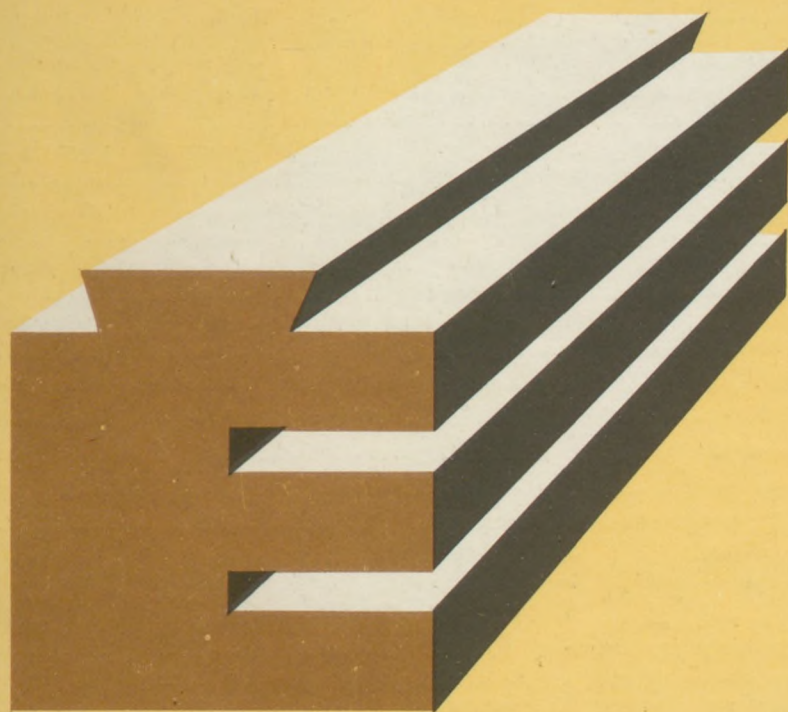


302 9351



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

**7**

**XXIX. ÉVFOLYAM**  
**BUDAPEST 1977. JÚLIUS**  
**EPITAA 29 (7) 281–320 (1977)**

2

# ÉPÍTŐANYAG

**A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a téglá-, a cserép- és kő-kavicsipar, a szigetelőanyagok ipara tudományos szakirodalmi folyóirata**

Szerkesztő bizottság

elnök:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Csizi Béla

Erdély Imre

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Hinsenkamp Alfréd

Dr. Jilek József

Dr. Kovács Róbert

Kováts Jenő

Lenkei György

Dr. Lőcsei Béla

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Träger Tamás

## TARTALOM

<i>Tóth Kálmán – Losonczy Géza:</i> A hőszigetelőanyag-gyártás és felhasználás új tendenciái .....	281
<i>Danjusevskij V. Sz – Csao Pin-Huan – Karimov N. H – Gubkin N. N.:</i> A cementpép duzzadásának vizsgálata a szilárdulás korai szakaszában .....	289
<i>Lukács András:</i> Égetési folyamat és massaösszetétel összefüggései a kőagyag padlóburkolólap gyártásánál .....	292
<i>Gallyas Miklós – Wagner Endre:</i> Reaktív máz és alapmáz közötti diffúzió tanulmányozása radioizotópos módszerrel .....	299
<i>Kolostori János:</i> Összefüggés az őrlemény átlagos tartózkodási ideje és a malmok főbb jellemzői között .....	305
<i>Moser Miklós:</i> Alumínium-oxid és szilícium-karbid kerámiák mikroszövege .....	309
<i>Molnár László:</i> A Hollóházi Porcelángyár technológiai és művészeti fejlődése .....	316
Konferencia hírek .....	291
Lapszemle .....	298 308 315 320
Könyvismertetés (dr. Sikota Győző) .....	B III

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Тот, К. – Лошонци, Г.:</i> Новые направления производства и применения теплоизоляционных материалов .....	281
<i>Данюшевский, В. С. – Чжао Пин-хуан – Каримов, Н. Х. – Губкин, Н. М.:</i> Метод контроля расширения цементного теста на ранней стадии твердения .....	289
<i>Лукач, А.:</i> Взаимное влияние процесса обжига и состава массы в производстве гончарных облицовочных плиток для полов .....	292
<i>Гайауи, М. – Вагнер, Э.:</i> Исследование процесса диффузии между реактивной и основной глазурью помощью радиоизотопного метода .....	299
<i>Колостори, Я.:</i> Зависимость между средним временем пребывания продукта помола в мельнице и важнейшими характеристиками различных мельниц .....	305
<i>Мозер, М.:</i> Микроструктура кремнекарбидовых шлифовальных инструментов ....	309
<i>Мольнар, Л.:</i> Холлохазовский фарфоровый завод .....	316

## INHALT

<i>Tóth, Kálmán – Losonczy, Géza:</i> Neue Tendenzen in der Herstellung und Anwendung von Wärmedämmstoffen .....	281
<i>Danjuschewski, W. S. – Tschao Pin-Chuan – Karimow, N. Ch. – Gubkin, N. N.:</i> Untersuchung der Blähung des Zementbreis in der Anfangsphase der Erhärtung ....	289
<i>Lukács, András:</i> Zusammenhang zwischen dem Brennprozeß und der Massenzusammensetzung bei der Fertigung von Steinzeug-Fußbodenplatten .....	292
<i>Gallyas, Miklós – Wagner, Endre:</i> Untersuchung der Diffusion zwischen der reaktiven und der Grundglasur mit radioisotopischem Verfahren .....	299
<i>Kolostori, János:</i> Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Durchgangszeit des Mahlgutes und den wichtigeren Kennzeichen verschiedener Mühlen .....	305
<i>Moser, Miklós:</i> Mikrostruktur der Siliziumkarbid-Schleifwerkzeuge .....	309
<i>Molnár, László:</i> Die Porzellanfabrik Hollóháza (Ungarn) .....	316

