapta mai alakját.

[22] Desfours altábornagy 1831. május 18-i és Miksa főherceg 1831. július 18-i levelének hitelesített másolatát lásd Packh János 1834. február 28-án kelt 63. számú jelentésének E.) jelű mellékletében. — Pr. ltár. Aedilia. A főszékesegyház építésére vonatkozó iratok.

[23] Lásd a 7. jegyzetben említett iratokat.

[24] A mű teljes címe: Neue Bauart mit hohlen Quader-Ziegeln oder Abhandlung über die vielen und vortrefflichen Eigenschaften dieses Baumaterials; dann über ihre Erzeugung und über ihre Anwendung bey allen Bauten überhaupt; so wie über ihre Verbindung zu allerley Gewölben — von Joh. Bapt. Packh, dirig. Architecten des Metropolitanebaues Sr. Eminenz des Herrn Cardinals Fürst Primas von Ungarn etc. zu Gran. — Pesth, 1831. — gedruckt bey Joseph Beimel, Besitzer der Graner und einer Pesther Buchdruckerey.

[25] Lásd Rauchmüllernek 1832. júl 18-án a kamarához intézett jelentését, valamint a Hüppmann által készített Commissions Bericht-et. — Pr. ltár. A főszékesegyház építésére vonatkozó iratok.

[26] Pr. ltár. Bauamts-Akten 13/1839.

[27] Az ú.n. Baróth-ház (jelenleg Berényi Zs. u. 1.) építésénél. — Pr. ltár. Rationes Aediles.

[28] Pr. ltár. Dispositions-Protocoll. 35/1830.

[29] Pr. ltár. Bauamts-Akten. 229/1833.

[30] Pr. ltár. Bauamts-Akten 113/1832. — Úgy ez a költségszámítás, mint a megelőző napszám- és akkord-bér számítása bécsi értékű forintban készült. — 1 forintban 60 krajcár van!

*Prokopp Gyula: Az első üreges téglagyártása Magyarországon.*

*Прокоп Дьюла: ПРОИЗВОДСТВО ПЕРВОГО ДЫРЧАТОГО КИРПИЧА В ВЕНГРИИ.*

*Prokopp, Gy.: Die Erzeugung der ersten Hohlziegel in Ungarn.*

(Folytatás a 18. oldalról)

Gofman, G. M.—Hohlov, V. K.: A kemencében levő anyag-hőmérséklet ellenőrzési pontjának megválasztása. (p. 9, á: 1.)

A égetési folyamat főparamétereinek egyike a kemencében levő anyag hőmérséklete. Ez indokolja minél nagyobb számú ellenőrzési pont meghatározását a kemence hosszában. A Voszkreszenszki Cementgyár egyik kemencéjén végzett kísérlet adatai és elméleti megfontolások lehetővé teszi az ellenőrző pontok csökkentését kettőre, sőt esetleg egyre is. A kísérletek alapján megállapították: 1. az anyag hőelőkészítését a kemencében két szakaszban határozzák meg és pedig a kalcináló zóna közelében és a zsugorodási zóna előtt; 2. az anyagfelmelegítés nagy sebességével biztosítják az anyag-hőmérséklet ellenőrzési módszer legnagyobb érzékenységét; 3. az égetés minősége a kalcináló zóna közelében levő anyag hőmérsékletétől függ. 4. A mérési pont meg-

választása az anyagmelegítés görbéjének megszerkesztéséből és a 450—550° hőmérsékletű szakasz helyének meghatározásából áll.

Bozsenov, P. I.—Rodinova, V. V.: 2 CaO·SiO<sub>2</sub> kötőképessegeiről. (p. 10—12, á: 4, t: 3.)

A cementklinker legfontosabb ásványainak egyike — a dicalcium-szilikát — a polimorf kutatások szerint öt modifikációban fordulhat elő. A  $\gamma$ -modifikáció viselkedésének tanulmányozása nagy elméleti és gyakorlati jelentőségű autoklávolt termékek gyártása tekintetében. Szétporladt kohósalakok és klinkerek vizsgálati eredményei. Az autokláv kezelés befolyása oly termékek szilárdságára és más tulajdonságaira, melyeknél kötőanyagként szilikát-szétmállott anyagot alkalmaztak. A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy 1. a szétmállott salakok és cementek kötőképessegei rendelkeznek, mely főképpen auto-

kláv kezelésnél mutatkozik meg; 2. Az autokláv kezelési feltételek a por ásványi összetételétől és fajlagos felületétől függenek; 3. a nagyobb mennyiségű  $\gamma$ -2 CaO—SiO<sub>2</sub>-t tartalmazó anyag intenzívebb autoklávkezelést igényel, mint a  $\beta$ -2CaO.SiO<sub>2</sub>-t tartalmazó kötőanyagok és portlandcementek.

