

302 935



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

10

XXXIV. ÉVFOLYAM

BUDAPEST, 1982. OKTÓBER

ÉPÍTŐANYAG 34 (10) 361—400 (1982)

ÉPÍTŐANYAG

A mész- és cement-,
az üveg-, a finomkerámia-,
a tégl-, a cserép-,
a kő-kavics- és betonipar,
a szigetelőanyagok iparának
tudományos szakirodalmi
folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula Károly

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Dr. Träger Tamás

Vajda László

TARTALOM

<i>Szántó Ferenc—Gilde Ferencné</i> : Agyagúsvány szuszpenziók ülepedési viselkedése	361
<i>Kakasy Gyuláné</i> : Finomdiszperz poliminerális kőzetek dúsíthatósága	367
<i>Wagner Zsófia</i> : Finomkerámiai termékek és segédanyagok higanypentrációs poroziméteres vizsgálata	373
<i>Bokányi Ljudmilla—Pethő Szilveszter</i> : Mullit őrlése rezgőmalomban és javaslat az őrlési technológiára	379
<i>Kausay Tibor</i> : Repedésmentes feszített vasbetontartó regressziós eltolódási függvényének számítása zsebszámítógéppel	384
<i>Duma György</i> : Középkori ólomházak	392
Lapszemle	366
Kitüntettjeink	378
A világ szilikátiparából	391
Szabadalmi figyelő	400

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сапмо, Ф.—Гильде, Ф.-не</i> : Поведении суспензий глиняных минералов при осаждении	361
<i>Какаси, Дью-не</i> : Возможности обогащения тонкодисперсных полиминеральных пород	367
<i>Вагнер, Ж.</i> : Испытания тонкокерамических продуктов и вспомогательных материалов методом трутной пенетрации	373
<i>Боканы, Л.—Петё, С.</i> : Измельчение муллита в виборомельнице и предложение в отношении технологии измельчения	379
<i>Кауцаи, Т.</i> : Расчет зависимостей регрессионных отклонений напряженных железобетонных балок, лишенных трещин, с помощью карманных вычислительных машин	384
<i>Дума, Дь.</i> : Средневерковые глазури	392

INHALT

<i>Szántó, Ferenc—Gilde, Ferencné</i> : Sedimentationsverhalten von Tonmineral-Suspensionen	361
<i>Kakasy, Gyuláné</i> : Anreicherung feindisperser polymineralischer Gesteine	367
<i>Wagner, Zsófia</i> : Quecksilberporosimetrische Untersuchung feinkeramischer Produkte und Hilfsstoffe	373
<i>Bokányi, Ljudmilla—Pethő, Szilveszter</i> : Vermahlung von Mullit in Schwingmühlen und empfohlene Mahltechnologie	379
<i>Kausay, Tibor</i> : Berechnung der Regressions-Durchbiegungsfunktion rißfreier Spannbetonträger, mit Taschenrechner	384
<i>Duma, György</i> : Mittelalterliche Bleiglasuren	392

CONTENTS

<i>Szántó, Ferenc—Gilde, Ferencné</i> : Sedimentation Behaviour of Clay Suspensions . .	361
<i>Kakasy, Gyuláné</i> : Dressing of Highly Dispersed Polyminerale Rocks	367
<i>Wagner, Zsófia</i> : Mercury Pressure Porosimetry of Ceramic Whiteware Products . .	373
<i>Bokányi, Ljudmilla—Pethő, Szilveszter</i> : The Grinding of Mullite in a Vibratory Mill and a Suggested Comminution Technology	379
<i>Kausay, Tibor</i> : Calculation of Displacement Function of Prestressed, Crack-free Reinforced Concrete Slab by a Programmable Calculator	384
<i>Duma, György</i> : Lead-containing Glazes from the Middle Ages	392

Agyagásványszuszpenziók ülepedési viselkedése

SZÁNTÓ FERENC – GILDE FERENCNÉ

József Attila Tudományegyetem, Szeged

Bevezetés

A szuszpenziók ülepedését legrészletesebben és legegyszerűbben fizikai, illetve technológiai és művelettani szempontból vizsgálták. Ez érthető, mivel számos iparágban (pl. kerámia-, cement-, urániparban, timföldgyártásnál, víztisztításnál stb.) nagyon lényeges követelmény az ülepedési folyamatok elemzése. A számítások azonban lehetőleg egyszerű rendszerekre – többnyire individuálisan ülepedő gömbökre – vonatkoztak. Amennyiben figyelembe vesszük a szuszpenzió struktúráképzését, a meggondolásoknál általában nem a szerkezet megismerése az alapvető cél, hanem mérnöki szempontok.

Kaolinszuszpenziókkal végzett vizsgálatainknál célkitűzésünk az volt, hogy a részecske-méretet illetve a részecskék közti kölcsönhatásokat szisztematikusan változtatva – ülepedési vizsgálatok alapján – a rendszer aggregációs állapotában bekövetkező változásokról kapjunk felvilágosítást.

Irodalmi áttekintés

Steinour [1] volt az első, aki reális – nem végtelenül híg – de nem aggregált, gömbalakú részecskéket tartalmazó szuszpenziók ülepedésére összefüggést vezetett le,

$$Q = V_s \frac{\varepsilon^3}{1 - \varepsilon} \quad [1]$$

ahol Q az adott töménységű szuszpenzió ülepedési sebessége, ε a porozitása (vagyis a „szabad” folyadéktérfogat térfogathányadban kifejezve),

tehát $1 - \varepsilon$ a szuszpenzió térfogati töménysége, V_s pedig az egyedi gömbök Stokes szerinti ülepedési sebessége.

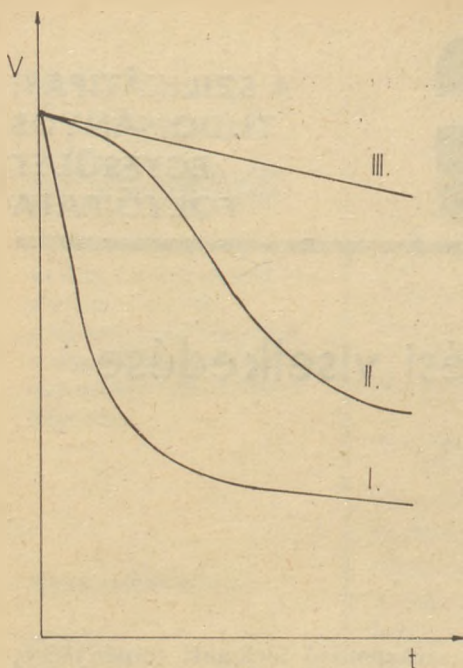
Lényegében hasonló a Richardson – Zaki [2] féle összefüggés:

$$Q = V_s \varepsilon^{4,65} \quad [2]$$

Ezek az összefüggések az elvileg monodiszperz, éles határfelülettel ülepedő szuszpenziók ülepedésének kezdeti, lineáris szakaszára vonatkoznak, amelynek meredeksége az ülepedési sebesség.

A gyakorlatban a szuszpenziók többé-kevésbé polidiszperzek. A részecskék a kölcsönhatásoktól függően koagulálási folyamatban aggregátumokká, részecske-térhálók, vagy aggregátum térhálók kapcsolódnak össze. A folyamat sebessége az időegység alatt bekövetkező ütközések számától és hatékonyságától függ. Ez utóbbit döntően a részecskék között fellépő adhéziós erők nagysága befolyásolja, amit viszont alapvetően a nedvesedési viszonyok illetve a részecskék felületén kialakuló elektromos kettősréteg tulajdonságai határoznak meg.

Vizes közegű kaolin szuszpenziók ülepedésével Michaels és Bolger [3] foglalkozott részletesen abból a célból, hogy a részecskékből kialakuló aggregátumokra kapjanak felvilágosítást. A szerzők vizsgálataival részletesebben kívánunk foglalkozni, mivel eredményeink értékelésénél számítási módszerüket alkalmaztuk. Meggondolásaiknál a következő feltételezéseket vezették be. A koagulált állapotú kaolinszuszpenzió alapegységei nem primer lamellák, hanem szekunder részecskék, amelyeket a szerzők flokkulumoknak neveznek. A flokkulumokat viszonylag stabilis gömbalakú egységeknek tekintik. Ülepedés közben a



1. ábra. Az ülepedési görbék típusai

flokkulumok laza aggregátumokat képeznek, amelyek közel gömbalakúak és híg szuszpenzióban individuálisan, töményebb szuszpenzióban pedig aggregátum térhálót alkotva ülepednek. Mindkét esetben éles határfelület alakul ki ülepedés közben. A híg szuszpenzióknál az ülepedési görbe lineárisan csökkenő szakasszal indul (1. ábra, I-es típusú görbe), az aggregátumok konstans sebességgel ülepednek. Töményebb szuszpenziókban először flokkulumtérháló jön létre, amely nagyon lassan ülepszik, majd a térháló fellazul és kialakulnak a konstans sebességgel ülepedő nagy aggregátumok. Ebben az esetben az ülepedési görbe egy, az abszcisszával közel párhuzamos szakasszal kezdődik, majd egy áthajló szakasz után megjelenik a konstans ülepedési szakasz (1. ábra, II-es típusú görbe). Nagyobb szuszpenziótöménységnél kis meredekségű görbe észlelhető. Ebben az esetben a rendszer csaknem teljesen összefüggő szerkezetű. A rendszer ülepedése inkább ennek a koherens váznak lassú zsugorodása (III-as görbetípus).

Amennyiben az aggregátumok átlagos átmérője nem változik a szuszpenzió töménységével és ülepedés közben állandó (I. görbe), a fenti szerzők szerint érvényes a Richardson és Zaki által megadott összefüggés alábbi, módosított formája

$$Q_0 = \frac{d_A^2 (\varrho_A - \varrho_w) g}{18 \mu_w} (1 - \Phi_A)^{4,05} \quad [3]$$

ahol Q_0 a mért ülepedési sebesség, d_A a ϱ_A sűrűségű aggregátumok átlagos átmérője, ϱ_w és μ_w a

közeg sűrűsége ill. belső súrlódása, g a nehézségi gyorsulás, Φ_A pedig az aggregátumok térfogathányada.

Az anyagmérlegből következik, hogy

$$\Phi_A (\varrho_A - \varrho_w) = \Phi_k (\varrho_k - \varrho_w),$$

illetve

$$\varrho_A - \varrho_w = \frac{\Phi_k}{\Phi_A} (\varrho_k - \varrho_w),$$

ahol Φ_k a ϱ_k sűrűségű szilárd anyag (kaolin) térfogathányada.

Bevezetve a $\frac{\Phi_A}{\Phi_k} = C_{Ak}$ jelölést adódik, hogy

$$\varrho_A - \varrho_k = \frac{1}{C_{Ak}} (\varrho_k - \varrho_w),$$

illetve

$$\Phi_A = C_{Ak} \Phi_k.$$

Ezt figyelembe véve a (3) egyenlet a következő alakban írható fel

$$Q_0 = \frac{d_A^2 (\varrho_k - \varrho_w) g}{18 \mu_w C_{Ak}} (1 - C_{Ak} \Phi_k)^{4,05} \quad [4]$$

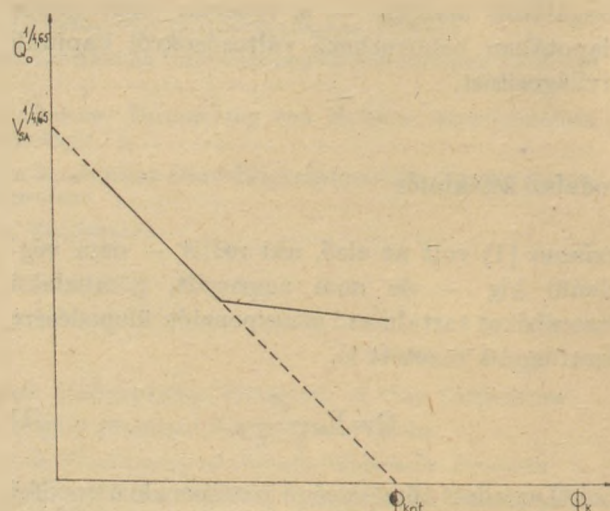
ahol a szorzat első tagja azonos az aggregátumok Stokes szerinti ülepedési sebességével (V_{SA}).

A fentiekből kitűnik, hogy C_{Ak} az aggregátumban „immobilizált” folyadék arányát adja meg, azaz jellemző a szilárd rész „térigénybevételére”.

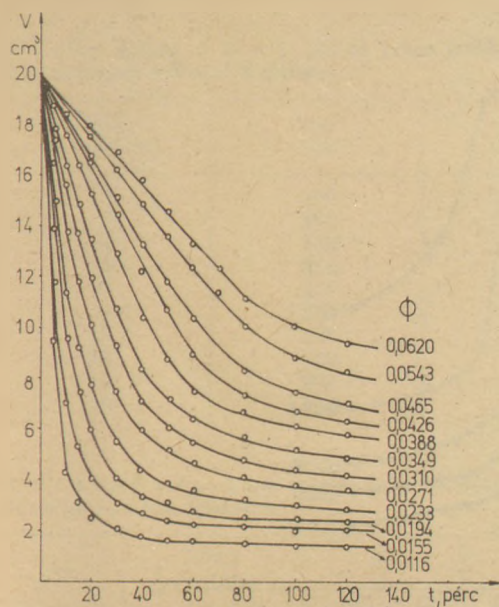
A (4) egyenlet az alábbi formában írható fel

$$Q_0^{1/4,05} = V_{SA}^{1/4,05} (1 - C_{Ak} \Phi_k) \quad [5]$$

Az (5) egyenlet felhasználható V_{SA} és ebből d_A , illetve C_{Ak} grafikus úton történő meghatározására. Ha ugyanis a $Q_0^{1/4,05}$ értékeket a Φ_k értékek függvényében ábrázoljuk, a híg szuszpenzióknál lineárist kapunk, amelynek ordinátametszete



2. ábra. Az ülepedési görbék Michaels - Bolger-féle értékelése



3. ábra. A $d = 2 \dots 10 \mu\text{m}$ -es részecskéket tartalmazó, $30 \text{ mmol/dm}^3 \text{ CaCl}_2$ koncentrációjú Na-kaolin szuszpenziók ülepedési görbéi

$V_{SA}^{1/4.05}$ értékét, abszcisszametszete pedig azt a kritikus Φ_k értéket (Φ krit.) adja, amelyből C_{Ak} számítható a következők alapján.

Töményebb szuszpenzióknál (II. típusú ülepedési görbe) az egyenes megtörik (a 2. ábrán a kisebb iránytangensű egyenes).

Michaels és Bolger vizsgálataikat különböző módon előkezelt kaolin mintákkal végezték. Nem találtunk azonban adatokat arra vonatkozóan, hogyan alakulnak az aggregátumok jellemző értékei a primer kaolinrészecskék méretével illetve az aggregációs állapot szisztematikus változtatásával.

Kísérleti anyagok és módszerek

Kiindulási anyagunk zettlitzai kaolin volt, amelyet a Kőbányai Porcelángyárból kaptunk. Ásványos összetételére a következő adatokat adták meg: 97,8% kaolinit, 1,8% kvarc, 0,4% földpát. A nyersanyagot Na_2CO_3 -tal vízfürdőn történő bepárlással dezaggregáltuk. Erre a célra 100 g száraz kaolinra számítva 0,2 g Na_2CO_3 bizonyult optimálisnak. A peptizált minta Andreasen-féle szemcseméret analízise azt mutatta, hogy a részecskék 68%-a $2 \mu\text{m}$ -nél kisebb, 26%-a pedig $2 \dots 10 \mu\text{m}$ intervallumban volt. A peptizált Ca-Na-kaolint 2 g/100 cm^3 töménységű szuszpenzióban ülepitéssel a fenti kétfrakcióra választottuk szét. A $d < 2 \mu\text{m}$ -es frakcióból monokationos Na-kaolinit állítottunk elő. A karbonát tartalmú elektrolitot elbontottuk olyan módon, hogy a

szuszpenzió pH-ját pH = 4-re állítottuk be sóssavval, majd centrifugálással elválasztottuk a részecskéket a közegtől. Ezt követően 2 mólos NaCl oldatban kétszer szuszpendáltuk a mintákat. A NaCl koncentráció csökkentésére többszöri centrifugálásos dekantálást alkalmaztunk. Az utolsó mosófolyadék Cl^- -koncentrációja $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ volt.

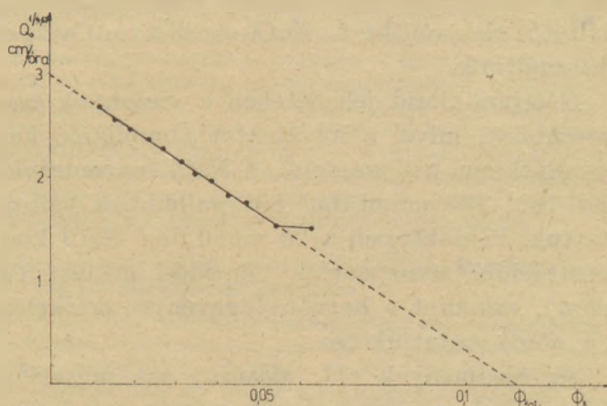
Az ülepitési vizsgálatokat 20 cm^3 -ig $0,1 \text{ cm}^3$ -es beosztással ellátott $1,35 - 1,42 \text{ cm}$ belső átmérőjű csiszolt dugós csövekben végeztük. A sorozatméréseknél a válogatott csövek átmérője és így a kezdeti ülepedési magasság gyakorlatilag azonos volt. Az ülepedés észlelését vizuálisan végeztük, amelynek hibája a meredeken csökkenő görbezakaszon nem haladta meg az 5%-ot.

Kísérleti eredmények és értékelés

A részecskeméret hatása az aggregációra és az ülepedésre

A vizsgálatainkhoz használt Na-kaolin ill. Na-Ca-kaolin szuszpenziók jól dezaggregált állapotúak voltak, ezért adalék elektrolit nélkül diffúzan ülepedtek. Az éles határfelület kialakulásához koaguláltatni kellett a mintákat. Az ülepedést ezért $30 \text{ mmol/dm}^3 \text{ CaCl}_2$ koncentrációjú szuszpenzióknál vizsgáltuk. A $d = 2 \dots 10 \mu\text{m}$ intervallumban levő részecskéket tartalmazó Na-kaolin ülepedése széles ($3 \dots 16 \text{ g/100 cm}^3$ ill. $\Phi = 0,0116 \dots 0,062$) koncentráció intervallumban vizsgálható.

Az ülepedési görbék I-es típusúak még nagy szuszpenziótöménységnél is (3. ábra). A Michaels – Bolger féle értékelést alkalmazva, a hatványfüggvényes ábrázolás két különböző meredekségű lineárist ad (4. ábra). (A Q_0 értékeket cm/óra-ban adtuk meg.) Ennél a mintánál csak a



4. ábra. A 3. ábrán feltüntetett ülepedési görbék Michaels – Bolger-féle értékelése

I. táblázat

A részecskeméret hatása az aggregátumok jellemző értékeire

Minta megnevezése	Részecske méret			
	$d = 2 \dots 10 \mu\text{m}$		$d < 2 \mu\text{m}$	
	$d_A \mu\text{m}$	C_{Ak}	$d_A \mu\text{m}$	C_{Ak}
Na-kaolin	60	7,8	248	147
Na-Ca-kaolin	47	11,8	214	118

legnagyobb szuszpenziótöménységnél lép fel jelentősebb szerkezetképzés és jelenik meg a töréspont. Hasonló eredmények adódtak a Na-Ca-kaolinra is. Összehasonlításul vizsgáltuk a $d < 2 \mu\text{m}$ -es részecskéket tartalmazó Na-kaolinit és Na-Ca-kaolinit szuszpenziók ülepedését ugyancsak 30 mmol/dm^3 CaCl_2 koncentrációnál. Az ülepedési görbék csak jóval kisebb szuszpenziótöménységnél ($0,5 \dots 2 \text{ g/100 cm}^3$ ill. $\Phi = 0,0019 \dots 0,0077$) vehetők fel és mindhárom görbetípus fellép. Az aggregátumok jellemző adatait az I. táblázatban foglaltuk össze.

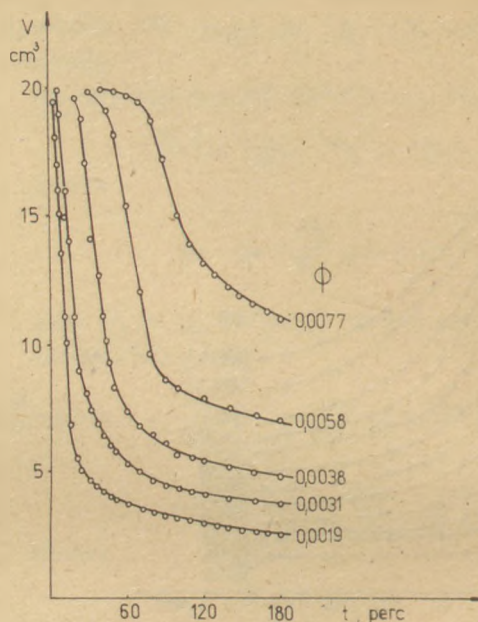
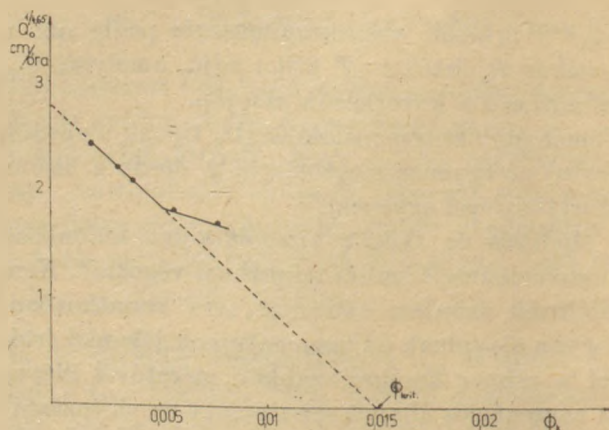
Az eredmények azt mutatják, hogy azonos koagulálató elektrolit hatására, a különböző méretű primer részecskéket tartalmazó szuszpenziókból jellegzetesen eltérő méretű és lazaságú aggregátumok jönnek létre. A nagyobb részecskékből jóval kisebb méretű és tömörebb aggregátumok alakulnak ki, mint a nagy diszperzitásfokú, részben kolloid mérettartományban levő részecskékből. Az abszolút értékek talán nem egészen reálisak, az arányok azonban mindenképpen jellemzőek az aggregátumok szerkezetére. A kisebb C_{Ak} értékek inkább lap-lap, a nagyobbak pedig él-lap asszociátumok képződésére utalnak.

Az elektrolit minőségének és koncentrációjának hatása az aggregációra és ülepedésre

Az ülepedési vizsgálatokat a $d < 2 \mu\text{m}$ -es részecskéket tartalmazó Na-kaolinnal végeztük. Koagulálató elektrolitként NaCl-ot illetve CaCl_2 -ot használtunk.

Nátrium-klorid jelenlétében a viszonyok egyszerűbbek, mivel a folyamatot komplikáló ioncserével nem kell számolni. A NaCl koncentrációját $10 \dots 100 \text{ mmol/dm}^3$ intervallumban változtattuk. Példaképpen a 20 mmol/dm^3 NaCl koncentrációjú szuszpenziók ülepedési görbéit (5. ábra), valamint a hatványfüggvényes értékelést (6. ábra) mutatjuk be.

Az eredmények (II. táblázat) azt mutatják, hogy mind az aggregátumok mérete, mind azok „lazasága” nő a koagulálató elektrolit koncent-

5. ábra. A $d < 2 \mu\text{m}$ -es részecskéket tartalmazó 20 mmol/dm^3 NaCl koncentrációjú Na-kaolinit szuszpenziók ülepedési görbéi

6. ábra. Az 5. ábrán feltüntetett ülepedési görbék Michaels-Bolger-féle értékelése

II. táblázat

A NaCl hatása a $d < 2 \mu\text{m}$ -es részecskékből keletkező aggregátumok jellemző értékeire

NaCl mmol/dm^3	d_A μm	C_{Ak}
10	127	50
20	157	66
50	184	69
100	197	87

rációjával, vagyis nő az él-lap kölcsönhatás mértéke a részecskék között.

Amennyiben adalék elektrolitként CaCl_2 -ot használunk, az ülepedés kisebb elektrolitkoncentrációnál jól vizsgálható, mivel a koagulálató hatás a kétvegyértékű kation (ható ion) miatt már kis koncentrációnál jelentős. Az ioncsere fellépése miatt ugyanakkor bonyolultabb változásokkal kell számolnunk. Az elektrolit-

III. táblázat

A CaCl_2 hatása a $d < 2 \mu\text{m}$ -es részecskékből keletkező aggregátumok jellemző értékeire

CaCl_2 mmol/dm^3	d_A μm	C_{Ak}
2	200	80
3	188	77
4	180	75
5	240	92
6	300	121
8	320	132
10	220	88
12	210	78
15	205	76
20	195	73

IV. táblázat

A pH hatása a $d < 2 \mu\text{m}$ -es részecskékből keletkező aggregátumok jellemző értékeire

pH	NaCl mmol/dm^3	d_A μm	C_{Ak}
3	—	211	91
4	—	223	102
5	143	99	56
6	143	124	68
7	143	122	70
8	143	110	68
9	143	20	20
10	143	31	40

koncentráció növelésével először csökken az aggregátumok mérete és „lazasága”, majd egy maximum elérése után ismét csökken értékük (III. táblázat).

Az elektrolitkoncentrációt növelve jelentős változás 6–8 mmol/dm^3 CaCl_2 töménységnél észlelhető. Feltételezhető, hogy ennél az elektrolitkoncentrációnál dominál a részecskék közötti él-lap kapcsolódás van der Waals kölcsönhatással [4]. Nagyobb elektrolitkoncentrációnál már jelentősebb lap-lap asszociációval is számolni kell.

A pH hatása az aggregációra és az ülepedésre

A vizsgálatokat a $d < 2 \mu\text{m}$ -es részecskéket tartalmazó Na-kaolinnal végeztük. A szuszpenziók pH-ját sósavval csökkentettük illetve nátrium-hidroxiddal növeltük. A kifejezetten savas (pH = 3 ill. 4) minták éles határfelülettel ülepedtek. Az ennél magasabb pH-jú szuszpenzióknál az ülepedés diffúzzá vált. Ezeknél a mintáknál a koagulált állapot biztosításához 143 mmol/dm^3 NaCl koncentrációt állítottunk be. A kifejezetten lúgos (pH = 9 ill. 10) szuszpenziók esetében ugyanis csak ilyen viszonylag nagy NaCl koncentrációnál alakult ki az éles határfelületű ülepedés. Az aggregátumok jellemző értékeit a IV. táblázatban foglaltuk össze.