## CONTENS

<i>Tóth, Kálmán – Losonczy, Géza:</i> New Trends in the Manufacture and Application of Heat Insulating Materials .....	281
<i>Danyushevskii, V. S. – Chao Pin-Huan – Kezimov, N. H. – Gubkin, N. N.:</i> Expansion of Cement Paste in the Early Period of Hardening .....	289
<i>Lukács, András:</i> Connexions between the Firing Process and Body Compositions in the Manufacture of Stoneware Floor Tiles .....	292
<i>Gallyas, Miklós – Wagner, Endre:</i> A Diffusion Study between Reactive and Base Glazes by Radioactive Tracing .....	299
<i>Kolostori, János:</i> Connexions between Mill Parameters and the Hold Time of Ground Material in the Mill. ....	305
<i>Moser, Miklós:</i> Microtexture of Silicon Carbide Grinding Tools .....	304
<i>Molnár, László:</i> The Hollóháza China Factory .....	316

## A hőszigetelőanyag-gyártás és felhasználás új tendenciái

TÓTH KÁLMÁN – LOSONCZY GÉZA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

### 1. Az optimális szigetelési vastagság

Az energiaárak ugrásszerű növekedése az energiatakarékosság elvének alkalmazását a kormányzatok fontos feladatává tette. A műszaki szakemberek felismerték annak lehetőségét, hogy az épületek, valamint az ipari berendezések fokozottabb hőszigetelésével jelentős energia takarítható meg a népgazdaság számára [1].

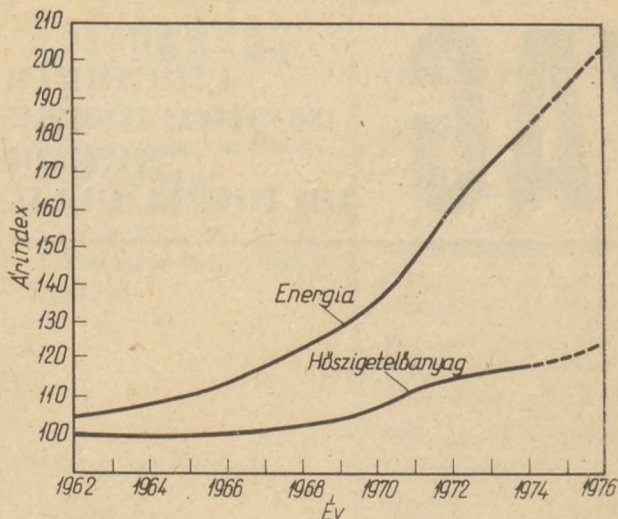
A felismerés megváltoztatta azt a régi szemléletet, amely szerint elégséges az épületek külső falait és tetőfödémét az ún. „hőtechnikai minimumnak” megfelelő hőszigeteléssel ellátni. E szigetelési mód elegendő az épületszerkezetek állagvédelmére a belső felületi kondenzációval és fagyhatásokkal szemben, továbbá a lakók minimális kényelmi igényeinek kielégítésére, az állandó 20–22 °C-os léghőmérséklet kialakítására, de nem számol a fűtési energia szükséglettel és nem veszi figyelembe az energiatakarékosság követelményét. Ma már elfogadott, hogy nem elegendő egy létesítményt minimális költséggel létrehozni, hanem a létesítési és az üzemeltetési (fűtési)

költségnek együttesen kell a legkisebbnek lennie, vagyis úgy kell tervezni, hogy az állagvédelem és a funkcionális igények mellett a gazdaságosság elve is fokozatosan érvényesüljön. A gazdaságosan tervezett épület „hőtechnikailag optimális”.

Nemcsak a könnyűszerkezetes, hanem az egyéb építési módon sem nélkülözhetik a hőszigetelőanyagokat különösen akkor, ha a létesítmény hőtechnikailag is optimálisra méretezik. A hőtechnikailag optimálisra tervezett létesítmény hőszigetelő anyagának vastagságát nevezzük „optimális szigetelési vastagság”-nak [2].

### 2. Az energiahordozók és a szigetelőanyagok átváltozása, összefüggése szigetelési vastagsággal

A szigetelőanyag optimális vastagsága nemcsak a beruházási költségektől, hanem a fűtési energia árától is függ. Az elmúlt években az energia és a szigetelőanyag árindexének növekedési sebessége egymástól igen jelentősen eltért. Az 1. ábra az Angliában bekövetkező árindex változásokat szemlélteti [3].