Malinin, Ju. Sz.—Rjazin, V. P.: A klinker ásványi összetételének mennyiségi meghatározása röntgen diffraktométer segítségével. (p. 14—16, á: 3, t: 1, b: 3.)

A klinker mennyiségi fáziselemzése UR Sz-50 I típusú röntgen-diffraktométerrel. A petrográfiai és számítási elemzés adatai és a röntgen elemzés adatainak összehasonlítása. A röntgen diffraktométeres eljárás előnyei: a) az elemzés elvégzésének objektív jellege; b) az alumíniumferritek közvetlen mennyiségi meghatározásának lehetősége; c) a cement fáziselemzésének elvégezhetősége.

## Kvarckádkövek

GLASER, WALTER, Wiesbaden

Az üvegyipar részére szolgáló kvarckádköveket elektromos kemencékben olvasztják igen tiszta kvarchomokból. Ma már mintegy 3 t súlyú kvarc-üvegöntőket is gyártanak, amelyeket a kívánt formájú gyémántvágókkal darabolnak fel (1. ábra).

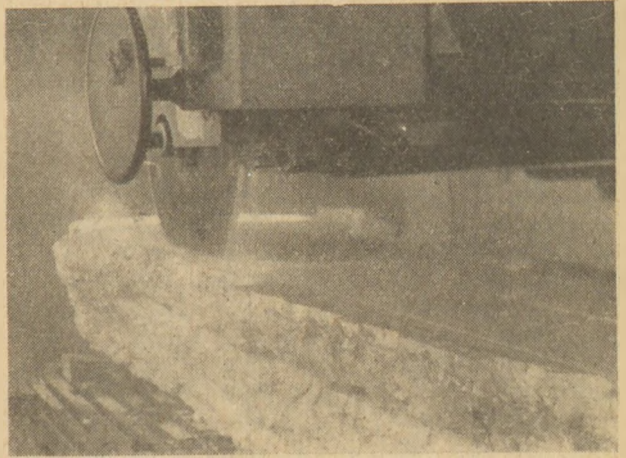
A kvarckádkő kristályos szerkezetű, üveg-fázis nélkül. Szilíciumdioxid tartalma 99,5%. Összporozitása 4--6%, a pórusok mind zártak. Hőtágulási együtthatója az összes tűzállókövek között a legkisebb,  $5,5 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^{\circ}\text{C}$ . Ennek a tulajdonságának köszönhető, hogy ideális kemence építőanyag, mert gyorsan fűthető fel magas hőmérsékletre.

A kvarcköveket már évek óta alkalmazzák kedvező üzemi eredménnyel az üvegolvasztó-kemence olvasztóterének és munkaterének, valamint a tisztulótér és a húzókamrák elválasztására szolgáló kvarcfüggöny kialakítására. Az előbbi esetben egy 15 mm vastag kvarcfüggönnyet alkalmazva a hőmérsékletesés az olvasztótér és a munkatér között 100--150 °C-ra tehető.

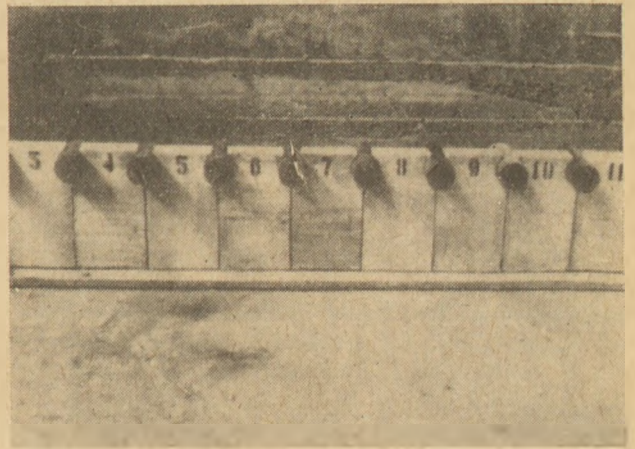
A kvarckádkövek mérete maximálisan  $1800 \times 450 \times 450 \text{ mm}$ . Hasonló méretű vékonyabb kövekből állítható össze a kvarcfüggöny, amint azt 2. ábránk szemlélteti. A függönycöveket célszerűen négy nap alatt süllyesztjük fokozatosan a kemencetérbe, amikor a felépítmény szilika anyaga 1200 °C körül már befejezte mozgását. A függöny és az üvegszint között mintegy 50 mm hézagot hagynak. Miután a függöny magassága változtatható, táblaüvegolvasztókemencékben a hőmérsékletesést a húzási sebesség szerint lehet beállítani. Miután a kvarc hőlkésállósága kiváló, meghibásodott függönycöveket minden nehézség nélkül ki lehet cserélni. Az olvasztótér és a munkatér közötti függönybeépítés vázlatát a 3. ábra mutatja. A 4. ábra ugyanazt mutatja egy sík-üvegolvasztó kemence esetében.