Az eredmények azt mutatják, hogy három, jellegzetesen eltérő aggregációs állapot alakul ki a különböző pH-jú szuszpenziókban. A kifejezetten savas közegben a Na-kaolinit rácsoldódás és ioncsere következtében H-Al-kaolinná alakul. Ilyen körülmények között a részecskék szélei — az irodalmi adatok szerint [4] — pozitív töltésűek és elektrosztatikus kölcsönhatással él-lap asszociált állapot jön létre, ami nagyméretű, laza aggregátumokat eredményez. Az 5...8 pH intervallumban csökken az élek pozitív töltése és átmeneti aggregációs állapotok alakulnak ki. A legnagyobb méretű és leglazább aggregátumok képződéséhez — ebben a pH intervallumban — az enyhén savas illetve semleges pH értékek a legkedvezőbbek. A 9-es és 10-es pH-n viszont az élek áttöltődnek — negatív töltésűvé válnak — és ezért az él-lap asszociáció nagymértékben gátolt. A bázislapokon levő, pozitív töltésű ellenionfelhő a NaCl nátrium-ionjainak hatására tömörödik, és úgy lehetővé válik kismértékű lap-lap asszociáció.

IRODALOM

- [1] Steinhour, H. H.: Ind. Eng. Chem. 36, 618 (1944).
- [2] Richardson, J. F. — Zaki, W. N.: Trans. Inst. Chem. Engrs. 32, 35 (1954).
- [3] Michaels, A. S. — Bolger, J. C.: Ind. Eng. Chem. 1, 24. (1962).
- [4] van Olphen, H.: An Introduction to Clay Colloid Chemistry, John Wiley, New York, 1963.

Szántó Ferenc — Gilde Ferencné: Agyagásványszuszpenziók ülepedési viselkedése

Koagulált Na-kaolinit szuszpenziók ülepedését vizsgáltuk. A Michaels — Bolger-féle összefüggés alapján számítottuk a kialakuló aggregátumok átlagos méretét és immobilizált folyadék tartalmát. Megállapítottuk, hogy a nagyobb méretű ($d = 2...10 \mu\text{m}$) részecskékből, valamint a deflokkulált kis részecskékből ($d < 2 \mu\text{m}$) relatíve kisméretű és tömör aggregátumok jönnek létre. A legnagyobb méretű és leglazább aggregátumok a nagy diszperzitásfokú és él-lap flokkulált szuszpenziókban alakulnak ki.

Санто, Ф. — Гильде, Ф.-не: Поведение суспензий глиняных минералов при осаждении

Было исследовано осаждение коагулированного каолинита-На. На основании зависимости Мишелев — Болгера были рассчитаны средние размеры образующихся агрегатов и содержание иммобилизированной жидкости. Было установлено, что из частиц более крупных размеров ($d = 2...10$ микрон), а также из дефлокулированных маленьких частиц ($d = 2$ микрон) образуются плотные агрегаты относительно маленьких размеров. Наиболее рыхлые агрегаты самых больших размеров образуются в суспензиях высокой дисперсности.

Szántó, Ferenc — Gilde, Ferencné: Sedimentationsverhalten von Tonmineral-Suspensionen

Es wurde der Sedimentationsvorgang von koagulierten Na-Kaolinit-Suspensionen untersucht. Aufgrund der Michaels — Bolger'schen Relation wurde die durchschnittliche Abmessung der anfallenden Aggregate und der Inhalt der immobilisierten Flüssigkeit errechnet. Es wurde festgestellt, daß aus den größeren ($d = 2... \mu\text{m}$) Teilchen sowie den deflokkulierten kleinen Teilchen ($d < 2 \mu\text{m}$)

relativ kleine und massive Aggregate zustandekommen. Die Aggregate größter Abmessungen und am meisten losem Gefüge bilden sich in Suspensionen von hohem Dispersitätsgrad und mit Kante-Fläche-Flokulation aus.

Szántó, Ferenc – Gilde, Ferencné: **Behaviour of Clay Suspensions**

The sedimentation of coagulated Na-kaolinite suspensions was studied. The average equivalent diameter and the

bilioimmed liquid content of the aggregates were calculated on the basis of Michaels – Bolger equation. Relatively small and compact aggregates are formed of large ($d = 2 \dots 10 \mu\text{m}$) particles and of small ($d = 2 \mu\text{m}$), deflocculated particles. Largest and loosest aggregates are developed from small particles having edge-to-face flocculated structure.

Lapszemle

TIZ FACHBERICHTE, Coburg, 1981. 9-12. sz.

Rosa, J.: *Automatizálástechnika a csehszlovák cementiparban.* 613–619. o.

Az előmelegítővel felszerelt kemence-rendszerekben történő klinkerégetés technológiája. Nyerslisztelőkészítés automatikus vezérléssel, folyamatszabályozó számítógép segítségével. Az őrlés és előhomogenizálás automatizálása. Az égetési folyamatok automatikus vezérlése. A nyerslisztelő berendezések teljesítményének emelkedése. Az egyes technológiai részfolyamatok vezérlésére mikroszámítógépek alkalmazása. A legnehezebb munkafolyamatok elvégzésére alkalmazott ipari robotok gazdaságos felhasználási lehetőségeinek vizsgálata.

Huckauf, H. – Morgenstern, W.: *A barnaszénpor felhasználása a ZAB szárítási módszerrel működő forgócsőkemencék tüzelőanyagaként.* 621–628. o.

A szárítás utáni klinkerégetésnél használt szilárd tüzelőanyagok fokozott felhasználására irányuló nemzetközi irányzatból kiindulva az NDK barnaszénporának anyagi jellemzői, amelyek befolyásolják az égetési folyamatot, a tüzelőanyagok tárolásának, szállításának és adagolásának megfelelő megoldásait. A vizsgált barnaszén-minőség fűtőolajjal keverve az összes hőfelhasználást tekintve a ZAB szárítási módszer esetén 100%-osan felhasználható.

Zimmermann, L.: *Erőmű- és cementipari elektromos porleválasztó.* 629–630. old.

A magdeburgi Edgar André portalanítástechnikai gyár komplett, minden ipari célra alkalmas portalanítástechnikai berendezést fejlesztett ki. Az állandóan növekvő környezetvédelmi követelményeknek megfelelően a berendezés a legmagasabb tudományos technikai szintet is eléri. A tiszta gáz portartalma köbméterenként 50 mg lehet minimális anyag- és energia-ráfordítás és -felhasználás mellett. Az elektromos porleválasztó alkalmazása erőművekben és a cementiparban barnaszéntüzelés és száraz cementipari forgókemence alkalmazása mellett.

Pietrzeniuk, H.-J.: *Köszéntüzelésű erőmű pernyéjének építőipari hasznosítása.* 631–633. old.

Az NSZK köszéntüzelésű erőműveiből származó pernye felhasználásának jelenlegi állapota. Az évente 1–1,2 millió t pernyének mintegy 60%-át túlnyomórészt betonadalékanyagként hasznosítják. A hulladék mennyisége 1990-ig megközelítőleg megkétszereződik. Ennek a nagy mennyiségnek a felhasználási lehetőségei az utépítés területén: bitumenes utépítési töltőanyag, hidraulikusan kötött és kötőanyag nélküli tartórétegek. Betonadalékanyagok: DIN 1045 szerinti adalékanyag, DIN 4226 szerinti adalékanyag. DIN 1164 szerinti pernyecement, mint kötőanyag.

TIZ FACHBERICHTE, Coburg, 1981. 11. sz.

Balek, V. – Dohnálek, J.: *A radiometriás emanációs módszer alkalmazási lehetőségei a cement-hidratáció meghatározására.* 796–800. old.

Új módszer a cementpépek megszilárdulásának tanulmányozására, amely a radiometriás emanációs módszer (REM) alkalmazásán alapul. Ennél a módszernél az addig maszkírozott szilárd anyagból felszabadult radon mennyiségét mérik. Ezzel a módszerrel lehetővé vált a cementhidratáció közben bekövetkező felület- és szerkezetváltozások követése. Ez folyamatosan és változtatható hőmérsékleten történik. A szokásos módszerekkel (alakváltozási szilárdság, nyomószilárdság, ultrahangsebesség és kalorimetria) nyert adatokon túl a REM bepillantást enged a cementpép szilárdulásánál bekövetkező szerkezetváltozási folyamatba.

Lohrer, W.: *Építőanyagokból származó azbesztporok okozta levegőszennyeződés.* 816–820. old.

A szálas azbesztanyagok egészségkárosító hatása régóta ismert. Az azbeszt és más szálas finom porok, amelyek építőanyagokból származnak, környezet-szennyező hatásúak. Az ellenük hozott hatósági intézkedések. Ezek alapján végzett vizsgálatok, hatékonyabb beavatkozások az azbesztnek kitett dolgozók érdekében. Azbesztpor az atmoszférában. Az azbeszt-emisszió forrásai (berendezések, termékek).

Finomdiszperz poliminerális kőzetek dúsíthatósága

KAKASY GYULÁNÉ

Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Budapest

Bevezetés

Az agyagásványokat tartalmazó kőzeteknek egy része genetikájukból eredően kriptokristályos szerkezetű, azaz az ásványi alkotók $5-10\ \mu\text{m}$ -nél finomabbak. A hazai finomdiszperz kőzetek sok esetben 3–4 komponensből állnak. Némelyekben egyidejűen többféle agyagásvány is jelen van: kaolinit montmorillonittal vagy illittel, esetleg allevardittal. Ezeket leggyakrabban kvarc és kisebb mennyiségben vasszennyezők, ritkábban krisztobalit, földpátok, kalcit, alunit, zeolit-félék kísérik.

E természetes ásványi társulások lehetnek kedvezőek és így bizonyos területeken alkalmasak a közvetett felhasználásra. Sok esetben viszont indokolttá tenné szétválasztásukat:

- a nem kívánatos ásvány(ok) elkülönítése (pl.: finomkerámiai nyersanyagokból a nagyobb mennyiségű montmorillonit, vasszennyezők, kvarc),
- a hasznosásvány feldúsításának szükségessége, vagy
- az állandó összetételű anyag biztosítása a gyártástechnológia beállítása érdekében, melyet az előfordulások heterogenitása egyébként lehetetlenné tesz.

Intézetünkben sok éve folyik kutatás a KFH megbízásából és finanszírozásával a hazai finom-, diszperz kőzetek megismerésére, hasznosíthatóvá tételére. Röviden a finomkerámia-ipart is érinthető, néhány anyagféleséggel végzett munkánkról szeretnék szólni, különös tekintettel az agyagásvány-kvarc elválasztására folytatott kísérleteinkről.

Szemcseméret szerinti osztályozás

Az ásványelőkészítésben leggyakrabban alkalmazott szemcseméret és szemcsetömeg alapján történő osztályozás a finomdiszperz rendszereknél csak nagyon ritkán hoz kielégítő eredményt. Amennyiben a szétválasztandó ásványok szem-

cseméretében elegendő eltérés van, a durvábbak – földpátok, a kvarcnak egy része – megfelelő feltárás után pl.: többlépcsős hidrociklonozással elkülöníthetők a ciklon alsótermékkel; vagy a szmektitok – montmorillonit, allevardit – jól peptizált állapotban centrifugálással a legfinomabb szemcseosztályba juttathatók.

Konkrét példaként említhető a rátkai kaolinit-pettyes bentonit, mely sok kutatót foglalkoztatott már a 60-as években (Barna J., Juhász Z., Kiss L.), de még újabban is kísérletek folytak vele (JATE., KBFI., OÉÁ.).

A négy ásványt – kaolinitet, montmorillonitot, kvarcot és földpátot – eléggé változó mennyiségi arányban tartalmazó kőzet a BKI-KBFI-ben kidolgozott technológiával [1., 2.], mely a Buzágh–Szepesi eljárást [3.] is magába foglalja, három hasznosítható termékre bontható:

1. a feláztatást követő hidrociklonozással az alulfolyásban kinyerhető $+20\ \mu\text{m}$ -es földpátos-kvarcos (földpát-tartalom $12-45\%$) –,
2. a ciklon felülfolyásból szódás kezelést követő centrifugálással kiülepihető $20-1\ \mu\text{m}$ -es nagyfehérségű kaolinos-kvarcos (kaolinit-tartalom: $47-68\%$) – és
3. a centrifugáról elfolyó montmorillonitban igen dús (montmorillonit-tartalom: $75-85\%$), de híg szuszpenzióban képződő ($-1\ \mu\text{m}$ -es) anyagra.

A kaolinit-montmorillonit szétválasztás feltetele ez utóbbinak Na-montmorillonittá történő átalakítása. Így módon a szemcsék körüli nagy hidrátburok kialakulásával és az így előidézett látszólagos szemcsetömeg-csökkenéssel elősegíthető az egyébként azonos testsűrűségű finom szemcsés kaolinitből való elkülönítése.

A szaklaboratóriumok vizsgálata ill. üzemi kísérletek (papíripar) alapján

- az 1. termék burkolólap előállításához,
- a 2. termék félporcellán jellegű termékek masszakomponenseként, ill. nem túl igényes papíripari termékekhez töltőanyagként,
- a 3. termék organofil bentonit előállítására használható fel.

E dúsítási technológia megvalósítására eddig nem került sor, elsődlegesen gazdasági — pénzügyi okok miatt. A nyersanyag szemszerkezetéből adódó előkészítési művelet — éppen az igen kis választási szemcsehatárból ($\sim 1 \mu\text{m}$) eredően — költséges, mert híg koncentrációjú, nagy térfogatú diszperziókkal kell dolgozni, melyeknek beruházási költségvonzata és árkihatása nagy. További gond hogy a képződő termékek iránt felmerülő mennyiségi igények eltérőek, az organofil bentonit-termék értékesítési lehetőségének megnövekedése a dúsítás irányába hathatna.

Az allevarditos kőzetekből hasonló módon centrifugálással kinyerhető allevardit dúsítmánynál az előállítási és felhasználhatósági lehetőségek és kérdések hasonló módon jelentkeznek [4.].

Ugyanez mondható el a Mád-környéki mikro-szilről, az igen finom $1-10 \mu\text{m}$ -es szemcséjű kvarctól elkülöníthető montmorillonitdús frakcióról is [5.].

Látható volt a kaolinpettyes bentonittal, valamint számos más hazai kőzettel végzett kísérletek (SZIKKTI, BKI-KBFI, OÉÁ Központi Laboratórium) egybehangzó eredményeiből, hogy egyes ásványi komponensek szemcsetömeg szerinti osztályozással sikeresen elválaszthatók, de a finom szemcséjű kvarc a kaolin-féleségektől nem, mert szemcseméretük, sűrűségük közel azonos. Ilyen esetben a két ásvány elkülönítésére egyedüli lehetőségként a flotálás kínálkozik.

A kaolin-kvarc flotálása

A flotálás a szétválasztandó ásványok eltérő felületi — adhézios — tulajdonságán alapszik. Mint ismeretes a flotáló cellában, az ásványokat tartalmazó vizes zagyba bekevert és ott szétdiszpergált levegő buborékokkal három határfázisú difformált diszperz-rendszert hozunk létre. Célunk, hogy az ásványok egyikét a levegő buborékokhoz kapcsolva a folyadék felszínére vigyük és a habképző reagens hozzáadásával tartóssá tett buborékokból kialakuló habtermékben összegyűjtsük. A levegőhöz csak a hidrofób felületű szemcsék tudnak hozzátapadni. Az ásványok nagyobb része hidrophil — így a kaolinit és a kvarc is — ezért az egyik felületét megfelelő heteropoláros organikus anyag ún. gyűjtő reagens hozzáadásával és adszorbeáltatásával meg kell változtatni, hidrofobizálni, ugyanakkor a másik hidrophilitását meg kell őrizni, hogy az a vizes fázisban (a cellában) maradjon.

Eddigi kutatásunknál a kaolinit kiflotálására

törekedtünk, kationos gyűjtőket használva. A szakirodalomból ismeretes [6., 7.], hogy leghatásosabbnak ítélik e célra a zsírsavaminok csoportját, elsősorban a primer aminokat, noha nem kifejezetten specifikusak és szelektívek, mert csaknem minden szilikát és oxidásvány flotálható velük. Ezért igen fontos egy adott ásványpárnál a megfelelő amin — és a flotálást befolyásoló egyéb paraméterek optimumának megválasztása. A gyűjtő szénhidrogén-lánchosszúságának nagy szerepet tulajdonítanak, mivel ennek növekedése az adszorpciónál bekövetkező szabadenergia csökkenés irányába hat. A szakirodalomban az optimális lánchosszúságot illetően nem olvasható egybehangzó vélemény.

A gyűjtő mellett legnagyobb szerepe a közeg pH-értékének van, mely a gyengén bázikus gyűjtőamin disszociációs fokát is meghatározza. A kaolinok kiflotálását biztosító amin-kationok a semlegesnél kisebb pH-tartományban vannak túlsúlyban. Irodalmi adatok szerint [8.] a $\text{pH} = 2$ körüli tartomány a legkedvezőbb a szelektivitás és kihozatal tekintetében egyaránt. A pH-beállítása történhet hidrogénfluoriddal is, mely egyben a kvarc nyomását is szolgálja [9.]. Ez ugyan elsősorban lúgos közegből flotálódik jól az aminokkal, de a finom szemcséjű erősen savanyúból is [7.].

A flotálásra feladandó anyag szemcsemérete ill. eloszlása a flotálási körülményeket szintén befolyásolja. Általában a $10-200 \mu\text{m}$ -es tartományt tartják optimálisnak, de az ennél finomabbak is flotálhatók, ha a megfelelő paramétereket biztosítják [10.]. Kaolinok esetében német kutatók az $5 \mu\text{m}$ -nél kisebb szemcséket a flotálást rontó tényezőnek ítélik, mások viszont lejjebb húzzák meg a határt. A nagyon finom szemcséjű anyagok flotálása általában lassúbb. Magyarozatára a flotálást elvi részfolyamatokra bontó kutatók, különböző teóriákat kísérelnek meg felállítani. Trahar legvalószínűbbnek ítéli azt a feltételezést, amely szerint a finom részecskéknek a buborékokkal történő kisebb sebességű ütközése csökkenti az adhézios valószínűségét, lassítja a részecskéknek a buborékokhoz való kapcsolódását. Egyesek [11.] mély flotáló cellát, hosszú flotálási időt és mérsékelt, részletekben történő reagens adagolást javasolnak. A szakirodalomban olvasható a finom szemcsés anyagokra kidolgozott, de a gyakorlatban kevésbé elterjedt ún. agglomerációs flotálás, melynél semleges olajok hozzáadásával „durvítják” a rendszert, vagy az ún. „ultraflotálás”, melynél hidrofób hordozó ásványi anyagok segítségével viszik

1. táblázat

Királyhegyi kaolin, feláztatás utáni frakciók jellemzői

Frakciók μm	tömeg %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Kaolinit %	Kvarc %
+ 20	70,0	87,8	8,2	28	72
20 – 1	25,6	88,5	21,1	64	36
– 1	4,4	50,0	33,0	83	17
nyers- anyag		81,2	12,6	32	68

habtermékbe a finom szemcséket. Ez utóbbiakkal egyelőre nem foglalkoztunk, kutatásunk folyamán a klasszikus flotálás finomszemcsétartományra optimalizált paramétereit kíséreltük megkeresni [12., 13.].

Flotálási kísérletek a kaolinit-kvarc szétválasztására

Modell anyagként a királyhegyi kvarcos kaolint választottuk, mivel lényegileg két ásványi komponensű, kaolinitet és kvarcot tartalmazó (1. táblázat) jól kristályosodott kőzet.

A behatóbb megismerés, a feltárási lehetőség és szükségesség meghatározására a nyersanyagot frakciókra bontottuk. A kémiletesen 1 mm alá tört kőzetet 100 kg/m^3 sűrűségű diszperzióban 30 perces kevertetéssel áztattuk, majd frakcionált ülepítéssel 20 és $1 \mu\text{m}$ -nél szétválasztottuk. A frakciók vizsgálati adataiból (1. táblázat) és a SZIKKTI Szilikátkémia Osztályán a morfológiai jellemzésre készült pásztázó elektron mikroszkópos felvételekből megállapítható volt, hogy nehezen felázó kőzet. A $20 \mu\text{m}$ -nél durvább anyag részben még sok a feltáratlan aggregátum, mely a nyersanyagban levő kaolinitnek mintegy a felét foglalja magába. A $20 - 1 \mu\text{m}$ -es frakció viszont zömmel $10 \mu\text{m}$ -nél finomabb, sok $5 - 2 \mu\text{m}$ -es jól kristályosodott kaolinit és kvarc szemcséből áll, $1 \mu\text{m}$ -nél kisebb szemcse elhanyagolhatóan kevés képződik. A kaolinit és a kvarc szétválasztásához tehát őrléssel kell feltárni a kőzetet.

Anyagfeltárás

A feltárási kísérleteket különböző típusú (golyós, rezgő, csapos) malmokkal végeztük, változó időekkel, száraz és nedves úton. A mikroszkópos felvételek és kémiai elemzések alapján levonható következtetés: ahhoz, hogy a kaolinit részecskéket kiszabadíthassuk a jóval nagyobb mennyiségű kvarc közül, erőteljesen meg kell őrlöni az anyagot. Ezzel viszont együtt jár az, hogy a kvarcnak a még eleve durvább – az eredeti piropasztikus üveges anyagban levő $20 - 40 \mu\text{m}$ -es – része is

igen finomra aprózódik, a többi pedig már úgyis eleve igen kicsi, néhány mikronos szemcséjű.

Legalkalmasabbnak a golyósmalomban történő 4 órás, nedves, kémiletes ($1 : 1 : 1 = \text{anyag} : \text{víz} : \text{golyó}$) őrlést ítéltük. Rövidebb idő után a $10 \mu\text{m}$ alatti frakció is még sok szemcsehalt tartalmaz a pásztázó elektron-mikroszkópos felvételek szerint.

Az őrlés elősegítésére 2% Na-pirofoszfátot használtunk. Az így előállított flotálásra feladott őrlemény (Sartorius típ. szedimentométerrel meghatározva):

80%-ban $20 \mu\text{m}$ -nél kisebb

65%-ban $10 \mu\text{m}$ -nél kisebb

50%-ban $5 \mu\text{m}$ -nél kisebb

szemekből állt.

Alapflotálási kísérletek

A megfelelő gyűjtőreagens megkeresésére az alábbi különböző szénhidrogén-lánchosszúságú primér zsírsav aminosavakkal végeztünk tájékozódó jellegű kísérleteket:

Aminacetát C-7

Aminacetát C-8

Aminacetát C-12

„Flotigam OA”, legnagyobb részben C-12 és C-18 hosszúságú aminosav acetátja.

E kísérletsornál csak a reagens mennyiségét változtattuk, a többi paramétert azonos értéken tartottuk.

Legnagyobb szelektivitást a Flotigam OA gyűjtővel értük el – és jöllehet ezzel kaptuk a legkisebb kaolinit kihozataalt azonos reagens adagolásnál (néhány adat a kapottakból a 2. táblázatban) – a további kísérleteket elsősorban ezzel és Aminacetát C-12-vel folytattuk.

A flotálás eredményességét meghatározó paraméterek

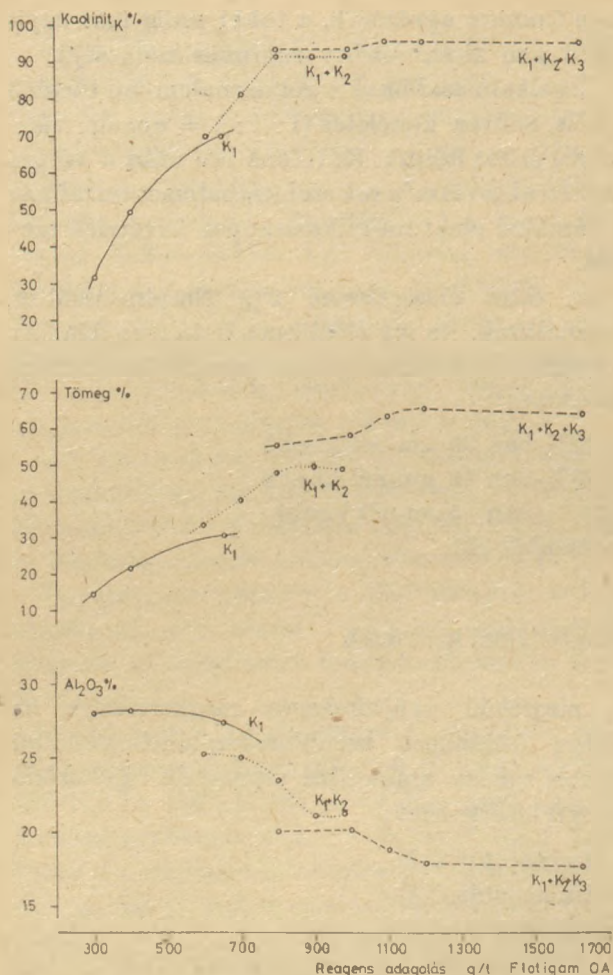
– kondicionálási idő

– flotálási idő

2. táblázat

Különböző gyűjtő-reagensekkel végzett tájékozódó flotálások

Gyűjtő-reagens		K ₁ -habtermék jellemzői		
Megnevezése	adagolása g/t	Al_2O_3 %	tömeg %	Kaolinit _K %
„Flotigam OA”	300	30,4	22,4	57,0
Aminacetát C-12	300	21,6	45,6	82,5
Aminacetát C-8	300	22,6	41,1	77,3
Aminacetát C-7	300	26,2	31,9	69,6



1. ábra. Alapflotálással nyert habtermékek jellemzőinek változása a reagensadagolás függvényében

- gyűjtő mennyiség és adagolás
- habképző mennyiség és adagolás
- pH-értéket biztosító HF-adagolás
- zagysűrűség
- beadagolt levegőmennyiség
- kevertetési sebesség

optimumát kísérletsorozatokkal állapítottuk meg és vizsgáltuk a cella-alak befolyását.