1. ábra. Energia és hőszigetelő anyag árindexváltozás a nyugat-európai államokban

Az árváltozások hasonló tendenciája érvényesül csaknem valamennyi fejlett ipari államban. Ebből az következik, hogy az optimális szigetelési vastagság érzékenyebben hat a fűtőanyag árának változására, mint a beruházási költségek változása. Az energia árának növekedése az 1960-as évek elejétől egyenletes, 1973-tól ugrásszerű. A hőszigetelő anyag ára az 1960-as évek végétől kezdett növekedni, de még 1973 után sem mutatott ugrásszerű növekedést.

A magyar gazdasági élet eltérő szerkezete miatt az árnövekedés üteme az előbbtől különbözik. A hazai energiaárakra vonatkozó mutatókat az 1. táblázatban, a hőszigetelő anyagok árindexét a 2. táblázatban ismertetjük.

1. táblázat

A termelési energiaárak indexének változása 1968-tól 1976-ig (Az Országos Anyag és Árhivatal adatai alapján)

	1968 %	1971 %	1975 %	1976 %
Szén	100	—	115	138
Földgáz	100	74 (átl)	108	141
Tüzelőolaj	100	58	104	140
Fűtőolaj	100	88	132	172

Amíg a felsorolt energiahordozók árindexe 1976-ban 140–170%, addig a hőszigetelő anyagok, tényleges bekerülési költségét kifejező árnövekedése átlagosan 130%. A magasabb árindexű parafa és poliuretánhab a teljes hazai hőszigetelő anyag termelésnek kb. 6%-át teszi ki.

Az 1. és 2. táblázat adatai szerint az energia és a hőszigetelő anyag árindexe között nincs

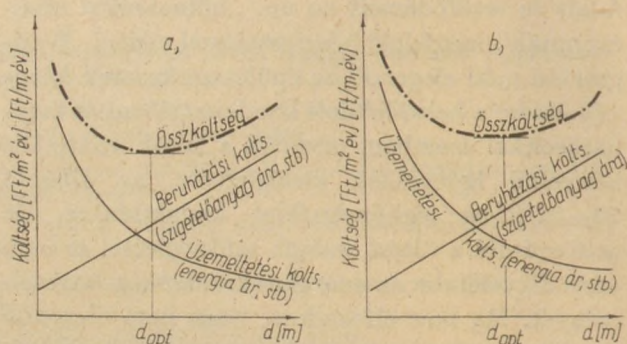
olyan mértékű eltérés, mint a nyugati államokban, annak ellenére, hogy az energiaárak világszerte bekövetkező növekedése a magyar népgazdaságot is érzékenyen érintette. E sajátosság a fogyasztók érdekeit tekintő jelentős ártámogatással magyarázható, és ennek következtében az energia ára nem fejezi ki a tényleges népgazdasági értéket. A fokozott hőszigetelés fontosságának megítélésakor e sajátosságot is figyelembe kell venni.

Az optimális szigetelési vastagságnak az energia áratól való függősége nemcsak az építőiparra, hanem az ipari berendezésekre, távvezetésekre, stb. is érvényes.

Az üzemi termelés akkor gazdaságos, ha a berendezések, csővezetékek hőszigetelése optimális. Azonban az energiaárak állandó növekedése miatt növelni kell a szigetelőanyag vastagságát is ahhoz, hogy az üzemeltetés gazdaságos maradjon.

Az optimális szigetelési vastagság változását szemlélteti a 2.a és a 2.b ábra az energiaárak és a beruházási költségek függvényében. Az üzemeltetési költség általában hiperbolikusan csökken a szigetelési vastagság növekedésével, a beruházási költségnövekedés pedig lineáris. A két költség-görbe összege képezi az összköltség-görbét. Ennek legkisebb értékéhez tartozó szigetelési vastagság lesz optimális.

Ha az energiaárak növekednek, az üzemeltetési költségre jellemző görbe az ábrán magasabban fog elhelyezkedni, az optimum helye a nagyban szigetelési vastagság felé tolódik (2.b ábra). Ebben az esetben tehát a megnövekedett energiaárak a vastagabb szigetelés alkalmazását teszik lehetővé, ahhoz, hogy egy létesítmény összköltsége gazdaságosan optimális maradjon. A nagyobb energiaárak mellett a jobb minőségű, hosszabb élettartamú, nagyobb határfokú, tehát a költségesebb szigetelés is gazdaságos, mivel az a megtakarított energia árával rövid idő alatt megtérül.



2.a és 2.b ábra. Az optimális szigetelési vastagság meghatározása

A hazai termelésű hőszigetelő anyagok árindexének változása 1968-tól 1976-ig (%-ban)

Megnevezés	1968	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Ásványi és kőzetgyapot	100	—	110	—	—	—	121	—
Duzzasztott perlit P <sub>1</sub>	100	111	—	—	—	—	130	—
P <sub>2</sub>	100	117	—	—	—	—	134	—
P <sub>3</sub>	100	124	—	—	—	—	129	—
Parafa, expanzit	100	—	—	—	124	179	223	198
Polisztriolhab önkiooltó	100	—	—	88	—	124	—	—
Polisztriolhab normál	100	—	—	100	—	140	—	—
Poliuretánhab 30 kg/m <sup>3</sup> , 100 mm vastag lemez	100	—	—	—	—	—	139	—
Poliuretánhab 55 kg/m <sup>3</sup> 100 mm vastag lemez	100	—	—	—	—	—	180	—

### 3. A szigetelőanyag kiválasztásának követelményei

A megfelelő szigetelőanyag kiválasztása előtt műszaki és gazdasági elemzést célszerű végezni. A legelőnyösebb választást megkönnyíti a piaci kínálat és tendencia, valamint a minőség — használati érték — ár összefüggéseinek ismerete. A továbbiakban a teljesség igénye nélkül a kiválasztás követelményeiről nyújtunk rövid áttekintést.