Több esetben azt tapasztalták, hogy kvarcfüggöny alkalmazása feleslegessé teszi az úszót az olvasztótér és a tisztulótér között. Ez azzal az előnnyel jár, hogy az úszó ki cserélése elmarad —, ami 2--3 hónaponként történik meg rendszeren —, az üveg minősége javul, mert az úszó huzalokat okoz az üvegolvadékban, továbbá a leárnyékolás következtében az üveg felszínére nem csapódnak le a kemenceatmoszféra szennyeződései. A kvarcfüggöny élettartama azonos a kemence élettartamával.

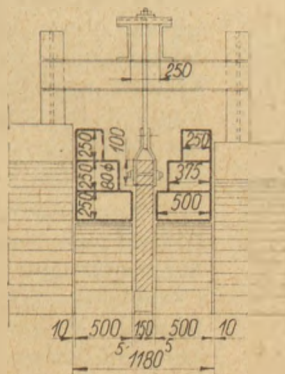
A kvarckő olvasztott szilíciumdioxid.  $T_u$  pontja  $2 \text{ kg/cm}^2$  terhelésnél 1400 °C. Ha azonban 1100 °C feletti hőmérsékleten huzamosabb ideig hevítjük, akkor krisztobalittá alakul át. A kvarckő



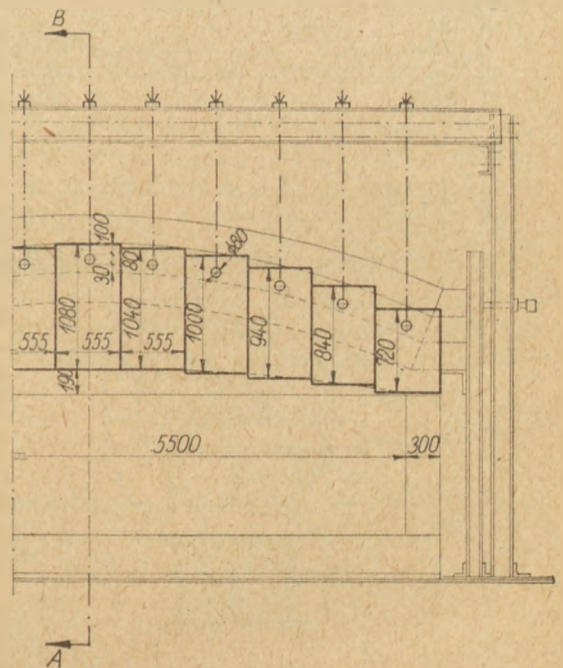
1. ábra. A nyers kvarctömbök darabolása gyémántfűrészsel



2. ábra. Függöny darabolt kvarcüvegkövekből összeállítva



A-B metszet



3. ábra. Kvarcfüggöny vázlatos elhelyezése az olvasztótér és munkatér között

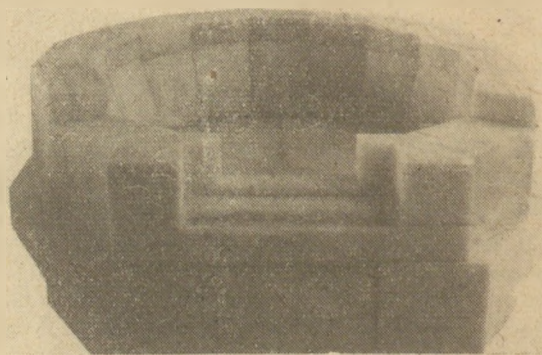
viselkedését az idő és a hőmérséklet függvényében a következő táblázat adja meg:

Idő (óra)	Hőmérséklet C°	T <sub>a</sub> C	T <sub>e</sub> C
2	1300	1450	1560
2	1400	1460	1570
2	1500	1470	1620
2	1600	1490	1620
4	1700	1700	1730