A kondicionálásra hét percet határoztunk meg. Ez alatt két részletben adagoltuk be a HF-t (4500 g/t) és a gyűjtő és habképző első részletét. Habképzőként minden esetben egy alkohol poliglikolétert „Flotanol G”-t használtunk 40+30 g/t mennyiségben.

A flotálás folyamatát a szakaszos reagensadagolás mellett meghatározott ideig (7+8+6+4 = 25 perc) részletekben leszedett habtermékek (K_1 , K_2 , K_3 , K_4) és a cellában visszamaradó anyag (cellamaradék = CM) mennyiségének és Al_2O_3 -tartalmának meghatározásával követtük és értékeltük.

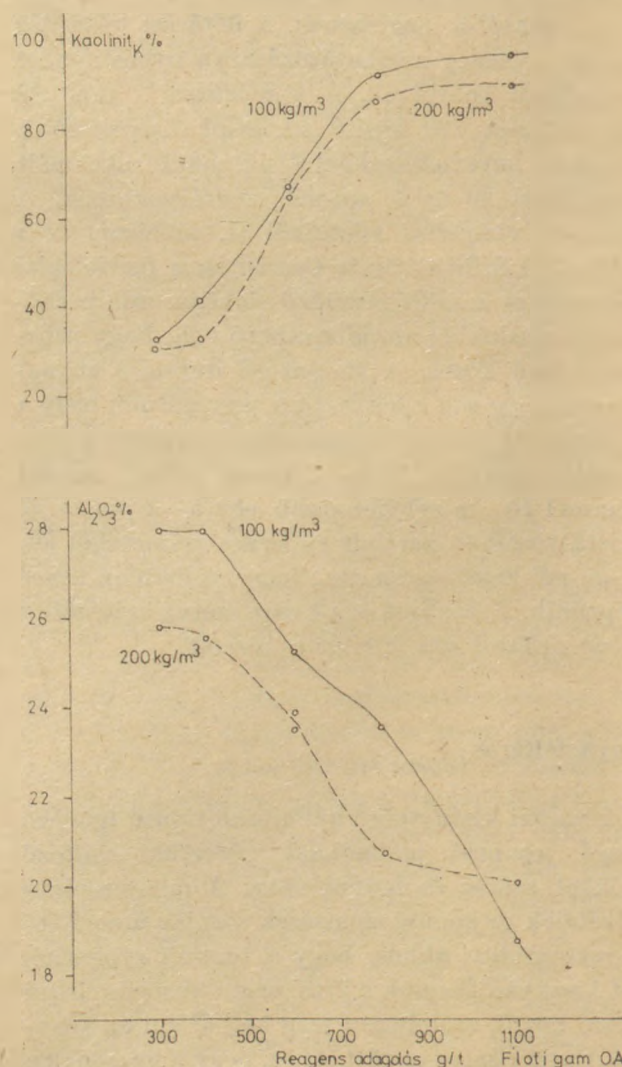
Az 1. ábrán a reagens-adagolás függvényében

ábrázolt szakaszosan leszedett habtermékek Al_2O_3 -tartalma, tömeg %-a és az ezekből számított kaolinit kihozatalok (kaolinit_K %), a 2 ábrán a 100 és 200 kg/m³-es zagysűrűségben végzett flotálások összehasonlító eredményei láthatók.

Megállapítható volt, hogy az alapflotálást 100 kg/m³-es zagysűrűségben, a 600–700 g/t gyűjtő két részletben történő beadásával és a $K_1 + K_2$ habtermék 15 perces leszedésével célszerű végezni.

Nagyobb reagensadagolással vagy hosszabb idő után a habtermék Al_2O_3 -tartalma erősen lecsökken, jelezve, hogy már a kvarc is nagy mértékben kiflotálódik, ugyanakkor a kaolinit kihozatal már csak minimálisan növekszik. A túlzott nagy levegőmennyiség és keverési sebesség szintén ilyen irányba hat.

Mint már említettük, a szakirodalomban olvasható, hogy a flotálás eredményességét a cella alakja is befolyásolja. Ezt a Wedag és Denver



2. ábra. Különböző zagysűrűségben végzett alapflotálással nyert habtermékek jellemzőinek változása a reagensadagolás függvényében

Összehasonlító alapflotálás Wedag és Denver típusú cellákban Flotigam OA-gyűjtővel

Flot. cella	Gyűjtő agado- lás g/t	Flot. idő perc	Termék megne- vezés	Al ₂ O ₃ %	tömeg %	Kaolinit-- %
Wedag	300	7	K ₁	28,0	13,9	31,6
	300	8	K ₂	23,4	19,1	36,3
		15	K ₁ + K ₂	25,3	33,0	67,9
	200	6	K ₃	13,0	23,7	25,1
	200	4	K ₄	4,6	5,6	2,1
	1000	25	CM	1,6	37,7	4,9
Denver	300	7	K ₁	30,4	22,4	57,0
	300	8	K ₂	22,5	14,8	27,8
		15	K ₁ + K ₂	27,3	37,2	84,8
	200	6	K ₃	8,1	13,2	8,9
	200	4	K ₄	3,2	5,6	1,5
	1000	25	CM	1,3	44,0	4,8

típusú laboratóriumi cellákkal végzett összehasonlító kísérleteink adatai is mutatják a 3. táblázatban. Az igen finom szemcsés anyagok flotálásához inkább a magas, keskeny cellák alkalmasak, ezekkel a választás élesebb, mert a szemcsék elkülönülésére hosszabb út áll rendelkezésre. A Denver típusú cella ezt a feltételt jobban közelíti.

Megvizsgáltuk továbbá az anyagfeltáráshoz használt Na-pirofoszfátnak a flotálásra gyakorolt befolyását. Ezért különböző mennyiségű (0–3%) adagolása mellett végeztünk kísérleteket. Az eredmények szerint a Na-pirofoszfát az alkalmazott koncentráció viszonyok mellett sem mennyiségi, sem minőségi vonatkozásban nem hat károsan a flotálás folyamatára.

Tisztító flotálás

Az alapflotálással kapott habtermék kaolinit tartalmának növelésére ún. tisztító flotálási kísérleteket folytattunk. Kerestük itt is a minő-

ségi kihozatalok tekintetében kedvező feltételeket: a további gyűjtő – és habképző reagens adagolásának szükségességét, az alkalmas pH-tartományt a szükséges flotálási időt. Megállapítottuk, hogy további 100 g/t Flotigam OA és 30 g/t Flotanól G hozzáadásával, pH: 2,1–2,7 tartományban 15 percig érdemes tisztító flotálni. Optimális paraméterek mellett végzett alap- és tisztító flotálással a 4. táblázatban összesített eredményeket értük el.

Összefoglalás

A hazai finomdiszperz kőzetek ásványi komponenseinek csak egy része különíthető el szemcse-tömeg szerinti osztályozással, a gyakran együtt, előforduló kaolinit – finom kvarc nem. Flotációs úton történő szétválasztásukra királyhegyi kvarcos kaolinnal – mint modell anyaggal – végzett laboratóriumi kísérletek eredményesnek bizonyultak. A kiindulási 30–32% kaolinit-tartalom 83–88%-ra növelhető a habtermékben 27–28 tömeg%- és 75–71%-os ásványi kihozatal mellett. Folyamatos üzemeltetéssel a tisztító flotálásnál keletkező cellamaradéknak a folyamatba való visszavezetésével várhatóan ennél jobb kaolinit kihozatal érhető el.

A kutatás nem tekinthető befejezettnek még a királyhegyi kaolinnal sem. A modellként használt anyag nagy fehérsége és nagy alumíniumoxid ill. kaolinit-tartalma, valamint kis vasszennyezettsége (5. táblázat) miatt értékes, több iparágban (finomkerámia, papíripar, stb.) igényes termékek előállításához alkalmazható lehetne. Éppen ezért a kutatást több irányban folytatjuk. Egyrészt a flotálással kinyerhető kaolinit koncentrátum fi-

4. táblázat

Laboratóriumi cellában végzett alap- és tisztító flotálás

Gyűjtő: Flotigam OA: 600 + 100 g/t pH ~ 2,2
 Habképző: Flotanól G: 70 + 30 g/t zagsűrűség: 100
 Flotálási idő: 15 + 15 perc kg/m³

	Al ₂ O ₃ %	tömeg %	becsült kao- linit %	kaoli- nit _K %
Alapflotálás				
1. Kone _A	28,8	41,0	72,4	88,1
2. CM _A	2,7	59,0	6,8	11,9
Tisztítóflotálás (1. feladása)				
3. Kone _T	35,2	27,1	88,4	71,1
4. CM _T	16,4	13,9	41,2	17,0

Királyhegyi kvarcos kaolin kémiai összetétele (%)

	nyersanyag	koncentrátum
SiO ₂	81,2	50,0
Al ₂ O ₃	12,6	35,2
Fe ₂ O ₃	0,14	0,16
TiO ₂	0,1	0,16
MnO		0,013
CaO	0,2	0,23
MgO	< 0,1	0,11
K ₂ O	0,1	0,30
Na ₂ O	0,12	0,19
SO ₃		1,38
Izz. veszt.	5,5	13,7

nomkerámiai felhasználhatóságára a SZIKKTI végez laboratóriumi méréseket, másrészt megkísérlik a cellamaradékként képződő nagy fehérségű, finomszemcséjű (kb 20 µm alatti) kvarcdús (92–94%-os) anyag kaolinit tartalmát tovább csökkenteni és felhasználási, értékesítési területét keresni. Megvizsgáljuk továbbá egyéb hazai kvarcos kőzeteknél is a kaolinit kiflotálás lehetőségét, valamint a kristályosodottság, morfológia és flotálhatóság közötti összefüggést.

IRODALOM

- [1] Barna J.: Tokajhegyalja bentonitos kaolinjainak és kaolinos bentonitjainak elválasztására vonatkozó lehetőségek kidolgozása (1961.) 1-V-61-08. BKI. Kut. zárójelentés.
- [2] Kakasy Gy.-né: Kísérletek kaolinpettyes bentonittal. Papíripari töltőanyag előállítása. Kerámiai alapanyagok előállítása (1976) 21-15/A/B/75. BKI. Kutatási jelentés.
- [3] Buzágh, A. – Szepesi, K.: Über eine kolloid-chemische Methode zur Bestimmung der Montmorillonite in Bentonite. (1955) Acta Chim. A. Sci. Hung. 5. 278–289.
- [4] Barna J.: Szilikátipari nyersanyagbázis kiszélesítése allevarditos anyagok termo- és elektrostabil diszperzióinak előállítása útján (1966) 4-21-66-503. BKI. Kut. zárójelentés.
- [5] Kakasy Gy.-né: Finom diszperz kőzetek ásványi alkotóinak szétválasztása. (1973) 21-1/73. BKI. Kutatási jelentés.
- [6] Tröndle, H. M. – Clement, M. – Brehler, B.: The flotation of Kaolinit and Feldspar with Amines as Collectors. Interceram 3. 185–191 és Interceram 4. 268–269.
- [7] Muhai, M. – Matsuo, J. – Shimouzaka, J.: Fundamental Study on the removal of Silika from Kaolin mineral by amine Flotation. (1974) J. Min. and Metall. Inst. Japan Tokyo/90.1034, 487–492.
- [8] Clement, M. – Tröndle, H. M.: Probleme der Flotation von Kaolin (1969) Erzmetall 3. 131–135.
- [9] Fuerstenau, M. C.: Flotation A. M. Gaudin Memorial Volume (1976) Am. Inst. of Min. and Petr. Eng. Inc. New York. (V. 1. 109–113.)
- [10] Trahar, W. J. – Warren, L. J.: The flotability of very fine Particles. (1976). Internat. Journal of Min. Proc. 2. 103–131.
- [11] Kihlstedt, P. G.: Particle size distribution and separation Results of selective Flotation of complex sulphide Ores. (1968) Proc. Int. Min. Process Cong. 8th Leningrad I. 425–431.

- [12] Kakasy Gy.-né: Finom diszperz kőzetek ásványi alkotóinak szétválasztása. (1979) 241-015.9. KBFI Kutatási jelentés (1980) 241.004.0. KBFI Kutatási jelentés
- [13] Kakasy Gy.-né – Kádár L.-né: Finom diszperz kőzetek ásványi alkotóinak szétválasztása (1981) 241.011.1. KBFI Kutatási jelentés.

Kakasy Gyuláné: Finomdiszperz poliminerális kőzetek dúsíthatósága

A cikk a hazai finomdiszperz agyagásványos kőzetekkel folytatott kutatásokból ismert néhányat, részletesebben a kaolinit-finom kvarc szétválasztására laboratóriumban végzett eredményeit. A két ásványt az ilyen típusú kőzetekből szemcseméret szerinti osztályozással csak kevésbé lehet elkülöníteni.

A királyhegyi kvarcos kaolin modell-anyaggal – gyakorlatilag a 20 µm-nél finomabb szemcsetartományban – végzett flotációs kísérletek viszont az optimális paraméterek megkeresése után jó eredményre vezettek. A kiindulási 30–32%-os kaolinit tartalom a habtermékben alapflotálással 68–72%-ra, tisztító flotálással 83–88%-ra dúsult, 75–71%-os ásványi kihozattal.

Какаши Дью-не: Возможности обогащения тонкодисперсных полиминеральных пород

В статье дается описание исследований, проведенных с отечественными тонкодисперсными глиняными породами, причем подборно освещаются результаты лабораторных экспериментов по разделению каолинита-тонкого кварца. Эти два минерала из пород такого типа очень трудно отделить путем классификации согласно размеру зерна.

Флотация кварцевого каолина месторождения кирайхеди, использованного в качестве модельного материала, проведенная в интервале размеров зерна менее 20 микрон, после отыскания оптимальных параметров привела к хорошим результатам. Исходное содержание каолинита, равное 30–32%, может быть повышено в пене путем основной флотации до 68–72%, путем очистительной флотации до 83–88% с выходом минерала до 75–71%.

Kakasy, Gyuláné: Anreicherung feindisperser polyminer-aler Gesteine

Es werden einige, mit einheimischen feindispersen tonmineralischen Gesteinen durchgeführte Untersuchungen, genauer die Ergebnisse der, auf die Trennung von Kaolinit-Feinquarz abgezielter Laborversuche beschrieben. Durch eine Klassierung nach Korngröße können die beiden Mineralien aus solchen Gesteinen nur in geringem Maße abgeschieden werden.

Hingegen führten die Flotationsversuche mit dem quarzhaltigen Kaolin Modellstoff aus Királyhegy – praktisch innerhalb des Korngrößenbereiches von unter 20 µm – nach Bestimmung der optimalen Parameter, zu guten Ergebnissen. Der Ausgangskaolinitgehalt von 30–32%, reicherte sich bei der Grundflotation im Schaumprodukt auf 68–72%, bei der Reinigungsflotation auf 83–88% an, während der mineralische Austrag 75–71% betrug.

Kakasy, Gyuláné: Dressing of Highly Dispersed Polymineralic Rocks

Laboratory tests were carried out aimed at the separation of loose rocks containing kaolinite and finely dispersed quartz. Separation by particle size is insufficient in this case; flotation tests, on the other hand, were successful. The materials studied included the model substance from the Királyhegy mine; in its fine (< 20 µm) fraction the 30–32% kaolinite content could be increased to 68–72% and 83–88% in the forth, by primary and refining flotation, respectively. The mineral yield was 75–71%.

Finomkerámiai termékek és segédanyagok higanypenetrációs poroziméteres vizsgálata

WAGNER ZSÓFIA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A kerámiai termékek és segédanyagok pórus-szerkezete (pórusméret, pórusalak, összpórustérfogat, pórusméreteloszlás) befolyásolja az anyag fizikai és mechanikai tulajdonságait, ezért porozitásuk meghatározása a tulajdonságaik megismeréséhez szükséges.

A porozitás mérésére a pórusok méreteloszlásától, mennyiségétől, alakjától függően többféle módszert alkalmaztak, így vezetőképességi méréseket, gázáteresztőképesség, víz ill. folyadékfelvétel mérését, mikroszkópos és gázadszorpciós vizsgálatokat.

A legszélesebb pórusmérettartományban a higanypenetrációs poroziméter alkalmazható. A kereskedelembe kapható Carlo Erba gyártmányú poroziméterek és a kisebb teljesítményű MICRO-MERITICS gyártmányú készülék $0,01-10\ \mu\text{m}$ pórusátmérő tartományt öleli fel, míg a SZIKKTI-ben működő MICROMERITICS 910 típusú készülék $0,004-177\ \mu\text{m}$ pórusátmérő tartomány tanulmányozását teszi lehetővé, amely a szabad szemmel észlelhető pórusoktól a mikropórusokig terjed.

Irodalmi adatok alapján összefoglalom a porozitásmérés széleskörű alkalmazási lehetőségeit a kerámiai anyagok vizsgálatánál, valamint a SZIKKTI-ben végzett vizsgálat alapján bemutatok konkrét mérési eredményeket és értékeléseket.

Irodalmi összefoglalás

A porozitás hatása a kerámiák tulajdonságaira

A kerámiai termékek porozitása olyan lényeges paraméter, hogy Astbury szerint a kerámiákat kristályos, üveges és pórus fázisból álló háromfázisú rendszernek kell tekinteni [1].

Kiegészített kerámiák esetében szoros összefüggést találtak a porozitás és az égetési állapot, a szilárdság, valamint a hővezetőképesség kö-

zött; és másodlagos összefüggést a porozitás és a duzzadás, a salakállóság, az átütési szilárdság, valamint a hőlkésállóság között [1, 2].

Az elektromos ellenállás egyenesen arányos a porozitással [3]. A hővezetőképesség Luikov szerint fordítva arányos a porozitással. Azonos összpórustérfogat esetén a finomabb pórusokat tartalmazó anyag hővezetőképessége nagyobb [4]. A szilárdság ill. a rugalmassági modulus és a porozitás között a szerzők egy része lineáris összefüggést feltételez, így Hasselman [5]:

$$E = E_0 \left(1 + \frac{A p}{1 - (A + 1) p} \right) \quad [1]$$

ahol E az anyag rugalmassági modulusa

E_0 a nulla porozitású anyag rugalmassági modulusa

A empirikus állandó

p porozitás.

Hasselmann és Fulrath a lineáris elmélet alapján végzett számításainál figyelembe vette a nyílt és a zárt pórusok hatását is [6].

Több kutató szerint azonban az összefüggés nem lineáris. Számos nem-lineáris számítási módszerrel közöltek az irodalomban.

Ryshkewitch és Duckworth empirikus összefüggése a következő [7, 8]:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-bp} \quad [2]$$

ahol

σ az anyag szilárdsága

σ_0 a nulla porozitású anyag szilárdsága

b állandó

p porozitás.

Knudsen a (2) képletet alkalmazva a szemcse-méret hatását is figyelembe vette: [9]

$$\sigma = K G^{-a} e^{-bp} \quad [3]$$

ahol

K , a , b állandók

G a szemcseátmérő.

Spriggs Knudsen felfogását alkalmazva a nyílt és zárt pórusok hatását is figyelembe vette [10].

A nem lineáris összefüggések közé tartozik Blaisen empirikus képlete is: [11]

$$\sigma = \sigma_0 D^n \quad [4]$$

D relatív sűrűség ($D = 1 - \text{porozitás}$)
n empirikus állandó.

Brown és munkatársai ezt az összefüggést egészítették ki a pórusok geometriájának és eloszlásának hatásával: [12]

$$\sigma = \sigma_0 [1 - \sum (\alpha_i P_i)] \quad [5]$$

ahol

α_i az adott pórusalakhoz tartozó geometriai faktor

P_i az adott pórusalak részaránya.

Martin és Hayes kvantitatív összefüggése a következő: [13]

$$E = E_0 - k E_0 P_V^{2/3} \quad [6]$$

ahol

k a porozitás típusától függő állandó

P_V a térfogatos porozitás $\left(\frac{V_{\text{pórus}}}{V_{\text{összes}}} \right)$.

A k állandót 8 anyagra meghatározták, az értékek 1,27 és 2,54 között változtak.

Ezek a számítási módszerek nem tükrözik nagyobb porozitás esetén a szilárdság, ill. a rugalmassági modulus és porozitás összefüggését. Elsőként Gatto vette figyelembe, hogy 43% porozitás közelében a szilárdság közel nullává válik [14]. Kröckel abból a feltételezésből kiindulva, hogy a kerámia egységei a törésig rugalmasan viselkednek, egy differenciál egyenletet állított fel, melynek megoldása megadja a porozitás hatását a rugalmassági modulusra [15].

$$E = \frac{E_1}{1 - e^{-b} P_1} (e^{-bP} - e^{-bP_1}) \quad [7]$$

ahol

P_1 kiindulási porozitás

b állandó

E_1 P_1 porozitású anyag rugalmassági modulusa.

A kerámia pórusszerkezete befolyásolja az anyag fagyállóságát is.

Lehmann és Rauschenfels szerint a fagyállóság főleg a közepes méretű pórusok jelenlétével van összefüggésben [16].

Alviset és Liger tapasztalatai alapján a fagyállóság szempontjából a 0,7 μm -es pórusátmérő a kritikus [17]. A nagyobb pórusok csak részben telnek meg vízzel, ezzel magyarázható, hogy jelenlétük nem rontja a fagyállóságot.

Ravaglioli és Vecchi különböző kerámia termékek vizsgálata során 90%-os korrelációt tapasztalt – fagyállóság és a porozitás között [18].

A legjobb fagyállóság tulajdonsággal rendelkező anyagok 40% felett tartalmazzák a 0,25 μm -nél nagyobb átmérőjű pórusokat és szinte nem tartalmaz 1–10 μm közötti átmérőjű pórusokat.

A finomkerámia gyártás jelentős segédanyagai a korongozási műveletek során használt gipszformák. Ezek porozitása lényegesen befolyásolja az öntési sebességet a következő egyenlet alapján [19]:

$$K = \frac{L^2}{T} = \frac{2 \cdot g \cdot P \cdot E^3}{5 S_p^2 \eta (y - 1) (1 - E)^2} \quad [8]$$

ahol

T az idő [sec]

P a gipsz kapillárisainak szívóereje [Pa]

S_p a képződött cserép egységnyi térfogatának felülete [m^2/m^3]

η az iszap viszkozitása [Pa/s]

E az öntött cserép nyitott porozitása

$1 - E$ az iszap szilárdanyag tartalma

L a cserép vastagsága [mm]

g a gravitációs gyorsulás $\left[\frac{\text{g}}{\text{sec}^2} \right]$

A P kapilláris szívóerő a gipszformában levő kapillárisok átmérőjével fordított arányban változik:

$$P = \frac{2\gamma \cos \varphi}{r \cdot g}$$

ahol

γ a határfelületi feszültség $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}} \right]$

φ a nedvesítési szög

r a pórusméret [mm].

A kerámiai félkész és késztermékek porozitását befolyásoló tényezők

A kerámiamassza ásványi összetétele és az égetés utáni porozitás összefüggését Cole és Crook vizsgálta [20].

A 0,2 μm -nél nagyobb pórusok mennyisége nőtt a muszkovit tartalom növekedésével, a 0,2 μm -nél kisebb pórusok mennyisége ugyanakkor csökkent.

Hasonló vizsgálatok eredményeként Lach megállapította, hogy összefüggés van a porozitás az anortit- és a kvarctartalom között falburkoló lapok és egészségügyi kerámiák esetén [21].

A kerámia égetés utáni pórusszerkezete függ a formázás során kialakult szerkezettől, amely

pedig a nyersanyag szemcseméretétől, nedvességtartalmától, és a formázó eljárástól függ.

A szemcseméreteloszlás hatását Sirhal vizsgálta [22]. Bohra szerint homogén szemcseméretű nyersanyag esetén a porozitás a szemcsék elrendeződésének geometriájától függ [23]. Ha a szemcsék agglomerátumot képeznek a porozitás nő [24].

Diamond különböző nedvességtartalmú kaolinból és illitből préselt minták porozitását tanulmányozta szárítás után [25]. Megfigyelt egy optimális víztartalmat, amely felett szárítás után tömörebb mintákat kap, mint a kisebb víztartalmú minták szárítása után. A jelenség magyarázata, hogy a nagyobb víztartalmú mintákban nem alakultak ki a domének közötti makropórusok. Jelentős mennyiségű pórust mért 0,02–0,08 μm -es pórusátmérő tartományban, amely a doménekben belül a kaolinit lemezek közötti pórusoknak felel meg. Ez azt jelenti, hogy a lemezek kevésbé rendeződnek a préselés irányára merőlegesen.

Az égetési hőmérséklet hatását Ferrandis vizsgálta [26]. A hőmérséklet emelkedésével az olvadákfázis behatol a repedésekbe, a pórusok mérete növekszik, számuk csökken és felületük lekerekedik. A termék rugalmassági modulusa nő a porozitás csökkenésével, a mechanikai szilárdságot a pórusok alakja és száma is befolyásolja.

Gipszformák porozitását a hemihidrát szemcseméretének, kristályszerkezetének, a gipsz – víz arány, valamint a keverés idejének megfelelő megválasztásával lehet befolyásolni. Ügyelni kell arra is, hogy a gipszforma porozitásának növekedése kedvezően hat a cserépképzés sebességére, de ezáltal csökken a gipsz szilárdsága.

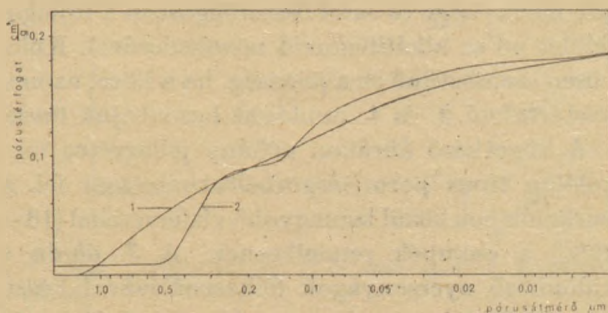
Kísérleti eredmények és értékelésük

A poroziméteres vizsgálatokat a SZIKKTI MICROMERITICS 910 típusú készüléken végeztük, amelynek működési elve, a mérés kiértékelésének menete korábbi publikációban már megjelent [27].