A gyártási alapanyag kémiai összetétele szerint megkülönböztetünk szervetlen és szerves eredetű hőszigetelő anyagokat. Mindkét csoportba számos fajta tartozik, azonban tárgyalásunk során csak a legelterjedtebb és nagy tömegben használatos néhány anyaggal foglalkozunk. A szervetlen eredetűek közül a szálas, üveg- és ásványgyapot termékfajtákat, a szerves anyagok közül a műanyaghabokat, a polisztirol és poliuretán-habokat tárgyaljuk.

A külföldi és a hazai hőszigetelő anyaggyártás nemcsak az egy lakosra jutó termékmennyiséget tekintve, hanem szerkezete szerint is eltérően fejlődött. Ennek üteme világszerte, de különösen a fejlett ipari államokban az 1960-as évek elején felgyorsult, és az energiaválság tovább fokozta a fejlődés ütemét. Új eljárások láttak napvilágot, nagy tömegben gyártott olcsó szigetelőanyagok kerültek piacra. A fejlődés fő tendenciája az volt, hogy bár a szilikát szálas anyagok gyártása nagyobb tőkebefektetést igényel, mint a műanyaghaboké (ez utóbbiakra inkább a kis beruházási és nagy alapanyag költség jellemző), mennyiségileg mégis megelőzték a műanyaghabokat. Ennek oka elsősorban a szilikátbázisú szigetelőanyagok na-

gyobb kémiai stabilitásában, éghetetlenségében, szélesebb minőségi választékában és más alkalmazástechnikai előnyökben kereshető [4].

A 3. táblázatban összefoglaljuk az Egyesült Államok, Franciaország, az európai tőkés államok 1975-ből származó fajlagos termelési adatait és összehasonlítjuk a hazai helyzettel, amelyet a táblázat utolsó oszlopában mutattunk be. Az európai átlagot tekintve a legkisebb adatok Törökországból (0,15 kg/fő szálas anyag), a leg-

3. táblázat

Szeretlen és szerves hőszigetelő anyagok fajlagos termelési adatai (1975)

Termék megnevezése	USA	Franciaország	Európai átlag (tőkés áll.)	Magyarország
	Termelés, kg/fő.év			
TEL üveggyapot	3,00	2,22	1,20	—
Egyéb üveggyapot	1,10	—	0,18	—
Ásványi- és alakgyapot	0,90	1,33	0,80	1,52
Szeretlen szálas anyagok összesen	5,00	3,55	2,18	1,52
Polisztirolhab (hőszigetelés célú)	0,10	0,73	0,40	0,50
Poliuretánhab (hőszigetelés célú)	0,36	0,22	0,12	0,13
Műanyaghabok összesen	0,46	0,95	0,52	0,63
A szervetlen és szerves anyagok aránya				
	10,8	3,7	4,2	2,4

nagyobbak Finnországból (9,0 kg/fő szálas anyag) származnak.

Megjegyezzük, hogy az egy főre jutó fogyasztás négy tényezőtől függ:

- az időjárási viszonyoktól (égövi zóna),
- az ipari fejlettség szintjétől,
- a gazdasági tevékenység szerkezetétől, úgymint a fogyasztás és a beruházás arányától,
- a termelés energiafüggőségének mértékétől.

Hazánkban a szerves (szilikát) szálas anyagok termelési szintje az európai átlag alatt helyezkedik el, viszont a hőszigetelés célú műanyagtermelés az európai átlagnál magasabb.

A szerves szálas és a szerves anyagok arányára jellemző, az európai átlagnál alacsonyabb érték a tőkés államoktól eltérő hazai beruházáspolitikából következik. Az arány megváltoztatását, azaz a szilikát szálas anyagok termelési arányának növelését több tényező is indokolja.

#### *Energia tényezők*

A szilikát szálas szigetelőanyagok közül az üvegyapot gyártása földgázból, az ásványgyapot termelése pedig szénből, ill. kokszból előállított energiát igényel.

A műanyaghabok gyártásának alapanyaga kőolaj és földgáz. Az előállításához szükséges energia is jórészt kőolajból és földgázból származik.

Bármelyik energiahordozót tekintve hazánkban az energia drága. Várható, hogy jövőben ismét a hazai termelésű energiahordozók, a szén és a földgáz kerülnek előtérbe. Éppen ezért az energiahordozók oldaláról nézve is indokolt a szénen és a földgázon alapuló termékfajták gyártását a szerves anyagokhoz viszonyítva jobban fejleszteni.

#### *Import tényezők*

A műanyaghabok alapanyagát a feldolgozó vállalatok külföldről importálják. A polisztírol granulátumot részben nyugati, részben szocialista országokból, a poliuretán alapanyagot pedig csak nyugatról vásárolják, bár a jövőben az NDK-ból származó poliuretánra is lehet számítani. A beszerzési források változhatnak, de a feldolgozó hazai vállalatok továbbra is importra lesznek utalva, ami az ellátás minőségi és mennyiségi ingadozását okozhatja.