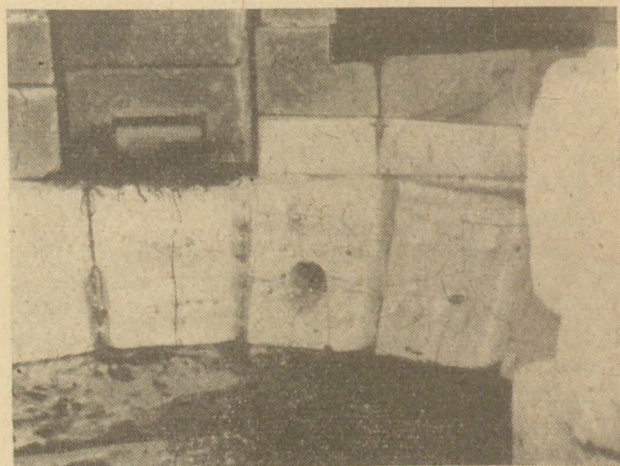
A legjobb tűzálló tulajdonsággal az a kvarckő rendelkezik, amelyik teljes mértékben átalakult krisztobalittá, amikor T<sub>a</sub> pontja 1720 C°. Ezt a teljes mértékű átalakulást krisztobalit kristálymagok beágyazása segíti elő.

A gyakorlatban egy kvarckőből összeállított kádat nyolc napig kell eserép nélkül 1500–1520 C°-on tartani. A hővesztés csökkentése céljából az oldalfalakat szilikáttéglákkal szigetelik. Ha az úszó vagy az átfolyó fedőkő kvarckő, azt kvarctéglákkal kell alátámasztani, nehogy a kő 1100 C° körül meghajoljék.

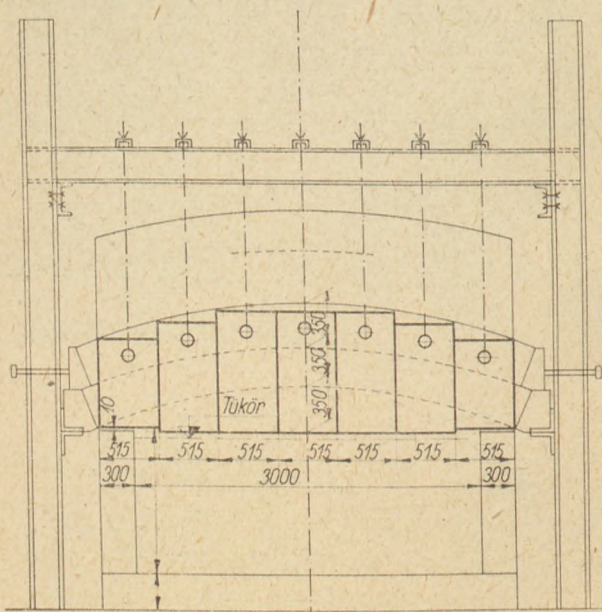
A kvarckövek különösen alkalmasak azon olvasztókemencék építéséhez, amelyekben olyan



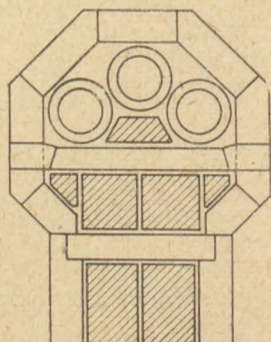
6. ábra. Alacsony hőfokon olvadó üveget gyártó kemence összerakásának állapota



7. ábra. Ugyanaz a lágy üveg kemence 18 hónapi üzem után leálltva



4. ábra. Kvarcfüggöny vázlatos elhelyezése a húzókamrában



5. ábra. Az üvegolvadék letakarása a munkatérben az olvadék felszínén úszó kvarc-üveglapokkal a hővesztés elkerülése végett

üveget olvasztanak, amelyek alkáli tartalma 8% alatt van. A kvarckövek borszilikátüveggel szemben kitűnő ellenállóképességűek, és kémiai összetételük következtében annak minőségét nem rontják le. Igen előnyösen alkalmazhatók a kvarckövek olyan kemencékben, amelyekben magas börtartalmú üvegeket olvasztanak. A munkakádban ugyanis az üveg felületét lefedő kvarclapok a hővesztés megakadályozzák, amint azt az 5. ábra vázolja, amelyen az üvegolvadék felületén úszó kvarc-üveglapokat vonalkázás jelzi.

Egy kvarckövekből épített kemencének az élettartama, amelyben majdnem alkálimentes keményüveget 1650 C°-on olvasztottak és 1520 C°-on dolgoztak ki, 18 és 22 hónap között változott. A kvarckövek azonban magas alkáli tartalmú üvegek olvasztásánál is kedvezően viselkednek. Egy ilyen kemencének a képét szemlélteti új korában és 18 hónapi üzem utáni leállásakor a 6. és 7. ábra.

A kvarc-üvegekét Fondal elnevezéssel a Didier Művek gyártják és hozzák forgalomba.