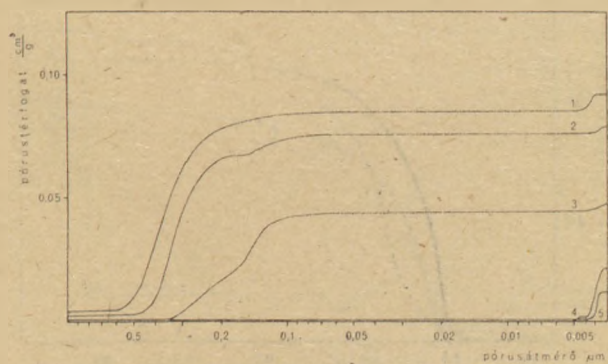
A higanypenetrációs porozitásmérés nem alkalmazható az égetett termékek közül a tömörre égetett porcelán zárt pórusszerkezetének feltárására. A nyílt pórusokkal rendelkező termékek vizsgálata viszont olyan finom szerkezet különbségeket is kimutathat, amelyeket más módszerekkel nem lehet meghatározni. Kis porozitású anyagok – amelyeknek a vízfelvétele kisebb mint 2% – jellemzésére célszerű a higanypenetrációs porozitásmérés eredményeit alkal-

mazni, mivel a minták szerkezetének olyan eltéréseit is kimutathatjuk, amelyeknek vízfelvétele azonos. A poroziméteres vizsgálat igen hasznos lehet olyan termékek tanulmányozásakor, amelyekben különböző méretű pórusok találhatók. Az anyagban esetleg előforduló 0,003–0,01 μm átmérőjű mikropórusokat csak nagy nyomástartományban alkalmazható higanypenetrációs poroziméter segítségével tanulmányozhatjuk. Ahhoz, hogy a mikropórusok tartományában is megbízható eredményeket kapjunk, kidolgoztam egy módszert a higany összenyomhatóságából adódó mérési hiba korrigálására [28]. Néhány jellegzetes finomkerámiai termék porozitásgörbéje látható a következő ábrákon. Az összpórustérfogatot cm^3/g egységekben tüntettem fel, amelyből a %-os porozitás a térfogattömeg ismeretében kiszámítható.

Az 1. ábrán sajtolással (1 görbe) és öntéssel (2 görbe) formázott nyers termékek porozitásgörbéi láthatók. A sajtolás kísérleti mettlachi lap jellemzője, hogy a pórusok átmérője széles tartományban, 0,0035–1,0 μm között változik. Az Alföldi Porcelángyár szanitermasszájából öntéssel készített nyers cserép porozitásgörbéjén két jellemző pórusméretet különböztethetünk meg. A pórusok átmérője kisebb tartományban változott az öntött cserépben, mint a sajtolással készített termékben.



1. ábra. Sajtolás és öntött nyers cserép porozitásgörbéi



2. ábra. 1250 °C-on égetett sárisápi kaolínminták porozitásgörbéi

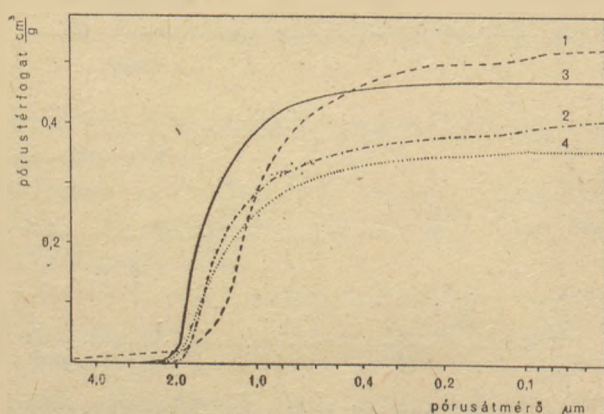
1250 °C-on égetett sárisápi kaolinminták porozitása és fajlagos felülete

Minta szám-jelzése	Fe ₂ O ₃ +TiO ₂ tartalom %	Na ₂ +K ₂ O tartalom %	Összpórus-térfogat cm ³ /g	Átlagos pórusát-mérő μm	3,5 – 5,0 átmérőjű pórusok térfogata cm ³ /g	Fajlagos felület cm ² /g
1	1,79	0,96	0,091	0,35	0,0067	7,4
2	2,74	0,87	0,078	0,31	0,0026	3,9
3	5,4	0,75	0,047	0,16	0,0014	3,5
4	2,8	2,4	0,021	0,004	0,019	20, –
5	6,5	1,19	0,012	0,0039	0,011	11,3

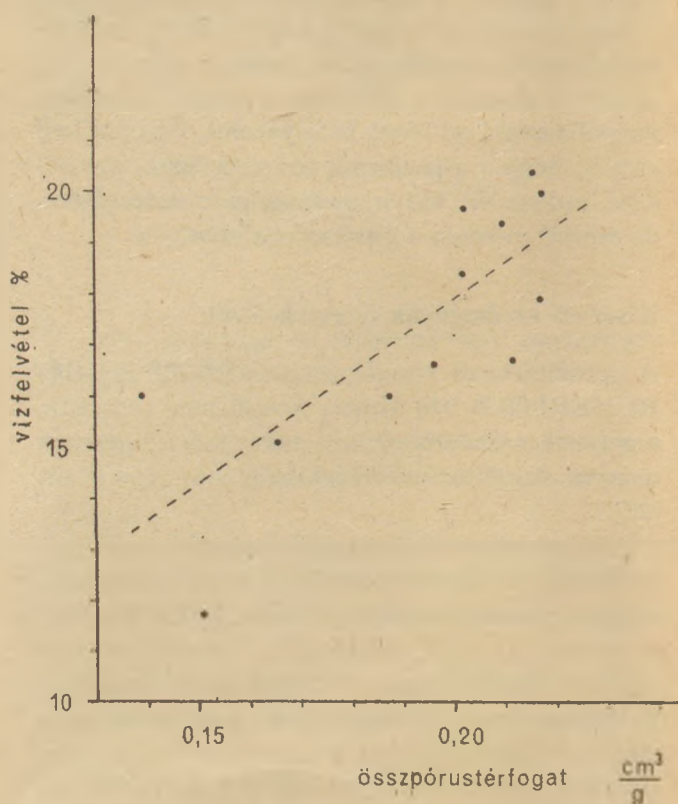
A nyersanyag szennyezéseinek hatását követhetjük nyomon növekvő alkálifémoxid- és vastartalmú égetett sárisápi kaolin minták vizsgálatkor [29]. A porozitásgörbék a 2. ábrán láthatók, a vizsgálat számszerű eredményeit a 1. táblázat tartalmazza. Megfigyeltük, hogy ha a kisebb alkálifémoxid tartalmú (0,7–1,2%) mintákat hasonlítjuk össze, a vastartalom növekedésével monotonon csökkent a tömörré égetéshez szükséges hőmérséklet, így az azonos hőmérsékleten égetett próbatestek közül legnagyobb összpórus-térfogatot és átlagos pórusátmérőt a legkisebb vastartalmú mintában tapasztaltuk. (Átlagos pórusátmérő az összpórus-térfogat 50%-ához tartozó pórusátmérő). A 4. számú minta viszonylag alacsony F₂O₃ tartalma ellenére az 1250 °C-on végzett égetés hatására betömörödött. Ezt a nagy alkálifémoxid tartalom indokolja. A mikropórusok mennyisége és ezzel összefüggésben a fajlagos felület nő az alkálifémoxid növekedésével. Különösen szembetűnő ez a jelenség, ha a közel azonos vastartalmú 2. és 4. mintákat hasonlítjuk össze.

A következő ábrákon néhány jellegzetes burkolólap típus porozitásgörbéit tüntettem fel. A burkolólapok közül legnagyobb vízfelvétellel (16–20%) a csempék rendelkeznek. A 3. ábrán a különböző nyersanyagok felhasználásával készített kísérleti csempék porozitásgörbéi láthatók

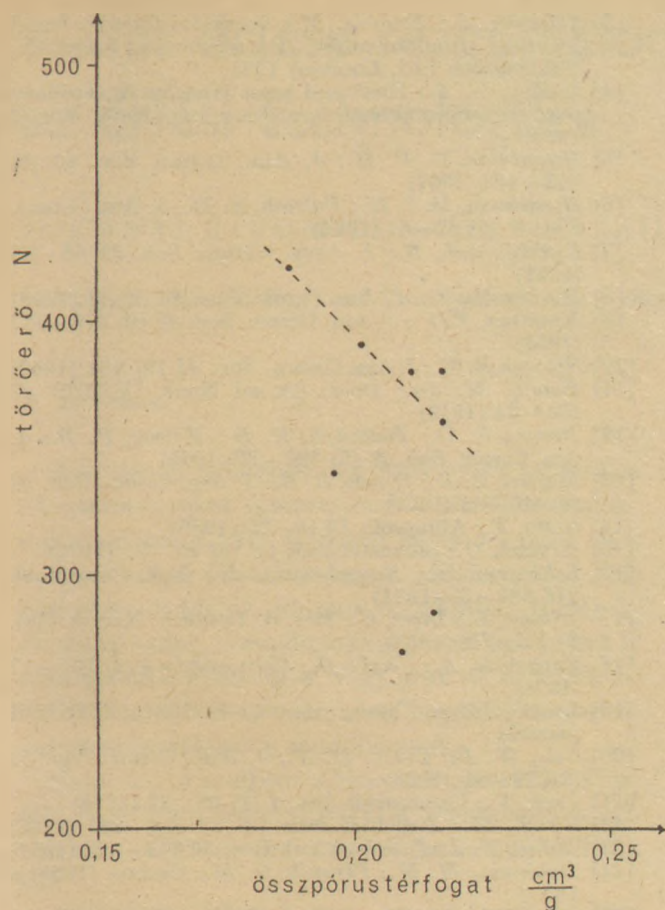
[30]. A csempéket azonos technológiával formázták, egyöntetűen 1065 °C-on égették. A nyersanyagokat úgy választották meg, hogy a keverék SiO₂ tartalma 59–64%, CaO tartalma 13–15,5% között ingadozik. A porozitásgörbéken látható, hogy az összpórus-térfogat és az átlagos pórusátmérő szűk tartományban mozog (0,14–0,22 cm³/g ill. 0,78–1,35 μm között). Az összpórus-térfogat változása összhangban van a vízfelvétel változásával (4. ábra). Megállapítható, hogy azonos technológiával készült kerámiáknál, ha a minták pórus átmérője ilyen szűk tartományban változik, a porozitásmérés helyettesíthető a könnyebben kivitelezhető vízfelvétel vizsgálattal. A porozitás és a törőerő közötti összefüggés nem ilyen szembetűnő, de a legkisebb átlagos pórus-



3. ábra. Kísérleti csempék porozitásgörbéi



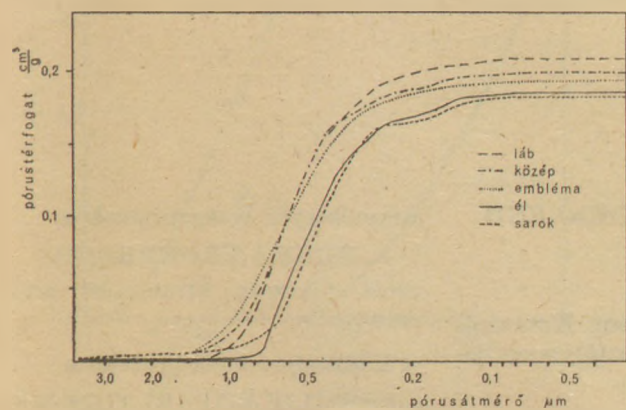
4. ábra. A kísérleti csempék összpórus-térfogata és vízfelvele



5. ábra. A kísérleti csempék összpórustérfogata és szilárdsága

átmérőjű csempéknél tapasztaltuk a két kiugróan alacsony szilárdság értéket (5. ábra).

A préselés során kialakult szerkezeti különbségekre lehet következtetni a Romhányi Épületkerámiai Vállalat által gyártott, vörösre égő biszkvit csempe különböző részeiről tört mintadarabok porozitásmérése alapján. A 6. ábrán látható, hogy az összpórustérfogat és az átlagos pórusátmérő szűk tartományban változik. Legkisebb összpórustérfogat ($0,182 \text{ cm}^3/\text{g}$) és a leg-



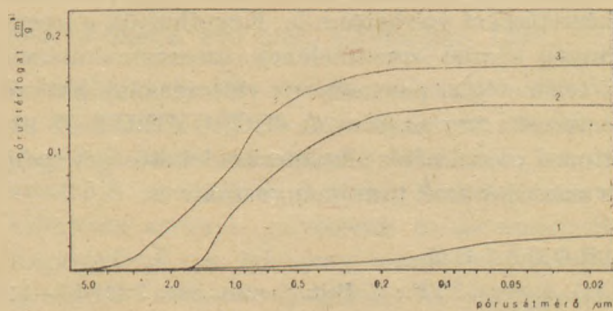
6. ábra. Romhányi biszkvitcsempe különböző részeinek porozitásgörbéi

kisebb átlagos pórusátmérő ($0,45 \mu\text{m}$) a csempe sarkán, legnagyobb összpórustérfogat érték ($0,209 \text{ cm}^3/\text{g}$) pedig a „láb” területéről vett mintában mérhető. A csempe többi darabjának átlagos pórusátmérője $0,56 - 0,62 \mu\text{m}$ között ingadozott. A csempék tömörségét más módszerekkel (vízfelvétel mérése, termovíziós vizsgálat) tanulmányozva, hasonló különbségek tapasztalhatók [31].

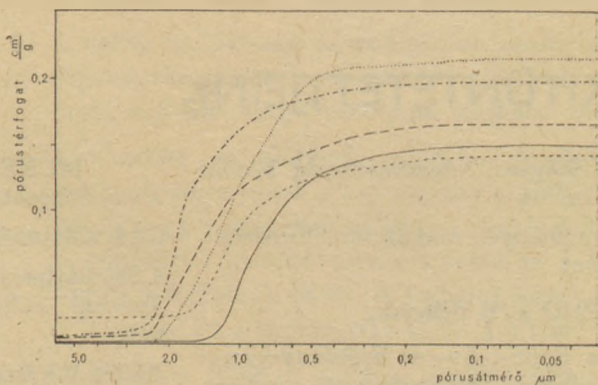
A 7. ábra 2. és 3. görbéje 12 és 13% vízfelvételű padlólapok porozitását mutatja. A csekély vízfelvétel eltérés ellenére a két minta pórusszerkezete lényegesen különbözik. A 13% vízfelvételű mintában jelentős az $1,5 - 5 \mu\text{m}$ átmérőjű pórusok mennyisége, a második padlólapban ilyen méretű pórusok nincsenek. A porozitásméréssel tehát sokkal több információt nyerhetünk az anyag szerkezetéről, mint a vízfelvétel vizsgálattal.

A 7. ábra 1. görbéje 0,7% vízfelvételű 1150 °C-on égetett kísérleti mettlachi lap porozitásgörbéje. Összehasonlítva a nyers (2. ábra 1. görbe) és az égetett minta porozitásgörbéit megállapítható, hogy a nyers termékekben megtalálható $0,2 - 1,0 \mu\text{m}$ átmérőjű és a $0,003 - 0,05 \mu\text{m}$ átmérőjű pórusok eltűntek az égetés hatására, a $0,2 - 0,05 \mu\text{m}$ átmérőjű pórusok száma pedig csökkent.

Segédanyagok közül azonos kiindulási szemcseméretű hemidhidrátból különböző áztatási és



7. ábra. Mettlachi lap (1) és padlólapok (2, 3) porozitásgörbéi



8. ábra. Gipszformák porozitásgörbéi

Gipszminták előállítási körülményei

Minta szám-jelzése	Áztatási idő perc	Keverési idő perc	Száritási hőmérséklet °C
1	1	4	60–65
2	4	1	60–65
3	1	4	40–45
4	4	1	40–45

keverési idő, valamint száritási hőmérséklet alkalmazásával készített kísérleti gipszformákat vizsgáltunk [19] (8. ábra, 2. táblázat). Az összpórustérfogat az áztatási idő növekedésével csökken, a száritási hőmérséklet emelkedésével nő. Alacsony hőmérsékleten száritott mintáknál az anyagban található minimális és maximális méretű pórusok átmérője egy nagyságrenddel nagyobb, mint a magasabb hőmérsékleten száritott minták esetén, az átlagos pórusátmérő viszont alig függ az előállítás körülményeitől.

Összefoglalás

A bemutatott példák alapján látható, hogy a higanypenetrációs porozitásmérés sokoldalúan alkalmazható különböző pórusszerkezetű kerámiai anyagok tanulmányozására. Az anyag pórusszerkezetének ismeretében technológiai következtetéseket vonhatunk le. Követhetjük a nyersanyag kémiai összetételének, szemcseméretének, a technológiai paraméterek változásának hatását a termék szerkezetére. A MICROMERITICS 910 típusú poroziméter alkalmazása lehetőséget nyújt a mikropórusok tanulmányozására is.

IRODALOM

- [1] Astbury, N. F.: J. Brit. Ceram. Soc. 3 (1) 97–114 (1966)
- [2] Coble, R. L.; Kingery, W. E.: J. Am. Ceram. Soc. 39 377 (1956)

- [3] Salmang, S.; Francis, M.: Ceramics Chemical and Physical fundamentals (Butterworths Scientific, Publications Ltd, London) 1961.
- [4] Luikov, V. A.: Heat and mass transfer in capillary porous bodies (Pergamon Press Inc. New. York.) 1966.
- [5] Hasselman, D. P. H.: J. Am. Ceram. Soc. 45 (9) 452–453 (1962)
- [6] Hasselman, D. P. H.; Fulrath, R. M.: J. Am. Ceram. Soc. 47 (1) 52–54 (1964)
- [7] Ryshkewitch, E.: J. Appl. Ceram. Soc. 36 65–68 (1952)
- [8] Duckworth, W.: J. Am. Ceram. Soc. 36 (2) 68 (1953)
- [9] Knudsen, F. P.: J. Am. Ceram. Soc. 42 (8) 376–387 (1959)
- [10] Spriggs, R. M.: J. Am. Ceram. Soc. 45 (9) 454 (1962)
- [11] Balsin, M. Ju.: Dokl. Ak ad Nauk USZSZR 67 831–34 (1949)
- [12] Brown, S. D.; Biddulph, R. B.; Wilcox, P. B.: J. Am. Ceram. Soc. 47 (7) 320–22 (1964)
- [13] Martin, R. B.; Hayes, R. R.: J. Am. Ceram. Soc. 54 (8) 410–11 (1971)
- [14] Gatto, F.: Alluminio 19 19–26 (1950)
- [15] Kröckel, O.: Silikattechnik 23 (3) 83–87 (1972)
- [16] Lehmann, H.; Rauschenfels, E.: Ind. Ceramique 643 635–38 (1971)
- [17] Alviset, L.; Liger, C.: Ber. d. Deutsch. Keram. Ges. 35 (11) 378 (1958)
- [18] Ravaglioli, A.; Vecchi, G.: Ceramurgia 4 (2) 107–17 (1974)
- [19] Lenkei, M.; Kajtar, A.: 5–51/1981. SZIKKTI jelentés
- [20] Cole, W. F.; Crook, D. N.: J. Am. Ceram. Soc. 51 (2) 79–84 (1968)
- [21] Lach, V.: Ceramurgia Int. 4 (1) 28–37 (1978)
- [22] Sirhal, M.: Ziegelindustrie 21 (2) 572–583 (1968)
- [23] Bohra, N. J.: J. Scient Ind. Res. 30 444–452 (1971)
- [24] Dubinyin, M. M.; Plvanik, G. M.: Carbon (1968) 6 183
- [25] Diamond, S.: Clays, Clay Miner. 19 (4) 239–49 (1971)
- [26] Ferrandis, V. A.: Bol. Soc. Espan. Ceram. 10 (2) 163–91 (1971)
- [27] Wagner, Zs.: Építőanyag (1981) 33 (10) 377–381
- [28] Zs. E. Wagner: Powder Technology (előkészületben)
- [29] Szilágyi Lászlóné: szóbeli közlés
- [30] Rozsnyói, A. (1981): 5–20/19 sz. SZIKKTI jelentés
- [31] Bánsághi, Zs.; Lenkei, M.; Vörös, E.: Építőanyag (1980) 32 (1) 12–17.

Вазнер, Ж.: Испытания тонкокерамических продуктов и вспомогательных материалов методом ртутной пенетрации.

Wagner, Zsófia: Quecksilberporosimetrische Untersuchung feinkeramischer Produkte und Hilfsstoffe

Wagner, Zsófia: Mercury Pressure of Ceramic Whiteware Products

KITÜNTETETTJEINK

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa

eredményes munkájuk elismeréseként

HORVÁTH Bélának,

az Építő-, Fa- és Építőanyagipari Dolgozók Szakszervezete osztályvezetőjének a

MUNKA ÉRDEMREND
arany fokozata;

GÁL Zoltánnénak,

a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Vállalat osztályvezetőjének,

KOZMA Károlynak,

az Üvegipari Művek Budapesti

Ampullagyár igazgatójának a

MUNKA ÉRDEMREND

ezüst fokozata kitüntetést adományozta.

A kitüntetetteknek gratulál a

SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
VEZETŐSÉGE

Mullit őrlése rezgőmalomban és javaslat az őrlési technológiára

BOKÁNYI LJUDMILLA – PETHŐ SZILVESZTER

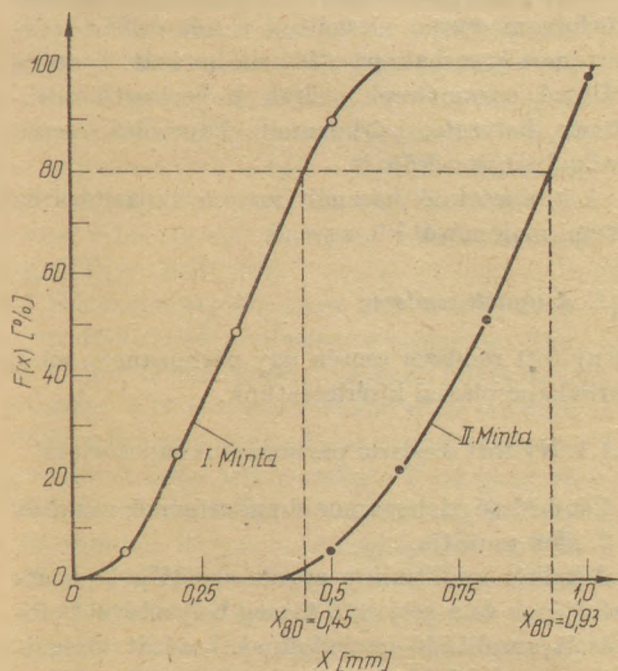
Nehézipari Műszaki Egyetem Ásványelőkészítési Tanszék, Miskolc

1. Bevezetés

A korszerű kohászati eljárások egyre szigorúbb követelményeket támasztanak a tűzállóanyagokkal szemben. Egyik fejlődési irány a mullit és a korund alapú tűzállóanyagok alkalmazása. Felhasználásuk téglák, idomok formájában történik. de masszaként, dögölőanyagként és betonként is alkalmazzák. Szükséges, hogy ezek az anyagok az előírt kémiai összetételen kívül megfelelő szemcse-nagyságeloszlással is rendelkeznek.

Hazánkban mullitot a Mosonmagyaróvári Tim-föld és Műkorundgyár (MOTIM) elektrokemencéiben timföldből és dúsított üveghomokból állítják elő.

A MOTIM a NME Ásványelőkészítési Tanszékét a mullit őrlési technológiájának kidolgozásával bízta meg. Az őrlemény szemcse-nagyságeloszlására vonatkozóan egyetlen kikötés történt: 95%-a 0,16 mm-nél kisebb legyen. A kísérletek elvégzése I-gyel és II-vel jelölt mintákkal történt.



1. ábra. I. minta (0,1–0,5 mm) és II. minta (0,5–1,0 mm) eredeti szemcse-nagyságeloszlása

Ezek szemcse-nagyságeloszlásait az 1. ábra tünteti fel. Az I-es minta névleges szemcse-nagysága 0,1–0,5 mm, II-es mintáé 0,5–1,0 mm, a 80%-os szemcse-nagyságok 0,45 és 0,93 mm.

Az előkísérletek szerint a szóbjöhető őrlőbe-rendezések közül egyedül a rezgőmalommal lehetett megfelelő eredményeket elérni. Az őrlési technológia kidolgozása érdekében előbb laboratóriumi, majd félüzemi kísérleteket hajtottunk végre. Golyós malom csak a szóbjövnél nagyobb teljesítményre lenne gazdaságos.

2. A laboratóriumi vizsgálatok eredményei

Laboratóriumi szakaszos és folyamatos őrlési vizsgálatokat KUTESZ gyártmányú rezgőmalommal végeztünk. A malom egy őrlőhengerének térfogata 980 cm^3 , löketszáma $1390 \frac{1}{\text{min}}$, a meghajtó motor energia szükséglete 350 W. Az ellentömeg helyzete, vele együtt az amplitúdó nagysága változtatható. Az őrlőtestek 1,4 cm átmérőjű acélgolyók voltak. A laboratóriumi kísérletek során a golyótöltés és az amplitúdó nagyságának az őrlemény szemcseösszetételére gyakorolt hatását vizsgáltuk. A legfontosabb eredmények és következtetések a következők:

- Az elektromos olvasztással előállított mullit a nehezen őrlhető anyagok sorába tartozik.
- A nehéz őrlőhetőség és az előírt szemcse-nagyságeloszlás miatt a megfelelő teljesítményű őrlés egyedül rezgőmalommal oldható meg.
- Ugyancsak az előbbiek miatt a megfelelő őrlési eredményeket a legnagyobb amplitúdónál és nagy golyótöltésnél (80%) sikerül elérni. A vonatkozó kísérleti eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A fajlagos kapacitás $T [\text{t/m}^3 \cdot \text{h}]$ itt a legnagyobb (1,2–1,3 $\text{t/m}^3 \cdot \text{h}$).
- A hatásos őrlés a golyók közötti hézagok anyaggal való pontos kitöltésénél jelentkezik.