#### *Minőségi tényezők*

A hőszigetelőanyagok minőségi jellemzőinek ismerete alapján lehet dönteni a műszakilag legmeg-

felelőbb fajta kiválasztásáról. A túlzott követelmények kielégítése a beruházót fölöslegesen terhelheti, ezért a kiválasztás előtt ajánlatos megkeresni a tényleges igények és a szükséges minőség közötti összhangot. A következőkben felsoroljuk a kiválasztás néhány műszaki követelményét:

- Hőtechnikai jellemzők. A fontosabbak: hővezetőképesség, testsűrűség, vízgőzdiffúziós ellenállás
- Hőállóság és éghetőség
- Mechanikai tulajdonságok, úgymint a nyomó-, húzó- és hajlítószilárdság
- Vízfelvételképesség
- Kémiai ellenállóképesség savakkal, lúgokkal, a környezetben előforduló bármely anyaggal szemben,
- Ellenállóképesség a mikroorganizmusokkal szemben, öregedéállóság
- Alaktartósság.

A kiválasztás egyéb kritériumai:

- Szállítás és tárolás feltételeinek biztosítása,
- Beépíthetőség, munkai igényesség,
- Gazdaságosságra ható tényezők, úgymint: az élettartam, a szigetelőanyag gyengeségeit ellensúlyozó védőréteg ára, szerelési költség, stb.

#### **4. A szigetelőanyag kiválasztása a hőtechnikai egyenérték alapján**

A helyes műszaki és gazdasági értékelésnél nélkülözhetetlen a „hőtechnikai egyenérték” követelményeinek ismerete. Ennek alapján lehetséges az egymással helyettesíthető hőszigetelő anyagok pontos összehasonlítása.

Hőtechnikailag azok az anyagok egyenértékűek, amelyeknek hőáteresztőképessége,  $\Lambda$  ( $W/m^2, K; kcal/m^2, h, ^\circ C$ ) azonos. A hőáteresztőképesség a hővezetési tényező,  $\lambda$  ( $W/m, K; kcal/m, h, ^\circ C$ ) és a rétegvastagság,  $d$  (m) arányának függvénye. A hővezetőképesség olyan anyagi tulajdonság, amelynek értéke az anyag szerkezetén kívül függ az átlagos hőmérséklettől, a testsűrűségtől és a nedvességtartalomtól. Valamely elválasztó szerkezet hőáteresztőképessége a szigetelés vastagságának növelésével csökkenthető.

Tehát ahhoz, hogy a különböző szigetelőanyagok technikailag összehasonlíthatók legyenek, ismerni kell a testsűrűség és a hővezetőképesség hőmérséklet és esetenként nedvességtartalom függését. A gazdasági összehasonlításhoz pedig a faj-

lagos költségek, (Ft/m<sup>2</sup>, vagy Ft/m) mellett figyelembe kell venni a járulékos szerelési költségeket, az üzemeltetési előnyöket, az élettartam különbségeket stb.

Valamennyi műszaki és gazdasági követelmény részletes vizsgálatára e rövid áttekintés keretében nincs lehetőség. Az olvasó tájékoztatására és munkájának megkönnyítésére azonban az anyagkiválasztás legfontosabb követelményértékeit néhány gyakrabban alkalmazott szeretlen és szerves eredetű szigetelőanyag típus jellemzésével ismertetjük. A példák között szerepeltetünk külföldi és hazai eredetű üveg-, ásványgyapot, polisztirolhab és poliuretánhab termékfajtákat és összehasonlítjuk a testsűrűség, a hővezetőképesség, az éghetőség, az ár és a piaci kínálat alapján,

továbbá meghatározzuk a hőtechnikai egyenértéküket. Az értékelésre kiválasztott adatokat a 4. és az 5. táblázatban foglaljuk össze [5], [6].

A hőtechnikai és a gazdasági jellemzők alapján a szigetelőanyagokról általánosan a következőket állapíthatjuk meg:

1. A hővezetőképesség csökkenésével a hőtechnikailag egyenértékű anyagok szigetelési vastagsága is csökken.
2. A nagyobb testsűrűségű hőtechnikailag egyenértékű anyagok felületi tömege is nagyobb. A hőtechnikailag egyenértékű szigetelések közül a kisebb testsűrűségű anyagok a kedvezőbbek. A 4. táblázatban felsoroltak közül e tekintetben legelőnyösebbek a finomüvegyapotból készült termékek.

4. táblázat

A hőszigetelő anyagok minőségi értékelése

Megnevezés	Testsűrűség, hővezetési tényező			Éghetőség, hőállóság	Egyenértékű = 1 W/m <sup>2</sup> , K esetén	
	kg/m <sup>3</sup>	W/m, k 20 °C	Kcal/m.h. °C		vastagság m	tömeg kg/m <sup>2</sup>
Üvegyapot lemez	20 – 30	0,035 – –0,040	0,030 – 0,035	Üvegyapot nem égethető. Alkalmazás felső hőm. hat: műanyagköt. lemez: 250 °C, + papírral kasírozott: 200 °C matrac, nemez: 450 °C	0,035 – –0,040	0,87 – 1,00
Ásványgyapot lemez	70 – 80	0,035 – –0,040	0,030 – –0,035	Ásványgyapot nem éghető. Alk. felső hőm. határ: műanyagkötésű lemez 250 °C, + papírral kasírozott: 200 °C matrac: 650 °C	0,035 – –0,040	2,62 – 3,00
Polisztirolhab	20 – 30	0,040 – –0,044	0,035 – –0,038	Éghető, adalékoktan önkioltó. Hőm. állósága 70 – 80 °C	0,040 – –0,044	1,20 – 1,32
Poliuretánhab	30 – 40	0,032 – –0,037	0,028 – –0,032	Éghető, készül önkioltó változatban is. Hőmérsékletállósága hosszabb ideig: 120 °C	0,032 – –0,037	1,20 – 1,48