Glaser, Walter : Kvarc kádkövek.

Глазер, Вальтер : ВАМНЫЕ БРУСЫ ИЗ КВАРЦА.

Glaser, W.: Wannensteine aus Quarz.

# A körkemencében való mészégetés tüzelőanyagfogyasztásának csökkentése

NASZÁLYI LÁSZLÓ

Magyarországon a körkemencében való mészégetés még jelentékeny.

A mészégetés egyike a legrégebb tüzeléstechnikai műveleteknek és az építkezésen kívüli számos ipar — és külföldön a mezőgazdaság — használ nagyobb mennyiségben égetett meszet (cukorgyártás, kohászat, karbid-, vegyi-, szodaipar stb.), mégis a mészégetés energetikai szempontból általában elmaradott. Ez a megállapítás hazánkra különösen fennáll. A külföldi nagy termelők kivétel nélkül mind koksszal égettek. Részben a kokszt és szénkalória ár között lényegesebb különbség nem volt, viszont a kokszt lényegesen tisztább, tapadánytmentes meszet adott. Az acélgyártás és a karbidgyárak különösen kerültek a foszfor és kén bevitelének lehetőségét. A mészégetésre fordított kokszt részben a kohászat által nem igényelt apróbb osztályozású kohókokszt volt. Ma a kemencék egy részét földgázra, illetőleg olajra állították át. Megjegyezzük, hogy a fehér égetett meszet külföldön építkezésre alig alkalmazzák, mert ott ilyen célra az ún. hidraulikus meszet égetik, ami az előbbivel ellentétben víz alatt is megköt és égetése csak kb.  $\frac{2}{3}$ -nyi kalóriát igényel. Viszont igen nagy mészfogyasztó a mezőgazdaság.

Nálunk is vannak modern generátorgáz tüzelésű mészégető kemencék, az építkezési célokra szolgáló mész égetése mégis főleg a külföldön már évtizedek óta elavultnak tartott Hoffmann-féle körkemencében történik. A német mészkartell mérnökének, dr. G. Seeger-nek könyve (1) szerint már régen nem építettek újabb körkemencéket mész előállítására. Ezen könyv megjelenése idejében nálunk még ilyen kemencék létesültek sokkal nagyobb költséggel, mint a modern aknakemencék beszerzése lett volna. A nagy energiafogyasztáson felül jelentékeny munkabér is terhelte a Hoffmann kemencéket, hiszen a nyers mészkövet, majd az égetés után a meszet kézi erővel kellett kirakni, meleg, mészporos levegőben. Mindezt pedig azért, mert a mészüzemek nem mertek áttérni a külföldön már régen szinte egyedül gyártott apró mészre és a méshidrátra. Kézben alig kezelhető darabnagyságokat raktak be, csak azért, mert a vevőközönség nagy darabos meszet keresett. Holott a dolog természeténél fogva nem volt olyan jól kiegészve, előállításra igen költséges volt termelőnek, fogyasztónak egyaránt. Talán a mészmű feladata lett volna a fogyasztó megnevelése — külföldi példák szerint. Mindezen felül pedig visszamaradt az apró mész, amivel nem tudtak mit kezdeni.

Csak kevés helyen gyártottak meszet modern aknakemencében. A mészégetés kalóriaszükséglete ez utóbbiakban 1500—1800 kcal/kg CaO, viszont a körkemencék 2500 és még több kalóriát igényeltek. A modern kokszt vagy gáztüzelésű kemencék 1000 kalória alatt tudnak égetni.

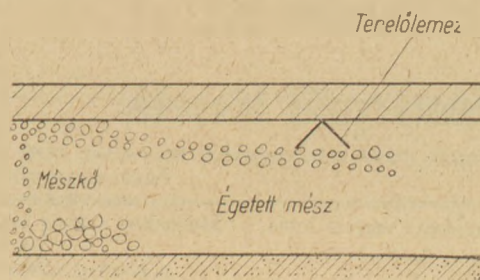
Miután azonban nálunk még sok Hoffmann-rendszerű körkemence éget ma is, nézzük mi okozza

ezen rendszer abnormálisan nagy tüzelőanyagfogyasztását. Ennek tulajdonképpen két egymástól független oka van, amikre külön-külön kell hatni, azok teljes megszüntetése csak a kemence-rendszer megváltoztatásával lehetséges.