Technológia	Golyótöltés, 2 rn = 904 80% [cm min ⁻¹]		Golyótöltés, 2 rn = 834 67% [cm min ⁻¹]		Golyótöltés, 2 rn = 695 80% [cm min ⁻¹]	
Minta	1,0 – 0,5 mm	0,5 – 1,0 mm	0,1 – 0,5 mm	0,5 – 1,0 mm	0,1 – 0,5 mm	0,5 – 1,0 mm
Feladás [g]	752,3	752,3	626,9	626,9	752,3	752,3
5% > 0,16 mm frakcióhoz tartozó idő [min]	36,8	35,6	38,6	45,6	46,5	62,0
< 0,063 mm frakció tömeghányada [%]	38,2	41,5	41,0	48,0	44,5	48,0
[t/m ³ ·h]	1,25	1,29	0,99	0,84	0,99	0,74

Technológia	Golyótöltés 80% 2 rn = 904 [cm min ⁻¹]		Golyótöltés 67% 2 rn = 834 [cm min ⁻¹]		Golyótöltés 80% 2 rn = 695 [cm min ⁻¹]	
Minta	0,1 – 0,5 mm	0,5 – 1,0 mm	0,1 – 0,5 mm	0,5 – 1,0 mm	0,1 – 0,5 mm	0,5 – 1,0 mm
Feladás [g]	752,3	752,3	626,9	626,9	752,3	752,3
> 0,16 mm frakció tömeghányada [%]	36	30	13	13	22	23
< 0,063 mm frakció tömeghányada [%]	22	30	19	24	25	28
aprítási fok	3,09	7,80	2,91	7,16	2,91	7,06
[t/m ³ ·h]	3,32	2,76	1,00	1,00	2,03	2,12

e) Folyamatos őrlés utánzásával kapott eredmények arra utalnak, hogy a rezgőmalom, osztályozó berendezéssel zárt körfolyamatban való kapacitása növelhető és a túlőrlés elkerülhető.

A legfontosabb kísérleti eredmények a 2. táblázatban találhatók meg. A fajlagos feldolgozó képesség az I. mintánál 3,32 t/m³·h; a II. mintánál 2,76 t/m³·h.

3. Félüzemi kísérletek a Palla-rezgőmalommal

A félüzemi kísérletek a Tanszék tulajdonában levő a KHD-cég legkisebb feldolgozó képességű, 20 U jelű PALLA-rezgőmalmával történtek. A malom kemény és nagyon kemény anyagok száraz vagy nedves, finom és nagyon finom őrlésére alkalmas. A felső őrlőcsőben 15 mm átmérőjű acélgolyókat alkalmaztunk. Mindkét őrlőcsőben a töltési fok 67%. Az optimális őrlési feltételek biztosítása érdekében a feladás tömegét úgy számítottuk ki, hogy az anyag a golyók között hézagokat pontosan kitöltse.

A szisztematikus kísérleteket részben nyitott, részben zárt körfolyammal végeztük. A nyitott körfolyam esetén vizsgáltuk a két őrlőcső párhuzamos és sorbakapcsolásának hatását. További változó paraméterek voltak a gerjesztő ellentömeg helyzete, párhuzamos kapcsolás esetén acélgolyók átmérője is.

A kísérleteknél használt malom kapacitása az üzemi maloméval kb. egyező.

3.1. A nyitott rendszer

A nyitott rendszer esetén úgy párhuzamos, mint sorbakapcsolással kísérleteztünk.

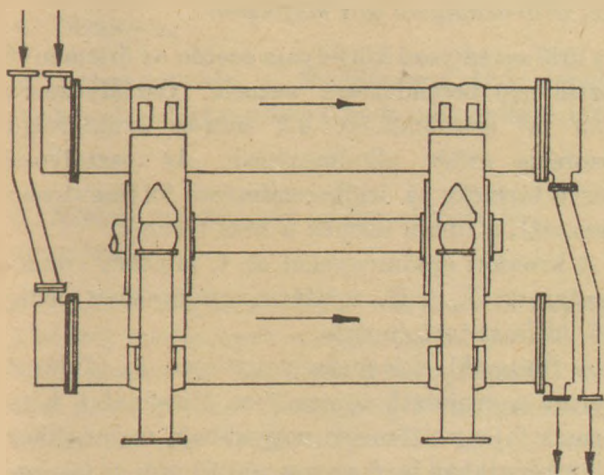
3.1.1. Nyitott rendszer párhuzamos kapcsolással

A két őrlőcső párhuzamos elrendezésének vázlatát a 2. ábra mutatja.

Mindkét mullitminta esetén az őrlőgolyók átmérőjének és a gerjesztő tömeg helyzetével befolyásolt amplitúdó nagyságának hatását vizsgáltuk meg. A kísérleti eredményeket a 3. táblázat segítségével mutatjuk be.

A PALLA-rezgőmalom párhuzamos kapcsolásával végzett őrlési kísérletek eredményei

Gerjesztő tömeg állása	Golyó átmérő [mm]	I. minta (0,1 – 0,5 mm)			II. minta (0,5 – 1,0 mm)		
		Δm 0,16 mm [%]	T [kg/h]	T_R [kg/h]	Δm 0,16 mm [%]	T [kg/h]	T_R [kg/h]
5	15	36,00	280,80	179,72	43,67	244,36	137,64
	12	26,74	250,66	183,64	26,42	181,32	133,42
6	15	35,37	330,0	213,28	39,19	258,30	157,08
	12	22,96	284,40	219,10	29,03	218,70	155,22
7	15	30,36	323,00	224,94	35,40	246,76	159,40
	12	28,75	306,40	218,32	23,63	180,66	137,98



2. ábra. A két őrlőcső párhuzamos működtetése

A 3. táblázatban csak az 5., 6. és 7. gerjesztő ellentömeg állásokhoz tartozó kísérleti eredmények szerepelnek. A táblázat első oszlopában ezeket az ellentömeg állásokat tüntettük fel. A táblázat következő oszlopában a golyóátmérő nagysága, – 15 és 12 mm – szerepel. Ezután mindkét őrleményre vonatkozóan a Δm -el jelölt 0,16 mm-nél durvább tömeghányadok, a T kg/h őrlési teljesítmények, végül a T_R -rel jelölt redukált őrlési teljesítmények, amelyek az őrleményben levő 0,16 mm-nél finomabb részek fajlagos tömegei [$T_R = T(1 - m)$].

A 3. táblázat értelmében a 15 mm-es acélgolyókkal végzett kísérleti eredmények eléggé egyértelműek. Ekkor az ellentömeg állásának növelésével az őrlemény 0,16 mm-nél durvább része csökken, a T őrlési teljesítmény növekszik: mindezek miatt a T_R redukált őrlési teljesítmény a T-nél nagyobb mértékben növekszik. Így 5-ös ellentömeg állásnál a 0,16 mm-nél durvább tömeghányad az I-es mintában 36, a II-esben 44%, ezek a 7-es állásnál 30, ill. 35%-ra csökkennek. A redukált őrlési fajlagos értékek az 5-ös állásnál az előbbi sorrendben 180 és 138 kg/h, ezek a legszélső 7-es állásnál 225 és 159 kg/h-ra növekszenek.

A 12 mm-es acélgolyókkal végzett kísérleti eredmények már nem ennyire egyértelműek. A 0,16 mm-nél nagyobb tömeghányad az ellentömeg állásának függvényében nem mutat határozott változást. ~ 25%-kal nagyjából állandó értéket mutat, és ez az elérendő cél szempontjából a 15 mm-es acélgolyókkal végzett kísérleti eredményeknél valamivel kedvezőbb. A kisebb acélgolyók esetén regisztrált T őrlési értékek a nagyobb acélgolyóknál észlelteknél minden esetben kisebbek, de ez az I. minta esetén a gerjesztő ellentömeg állásának függvényében növekszik, a II-es minta esetén viszont nincsen határozott változás. Végül a redukált őrlési teljesítmény a gerjesztő ellentömeg állásának függvényében az I. mintánál bizonyos növekedést mutat: 184 kg/h-ról 218 kg/h-ra növekszik. A II-es mintánál ugyanez ~ 140 kg/h-val nagyjából állandó.

A T_R redukált teljesítmények alapján összefoglalóan megállapítható, hogy a finomabb szemű I-es minta őrléséhez a kisebb, tehát a 12 mm-es, a durvább szemcséjű II-es minta őrlését viszont a nagyobb $\varnothing$ -jú acélgolyókkal célszerű végezni. A mullit nehéz őrlhetősége miatt mindkét minta esetén a gerjesztő tömeg legszélső, 7-es helyzete a legkedvezőbb, bár ezek az eredmények a 6-os állásban elérteknél csak kis mértékben jobbak,

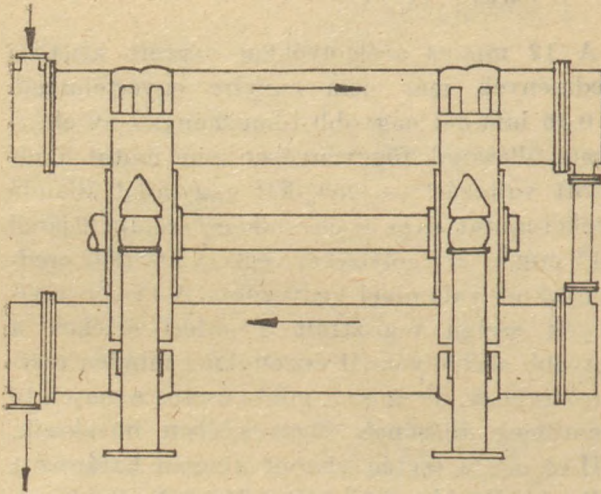
3.1.2. Nyitott rendszer sorbakapcsolással

A két-őrlőcső sorbakapcsolásának vázlatát a 3. ábra szemlélteti.

A kísérleti eredményeket a 4. táblázat segítségével ismertetjük. Az őrlendő anyag előbb a felső, 15 mm-es acélgolyókkal, majd az alsó, 12 mm-es acélgolyókkal töltött őrlőhengeren haladt át. A kísérleteket csak az 5, 6 és 7 ellentömeg állásoknál végeztük el. Mindkét alapminta esetén itt is megállapítottuk a 0,16 mm-nél nagyobb Δm tömeghányadokat, a T tényleges és a T_R redukált őrlési teljesítményeket.

A PALLA-rezgőmalom sorbakapcsolása mellett végzett őrlési kísérletek eredményei

Gerjesztő ellen- tömeg állása	I. minta (0,1 – 0,5 mm)			II. minta (0,5 – 1,0 mm)		
	$\Delta m > 0,16$ mm [%]	T [kg/h]	T_R [kg/h]	$\Delta m > 0,16$ mm [%]	T [kg/h]	T_R [kg/h]
5	18,51	183,66	149,66	5,52	147,92	139,75
6	19,24	190,32	153,70	5,70	140,55	132,54
7	14,43	208,87	178,73	4,32	143,61	137,41



3. ábra. A két őrlőcső sorbakapcsolása

Az I. minta $>0,16$ mm-es frakciója az 5-ös állásnál 19%, ez a 7-esnél 14%-ra csökken, ugyanakkor az őrlési teljesítmény 184 kg/h-ról 209 kg/h-ra növekszik ($209/184 = 1,14$). A redukált őrlési teljesítmény relatív növekedése ezért még nagyobb: 150 kg/h-ról 179 kg/h-ra növekszik ($179/150 = 1,19$).

Az előbbi paraméterekben a II-es mintánál az ellentömeg állásának függvényében nincsen változás. A $> 0,16$ mm-es frakció $\sim 5\%$ -kal (!) csaknem állandó, ugyancsak állandó az őrlési teljesítmény ~ 145 kg/h-val és természetesen a redukált őrlési teljesítmény ~ 135 kg/h-val.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a II. minta esetén az előírt finomság $> 0,16$ mm $\leq 5\%$ – elérhető. A redukált, de a tényleges őrlési teljesítmény is azonban az I. mintával elért teljesítményeknél kisebb. Pl. a 7-es állásnál a redukált teljesítmény a II-es minta esetén 137 kg/h, az I. mintánál 179 kg/h ($179/135 = 1,33$). Arról van tehát szó, hogy a finomabb szemcséjű I. minta nagyobb sebességgel halad át az őrlőcsöveken, tehát nagyobb őrlési teljesítmény is, de éppen emiatt az őrleményben a 0,16 mm-nél durvább anyag abszolút és relatív tömege is nagyobb.

3.2. Őrlő-osztályozó zárt körfolyam

Az őrlő-osztályozó körfolyam esetén az őrleményt osztályozó berendezésre vezetik. Osztályozásra $0,35$ m² szitafelületű, $0,2$ mm-es lyukbőségű rezonáns szitát alkalmaztunk. Az osztályozó durva terméke az őrlőberendezésre folyamatosan visszajár, a finom termék a kész termék.

A kísérleti eredményeket az I. mintára vonatkozóan az 5., a II. mintára vonatkozóan pedig a 6. táblázat tartalmazza.

A finomabb feladásra vonatkozó 5. táblázat szerint a gerjesztő tömeg 7-es állásánál a kész termék fajlagos tömegei nagyobbak, ugyanakkor a körfolyamban levő anyag $> 0,16$ mm-es tömeghányada kisebb, tehát a szitaberendezésről visszajáratott durvább termék fajlagos tömege is kisebb. A kisebb, 12 mm $\varnothing$ -jű golyók alkalmazá-

5. táblázat

I. mullit mintával zárt körfolyamban végzett őrlési eredményei

Gerjesztő tömeg állása	Golyó átmérő $\varnothing$ [mm]	Őrlési eredmények		
		$\Delta m > 0,16$ mm [%]	T [kg/h]	T_R [kg/h]
5	15	40,50	275,36	163,84
	12	30,46	240,48	167,22
7	15	31,61	251,48	171,98
	12	28,65	260,52	185,88

6. táblázat

II. mullit mintával zárt körfolyamban végzett őrlési eredményei

Gerjesztő tömeg állása	Golyó átmérő [mm]	Őrlési eredmények		
		$\Delta m > 0,16$ mm [%]	T [kg/h]	T_R [kg/h]
5	15	42,56	231,84	133,16
	12	30,19	188,74	131,76
7	15	39,03	260,12	158,60
	12	24,13	184,52	140,00

sával az őrlési kapacitás nagyobb, 185,88 kg/h, a visszajáratott durva termék 28,65%-kal relatíve ekkor a legkisebb, (260,52 – 185,88 =) 74,64 kg/h.

A durvább II. minta esetén a legkedvezőbb őrlési teljesítményt a 6. táblázat szerint 7-es gerjesztő ellentömeg állásnál és a nagyobb Ø-jű golyókkal lehetett elérni. Ekkor $T_R = 158,60$ kg/h, a visszajáratott durva termék tömege (260,12 – 158,60 =) 101,52 kg/h-val elég nagy.

A kísérleti eredmények szerint a rezonáns szita finom termékében a > 0,16 mm-es tömeghányad 5%-nál nem nagyobb.

4. Tűzállóság

A vasszenyezés a tűzállóságot tudvalevőleg rontja. Az adott esetben ennek mérve elfogadható volt.

5. Néhány megjegyzés az üzemi kivitelre vonatkozóan

A PALLA-rezgőmalommal végrehajtott félüzemi kísérleti eredmények alapján az üzemi kivitelre vonatkozóan a következők állapíthatók meg. A mullit előírt szemcsenagyságra való gazdaságos őrlése 0,2 mm lyukbőségű, éles szétválasztású szitával zárt körfolyamban működő PALLA-rezgőmalommal megoldható. < 1 mm-es feladás esetén 15 mm, < 0,5 mm-es esetén 12 mm Ø-jű acélgolyókra van szükség. A golyótöltés 67%-os. A két őrlőcső párhuzamosan működik, ezek őrlésményei egy szitára vezetendők. A várható fajlagos őrlési teljesítmény 4,86 t/h, m³.

Bokányi Ljudmilla – Pethő Szilveszter: Mullit őrlése rezgőmalomban és javaslat az őrlési technológiára

A Mosonmagyaróvári Timföldgyár a NME Ásványelőkészítési Tanszékét < 1 és < 0,5 mm-es mullitnak < 0,16 mm való őrlési technológia kidolgozásával bízta meg.

A mullit timföldből és dúsított üveghomokból elektromos olvasztással előállított igen nagy keménységű, nehezen őrlhető, tűzálló alapanyag. Az előírt finomságra való őrlés megfelelő teljesítménnyel osztályozó berendezéssel zárt körfolyamban működő rezgőmalommal megoldható. A kísérletek laboratóriumi rezgőmalommal és a KHD-cég által gyártott PALLA 20U jelű félüzemi rezgőmalommal az Ásványelőkészítési Tanszéken történtek.

Боканьи, Л. – Пете, С.: Измельчение мультита в вибромельнице и предложение в отношении технологии измельчения

Было получено задание от завода глинозема (Мошон-мадьяровар) по разработке технологии измельчения фракций мультита < 1 и < 0,5 мм до тонкости помола < 0,16 мм. Мулит представляет собой огнеупорный трудноразмалываемый материал, очень высокой твердости, изготовленный технологией электрического плавления из глинозема и обогащенного стеклопеска. Измельчение данного материала до указанной тонкости может быть осуществлено в вибромельнице, работающей в замкнутом цикле с сепаратором соответствующей мощности. Лабораторные эксперименты были проведены в лабораторной вибромельнице, а также в полужаводской мельнице типа ПАЛЛА 20У производства фирмы КХД.

Bokányi, Ljudmilla – Pethő, Szilveszter: Vermahlung von Mullit in Schwingmühlen und empfohlene Mahltechnologie

Im Auftrag des Tonerdeaufbereitungswerkes Mosonmagyaróvári Timföldgyár, wurde am Lehrstuhl für Mineralaufbereitung der Technischen Universität für Schwerindustrie eine Mahltechnologie zum Vermahlen von Mullit der Korngröße < 1 und < 0,5 mm, auf eine Korngröße < 0,16 mm ausgearbeitet. Mullit ist ein, aus Tonerde und angereicherter Glassand, durch elektrischem Schmelzen hergestellter, sehr harter, schwer mahlbarer, feuerfester Grundstoff. Das Vermahlen auf die vorgeschriebene Feinheit kann in einer, mit entsprechender Klassiereinrichtung in geschlossenem Kreislauf gefahrenen Schwingmühle durchgeführt werden. Die Versuche wurden mit einer Labor-Schwingmühle und einer halb-betrieblichen Schwingmühle Type PALLA 20 U der Firma KHD, am Lehrstuhl für Mineralaufbereitung durchgeführt.

Bokányi, Ljudmilla – Pethő, Szilveszter: The Grinding of Mullite in a Vibratory Mill and a Suggested Comminution Technology

The task was to develop a technology for the size reduction of < 1 and < 0,5 mm mullite to a < 0,16 mm fineness. Very hard, refractory, difficult-to-grind mullite was made by the electric melting of alumina and sand. After a series of laboratory and pilot-plant tests (the latter made in KHD Palla-20U equipment) the task was solved by a close-circuit grinding in a separator-equipped vibratory mill.

A világ szilikátiparából

A Szovjet Keleti Tűzállóanyagkutató Intézet munkája

Az Intézet fő feladata, hogy segítségére legyen az üzemeknek új technológiák kidolgozásában és meglevő technológiák korszerűsítésében. Az utóbbi időben kidolgozott eljárások és berendezések a következők voltak:

– 2200 °C hőmérsékletig üzemeltethető, oxidáló atmoszférában

- működő égető kemencék,
- samott termékek gyártása nedves eljárással,
- nagyméretű szilika termékek gyártásának bevezetése a Pervouralszk üzemben,
- szilika tűzállómasszák kifejlesztése üstök bélelésére,
- szálas tűzállóanyag gyártásának kidolgozása a Bogdanovics gyárban,
- periklász és periklász-kromit ol-

- vasztó villamos ívkemencék teljesítményének növelése,
- nagysűrűségű MgO porok gyártása magnezitből sziderit adagolással a forgókemence teljesítmény növelésére,
- eljárás magnezit kéniai dúsítására,
- eljárás Cr₂O₃–MgO spinellek kémiai szintézisére,
- eljárás Al₂O₃ aktív szinterezésére és lemezes timföld (tabular alumina) gyártására
- gyártási technológia szilárd ZrO₂ oldatok előállítására

International Ceramic News, 1982.2.

Repedésmentes feszített vasbetontartó regressziós eltolódási függvényének számítása zsebszámítógéppel

KAUSAY TIBOR

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

A hajlításra igénybevett, nagyfeszítávú előregyártott feszített vasbetontartók szilárdságtani tulajdonságait és követelményeit tekintve — a teherbírás és a stabilitás mellett — jelentős szerephez jut az alakváltozás. Ennek az az oka, hogy egyrészt az alakváltozás, illetve tartónkénti szórása nagymértékben befolyásolja a feszített vasbetontartó használati értékét, másrészt a feszített vasbetontartó alakváltozása a terhek és hatások, a tartóméretek, az anyag minőségek, a gyártástechnológia sajátosságaira egyaránt fokozottan érzékeny.

Alakváltozás alatt jelen esetben a statikailag határozott kéttámaszú gerenda kinematikailag ugyancsak határozott tengelyvonalának a feszítőerő, az önsúly és a — ráépített szerkezetek önsúlyából és a hasznos teherből adódó — terhek okozta függőleges eltolódásait értjük.

A méretezés és a termékgyártás egyik célja, hogy a mindenkor tényleges terhelő erők hatására a megfelelő igénybevételi állapotban a tartón megengedettnél nagyobb függőleges eltolódások ne keletkezzenek. Az ellenőrzés során törekedni kell a függőleges eltolódások állapotváltozások szerinti követésére, amihez nem elegendő csak a legnagyobb függőleges eltolódást, hanem regressziós függvényként szükséges az eltolódási ábrát és annak időben való változását is meghatározni.

A függőleges eltolódások ábrája függvény együtthatóinak időbeli változása alkalmas lehet a tartó igénybevételi és feszültségi állapotváltozásainak megjelenítésére is, mert az együtthatók a tartó $B = EI$ hajlítási merevségének kifejezői. A hajlítási merevség értéke a különböző igénybevételi és feszültségi állapotokban más és más. Alapvető különbséget kell tennünk a szállítást is

magába foglaló tárolási igénybevételi állapot és az üzemi igénybevételi állapot között. A tárolási állapot a tartó hőérlelés utáni felszakításával kezdődik és a tartó megterheléséig tart. Ez idő alatt a tartóra csak a feszítőerő és az önsúly hat. Az üzemi állapotban a tartón már a terhek is működnek. Ekkor a tartó a mértékadó igénybevételnek, mint a terhelő erők várható legkedvezőtlenebb értékének kell megfeleljen. Az önsúlynak és annak a tehernek az együttes hatására pedig, — amelyek eredőjéből például a határnyomaték 85%-ának megfelelő legnagyobb pozitív nyomaték ébred — ne keletkezzen a feszített tartón a megengedettnél nagyobb mértékű függőleges eltolódás. Az igénybevételi állapotok önmagukban is, de a tartó hossza mentén is, és az idő előre haladtával is különböző feszültségi állapotokat hoznak létre. A függőleges eltolódások e feszültségi állapotok függvényei, de kialakulásukban a tartó kora, és a teher pillanatnyi, vagy tartós volta is szerepet játszik. Ezek a változások a hajlítási merevség változásaiban jutnak kifejezésre. Ugyanakkor a hajlítási merevség és így az eltolódások számított értéke — az E rugalmassági modulus és az I inercianyomaték számításának bizonytalanságai miatt — a tényleges értéktől gyakran eltér.

Tanulmányunkban a repedésmentes feszített vasbetontartók függőleges eltolódási függvényeinek HP-65 típusú zsebszámítógéppel történő regressziós számítása bemutatására vállalkozunk. A számítás kiinduló adatai ténylegesen mért eltolódás értékek. Eredményeink a minden keresztmetszetükben I. feszültségi állapotban levő, tehát a teljes hossz mentén constans hajlítási merevséggel rendelkező tartókra érvényesek. Ilyenek a feszített vasbetontartók tárolási igénybevételi állapotukban és esetleg az üzemi igénybevételi állapotba jutásuk kezdetén tekinthetők.

A függőleges eltolódások ábrája

A statikai ismeretek alapján tekintsük át a függőleges eltolódások ábrája függvényének tulajdonságait.

Feltételünk szerint a feszítőerő, a tartó folyómétersúlya, a teher, a keresztmetszeti geometria, az anyag minőség constans, a függőleges eltolódási ábra szimmetrikus.

A függőleges eltolódások ábrája függvényének egyenlete a következő:

$$y = \frac{\Sigma N e}{2 E I} (x l - x^2) + \frac{(q+p) l}{24 E I} \left(x l^2 - 2 x^3 + \frac{x^4}{l} \right)$$

ahol y = a függőleges eltolódás az x helyen.

Értéke felhajlásnál negatív, lehajlásnál pozitív szám

x = a tartó vizsgált keresztmetszetének távolsága a baloldali támasztól

l = a tartó támaszköze

N = a pászmák és huzalok feszítőereje

e = a pászmák és huzalok távolsága a keresztmetszet súlypontjától

$M = \Sigma N e$ = a pászmák és huzalok feszítőerejének nyomaték összege. Értéke negatív szám

$q = Q/l$ = a tartó folyómétersúlya. Értéke pozitív szám

$Q = q \cdot l$ = a tartó önsúlya annak feltételezésével, hogy a tartóhossz és a támaszköz különbsége elhanyagolható

p = a tartóra ható egyenletesen megosztó teher. Értéke pozitív szám

E = a beton rugalmassági modulusa

I = a tartó keresztmetszetének inerciája

$B = EI$ = a hajlítási merevség.

Az eltolódási függvény első összeadandója a feszítésből adódó felhajlást, második összeadandója az önsúly és teher okozta lehajlást adja. Mindkét összeadandó a megfelelő nyomatékfüggvény x szerinti kétszeres integráljának mínusz $1/E \cdot I$ -szerese:

$$y = - \left[\frac{1}{EI} \int_0^l M dx + \frac{1}{EI} \int_0^l \frac{q+p}{2} \times (x l - x^2) dx \right]$$

Más megfogalmazásban az eltolódási függvény egyszeres x szerinti deriválásával az elfordulási függvényt kapjuk, és kétszeres x szerinti deriválá-

sával a nyomatéki függvény $1/EI$ -szeresének negatívja állítható elő:

$$y' = \frac{M}{2 EI} (l - 2x) + \frac{q+p}{24 EI} (l^3 - 6x^2 l + 4x^3)$$

$$y'' = - \frac{M}{EI} + \frac{q+p}{2 EI} (-x l + x^2)$$

Az elfordulási függvény az eltolódási függvény érintőjének iránytangensét adja meg. Látni, hogy az eltolódási függvény y' iránytangense az x változásával köbösen változik, és ezért az eltolódások a tartó széleken hirtelen változnak.

Tekintsük át ezután eltolódások, elfordulások és nyomatékok néhány speciális esetét.

Abban az esetben, ha

$$\frac{-M}{q+p} = \frac{l^2}{12}$$

akkor a tartó teljes hosszán lehajlások keletkeznek, és a keresztmetszetek elfordulása a tartó bal felén vizsgálva az óramutató járásával megegyező, azaz pozitív előjelű.