5. táblázat

A hőszigetelő anyagok gazdasági értékelése

Megnevezés	Gyártó vállalat és ország	Termék jele, megnevezése	Test-sűrűség kg/m <sup>3</sup>	Termék ára (1976) (szállítási költs. vám, illeték stb. nélkül)		Hőtechnikailag egyenértékű anyag ára (1976)	
				\$/m <sup>3</sup>	Ft/m <sup>3</sup>	\$/m <sup>3</sup>	Ft/m <sup>3</sup>
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
TEL típusú finom-üvegyapot lemez	Saint-Gobain Industrie Franciaország	PB 156	22	39,74	1669	1,51	63,42
	S.P.A. Vetreria Italiana, Olaszország	Panello I-44	22	38,20	1604,40	1,45	60,96
	Linzer-Glaspinnerei Ausztria	Wärme Dämmplatten	20	19,06	800,52	0,72	30,42
Ásványgyapot	Gullfiber AB Svédország	Minwool skiva 3030	70	43,25	1820,0	1,64	59,30
	KÖSZIG Magyarország	ISOLYTH	80	–	842,0	–	32,0

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Polisztirolhab	Világpiaci helyzet		30	27,0 – 31,5	1135,0 – 1322,0	1,13 – 1,32	47,4 – 55,5
	NITROKÉMIA Magyarország	NIKECELL	30	–	1050,0	–	44,2
Poliuretánhab	Világpiaci helyzet		40	66,7 – 133,4	2800,0 – 5600,0	1,90 – 3,80	80,0 – 160,0
	ÉVM Magyarország	RP – 50 – FPP (Papírral kasírozott)	36	–	3680,0	–	105,0
	ÉVM Magyarország	RP – 50 – PBB (bitumenes le- mezzel kasíro- rozott)	36	–	3820,0	–	109,0
	ÉVM Magyarország	RP – 50 – PEPE (poli- etilénfóliával kasírozott)	36	–	4340,0	–	124,0

3. A hőszigetelő anyag kiválasztásának egyik fontos kritériuma a nyílt lánggal és a hőmérséklet növekedéssel szemben mutatott magatartás. Az éghető műanyagok alkalmazási területe sokkal szűkebb, mint a szerves anyagoké és ott, ahol a nedvesség okozta hatásoktól nem kell tartani, a szálas szigetelőanyagok fokozódó mértékben terjednek el. A zárt vagy csaknem zárt pórusú műanyaghabok a nedvesség hatásának jobban ellenállnak, de alkalmazásuk felső hőmérséklet határa kisebb, mint a szilikát szálas anyagoké. A hőállóságban tapasztalható különbség is hozzájárul ahhoz, hogy a fejlett szigetelőanyag iparral rendelkező országokban a szerves anyagok fajlagos felhasználása sokkal nagyobb, mint a szerves anyagoké és számítani lehet a különbség növekedésére.

4. Gazdasági vonatkozásban a szigetelőanyag kiválasztásakor és értékelésekor könnyen eligazít a hőtechnikailag egyenértékű szigetelés anyagköltsége, amelyet az 5. táblázat utolsó oszlopában ismertetünk. Az árak kialakulásában különböző műszaki, gazdaságpolitikai stb. tényezők érvényesülnek.

A TEL típusú üvegyapot termékekről általánosan a következők állapíthatók meg:

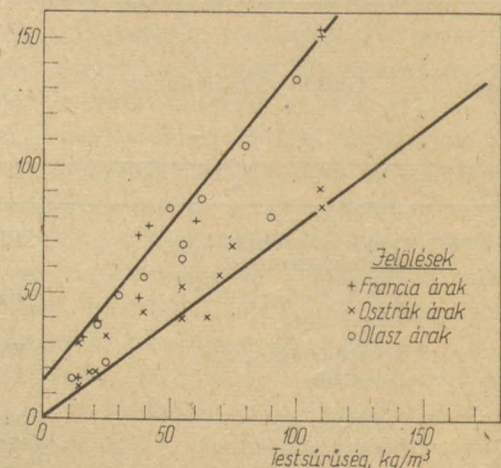
- Az egyszerű nemez (filc) ill. lemez termékek  $m^3$  ára jó közelítéssel a testsűrűséggel arányosak.
- A kasírozó termékek ártendenciája hasonló, de a kasírozó segédanyagok többletköltsége miatt magasabb.
- A többfunkciós hő- és hangszigetelő anyagok ára a speciális kikészítés, nagyobb méretpontosság, esetleg magasabb esztétikai kö-

vetelmények és gondosabb csomagolás miatt még magasabbak.

- Az egyes országok azonos minőségűnek tekinthető TEL termékei szintén mutatnak szórást, ami a belső forgalmi adók, bérszínvonal, termelékenység, stb. következménye.