A mészégetéssel foglalkozók tudják, hogy a körkemencéket kézzel rakják be és az alagutat lehetőleg teljes magasságában megtöltik mészkővel, a fenéken pedig gondosan hosszanti és keresztirányú csatornákat építenek. Égetés közben azonban a mészkő zsugorodik, megroskad: az eredetileg teljes magasságában kitöltött kemence-szelvény felső része — a kő minőségétől függően — üressé, szabaddá válik. A levegő pedig elsősorban ezen a szabad keresztmetszeten áramlik be az égetőtérbe és csak aránylag kis része veszi magának a nagyobb ellenállású utat a kiegészített mészen keresztül. Így azután nagy mennyiségű — hamis — levegő halad a kemencén át. Természetesen az egész levegő mennyiséget fel kell hevíteni a mészégetés hőfokára. Elméletileg ez ugyan csak 800 C° körül van, azonban a már említett darabnagyságok következtében ténylegesen 1200 C°. Ez okozza tehát a nagy tüzelőanyag fogyasztást. Megjegyezzük, hogy a Hoffmann-féle körkemencéket kb. 100 évvel ezelőtt eredetileg téglá- és cserépegetésre tervezték. Ennek ma is megfelelnek, mert ezen nyersanyag zsugorodása sokkal csekélyebb.

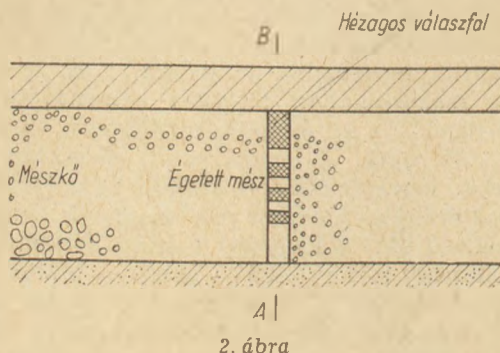
A már idézett Seeger dr. számszerű méréseket is végzett a kemencék belsejében és úgy találta, hogy a boltozat alatt 6—8% a CO<sub>2</sub>, a szelvény közepe táján 25—28% és végül a kemence fenekén 32—35%. Alulírott is végzett hasonló méréseket, azonban csupán a kéményben volt a mintavétel lehetséges, ahol 4—6% CO<sub>2</sub> adódott!

Ezen számok birtokában Seeger dr. azt javasolja, hogy helyezzenek a már kiegészített mész tetejére terelő lemezt (1. ábra) ami megakadályozza a levegő szabad beáramlását a megroskadt égetettmész felett és a levegő bizonyos fokig kényszerítve lenne a mészen keresztül haladni, annak fizikai melegét felvenni és ezzel arányosan csökkennie a levegőfelesleg és a szén túlfogyasztás. Ez könnyen megoldható és annak felszerelését az idézett szerző által talált szén-sav-adatok igazolni is látszanak. Az így vezetett kemencénél



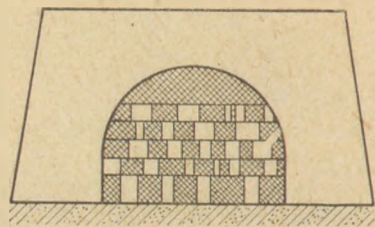
1. ábra

ugyanis a boltozat alatt 15–17% CO<sub>2</sub>-t, a kemence derekán és fenekén nagyjából az előbb említett arányokat találta. Minden esetre az oxigén az eredetileg a boltozat alatt mért 15–16%-ról lecsökkent 8–9%-ra. Az adatok átlagát a kémény-nél vett minta is igazolja: az eredeti 6,5% CO<sub>2</sub> az átállítás után felment 11,6%-ra, a légszelesleg csökkenése következtében a huzat 25 mm v. o.-ról, 30 mm-re emelkedett. A kemence termelékenysége (egy három tűzű 50 kamrás kemencét ismertet) napi 150 t mézsről felment 200 t mézre. Számításai szerint a 38,2% hatásfok a javaslata szerint végzett átállítás után 49%-ra javult.



2. ábra

Bár Seeger dr. (aki nem tévesztendő össze a Seger-féle gúlak feltalálójával) javaslata igen könnyen kivihető a hazai kisebb kemencéknél a sűrűbb fordulókra való tekintettel a kifejtett elv fenntartása mellett, bizonyos módosításra szorul. Javasolom tehát, hogy minden egyes kamra után tűzálló téglából, lebontható, ideiglenes, hézagos válaszfalakat építsünk oly módon, hogy a kamra magasságának kétharmadáig átmenő téglakihasználások biztosítanak a levegő áramlását, viszont a felső harmad tömör falból készülne (2. és 3. ábra). Ez utóbbi tehát komoly akadályt jelentene



3. ábra

a légáramlásnak a megroskadt mész felett és a levegő kénytelen lenne lebukva a mézsrétegen keresztülhatolni. (A kemence fenekén, a csatornákkal szemben természetesen újból kihagynák a téglarakást a levegővezetést megkönnyítendő.) Ily módon megszűnne a nagy levegőselesleg és a szénfogyasztás is csökkenne.