A tartó szélein a nyomaték negatív, a középső szakaszon pozitív, a legnagyobb elfordulások helyein zérus. Ez az eset általában az üzemi igénybevételi állapotban jelentkezik. Abban a határesetben, amikor

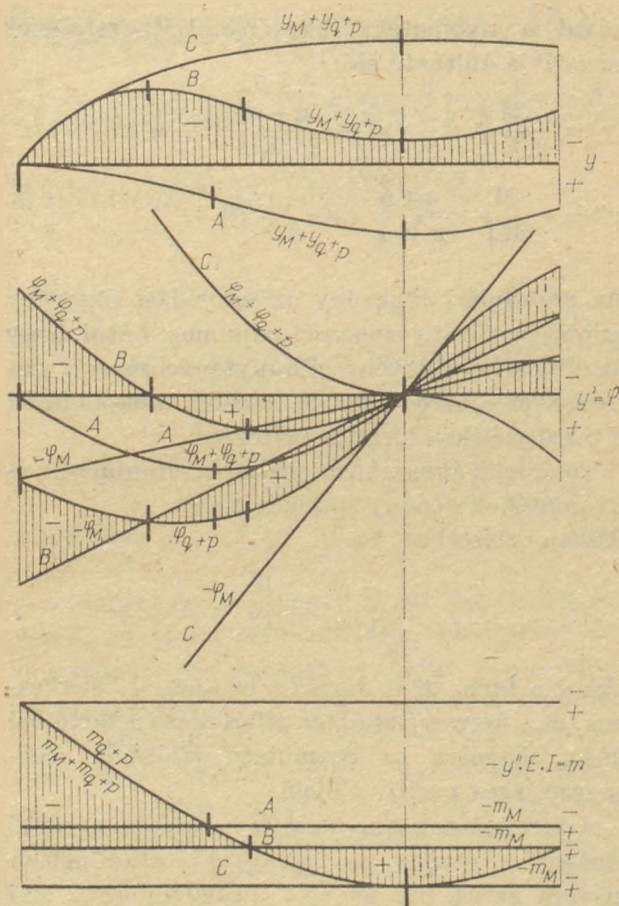
$$\frac{-M}{q+p} = \frac{l^2}{12}$$

a tartóvégek elfordulása zérus. Jelöljük ez utóbbi esetet az 1. ábrán „A” jellel.

Ha

$$\frac{l^2}{12} < \frac{-M}{q+p} < \frac{l^2}{8}$$

akkor a tartó alakja felülről nézve a két szélen domború, a középső szakaszon homorú. Ilyenkor az elfordulás a tartó bal felén a szélen negatív, a tartó balközépső részén pozitív, tartóközépen pedig zérus. A fél tartó negatív és pozitív elfordulású zónáinak érintkezési helyén az elfordulás zérus és itt a tartónak maximális felhajlása van. A szimmetrikus terhek folytán a tartó eltolódási függvénye is szimmetrikus, tehát a tartó két maximális felhajlási ponttal rendelkezik. A tartó hosszának felénél a lehajlás maximális és az elfordulás zérus. A tartó szélein a nyomaték ez esetben is negatív, a középső szakaszon pozitív, a legnagyobb elfordulások helyein zérus. E két utóbbi pont az „A” jelű esethez képest vízszintes értelemben közeledik egymáshoz.



1. ábra. Az eltolódási, elfordulási és nyomatéki ábrák vázlata

Ez az eset a tárolási és az üzemi igénybevételi állapotban egyaránt felléphet. A tárolási igénybevételi állapotban természetesen $p = 0$. A szóbanforgó határfeltételeken belül, ha

$$\frac{l^2}{12} < \frac{-M}{q+p} < \frac{5l^2}{48}$$

akkor az eltolódások előjele a tartó két szélén negatív, a tartó középső szakaszán pozitív. Az

$$\frac{-M}{q+p} = \frac{5l^2}{48}$$

határesetben a tartó középső keresztmetszetében az eltolódás zérus.

Ha

$$\frac{5l^2}{48} < \frac{-M}{q+p} < \frac{l^2}{8}$$

akkor az eltolódások a tartó teljes hosszán negatívak. Jelöljük ezt az esetet az 1. ábrán „B” jellel.

Ha

$$\frac{-M}{q+p} \rightarrow \frac{l^2}{8}$$

akkor a két felhajlási maximumpont vízszintes

értelemben közeledik egymáshoz, a maximális és minimális felhajlások közötti különbség csökken, míg végül

$$\frac{-M}{q+p} = \frac{l^2}{8}$$

esetén a két maximumpont tartóközépen egybeesik. Ilyenkor a nyomaték tartóközépen zérus, a tartó egyéb helyein negatív. Ez az eset a tárolási igénybevételi állapotra jellemző, amikor ugyancsak $p = 0$. Legyen ez az 1. ábrán a „C” eset. Fentiekből látni, hogy a tartó eltolódási függvényének akkor van a tartóközépre szimmetrikus két maximális értéke, ha

$$\frac{-M}{q+p} = \frac{l^2}{8}, \text{ illetve ha } l > 2,828 \cdot \sqrt{\frac{-M}{q+p}}$$

A $-M/q+p$ hányados kritikus értéke az tartóhossz függvényében a

$$\frac{-M}{q+p} = \frac{l^2}{8} \text{ összefüggésből a következő:}$$

l elemhossz [m]	$\frac{-M}{q+p}$ hányados [m ²]
5	3,125
6	4,500
7	6,125
8	8,000
9	10,125
10	12,500
11	15,125
12	18,000

Ha a gyakorlatban a jelenség adott $-M/q+p$ hányados esetén a kritikusnál kisebb tartó hosszaknál is fellép, vagy a kritikus tartó hossz felett ugyan, de a maximumpontok az elméleti keresztmetszeti helyektől a tartó végek felé eltolódva találhatóak, akkor a számítottakhoz képest kisebb tényleges feszítési nyomatékokra, vagy nagyobb tényleges önsúlyra és teherre kell következtetnünk.

Ha

$$\frac{-M}{q+p} > \frac{l^2}{8}$$

akkor a tartó alakja felülről nézve végig domború, az eltolódás végig pozitív, a felhajlási maximum mindig a tartó közepén található, a tartó balfelének elfordulása végig negatív és a terhelő nyomatékok végig negatívak.

Írjuk fel a továbbiakban az eltolódási függvényből az eltolódásokat a tartó közepén:

$$y_{1/2} = \frac{l^2}{E \cdot I} \cdot \left[\frac{M}{8} + \frac{5}{384} \cdot (q+p) \cdot l^2 \right]$$

Az $y_{1/2}$ függvény az

$$l_{1/2} = 2,191 \cdot \sqrt{\frac{-M}{q+p}}$$

tartó hosszúságnál veszi fel legnagyobb értékét, azaz adott M feszítési nyomaték és $q+p$ folyómétersúly és teher mellett az $l_{1/2}$ elemhossz alatt az l növekedése esetén az $y_{1/2}$ növekszik, az $l_{1/2}$ elemhossz fölött az l növekedése esetén az $y_{1/2}$ csökken.

Az elmondottakat szemlélteti az 1. ábra, amelyen a taglalt „A”, „B”, és „C” speciális esetek y eltolódási, φ elfordulási és m nyomatéki ábráinak vázlatát tüntették fel. Az „A”, „B” és „C” eseteket állandó $q+p$ folyómétersúly és megoszló teher, valamint esetenként más M feszítési nyomaték mellett ábrázoltuk, és ezt a nyomatéki ábra abszcisszatengelyének esetenkénti lefele tolásával oldottuk meg. A $q+p$ és M indexek a létrejött hatások okára utalnak.

A függőleges eltolódások regressziós függvényének számítása

Valamely tartó (x, y) értékpárja a tartó x abszcisszájú keresztmetszeti súlypontjának y függőleges eltolódását, és a mért értékpárok sokaságát összekötő görbe a tartó tengelyvonalának tényleges függőleges eltolódási görbét adja meg. A tényleges eltolódási görbét jól közelítő elméleti eltolódási függvény ismeretlen együtthatóit a mért értékpárokból regressziós számítással határozhatjuk meg.

Ennek során kövessük a legkisebb hibanégyzet-összegek módszerét, amely szerint a hibanégyzetek összege minimális kell legyen:

$$F = \sum (y - Y)^2 = \min.$$

ahol y a mért és Y a számított érték.

E minimum feltétel mellett a függvény együtthatók keresett értékét az F függvény együtthatók szerinti parciális derivált függvényei egyenletrendszerének megoldásából kapjuk meg, ha a derivált függvények értéke zérus.

Tehát két együttható esetén:

$$\frac{\partial F}{\partial a} = 0 \quad \text{és} \quad \frac{\partial F}{\partial b} = 0$$

Ha az együtthatók

$$a = \frac{M}{2 E I} \quad \text{és} \quad b = \frac{q+p}{24 E I}$$

akkor a függőleges eltolódások regressziós függvényének egyenlete:

$$Y = a (x l - x^2) + b (x l^3 - 2 x^3 l + x^4)$$

Közbevetőleg jegyezzük meg, hogy az Y eltolódás mértékegysége mm , az x és l hosszúságoké cm , az a együtthatóé mm/cm^2 , a b együtthatóé mm/cm^4 . Következésképpen, ha az $E \cdot I$ hajlítási merevség mértékegysége $N \cdot cm^2$, akkor az M nyomatéké $N \cdot mm$, a q folyómétersúlyé és a p megoszló teheré $N \cdot mm/cm^2$. Az átszámítás csak a folyómétersúly és a megoszló teher esetében szorult magyarázatra: $1 N/m = 0,1 N/10 cm = 0,1 N \cdot mm/cm^2$, azaz $1 kp/m = 1 N \cdot mm/cm^2$.

A $\frac{\partial F}{\partial a} = 0$ és $\frac{\partial F}{\partial b} = 0$ parciális derivált függvényekből kapjuk:

$$U - a \cdot l^2 \cdot Z_1 - b \cdot l^4 \cdot Z_2 = 0$$

$$V - a \cdot l^2 \cdot Z_2 - b \cdot l^4 \cdot Z_3 = 0$$

Ennek az egyenletrendszernek a megoldása:

$$a = \frac{\begin{vmatrix} U & Z_2 \\ V & Z_3 \end{vmatrix}}{l^2 \begin{vmatrix} Z_1 & Z_2 \\ Z_2 & Z_3 \end{vmatrix}}, \quad b = \frac{\begin{vmatrix} Z_1 & U \\ Z_2 & V \end{vmatrix}}{l^4 \begin{vmatrix} Z_1 & Z_2 \\ Z_2 & Z_3 \end{vmatrix}}$$

ahol

$$U = \sum y \cdot (\xi - \xi^2)$$

$$V = \sum y \cdot (\varphi - 2 \cdot \xi^3 + \xi^4)$$

$$Z_1 = \sum (\xi^2 - 2 \cdot \xi^3 + \xi^4)$$

$$Z_2 = \sum (\xi^2 - \xi^3 - 2 \cdot \xi^4 + 3 \cdot \xi^5 \xi - \xi^6)$$

$$Z_3 = \sum (\xi^2 - 4 \cdot \xi^4 + 2 \cdot \xi^5 + 4 \cdot \xi^6 - 4 \cdot \xi^7 + \xi^8)$$

$$\text{és} \quad \xi = \frac{x}{l}$$

Az a és b együtthatók ismeretében a függőleges eltolódások regressziós függvénye megrajzolható. Az

$$\frac{l^2}{12} < \frac{-M}{q+p} < \frac{l^2}{8}$$

feltételek teljesülése esetén — mint említettük — az eltolódási függvénynek a tartóközépre szimmetrikusan elhelyezkedő két negatív előjelű maximuma van.

Ezek $x_{(max)}$ helyeit az elfordulási függvényből az az $y' = 0$ feltétel mellett határozhatjuk meg. Az ugyanezt a feltételt kielégítő pozitív előjelű eltolódási minimum a tartóközépen lép fel. Ha

$$\frac{l^2}{12} < \frac{-M}{q+p} < \frac{5 \cdot l^2}{48}$$

akkor az eltolódási függvény tartóközépre szimmetrikusan — a tartóvégeken kívül — két helyen metszi az abszcissa tengelyt. E metszéspontok $x_{(0)}$ helyét az eltolódási függvényből az $y = 0$ feltétel kielégítésével lehet kiszámítani.

A számítógépes program

A függőleges eltolódások regressziós függvényének fenti képletekkel való számítására HP-65 típusú zsebszámítógépen alkalmazható programot készítettünk. A gép mágneskártyáinak kapacitása 100 lépés, ezért a feladatot négy mágneskártya igénybevételével lehetett megoldani. Az első és második mágneskártya az a és b együtthatók számításának, a harmadik mágneskártya az eltolódási függvény ordinátái és $x_{(0)}$ zérus helyei számításának, a negyedik mágneskártya az $x_{(max)}$ maximum helyek és y_{max} maximum értékek számításának programját tartalmazza. A zérus helyek és maximum helyek számítását a szimmetriára való tekintettel elegendő a tartó baloldalára elvezetni.

A mágneskártyákat egy feladat megoldására a memória tartalmak törlése nélkül egymás után kell használni. Az első, második és harmadik mágneskártya megfelelő részprogramjai a kívánt — például a mért (x, y) értékpároknak megfelelő — számú ismétléssel futtatandók.

A mágneskártya-írás billentyű használatát két-számjegyes kódjelekkel adjuk meg, azokat egymástól gondolatjellel választjuk el. A kódjel első számjegye a billentyű sorszámát, második számjegye oszlopszámát jelenti. A kódjelekhez tartozó billentyű feliratokat az 1. táblázat tartalmazza. Az 1. táblázatban a többcélú billentyűk általunk is használt f (kód: 31) előválasztó szerinti funkcióját fölhúzással, g (kód: 35) előválasztó szerinti funkcióját aláhúzással jelöltük.

Billentyű használat az első mágneskártya megírásához:

31-44-23-11-31-43-84-33-53-24-
23-12-34-53-81-33-52-84-33-64-
34-52-41-71-34-52-74-35-63-73-
71-51-34-52-62-35-63-61-33-61-
72-34-52-41-71-34-52-74-35-63-
51-34-52-62-35-63-73-71-51-34-
52-63-35-63-74-71-61-34-52-64-
35-63-51-33-61-73-34-52-41-41-
71-51-34-64-71-33-61-62-34-52-
34-52-74-35-63-73-71-51-34-52-
62-35-63-61-34-64-71-33-61-63-24

Billentyű használat a második mágneskártya megírásához:

31-44-23-11-34-53-81-33-52-84-
33-64-34-52-41-71-34-52-62-35-
63-62-71-51-34-52-63-35-63-73-
71-61-34-52-64-35-63-62-71-61-
34-52-52-35-63-62-71-51-34-52-
53-35-63-61-33-61-74-24-23-12-
34-72-34-74-71-34-73-41-71-51-
33-52-34-62-34-74-71-34-63-34-
73-71-51-34-52-81-34-53-41-71-
81-84-33-64-34-72-34-63-71-34-
73-34-62-71-51-34-52-81-34-53-
62-35-63-81-33-63-24

Billentyű használat a harmadik mágneskártya megírásához:

31-44-23-11-33-62-34-53-71-34-
62-41-71-51-34-64-71-34-62-34-
53-74-35-63-71-34-62-74-35-63-
34-53-71-73-71-51-34-62-62-35-
63-61-34-63-71-61-24-23-12-33-
62-34-53-71-34-62-41-71-51-34-
64-71-34-62-34-53-74-35-63-71-
34-62-74-35-63-34-53-71-73-71-
51-34-62-62-35-63-61-34-63-71-
61-82-35-22-13-24-83-63-33-61-
62-34-62-12-24-23-13-34-62-31-
83-24

Billentyű használat a negyedik mágneskártya megírásához:

31-44-23-11-33-72-24-23-12-34-
53-73-34-72-71-51-34-64-71-34-
53-74-35-63-34-72-41-71-64-71-
34-53-71-51-34-72-74-35-63-62-
71-61-34-63-71-61-82-35-22-14-
24-83-63-33-61-72-12-24-23-14-
34-72-31-83-24-23-13-33-72-34-
53-71-34-72-41-71-51-34-64-71-
34-72-34-53-74-35-63-71-34-72-
74-35-63-34-53-71-73-71-51-34-
72-62-35-63-61-34-63-71-61-24

A program alkalmazására számpéldát mutatunk be, amelynek — egy tartó kétoldali hossz-tengelyén — mért (x, y) értékpárjai a következők: (150, -1), (300, 2), (449, 6), (599, 5), (720, 6), (870, 2), (1020, 0), (1171, 0), (150, -7), (301, -3), (453, 3), (603, 0), (721, 2), (871, -1), (1021, -1), (1171, -3). Az x értékek cm-ben, az y értékek mm-ben értendők. A tartó hossza $l = 1321$ cm.

Osz- lop- szám Sor- szám	1	2	3	4	5
1	A	B	C	D	E
2	DSP	GTO $x \leq y$	LBL	RTN	SST
3	f	f^{-1}	STO	RCL	g
4	ENTER	CHS	REG EEX	PRGM CLX	
5	—	7	8	9	
6	+	4	5 y^x	6	
7	x	1	2	3	
8	÷	0	INT.	R/S	

Itt jegyezzük meg, hogy a (0, 0) és (1, 0) értékpárok megadását mindenkor mellőzni kell.

A feladat megoldás során a zsebszámítógép mágneskártyával való beprogramozását adatközlések és végrehajtási utasítások követik, amelyek lépéseit a négy mágneskártyára az alábbiakban adjuk meg.

A program futtatás keretbe foglalt billentyű használatát soronként kell olvasni. A példabeli adatokat és a számernyőn megjelenő eredményeket helyüknek megfelelően, de a kereten kívül tüntettük fel.

Billentyűhasználat a program első mágneskártyán levő részének futtatásához:

A számpélda adatai	Adatközlés	Utasítás
1321	1	A R/S
x_1	x	B
y_1	y	R/S

Az x és y adatközlés és hozzá tartozó utasítás az értékpárok számának megfelelően ismétlődik.

Ezután a zsebszámítógép közbenső kikapcsolása nélkül a második mágneskártyán foglaltakat kell a gépbe táplálni, majd a futtatást a következők szerint végrehajtani.

Billentyű használat a program második mágneskártyán levő részének futtatásához:

A szám- példa adatai	Adat közlés	Uta- sítás	Ered- mény	A számpélda eredményei
x_1	x	A		
y_1	y	R/S		
		B	a	$-1,792736348 \cdot 10^{-4}$
		R/S	b	$8,625565776 \cdot 10^{-11}$

Az x és y adatközlés és hozzá tartozó utasítás az értékpárok számának megfelelően ismétlődik. Megjegyzés: Ha $a > 0$ és/vagy $b < 0$ eredmény adódik, akkor a megoldás az eltolódási és az elfordulási ábrára nézve ugyan helyes lehet, de a nyomatéki ábra tekintetében nem értelmezhető.

Ezután folyamatosan következik a harmadik mágneskártya programja, amely egyrészt az előzőekben kiszámított együttthatók által meghatározott függőleges eltolódási függvény tetszőleges x helyekhez tartozó számított Y értékeit adja meg, másrészt lehetővé teszi, hogy megkeressük az eltolódási függvény esetleges $x_{(0)} \neq 0$ baloldali zérus helyét. Ehhez adatként egy $< x_{(0)}$ értéket kell betáplálni, amelynek célszerű nagysága az Y értékekből becsülhető meg.

Billentyű használat a program harmadik mágneskártyán levő részének futtatásához:

A szám- példa adatai	Adat- közlés	Uta- sítás	Ered- mény	A szám- példa eredményei
x_k	x	A	Y	
50				-1,48
100				-2,22
200				-2,11
300				-0,71
400				+1,11
500				+2,73
600				+3,70
1/2 = 660,5				+3,87
700				+3,80
800				+3,00
900				+1,49
1000				-0,34
1100				-1,89
1200				-2,36
1271				-1,48
például 335	$< x_{(0)}$	B	$x_{(0)}$ $Y_0 \sim 0$	340 +0,005

Az x adatközlés és a hozzátartozó utasítás tetszőleges számban hajtható végre.

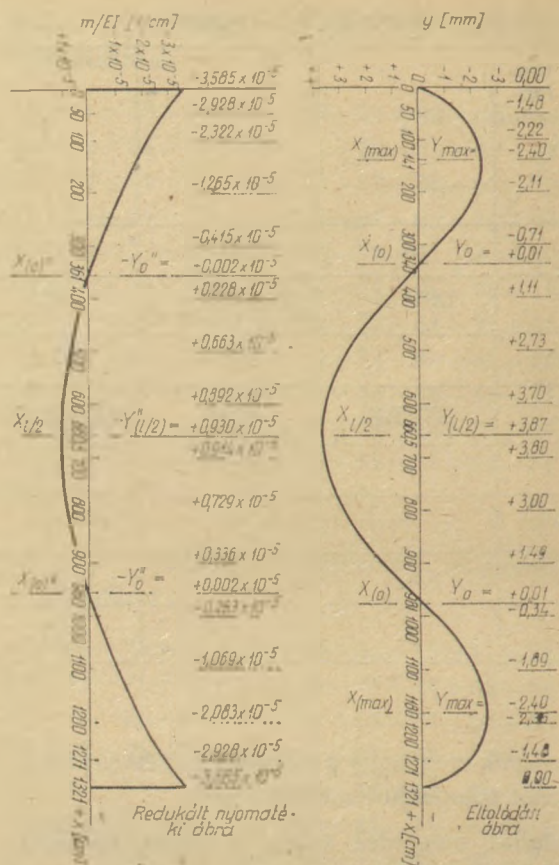
Ha az eltolódási függvény rendelkezik negatív előjelű maximum értékkel, akkor annak $x_{(max)}$ helyét és Y_{max} nagyságát a fentiek után folyamatosan futtatott negyedik mágneskártyával kapjuk meg. Adatként egy megbecsült $< x_{(max)}$ értéket kell a számítógépbe táplálni.

Billentyű használat a program negyedik mágneskártyán levő részének futtatásához:

A szám- példa adata	Adat- közlés	Uta- sítás	Ered- mény	A szám- példa ered- ményei
például 135	$< x_{(max)}$	A B C	$x_{(max)}$ Y_{max}	141 -2,40

A szám példaként megoldott regressziós függőleges eltolódási függvény ábráját a 2. ábrán tűntetjük fel.

A bemutatott számítási módszerrel a repedésmentes feszített vasbetontartó regressziós eltolódási függvénye megbízhatóan, gyorsan és nagy pontossággal határozható meg. A példabeli regressziós közelítés standard hibája 2,26 mm.



2. ábra. A szám példa eltolódási és redukált nyomatéki ábrája

Az eltolódási függvény együtthatóiból értékes következtetéseket vonhatunk le a hajlítási merevségre, továbbá a feszítőerőre, az önsúlyra, illetve a teherre nézve, és ezt még szemléletessé is tehetjük, ha – mint a 2. ábrán meg is tettük – meg-rajzoljuk az eltolódásokból, mint okozatból kö-vetkező nyomatéki ábrával arányos.

$$-y'' = \frac{m}{EI} = 0,2 \text{ a} - 1,2 \text{ b} (-x \text{ l} + x^2)$$

függvényt. E függvény értékeinek mértékegysége 1/cm.

IRODALOM

- [1] Dr. Korányi Imre: Tartók sztatikája. I. kötet. Szta-
tikailag határozott tartók. 2. füzet. Tankönyvkiadó,
Budapest. 1957.
- [2] Dr. Palotás László: Mérnöki kézikönyv. 3. kötet.
Tartók statikája és dinamikája. Műszaki Könyvkiadó,
Budapest, 1959.
- [3] Dr. Mihailich Győző – dr. Palotás László: Vasbeton-
építéstan. A vasbeton szilárdságtana. Tankönyvkiadó,
Budapest. 1964.
- [4] Dr. Palotás László: Vasbetonépítéstan. Magasépítési
szerkezetek. Tankönyvkiadó, Budapest. 1967.
- [5] Dr. Palotás László: A vasbeton elmélete. Akadémiai
Kiadó, Budapest. 1973.
- [6] Dr. Bölcskei Elemér – Dr. Tassi Géza: Vasbetonépíté-
stan. Feszített betonszerkezetek. Kézirat. ÉKME
mérnöki kari jegyzet. J. 9–297. Tankönyvkiadó,
Budapest. 1964.

- [7] Dr. Bölcskei Elemér – Dr. Tassi Géza – Klatzmányi Tibor: Vasbetonépítéstan. Feszített tartók számítása. ÉKME mérnöki kari jegyzet. J 9 – 396. Tankönyvkiadó, Budapest. 1965.
- [8] MSZ 15022/2 – 72 Építmények teherhordó szerkezeteinek erőitani tervezése. Feszített vasbeton szerkezetek.

Kausay Tibor: Repedésmentes feszített vasbetontartó regressziós eltolódási függvényének számítása zsebszámítógéppel

A feszített vasbetontartók alakváltozásra fokozottan érzékeny szerkezetek, ezért fel-, illetve lehajlásuk mérésére a gyártást követően és az üzemi állapotban egyaránt szükség lehet. A mérés a tartó mentén geodéziai módszerekkel történik. A mérési eredményekből regressziós számítással kell a tartó alakját leíró függvény paramétereit kiszámítani. A repedésmentes feszített vasbetontartó esetében a számítás a HP-65 típusú zsebszámítógépre felírt programmal megbízhatóan, pontosan és gyorsan elvégezhető.

Каушан, Т.: Расчет зависимостей регрессионных отклонений напряженных железобетонных балок, лишенных трещин, с помощью карманных вычислительных машин

Железобетонные балки являются конструкциями очень чувствительными к деформациям, в связи с чем имеется необходимость измерения выгиба и прогиба в ходе производства, а также во время эксплуатации. Измерение проводится по ходу балки геодезическими методами. На основании результатов измерений можно с помощью регрессионного расчета определить параметры зависимости, описывающей форму балки. В случае напря-

женных железобетонных балок, лишенных трещин, такой расчет можно провести с помощью программы, записанной на карманную вычислительную машину типа ХП-65. Такой расчет является быстрым, надежным и точным

Kausay, Tibor: Berechnung der Regressions-Durchbiegungsfunktion rißfreier Spannbetonträger, mit Taschenrechner

Spannbetonträger sind besonders deformationsempfindliche Konstruktionselemente, deshalb ist das Messen ihrer Durchbiegung nach oben, bzw. unten sowohl nach ihrer Herstellung als auch im Betriebszustand oft erforderlich. Die Messung wird am Träger entlang mit geodetischen Verfahren durchgeführt. Aus den Messergebnissen werden die Parameter der, die Form des Trägers beschreibenden Funktion durch Regressionsrechnungen errechnet. Im Falle der rißfreien Spannbetonträger kann die Berechnung anhand des, zum Taschenrechner Type HP-65 aufgeschriebenen Programmes zuverlässig, genau und rasch durchgeführt werden.