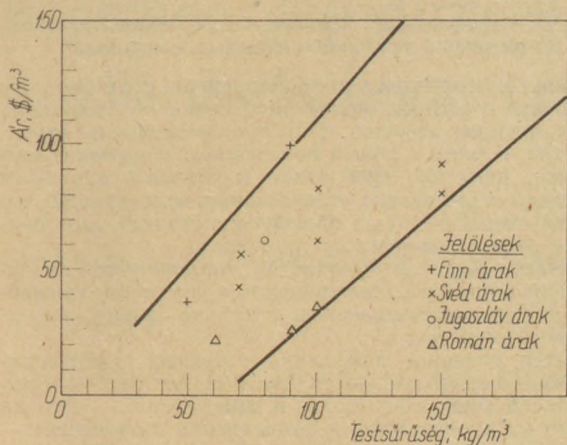
A TEL üvegyapot lemez áralakulásának szemléltetésére bemutatjuk a 3. ábrát. Az abszcisszára a testsűrűséget, az ordinátára a francia, az olasz és az osztrák gyártó vállalatok árajánlatait tüntettük fel. A 3. ábrán a termékárak jó közelítéssel két egyenes között helyezkednek el. Általában az osztrák árak, valamivel alacsonyabbak, mint a francia vagy olasz ajánlatok.

A 4. ábra az ásványapot nemzetközi ár helyzetét tükrözi. A magyar ipari üzemek, főleg hazai termelésű, kisebb részben Finnországból, Romániából, Jugoszláviából és NDK-ból importált anyagokkal szigetelnek.



3. ábra. TEL üvegyapot termékfajták árváltozása a testsűrűség függvényében (1976)





4. ábra. Ásványgyapot termékfajták árváltozása a testsűrűség függvényében (1976)

Általánosan az ásványgyapot termékfajtákra is érvényes, hogy a nagyobb testsűrűségű, magasabb műszaki és esztétikai követelményeket kielégítő, többfunkciós anyagok ára a megnövekedett minőséggel arányosan nagyobb. A 4. ábrán jól tükrözi e megállapítást az azonos testsűrűségű, de különböző minőségű termékek árkülönbsége.

Megjegyezzük, amint a 3. és 4. ábra összehasonlítása alapján is látható, hogy a termékválasztékból hiányzik az  $50 \text{ kg/m}^3$ -nél kisebb testsűrűségű ásványi gyapot, míg a finomüveggyapotból az ennél kisebb testsűrűségű anyagok képezik az építőipari termékek zömét. E körülmény a kétfajta gyártástechnológia színvonalkülönbségéből adódik.

Iparunk a műanyaghabok alapanyagát teljes egészében külföldről hozatja be. Hazai ellátásra még hosszabb ideig nem számíthatunk.

Az importált duzzasztható polisztirol alapanyag nem felel meg minden tekintetben a hazai követelményeknek. Ezért a  $24\text{--}25 \text{ kg/m}^3$  testsűrűségnél nehezebb anyagok gyártása nehezen biztosítható. Hiányzanak a hazai gyártású extrudált anyagok is, amelyek kedvező műszaki adottságuknál fogva igen jól használhatók födémek külső hőszigetelésére.

A hazai gyártású polisztirolhab lemez ára – az import függőség miatt – alig alacsonyabb a világpiacon. Az árak nem extrudált termékre vonatkoznak.

A hazai termelésű, import alapanyagból gyártott poliuretán ára is tükrözi a világpiacon helyeztetet. A világpiacon átlagos termékár  $100 \text{ dollár/m}^3$ , ami –  $42 \text{ Ft/dollár}$  átszámítási kulccsal számolva –  $4200 \text{ Ft/m}^3$ -nek felel meg. A hazai termelésű poliuretánhab ára – a kivitelezési szinttől függően –  $3500$  és  $4500 \text{ Ft/m}^3$  között változik.

## 5. A termékválaszték hatása a szigetelőanyag kiválasztására

A hőszigetelő anyag kiválasztása nemcsak a műszaki színvontól és az ártényezőktől függ, hanem jelentős mértékben a piaci helyzettől is. A hazai termelésre és kínálatra jellemző, hogy a választék még nem kielégítő, az egyre növekvő mennyiségi és minőségi igényeket részben külföldről behozott anyagokkal kell pótolni. A gyorsabb igénynövekedés elsősorban a szilikát szálas anyagokra vonatkozik. A hazai műanyaghabok termelése és felhasználása közelítően egyensúlyban van egymással, azonban a minőségi választékot még javítani kell; például  $40 \text{ kg/m}^3$ -nél nagyobb testsűrűségű poliuretánhabot nem gyártunk, de hiányzanak a  $25 \text{ kg/m}^3$ -nél nagyobb testsűrűségű polisztirolhab termékfajták is.

A felhasználók igényének a növekedése a hazai szigetelőanyagipar fejlesztését sürgeti: Az igénynövekedésre ható tényezők:

- A megváltozott energiahelyzet következtében úgy külföldön, mint hazánkban érvénybe lépő új hőtechnikai szabályzók, amelyek az építőipari létesítmények eddiginél nagyobb mértékű hőszigetelését írják elő.
- Az a törekvés, hogy az ipari berendezéseket – a beruházási költségek csökkentése miatt – lehetőleg szabadba telepítsék, továbbá az energiaárak jövőben is várható emelkedése együttesen egyre fokozottabb hővédelmet, vastagabb szigetelést követel ahhoz, hogy az üzemeltetés gazdaságos maradjon.