A bevezetőben jeleztük, hogy a szénfogyasztás nagyságának két egymástól független oka van. Az elsőt fentebb tárgyaltuk, a második pedig a berakásra kerülő túl nagyméretű darabok. Az aknakemencékhez hasonlóan lehetne csökkenteni a darabnagyságot, ez ugyan látszólag a kemence ellenállását megemelné, viszont lecsökkenne a kiégési idő és a hozzá szükséges szénmennyiség is.

#### IRODALOM

Dr. Ing. Gerhard Seeger: Praktische Waermewirtschaft beim Kalkbrennen, Kalverlag, Berlin, 1931.

Naszályi László: A körkemencében való mészégetés tüzelőanyag-fogyasztásának csökkentése

Насалу Ласло: СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ПРИ ОБЖИГЕ ИЗВЕСТИ В КОЛЫЦЕВОЙ ПЕЧИ.

L. Naszályi: Verminderung des Brennstoffaufwandes beim Kalkbrennen im Ringofen

#### É P Í T Ő A N Y A G

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1600 példányban

62-13306-689/2-Réval-nyomda Budapest V., Vadász utca 16.

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál.

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura” P. O. B. 149. Budapest 62

Előfizetési díj: ¼ évre 18.—Ft; félévre 36.—Ft; egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekkszámom egyéni: 61.252 közületi: 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

# Felhívjuk szíves figyelmét az 1963 első félévben kiadásra kerülő alábbi művekre:

*Fekete István:*

## **KÓRHÁZTERVEZÉS**

A kormány az egészségügyi fejlesztése érdekében növelni kívánja a kórházi ágylétszámot. A második öt éves terv kb. 10 000, a további perspektivikus népgazdasági terv folyamatosan 15—20 000 ágynak megfelelő, több új kórház építését irányozza elő. Sor kerül ezenkívül a meglévő kórházak, egészségügyi intézmények korszerűsítésére is. A könyv összegyűjti, rendszerezi és értékeli a beruházó, a kórház szervező, a műszaki tervező és az üzemeltető részére szükséges adatokat, ismereteket.

Kb. 410 oldal.

Ára kb. 107,— Ft

*Márkus Gyula:*

## **KÖRSZIMMETRIKUS SZERKEZETEK ELMÉLETE ÉS SZÁMÍTÁSA**

A könyv célja, hogy a mélyépítőipar nagyberuházásaival kapcsolatban segédeszközt adjon mind a tervezők, mind az egyetemi oktatás részére. A mű részletesen ismerteti azokat a munkaterületeket, amelyek a mélyépítési feladatok gerincét alkotják. Kitér az egyes szerkezetek főbb tervezési problémáira s gyakorlati példákon mutatja be a helyes kialakítási formákat. A könyv célja, hogy a bonyolult anyagot a szakemberekhez közel vigye, munkájukat leegyszerűsítse s napi feladataikhoz tanácsot adjon.

Kb. 760 oldal.

Ára kb.: 135,— Ft

*Czenthe Zoltán—Konrád Kálmán:*

## **FERDE HAJLÍTÁS ÉS FERDE NAGY KÜLPONTOSSÁGÚ NYOMÁS**

Derékszögű, négyyszögű vasbeton keresztmetszetek méretezése. — Új Technika.

Gyakori feladat, hogy vasbeton szerkezeteket a ferde hajlítás és a ferde nagy külpontosságú nyomás igénybevételi esetére kell méretezni. A megoldás elvi alapjait az összefoglaló szak- és tankönyvek ugyan általánosan ismertetik, ez azonban nem elegendő a méretezési gyakorlat bizonytalanságainak eloszlásához, a keresztmetszetellenőrzés és -tervezés célszerű módszereinek kialakításához. Ez a könyv röviden, de a gyakorló statikusoknak jól érthetően foglalja össze a méretezés elméleti alapjait. A műben sémák és számpéldák találhatók a derékszögű négyyszög alakú vasbetonkeresztmetszetek ferde hajlításra és ferde nagy külpontosságú nyomásra történő méretezésének és ellenőrzésének minden esetére.

Kb. 100 oldal.