Kausay, Tibor: Calculation of Displacement Function of Prestressed, Crack-free Reinforced Concrete Slab by a Programmable Calculator

Prestressed slabs are highly sensitive against shape changes consequently their up- and downbending after manufacture and/or in use is of importance. Measurements are usually made by geodetic methods; results can be evaluated in terms of parameters of a shape-descriptive function. A simple, fast and accurate program, written for a HP-65 calculator is described.

A világ szilikátiparából

Kerámiai szűrő szuperötvözetek tisztítására

A Corning Glass Works cirkon-spinelből 81–103,4 mm átmérőjű, 12,7 mm vastag méhsejt-szerkezetű szűrőt gyártanak. A gyártás 18 hónapos kipróbálás után 1980-ban kezdődött. A méhsejtszerkezetet a gyártó extrudálás útján állítja elő. Kerámiai anyagok extrudálásával a Corning cég már a hetvenes években foglalkozott, amikor autókban használt átalakítók kerámiai hordozórétegét gyártották így. Közel 35 millió cellás kerámiatartót gyártottak akkor extrudálással.

A méhsejtcellás szűrő egyrészt visszatartja a nagyobb méretű szennyeződéseket, másrészt a kis részecskék a sejtfalakra tapadva válnak ki az 1700 °C hőmérsékletet is elérő különleges ötvözet olvadákokból.

(Ceramic International News, 1982. 2.)

Timföld nagy hőmérsékleten történő sajtolása a Szovjetunióban

A timföld meleg sajtolásának a kerámiaiparban számos előnye van: gyorsabb gyártási folyamat, jobb minőségű termék, nagy tömörség, finomkristályos szerkezet, stb. Nehézséget okoz a formák előkészítése, mert különleges fizikai tulajdonságokra van szükség. A melegsajtolás két lépcsőben történik. Először a formázott tárgyakat a szokásos módon szinterelik a nyílt porozítás megszüntetése céljából, utána inert gázok (argon, nitrogén) isostatikus nyomásával 1300 °C-on 20 MPa-nyomáson 3,98 g/cm³ sűrűségű anyagot nyernek. A meleg sajtolás folyékony fázis jelenlétében történik. 2% AlF₃ adagolásával 1200 °C hőmérsékleten és 30 perces préseléssel 9,94 g/m³ sűrűségű termék nyerhető. Az AlF₃ hatására a folyékony fázis már 1040 °C hőmérsékleten létrejön, ami gyorsítja a tömörödés megindulá-

sát. Nagyobb hőmérsékleten az AlF₃ elillan és nem szennyezi a terméket. A gyártáshoz a legaktívabb timföld alapanyag a zömében gamma-alumíniumoxidot tartalmazó technikai timföld. Alfa-alumíniumoxid használatánál a szemcsenagyság nem haladhatja meg az 5–6 µm-t és az optimális présnyomás 10–15 MPa. A szinterelési folyamatot 0,5–1% TiO₂, 1% ZrO₂ vagy max. 1,5% MgO-adagolás gyorsítja. A legjobb hatást a TiO₂ mutatja, alkalmazásával a meleg sajtolás hőmérséklete közel 200 °C-al csökkenthető. A termék lassú hűtése fontos. A lassan és gyorsan hűtött termék között 0,11 g/cm³ a sűrűségkülönbség. Ezek a szovjet kutatók megállapításai az elvégzett kísérletek alapján.

(Ceramic International News 1982. 2.)

Középkori ólomházak

DUMA GYÖRGY

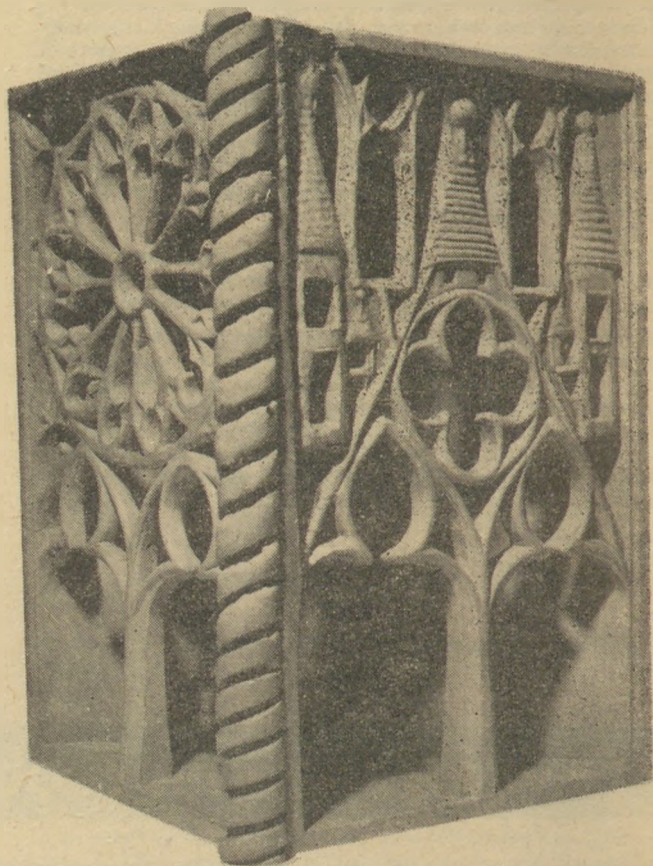
A második világháború alatt a budai várban az újabbkori királyi palota is rombadőlt, amely részben az idők folyamán többször átépített egykori királyi paloták helyén épült. Ezen a területen a helyreállítási munkálatokat megelőzően, 1946–54. években folytatott ásatások során, nagymennyiségű kerámiai anyag került felszínre. Ennek régészeti legjelentősebb részét, a korábban ismeretlen középkori mázas kályhacsempék alkotják. A több évszázadot felölelő anyagot sikerült régészeti módszerekkel korok szerint elkülöníteni, és ezeken belül a csempéket külső formai jegyeik alapján csoportosítani. Bizonyossá vált, hogy előállításuk elsősorban a budai kályhászműhelyekhez kapcsolódik. Az itt készült csempék gazdag formavilága jelentős hatással volt a magyarországi faze-kasságra és ezen túlmenően egyes nyugati faze-kasközpontokra is [1, 2].

A következőkben ismertetett vizsgálatokat 1955. évben, még az ásatások idején kezdtük el. Az anyagot a Budapesti Történeti Múzeum – Vármúzeum – bocsátotta rendelkezésünkre. A mintasorozatot – mely hét mázas kályhacsempe és velük azonos korú mázas aranyozott tetőcserép töredékeiből állt – Holl Imre állította össze. A minták sorszámainál az általa közölt kor-meghatározás időbeli sorrendjét követtük [1, 2, 3].

1. A minták leírása

1. sz. minta. Sarokcsempe áttört előlappal, dongás, hátoldallal. A csempét fényes, sárgás színű, helyenként vastag rétegben összefolyt, erősen hajszálrepedéses máz borítja. A máz közvetlenül a szemcsés, erősen soványított, közel fehér színűre égő agyagból készült alapanyagon fekszik. Mérete: $22,5 \times 36,5$ cm. – XV. század eleje Zsigmond kora (1. ábra).

2. sz. minta. Lapos négyzetes csempe, domború állatalakkal. A csempe máza fényes, átlátszó, sárgás barna színű; felülete erősen hajszálrepedéses, helyenként vastag rétegben összefolyt. Közvetlenül a közel fehér színűre égő agyagból készült cserépen fekszik. Mérete: $24,0 \times 24,0$ cm. – XV. század eleje Zsigmond kora (2. ábra).



1. ábra. Két csempe összeépítésével kialakított mérműves sarokcsempe, XV. sz. eleje

3. sz. minta. Kályhacsempe, áttört mérműves előlappal, dongás hátoldallal. A mázfelület legnagyobb része fényes, átlátszó, színes sötétzöld mindenütt erősen hajszálrepedéses, helyenként irizál, más helyeken fénytelen, kristályosodott, fedőhatású. Kisebb területeken, korrózió hatására a máz a hajszálrepedések mentén a cserépig elpusztult. A máz alatt, a csempe díszített elülső oldalán, erősen repedezett fehérszínű angobréteg látható. A csempe homorú belső oldalán a máz, közvetlenül a vörösszínűre égő, durvaszemcsés agyagból készült cserépen fekszik. Mérete: $21,5 \times 27,0$ cm. – XV. század, V. László kora (3. ábra).

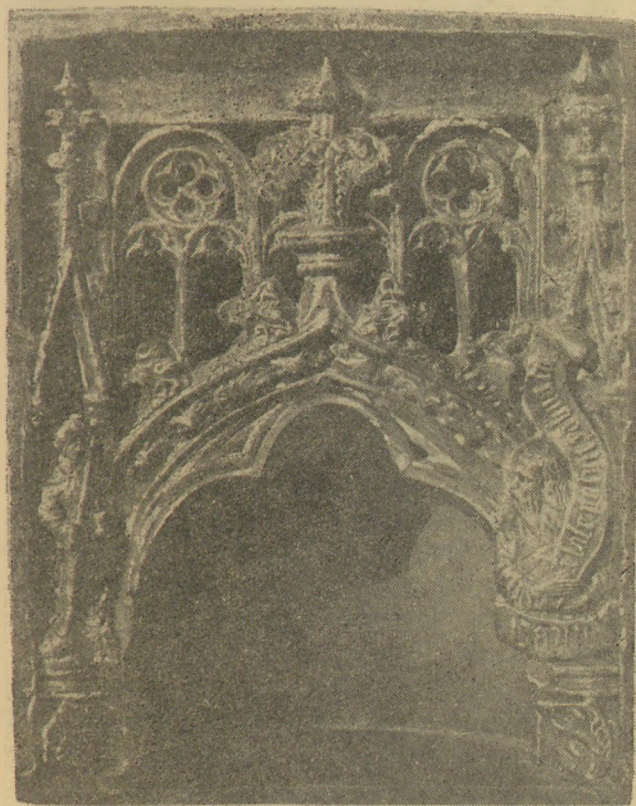
4. sz. minta. Kályhacsempe, mérműves áttört előlappal, dongás hátoldallal. A máz felülete helyenként fényes, átlátszó, legnagyobb része zsírfényű, félfedő hatású, hajszálrepedéses, színe kissé kékes árnyalatú zöld. Máza korróziós hatá-



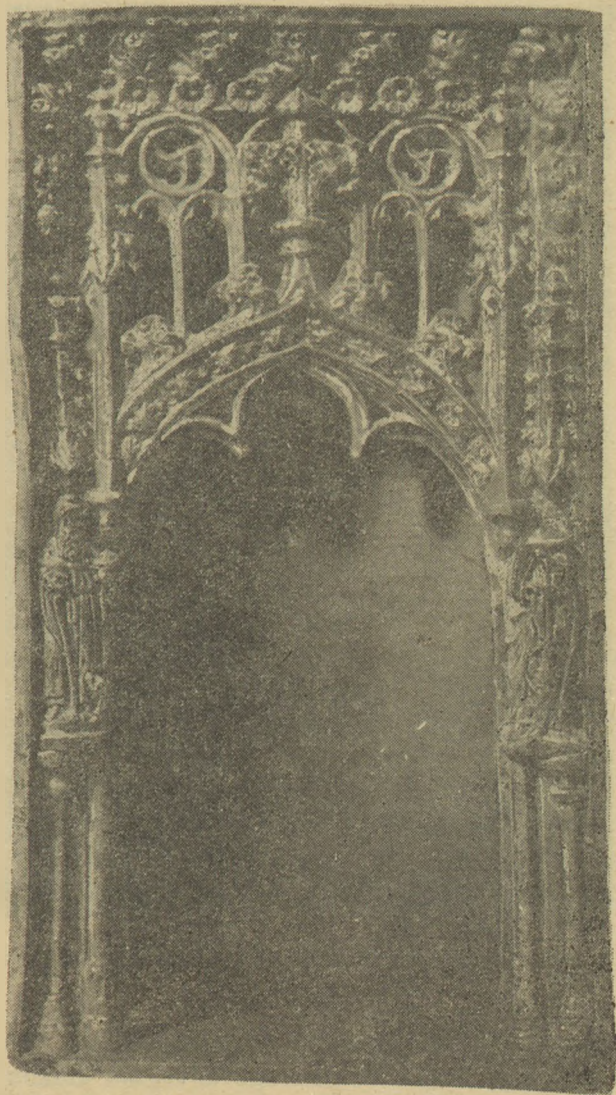
2. ábra. Lapos csempe koronás oroszlánnal, XV. sz.

sokra kevésbé pusztult el mint az előző 3. számú csempe máza. A máz az előlapon erősen repedezett fehérszínű engoberétegen, a belső homorú oldalon közvetlenül a cserépen fekszik. A cserép színe sárgás árnyalatú vörös. Mérete: 20,0 × 38,0 cm. — XV. század, V. László kora (4. ábra).

5. sz. minta. Cserépkályha párkányának töre-



3. ábra. Mérműves dongáshátú csempe, prófeta és szent alakjával, XV. sz.



4. ábra. Mérműves, dongáshátú csempe, szentek alakjával, XV. sz.

déke. A máz fényes, helyenként zsírfényű, színe élénk gesztenyebarna, közvetlenül a cserépen fekszik. A mázréteg erősen kristályosodott, felülete szemmel alig látható finom hajszálrepedésekkel van tele. Az alapanyaga az előzőhöz hasonlóan sárgás vörös színűre égő agyag. Formai jegyei alapján a 3. és 4. sz. kályhacsempékkel azonos kályhához tartozónak tartják [1]. — XV. század, V. László kora.

6. sz. minta. Alakos kályhacsempe töredéke. A csempe máza átlátszó, színe zöld, felülete fényes, erősen hajszálrepedéses, gyengén korrodeált. A máz már repedésmentes fehérszínű angoberétegen fekszik. Az alapanyag vörös színűre égő agyagból készült. — XV. század vége.

7. sz. minta. Kályhacsempe Mátyás király alakjával. A csempén sárga, barna és zöld színű, — a fehér részeken szintelen-mázak láthatók. A fényes felületű, erősen hajszálrepedéses mázak



5. ábra. Lapos csempa, Mátyás király alakjával XV. sz. vége

alatt fehérszínű, repedésmentes angobréteg van. A csempa sárgás vörösre égő agyagból készült. Mérete: $27,5 \times 40,0$ cm. — XV. század vége [4] (5. ábra).

8. sz. minta. Aranyozott mázas tetőcserép töredéke. A tetőcserép felületét beégetett laparannyal készült réteg borítja. Az aranyozás alatt zsírfényű, hajszálrepedéses, erősen tűszúrások sötétbarna színű, nem tökéletesen kiolvadt máz látható. A máz közvetlenül a vörös színűre égő cserépen fekszik [5,6] — XV. század vége.

2. A mázak vizsgálata

A mázfelületre merőleges irányban készített csiszolatok mikroszkópi vizsgálata azt mutatta, hogy a kályhacsempék mázaira, az elszórtan látható fel nem tárodott kvarcsezemcsék általánosan jellemzők. Gázzárványok (buborékok) és tűszúrások nyomai, kristályok kiválása csak ritkán láthatók. Az aranyozott tetőcserép máza a kályhacsempék mázaitól jellegzetesen eltérő. A mikroszkópi vizsgálatok során megfigyelhető, hogy a máz-

réteg számos fel nem tárodott ásványszemcsét és számos különböző méretű gázzárványt tartalmaz. A mázfelületen gyakoriak a megnyílt buborékok, tűszúrások. Ez utóbbi mázak égetésénél, a mázak sima kiolvadásához szükséges hőmérsékletet aligha érték el. A mikroszkópi vizsgálatok alapján igen valószínű, hogy minden esetben „nyersmázakat” alkalmaztak. A mázak felvitele leggyakrabban jól látható módon leöntéssel történt.

A mázak a kerámiai termékek felületén levő „üvegszerű” rétegeknek tekinthetők. Ezért a mázakra is érvényes az üvegek meghatározása, mely szerint „olyan olvasztás útján nyert szervetlen anyagok, melyek kristályosodás nélkül jutottak szilárd állapotba” [7]. Annak ellenére, hogy térhálós szerkezetük az üvegekkel azonos, a kerámiai felületén levő mázrétegek a tökéletesen izotróp üvegekkel ellentétben, mindig jellemzően heterogén anyagok. A cserép feltáródása, részben az olvadás alatt bekövetkező párolgás miatt, a mázréteg keresztmetszetében soha sem lehet azonos összetételű. A földben feküdt, ásatások során felszínre került anyagoknál jelentős változást okozhatnak a korróziós hatások is. A vizsgált kerámiai anyagnál, a korróziós pusztulás nyomai legjobban a 3. sz. és 4. sz. zöld színű kályhacsempéken látszanak. Mivel a mázak oldhatóságát az Al_2O_3 és Fe_2O_3 tartalmuk jelentősen csökkenti (8), azért a barna színű mázak azonos körülmények között viszonylag jobb állapotban maradtak meg.

Vizsgálatainkhoz minden esetben a csempék mélyedéseibe összefolyt, — helyenként 5–8 mm vastagságú mázrétegeket használtuk fel. Ezeknél feltehető volt, hogy a mázak eredeti összetételét megváltoztató tényezők hatása a máz tömegéhez viszonyítva csak jelentéktelen mértékben érvényesült. A mennyiségi kémiai elemzések alapján valamennyi máz az ólommázak csoportjába sorolható. Mivel a nagy ólomtartalmú szilikátolvadékok párolgási tömegvesztése jelentős, — mázaknál átlag 1,5–2 $\text{PbO}\%$ -ra tehető [9] — azért bizonyos, hogy a csempék mázainak az égetésüket megelőzően a jelenleginél nagyobb ólomtartalma volt. A mázakhoz feldolgozott ólomvegyületre ma már nem lehet biztosan következtetni, az természetes ólomszulfid-galenit- (PbS) és ólomoxid egyaránt lehetett.

Mint ismert a fazekasok színes mázaikat napjainkig minden esetben valamely szintelen mázhoz — az alapmázhoz — adott színező fémoxidokkal állították elő. Joggal feltehető, hogy a középkorban a kályhacsempa készítői is ezt az egyszerű gyakorlatot követték. A kémiai elem-

Sz.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	PbO	CuO
1.	14,10	ny.	1,35	0,02	—	—	—	ny.	83,70	—
2.	14,50	ny.	2,60	0,01	—	—	—	—	82,80	—
3.	18,53	0,20	0,96	0,01	ny.	—	—	—	76,70	3,38
4.	18,10	0,25	1,40	0,01	ny.	—	—	—	76,20	3,26
5.	22,50	4,10	7,30	0,02	ny.	—	—	ny.	65,85	—
6.	20,58	0,20	3,00	0,01	ny.	—	—	—	72,05	3,50
7.	21,95	0,19	0,90	ny.	ny.	ny.	—	—	72,30	3,38
8.	33,50	0,10	2,80	ny.	ny.	ny.	ny.	—	63,00	—

zések alapján a kályhacsempék színes mázainak alapmázai ólomoxid és kovásvából képződő, két-összetevős ólom-szilikátok (PbO · n SiO₂) lehetnek.

A mázak kémiai összetételéből kitűnik, hogy — egyetlen kivételtől eltekintve — üvegalkotó oxidként csak kovásvat tartalmaznak (1. táblázat). A második üvegalkotó oxid az alumíniumoxid, jelentősebb mennyiségben csak az 5. sz. csempe mázában szerepel. E máz alumíniumoxid tartalma mintegy 10% tiszta kaolinnak felel meg. E mennyiség aligha lehetett a homokok szennyezése, valószínűbb hogy az tudatosan került a máz összetevői közé, esetleg a régen ismert, és néhány évtizeddel ezelőtt még művelés alatt állott kisebb budai kaolinites agyagelőfordulásokból származott [10, 11]. Ha az említett kaolintartalmat az adalékanyagok közé soroljuk, akkor az 5. sz. csempe többiekétől eltérő máza is, egyszerű két-összetevős ólom-szilikátból álló alapmázra vezethető vissza. Ebben az esetben a máz elemzéssel meghatározott SiO₂ tartalma az alapmáz és a kaolinit ásvány között oszlik meg.

Az elemzések alapján feltehető, hogy a mázakhoz feldolgozott homokoknak 3,5–5% vas szennyezése volt. Ez azonban a mázak kémiai összetételében mindössze 1% alatti Fe₂O₃ mennyiségben jelentkezhet. Éppen ezért az egyes mázak ennél nagyobb Fe₂O₃ tartalmát, a mázhoz tudatosan kevert adaléknak lehet tulajdonítani.

Mivel a mázak közötti azonosságok vagy eltérések a kémiai összetételük alapján közvetlenül nem határozhatók meg azért összehasonlításukat a minden mázban azonosan jelenlevő PbO · n SiO₂ összetevőkből álló ólom-szilikátok — feltételezett alapmázak — alapján végeztük. A kályhacsempék szintelen alapmázainak jellemzésére a PbO–SiO₂ összetevők molekula arányait választottuk, a nyert értékeket táblázatban foglaltuk össze. Jobb áttekinthetőség céljából megadtuk az ólomoxid és kovásva tömegszerinti eloszlását is (2. táblázat). Szembetűnő az 1. sz. és 2. sz., valamint a 3., 4., 5. sz. csempék alapmázainak hasonlósága,

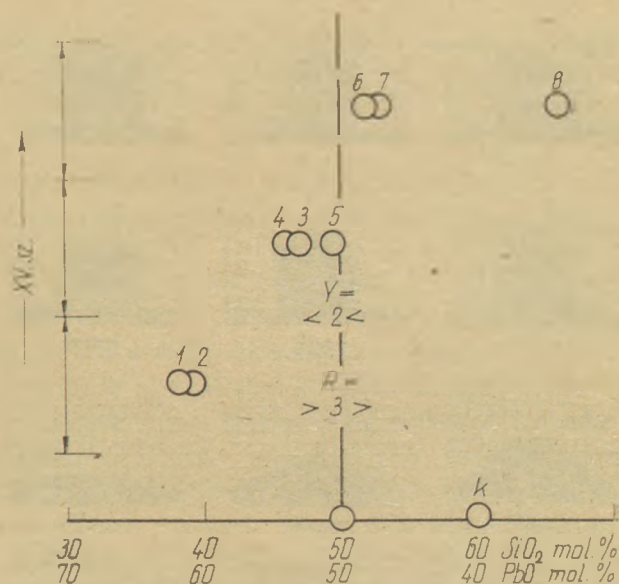
a 6. sz. és 7. sz. mázak közel azonos összetétele. Az aranyozott tetőcserép máza legkisebb ólom-tartalmával jellegzetesen elkülönül. Megfigyelhető, hogy a mázak ólom-tartalma a XV. század kezdetétől annak végéig fokozatosan csökken (6. ábra).

2. táblázat

A mázak ólomoxid és kovásva tartalmának arányai

Minta jele	Molarány PbO : SiO ₂	Mól % PbO : SiO ₂	Tömeg %	
			ólom-oxid	kvarc
1.	1	0,6214	61,67	38,33
2.	1	0,6460	60,75	39,25
3.	1	0,8936	52,81	47,19
4.	1	0,8762	53,30	46,70
5.	1	0,9876	50,31	49,69
6.	1	1,0536	48,69	51,31
7.	1	1,1199	47,17	52,83
8.	1	1,9615	33,77	66,23
K*	1	1,5000	40,00	60,00
			71,15	28,85

* Kísérleti minta

6. ábra. A kályhacsempék szintelen alapmázainak PbO–SiO₂ mol% arányai

3. táblázat

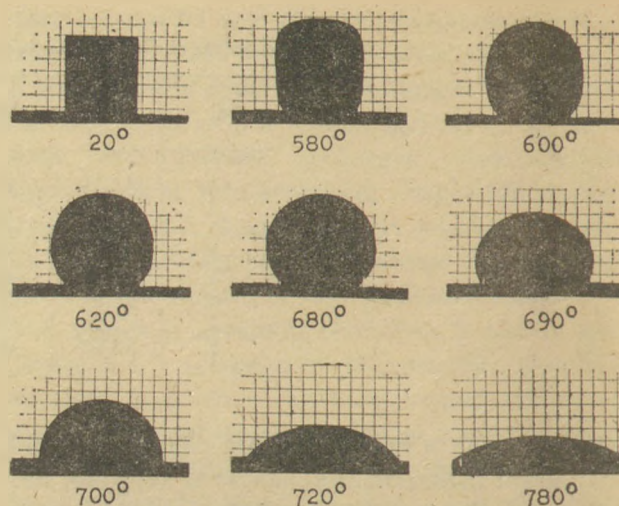
A mázak számítással meghatározott felületi feszültsége
900 °C hőmérsékleten

Minta jele	10 ⁻³ Newton/m	
	Máz	Alapmáz
1.	154,5	154,4
2.	160,6	155,6
3.	174,3	161,3
4.	173,8	160,6
5.	213,8	169,4
6.	183,9	171,2
7.	180,2	169,5
8.	202,7	194,5
k.*	—	169,5

* Kísérleti minta

Általánosan ismert, hogy az ólomszilikátok olvadékai jól nedvesítik a kerámiai anyagokat, kellően kiolvadt ólomtartalmú mázaknak kis felületifeszültségük van. A vizsgált mázaknak felületifeszültség értékeit számítás útján [12] határoztuk meg (3. táblázat).