Ára kb.: 20,— Ft

**Fenti könyvek a téma speciális jellegénél fogva csak az előzetes megrendeléseknek megfelelő példányszámban kerülnek forgalomba, ezért kérjük, hogy a művek elővásárlási jogát a mellékelt megrendelőlap felhasználásával biztosítani szíveskedjék.**

Egyben felhívjuk figyelmét a már megjelent alábbi műre:

*Perényi Imre—Farágó Kálmán—Major Jenő:*

## **MEZŐGAZDASÁG- ÉS TELEPÜLÉS-TERVEZÉS**

A könyv első része Magyarország jelenlegi mezőgazdasági településhálózatának áttekintését adja, ezen belül megvizsgálja a településhálózat területenkénti, sűrűségi eloszlását és nagyságrendi szerkezetét. Nagyságrendenként külön-külön elemzi a településtípusokat, és az eredményt a földrajzi körülményekkel hasonlítja össze.

Kb. 242 oldal.

Ára kötve kb. 72,— Ft

**Műszaki Könyvkiadó**

# Pályázati felhívás

## a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított „Petrik Lajos”-díjra

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet az alább felsorolt tanulmányok kidolgozására

### 1. A finomkerámiaipar területén

Az égetési segédeszközök gyártásának (égetők, lap stb.) fejlesztése, a meglévő adottságok figyelembevételével.

A feladat megoldása keretében vizsgálni kell a massaösszetétel, a szemcseszerkezet és gyártástechnológia hatását az égetési segédeszközök minőségére.

A téma kidolgozásával kapcsolatban felvilágosítást ad: *Molnár Gyula*, Építésügyi Minisztérium, Finomkerámiaipari Igazgatóság.

### 2. A durvakerámiaipar területén

- A kivirágzás okainak vizsgálata;
- a kivirágzás megszüntetésének lehetőségei;
- különböző szénfajták hatása a kivirágzásra.

A téma kidolgozásával kapcsolatban felvilágosítást ad: *Lohner Ernő*, Építésügyi Minisztérium, Téglá- és Cserépipari Igazgatóság.

### 3. A kőbányaipar területén

- A szilikózis veszély elhárítása a kőbánya üzemekben;
- az automatizálás kő- és kavicsipari alkalmazásának lehetőségei;
- megfelelő minőségi jellemzőkkel rendelkező kőzetek és a nem megfelelő minőségi jellemzőkkel (kukoricás, mállott, tufa stb.) rendelkező kőzetek gépesített szétválasztása.

A téma kidolgozásával kapcsolatban felvilágosítást ad: *Gyurián Lajos*, Építésügyi Minisztérium, Kő- és Kavicsipari Igazgatóság.

### 4. A cementipar területén

- Bélestartósság a forgókemencében az üzemi viszonyok és a kéregképződés függvényében;
- mészégetés maximális hőmérsékleten (égetendő mészke szemcsenagyság és megoszlás a mészminőség figyelembevételével).

A téma kidolgozásával kapcsolatban felvilágosítást ad: *Bényei Károly*, Építésügyi Minisztérium, Mész- és Cementipari Igazgatóság.

### 5. Az üvegyipar területén

Üvegyártásnál a kemencéből kidolgozott üvegtermékek további megmunkálásához, üzemközi szállításához, csomagolásához, vagonberakásához korszerű gépsorok kialakítása.

A téma kidolgozásával kapcsolatban felvilágosítást ad: *Baritz Árpád*, Építésügyi Minisztérium, Üvegyipari Igazgatóság.

### 6. A közgazdaság területén

- A műszaki-gazdasági mutatók rendszere és összehasonlítási lehetőségei az építőanyagiparban;
- a termelékenység alakulásának tényezők szerinti vizsgálata és tervezési módszerei az építőanyagiparban;
- tartalékgépek gazdaságos alkalmazásának elemzése és módszerei.

A téma kidolgozásával kapcsolatban felvilágosítást ad: *dr. Kecskés Miklós*, ÉGSZI. Bp., VI., Lenin krt. 67.

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

I. fokozata	3000,— Ft
II. fokozata	2000,— Ft
III. fokozata	1500,— Ft

Fenti három díjban nem részesülő pályaművek közül a bírálóbizottság a legjobbakat 1000,— Ft-ig terjedő pénzjutalomban részesítheti.

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

A felsenolt témákon kívül benyújthatók olyan pályaművek is, amelyek az Egyesület szakterületére tartozó más tudományos, termelési, gazdasági kérdéseket vizsgálnak és oldanak meg.

Ezen munkákat a bírálóbizottság ugyancsak 1000,— Ft-ig terjedő jutalomban részesítheti.

A pályázat benyújtásának határideje:

1963. június 30.

Az egyesület Választmánya által kiküldött bírálóbizottság a beérkezett pályaműveket felülvizsgálja és az eredményeket

1963. november 30-ig nyilvánosságra hozza.

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

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.

A pályadíjban és jutalomban részesített pályaművek az Egyesület tulajdonát képezik.