Az alapmázak olvadási viszonyaira, ismert összetételű ólomszilikátok hevítőmikroszkópi vizsgálata alapján következtettünk. A hőmérséklet emelkedés 10 °C/perc volt. Az 1. sz. — 5. sz. valamint a 6. sz. és 7. sz. kályhacsempék alapmázait jól megközelítő PbO·0,6 SiO₂ illetve PbO·1,1 SiO₂ kémiai összetételű ólomszilikátokból készített henger alakú próbatestek alakváltozását a hőmérséklet és az idő függvényében vizsgáltuk. A két alapmáznak megfelelő ólomszilikát olvadási folyamatát a PbO·1,5 SiO₂ összetételű ólomszilikát — fazekasmáz(k) — azonos körülmények között megfigyelt olvadása-



8. ábra. A 6–7. sz. kályhacsempék alapmázainak megfelelő PbO·1,5 SiO₂ összetételű ólomszilikát olvadásának hevítőmikroszkópos felvétele 10 °C/min hőmérsékletemelkedés mellett

val hasonlítottuk össze. E vizsgálatoknál megfigyelhető volt, hogy azonos körülmények között a próbatestek jellegzetes alakváltozása a félgömb alak ellapulásáig, a PbO·0,6 SiO₂ összetételű ólomszilikátnál 1 percen belül, a PbO·1,1 SiO₂ összetételűnél 4 perc, a PbO·1,5 SiO₂ összetételűnek megfelelő fazekasmáznál csak 20 perc elteltével következett be. A mázak olvadásánál tapasztalt jelentős eltérések pusztán a kémiai összetételük alapján aligha értelmezhetők. E jelenség csak a mázak alapvetően eltérő szerkezetével magyarázható (4. táblázat és 7.–9. ábra).

4. táblázat

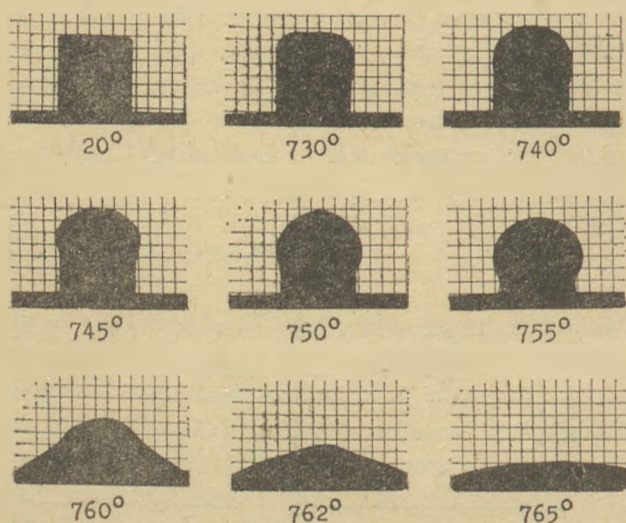
Ólomszilikátok hevítőmikroszkóppal követhető jellegzetes alakváltozása

Minta jele	Mólarány PbO : SiO ₂	A próbatestek alakváltozása:		
		gömb	félgömb	ellapult
1 – 4.	1 0,6	—	—	760 °C
5 – 7.	1 1,1	680 °C	700 °C	720 °C
k*	1 1,5	720 °C	820 °C	920 °C

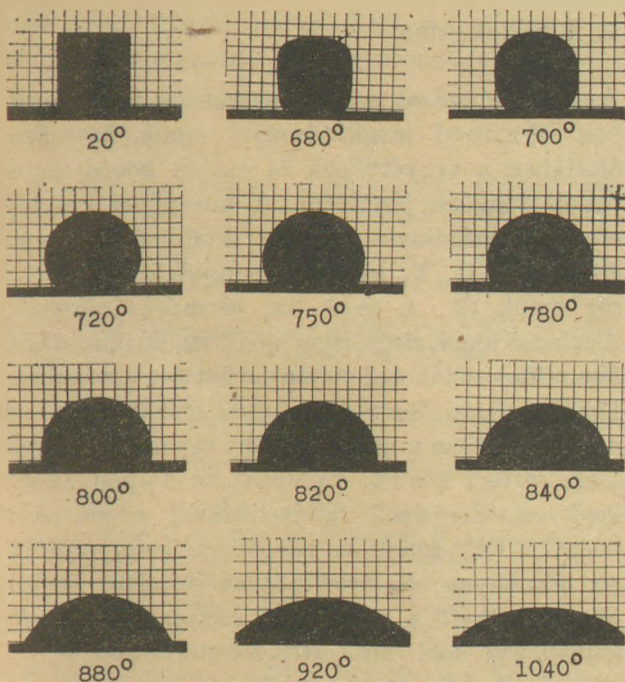
* Kísérleti minta

3. Következtetések a mázszerkezet alapján

Az előzőkből kitűnt, hogy a középkori kályhacsempék szintelen alapmázai ólomoxidból és kavasvból képződött ólomszilikátok, melyekben túlnyomó többségben ólomionok vannak jelen. Ismert, hogy a tárgyalt mázaknál magasabb PbO — tartalommal is képződhetnek szilikátolvadékok a PbO — SiO₂ kétösszetevős rendszerben.



7. ábra. Az 1–5. sz. kályhacsempék alapmázainak megfelelő, PbO·0,6 SiO₂ összetételű ólomszilikát olvadásának hevítőmikroszkópos felvétele 10 °C/min hőmérsékletemelkedés mellett



9. ábra. Egyszerű fazekasmáznak megfelelő $PbO \cdot 1,5 SiO_2$ összetételű ólomszilikát olvadásának hevítőmikroszkópos felvétele $10^\circ C/min$ hőmérsékletemelkedés mellett

A PbO tartalom gyakorlatilag 92%-ig növelhető [13, 14]. A magas ólomtartalmú üvegek szerkezete ma még nem teljesen tisztázott. Bizonyos azonban, hogy a növekvő Pb tartalommal a $(SiO_4)^{4-}$ tetraederek kapcsolódására mind kevesebb lehetőség van. A Pb -ionok koordinációs száma megnő, és ezzel az üveg térhálós szerkezetének fokozatos depolarizációja következik be, a háromdimenziós térhálózat — az üvegszerkezet — leegyszerűsödik. A magas ólomtartalmú szilikátolvadékokat már csak egyenletesen elosztott Pb -ionok, és $Si-O$ csoportok alkotják. Valószínű, hogy a Pb -ion trigonális piramisos (C_3) koordinációban három Si_2O_7 gyököt tart össze [14].

A nem üvegszerkezetű szilikátoknál, a túlnyomóan egyenlő értékű kötések miatt a szerkezet szétesése — az anyag olvadása — igen rövid idő alatt bekövetkezik. Azoknál a mázagnál amelyeknél az üvegszerkezet nem alakulhatott ki, a sima kiolvadásukhoz tartozó hőmérséklet határokról aligha beszélhetünk (7. ábra). A nem üvegszerkezetű mázak ipari feldolgozása igen sok nehézséggel jár, elkerülhetetlen az amúgy is túlságosan kis viszkozitású olvadék túlfolyása, csurgása, ezzel kapcsolatban az áru összetapadása, meghibásodása. Az üvegszerkezet jellegéből adódik, hogy a kialakult kötések soha sem lehetnek egyenlő értékűek. Ezért az üvegszerkezetű máz anyaga — hőmérséklet és idő függvényében — fokozatosan kerül szilárdból cseppfolyós halmazállapotba (9. ábra). Az ilyen mázagnál a sima

kiolvadás hőmérséklete, viszonylag széles határok közé esik, ami az ipari feldolgozhatóság egyik alapfeltétele.

Kétségtelen, hogy a két szilikátcsoport között jellegzetes különbségek ellenére éles határt vonni nem lehet. Önként merül fel a kérdés hogy a vizsgált kályhacsempemázak, szerkezeti felépítésük alapján, melyik csoporthoz állnak közel, mennyiben elégítik ki a szilikátüvegek illetve a megfelelő mázak szerkezeti követelményeit? E kérdésre elméleti megfontolás alapján lehet csak feleletet adni.

Mivel esetünkben a kályhacsempék mázai gyakorlatilag csak egyfajta hálózataalkotó (Si^{4+}) és módosító ionból (Pb^{2+}) állnak, azért számításainkat ennek figyelembevételével leegyszerűsített formában is elvégezhetjük. Mint ismeretes a tetraederes koordinációban levő Si^{4+} -ionok csak akkor létesíthetnek egymással kapcsolatot, ha „hídképzéshez” szükséges, más ionokkal le nem kötött, szabad O^{2-} -ionjaik is vannak. A központi hálózati Si -iont körülvevő O^{2-} -ionok (Z) a — tetraederek összekapcsoló — hídképző (Y) és — a módosító ionokat lekötő — végállású ionokból (X) állnak [15]. A tetraedereket alkotó ionok száma ezért:

$$Z = X + Y \quad 1.$$

A szilikátoknál a kapcsolatok mértékére minden jellemző a központi hálózati ionra eső oxigénionok száma (R). Mivel a lánckapcsolatnál a tetraedereket összekapcsoló O^{2-} -ion (Y) mindig két szomszédos tetraederhez tartozik, azért:

$$R = X + 1/2 Y \quad 2.$$

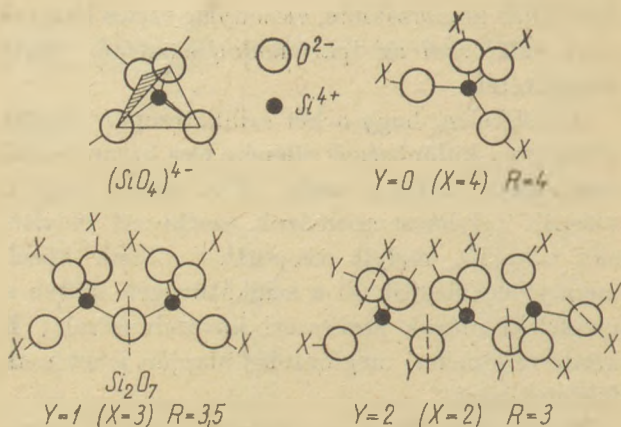
Az 1. és 2. összefüggésekből a hídalkotó ionok (Y) száma:

$$Y = 2Z - 2R \quad 3.$$

Mivel szilikátoknál a központi hálózati Si -iont körülvevő oxigénionok száma csak $Z = 4$ lehet, azért:

$$Y = 8 - 2R \quad 4.$$

A $PbO \cdot 0,5 SiO_2$ ólomszilikát esetében $Y = 0$, $X = 4$, $R = 4$, amiből következik, hogy a tetraedereknek kapcsolódásukhoz szükséges le nem kötött O^{2-} -ionjai nincsenek. A jelentős PbO tartalmú szilikátolvadékokban csak önálló $(SiO_4)^{4-}$ tetraederek lehetnek jelen. Két tetraeder kapcsolatához — a Si_2O_7 gyök létesüléséhez — csak egyetlen közös O^{2-} -ion szükséges. Ilyenkor $Y = 1$, $X = 3$, és $R = 3,5$. Üvegszerkezet az elmondot-



10. ábra. A $(SiO_4)^{4-}$ tetraderek kapcsolódásának lehetősége

tak alapján csak akkor keletkezhet, ha $Y \cong 2$, $X \cong 2$, $R \cong 3$. Határértéke: $PbO \cdot SiO_2$ melynél $Y = 2$, $X = 2$, és $R = 3$ (10. ábra).

A kályhacsempék mázainak illetőleg az alpmázaknak megfelelő Y , X , valamint R értékeket táblázatban foglaltuk össze (5. táblázat). A közölt adatokból jól látható, hogy az 1. – 5. sz. kályhacsempék mázai $Y = 1,98$ és $R = 3,01$ értékek alapján, a szilikátüvegek szerkezeti követelményeinek még nem felelnek meg. Ugyanakkor a 6. sz. és 7. sz. kályhacsempék mázainál már megfigyelhető az üvegszerkezet kezdeti kialakulása. Hasonlóan kedvező szerkezeti sajátossága van a 8. sz. aranyozott tetőcserép mázának. E számítások igazolják, hogy a kályhacsempék mázai – az alpmázak hevítőmikroszkópi vizsgálatánál észlelt eltéréseknek megfelelően, – két csoportot alkotnak. A két csoport mázainak jellegzetesen különböző olvadási folyamata jól értelmezhető eltérő szerkezeti felépítésükkel. A mázak összetételében megfigyelt változás joggal tekinthető, tudatos tevékenységgel összefüggő technológiai fejlődésnek.

5. táblázat

A mázak illetőleg alpmázak számított R , X , és Y értékei

Minta jele	Máz	Alpmáz		
	R	R	Y	X
1.	3,718	3,609	0,782	3,218
2.	3,752	3,548	0,904	3,093
3.	3,315	3,183	1,634	2,366
4.	3,363	3,141	1,717	2,283
5.	3,147	3,012	1,975	2,025
6.	3,192	2,949	2,102	1,898
7.	3,056	2,994	2,213	1,787
k*	—	2,666	2,680	1,320

* Kísérleti minta

4. A mázak színe

Az átlátszó mázak színe, a szerkezeti felépítésükben résztvevő meghatározott ionok hatására, általában a vegyértékük és oxigén koordinációjuktól függően jön létre. A középkori kályhacsempék mázainak a színét döntően a háromértékű vas (1., 2., és 5. sz. csempék), valamint a réz ionok (3., 4. és 7. sz. csempék) okozzák. A színező ionok elsősorban előállításuk alkalmával fémoxidok útján tudatosan juthattak a mázakba. Megfigyelhető, hogy a csempék mázainak színét némely esetben a máz nyersanyagainak ásványos szennyezései között, valamint az alapanyagban levő vas ásványok feltáródásával a mázakba beépülő Fe^{3+} -ionok is jelentősen befolyásolják. Az alapanyag elszínező hatása minden esetben jól érzékelhető a vörösreégő cserepeken közvetlenül fekvő zöld színű átlátszó mázaknál.

A fazekasok a rézoxidot napjainkig maguk állították elő, hagyományos módon réz izzításával. Vizsgálataink azt mutatták, hogy az így nyert termék az egy és kétértékű rézoxid, valamint a fémrész, igen változó arányú keveréke (6. táblázat). Kísérletileg bizonyítható volt, hogy nyersanyagban levő réz oxidációs fokának, a zöld színárnyalatok képződésében jelentősége nincs. A mázak zöld színe döntően a réz-ion oxigénkoordinációjától függ. Mint ismert maximális koordinációban élénk türkiskék, alacsonynál különböző fűzöld színárnyalatok képződnek. Az ólomtartalmú fazekasmázakban csak fűzöld színek nyerhetők. Az ólom hatása a hőmérséklet emelkedésével fokozódik. Technológiai kísérleteink igazolták, hogy az azonos összetételű réz-zöld ólomházak színe az égetési hőmérséklettől függ. A máz 800 °C-nál még kissé kékes árnyalatú zöld színe 900 °C felett fokozatosan mély fűzölddé változik. A fűzöld árnyalatok képződése függetlennek bizonyult az égetési időtől. A már kialakult sárgás meleg fűzöld szín, a máz alacsony hőmérsékleten történő újraégetésekor sem változik meg [16]. Az égetési hőmérséklettől függő színárnyalati eltéréseket a kályhacsempék mázainál is megfigyelhettük [17]. Bizonyítható volt,

6. táblázat

A fazekasok által előállított rézoxidok összetétele

Minta jele	CuO%	Cu ₂ O%	Cu%
a.	44,09	52,96	2,95
b.	40,11	58,20	1,60
c.	66,92	31,68	1,40
d.	81,55	16,65	1,80

hogy a 4. sz. csempealak, kékes és fűzőld színű, változatai azonos mázzal készültek. Joggal feltehető, hogy azonos műhely termékei [1].

IRODALOM

- [1] *Holl I.* (1958): Budapest Régiségei, XVIII. 211 – 279.
- [2] *Holl I.* (1971): Budapest Régiségei, XXII. 161 – 207.
- [3] *Duma Gy.* (1978): Mitteilungen der Kommission für Burgenforschung und Mittelalter-Archäologie, Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 24. 249 – 262.
- [4] *Voit P.* (1956): Budapest Régiségei, XVII. 83 – 138.
- [5] *Duma Gy.* (1974): Építőanyag, 26. 204 – 211.
- [6] *Duma Gy.* (1975): Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft, 52. 1 – 4.
- [7] ASTM. – American Society of Testing Materials meghatározása.
- [8] *Eitel W.* (1929): Physikalische Chemie der Silikate. Leipzig.
- [9] *Lehmann H. – Schulze M. T.* (1953): Berichte der Deutsche Keramischen Gesellschaft 16. 1 – 19.
- [10] *Reich L.* (1958): MAFI – Alapadattár.
- [11] *Scherf E.* (1925): Hidrológiai Közlöny, 19 – 88.
- [12] *Dietzel A.* (1942): Sprechsaal, 82 – 85.
- [13] *Hinz W.* (1963): Silikate-Grundlagen der Silikate-wissenschaft und Silikatchemie. Berlin (DDR)
- [14] *Náray-Szabó I.* (1962): A szilikátúvegek fizikai tulajdonságai. Budapest.
- [15] *Millner T.* (1953): Vákuumtechnika I. Budapest.
- [16] *Duma Gy. – Galgóczy B.* (1958): Építőanyag, 10. 420 – 439.
- [17] *Duma Gy.* (1958): Budapest Régiségei, XVIII. 565 – 575.

Duma György: Középkori ólomházak

A középkori kályhacsempe máza természettudományos vizsgálata alapján bizonyos, hogy a XV. század kezdetétől annak végéig, előállításukkal kapcsolatos jelentős technológiai fejlődés következett be. A vörösre égő agyagból készült alapanyagokat borító fehér színű angobrétegek megjelenése, tökéletesedése, majd a század végén általános használata, az átlátszó mázak színeinek élénkségét fokozta. A kályhacsempék mázainak kémiai összetételében megfigyelt változás, – az egyszerű ólom-szilikátokról

az üvegszerkezetű ólomházakra való áttérés – jelentős fejlődésnek tekinthető.

Дума, Дь.: Средневековые свинцовые глазури

На основании научных испытаний глазурей кафельных плиток средневекового происхождения можно сделать однозначное заключение, что начиная с XV. века до конца этого века произошло значительное развитие технологии их производства. Это развитие выражалось в появлении ангобовых-слоев белого цвета, покрывающих основной материал, изготовленный из обожженной до красного черепка глины, в совершенствовании этих слоев, что в свою очередь привело к концу столетия к общему распространению этих технологий, а также улучшению яркости цветов прозрачных глазурей. Изменения, наблюдавшиеся в химическом составе глазурей кафельных печных плиток, выразившееся в переходе от простых свинцовых силикатов к свинцовым глазурям стекловидной структуры, можно считать значительным шагом вперед в развитии технологии.

Duma, György: Mittelalterliche Bleiglasuren

Aus naturwissenschaftlichen Untersuchungen der mittelalterlichen Ofenkachelglasuren geht eindeutig hervor, daß seit dem Beginn des XV. Jahrhunderts, hinsichtlich ihrer Herstellung eine bedeutende technologische Entwicklung eingetreten ist. Das Erscheinen, die Vervollkommen, sowie am Ende des Jahrhunderts bereits allgemeine Anwendung der weißen Engobeschicht, mit welcher die aus rotbrennenden Tonen angefertigten Grundstoffe überzogen wurden, steigerte die Leblichkeit der Farben durchscheinender Glasuren. Die beobachtete Änderung der chemischen Zusammensetzung von Ofenkachelglasuren – der Übergang von einfachen Bleisilikaten auf glasstrukturelle Bleiglasuren – kann als eine bedeutsame Entwicklung betrachtet werden.

Duma, György: Lead-containing Glazes from the Middle Ages

Scientific examinations proved that a decisive technological development in the manufacture of stove tiles took place between the beginning and the end of the fifteenth century. During this time the use of white engobe coating layers over red crockery became general, causing a search for more vivid colours of transparent glazes. The chemical composition of glazes showed a considerable development: simple lead silicates were replaced by more complicated vitreous lead glazes.

Szabadalom figyelő

- H/2711 *Eljárás üvegek utólagos formázására rogyasztással*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz., 882–883. old.)
- T/21 356 *Eljárás és gázegő gömbalakot jól közelítő üveggyöngy méretkorlátozás nélküli előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz., 894. old.)
- T/21 423 *Elektromos fényforrás üvegprekurzorral védett árambevezetőkkel*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz., 909. old.)
- T/21 425 *Alumínium-oxid kisülőcsöves nagynyomású nátriumlámpa és eljárás annak előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz., 909. old.)
- 177.549 *Kenímia betétes extruder szájnnyílás főként kerámiaipari extruderekhez*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz., 914. old.)
- 177.553 *Építőanyagipari nyersanyagterméket méretre vágó automata*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz. 914. old.)
- 177.554. *Szerkezet osókemencék görögös alátámasztására*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 914. old., 11. sz.)
- 177.558 *Eljárás fényáteresztő, sűrű, sokkristályos alumíniumoxid szinterestek, elsősorban világítócsövek előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz. 914. old.)
- 177.584 *Eljárás gázok tisztítására*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz. 917. old.)
- 177.599 *Szintkifolyású olvasztókemence különösen üvegfrött és hasonló anyagok olvasztásához*
(Szabadalmi Közlöny, 86. k., 1981., 11. sz. 918. old.)
- 177.625 *Aknakemence szemcsés anyagok kiegészítésére*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 11. sz., 919–920. old.)
- 177.647 *Berendezés pépes vagy ömlesztett anyag, például oltott mész vagy takarmánykeverék továbbítására, főleg tároló vagy előkészítő gödörből való kiemelésére*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 11. sz., 921. old.)
- 177.673 *Eljárás vízmentes alumíniumklorid előállítására alumíniumoxid vagy alumíniumoxid-tartalmú anyagok redukív klórozásával*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k. 11. sz., 923. old.)
- T/21 465 *Eljárás granulált zeolit-katalizátor előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 961. old.)
- T/21 481 *Burkolóelemegység*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 964. old.)
- T/21 491 *Eljárás és berendezés finomszemcsés anyag hőkezelésére*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 965. old.)
- T/21 536 *Építőipari vasbetonelemek illesztési hézagainak, illetve dilatációs üregeinek kitöltésére szolgáló tixotróphézagkitöltő anyag és eljárás ennek előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 977. old.)
- T/21 538 *Kövek, kőburkolatok tisztítására és felfrissítő maratására alkalmas kompozíció és eljárás a kompozíció előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 977. old.)
- T/21 552 *Folyadék-tömör tartály előfeszített vasbetonelemekből elsősorban tisztítóberendezésekhez*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 980. old.)
- T/21 567 *Égő, folyadékban szuszpendált finomszemcséjű szén tüzelőanyagként történő elégetésére*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 982. old.)
- 177.748 *Eljárás és berendezés a forgókemence falazat élettartamának növelésére*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 999. old.)
- 177.778 *Eljárás olvasztott bázikus tűzállóanyag szemcse előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 1981., 86. k., 12. sz., 1001–1002.)
- H/2753 *Dobmalom rugalmas védőburkolattal*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz. 267. old.)
- T/22 123 *Berendezés betonkeverék formábtöltésére betoncsövek előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. i., 4. sz., 279. old.)
- T/22 137 *Ömlesztett anyag bevezetőportalanító adapter, illetőleg pormentes szállítószalagos fogadógarat*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz., 281. old.)
- T/22 144 *Eljárás szemcsés műkorrundtartalmú termék előállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz., 283. old.)
- T/22 186 *Vízáró tömítőanyag előállítására alkalmas akril-monomereket és szilárd töltőanyagokat tartalmazó rendszer*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz., 294. old.)
- T/22 187 *Nedvszívó és szagtalanító hatású ásványkompozitum*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz. 295. old.)
- T/22 188 *Eljárás fokozott tapadóképeségű bitumen előállítására útépitési célokra*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz., 295. old.)
- T/22 209 *Hő- és hangszigetelő könnyű szendvics elem burkolat céljára*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz., 298. old.)
- T/22 218 *Hőszigetelő szerkezet, valamint gáztartály*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz. 299. old.)
- T/22 248 *Eljárás és berendezés akusztikus emissziós események időtartamhű detektálására tetszőleges amplitúdó szelektálás mellett*
(Szabadalmi Közlöny, 87. k., 1982., 4. sz., 305. old.)
- T/22 251 *Eljárás és berendezés áramló gázok szilárdanyag-tartalmának meghatározására*
(Szabadalmi Közlöny, 1982., 87. k., 4. sz., 305. old.)
- 178.257 *Berendezés az égetni kívánt anyag égetőkemencén való keresztülállítására*
(Szabadalmi Közlöny, 87. k., 1982., 4. sz., 318. old.)

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat. Budapest VII., Lenin krt. 9 – 11. 1073

Telefon: 221-285. Levélcím: Postafiók 223. 1906

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivataloknál, és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1 1900) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 25 – 90162 pénzforgalmi jelzőszámlára.

Előfizetési díj: negyedévre 57, – félévre 114, – Ft, egyes szám ára 19, – Ft.

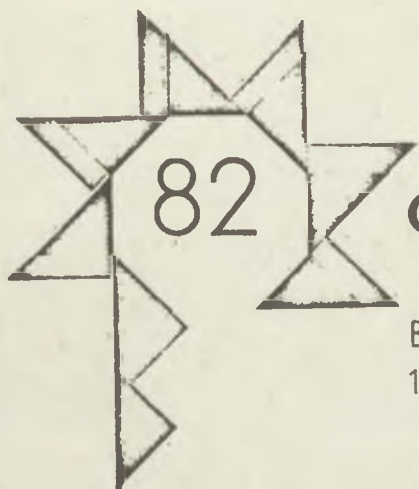
Megjelenik havonként



82/0000. Franklin Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

INDEX: 25250
HU ISSN 0013–970 X



ORGTECHNIK

Budapest

1982. november 16–20

"Versenyképes szervezés- és vezetéstechnikai eszközök, alkalmazások"

Bemutatásra kerül

1. Információ rögzítő, továbbító, tároló eszközök
2. Reprográfia eszközei
3. Dokumentumok nyilvántartásának, rendszerésének, kezelésének eszközei
4. Irat- és adatfeldolgozás eszközei
5. Irodai és adatfeldolgozó munkahelyek kialakítása. Irodafelszerelés
6. Irodai kisgépek
7. Irodaszerek, műszaki rajzeszközök
8. Termelésirányítás eszközei
9. Üzemi munkahelyek korszerű kialakítása és ehhez felhasznált eszközök
10. Szervezéstechnikai software
11. Szervezési szakirodalom

Szakmai napok, termékismertető előadások

- a mezőgazdaság
- az ipar
- a kereskedelem
- az oktatás
- a kutatás-fejlesztés területéről

Várjuk látogatását!

Országos Széchenyi Könyvtár Budavári Palota "F" épület.
Budapest, I.Szent György tér. A Budapesti Történeti Múzeum mellett.

ORGTECHNIK'82
RENDEZŐ BIZOTTSÁGA

Szervezési és Vezetési Tudományos Társaság, a MTESZ tagja