Figyelembe véve, hogy a felsorolt tényezők a fejlett iparral rendelkező államokban már korábban hatottak és ennek következtében korábban kidolgozták és bevezették a szigetelőanyag felhasználását növelő szabályozókat, nem várható, hogy a hazai igényeket a külföldi piacokról a jövőben is zökkenőmentesen lehet kielégíteni.

1975. évre vonatkozó kimutatás szerint a hazai hőszigetelő anyag termelési adatai:

szilikát szálas anyagok,		
salak- és ásványgyapot:	$153\,000 \text{ m}^3/\text{év}$	21,0%
perlit és termékei:	$271\,000 \text{ m}^3/\text{év}$	38,0%
gázszilikát:	$4\,000 \text{ m}^3/\text{év}$	0,5%
műanyaghabok:	$282\,500 \text{ m}^3/\text{év}$	39,5%
expandált parafa:	$8\,000 \text{ m}^3/\text{év}$	1,0%
Összesen	$718\,500 \text{ m}^3/\text{év}$	100,0%

E mennyiség — különösen a szálás anyagok vonatkozásában — az építőipari és az ipari igényeket csak részben fedezi. Az új hőtechnikai szabvány [7] életbeléptetése után, várhatóan a 300 — 400 000 m<sup>3</sup>/év mennyiséggel megnövekedett építőipari és kb. 250 — 300 000 m<sup>3</sup>/év melegipari többletigény csak a hazai gyártási kapacitások bővítésével elégíthetők ki. A bővítésnek részben az üvegyapoptgyártás megindítására, részben az ásványi gyapot termelési kapacitásának növelésére kell vonatkoznia, mivel hazánkban a korszerű szálás szerveszigetelőanyagok termelési aránya indokolatlanul alacsony.

#### IRODALOM

- [1] Hő-akusztikai szigetelő rendszerek világtalálkozója 1976. Stresa
- [2] *Saint-Gobain Industrie S. A.* (1972): A gazdaságos szigetelési vastagság kritériumai Document Technique 4.T. 1202
- [3] *Aufaure, G.* (1974): Energy Digest, 6.23
- [4] *Eichler, F.* (1974): Bauphysikalische Entwurfslehre. Band 3. Wärmedämmstoffe VEB Verlag für Bauwesen, Berlin
- [5] *Dr. Tóth, K.* (1973): Hőszigetelő és akusztikai finomüvegyapopt termékek építőipari alkalmazásai. Építési Tájékoztatói Központ, Budapest
- [6] *Cahiers de la thermique* (1975): Hőszigetelés. Editions Européennes Thermique et Industrie
- [7] ÉSZ 140 (1976): Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai

#### *Tóth Kálmán — Losonczy Géza: A hőszigetelőanyag gyártás és felhasználás új tendenciái*

Az energiaárak 1973 évben bekövetkezett ugrásszerű növekedésével új energiahelyzet alakult ki. Az építőipar az új energiahelyzethez az épülethatároló szerkezetek optimális hőszigetelő értékének megkövetelésével igazodott, amely a fűtési energiaszükséglet jelentős csökkentését teszi lehetővé.

A tanulmány ismerteti a gazdaságos szigetelési vastagság fogalmát, összekapcsolva a szigetelőanyag kiválasztás legfontosabb műszaki-gazdasági kritériumaival. Nemzetközi és magyar helyzetképet ad a legfontosabb hőszigetelőanyagok: szilikát szálak (ásványi gyapot, üvegyapopt) és a műanyaghabok termelési és alkalmazási tendenciáiról.

#### *Tom, K. — Лошонци, Г.: Новые направления производства и применения теплоизоляционных материалов*

В связи с повышением стоимости энергии, порисшедшего в 1973г., создалось новое положение в отношении использования энергии. Так промышленность строительства, в связи с новым положением энергетического вопроса, повысила требования к теплоизоляционным свойствам ограждающих строительных конструкций, что в свою очередь делает возможным значительное снижение расхода энергии на отопление.

В статье дается формулировка экономической изоляционной толщины с одновременным указанием важнейших технико-экономических критериев выбора изоляционного материала.

Дается описание положения основных теплоизоляционных материалов — силикатных волокон — (минеральной ваты, стекловаты) и пенопластов — с точки зрения их производства и направлений применения — в отечественных и международных масштабах.

#### *Tóth, Kálmán — Losonczy, Géza: Neue Tendenzen in der Herstellung und Anwendung von Wärmedämmstoffen*

Mit dem sprunghaften Ansteigen der Energiekosten im Jahre 1973, trat eine neue Situation bzgl. der Energieverhältnisse ein. Die Bauindustrie paßte sich an diese mit der Forderung optimaler Wärmedämmwerte der Gebäudeabgrenzungs-Konstruktionen an, die eine bedeutende Herabsetzung des Heizenergieaufwandes ermöglichen würden.

Es wird der Begriff der wirtschaftlichen Stärke der Dämmschicht, in Zusammenhang mit den wichtigsten technisch-wirtschaftlichen Kriterien der Wahl des entsprechenden Dämmstoffes erörtert.

Über die Tendenzen der Produktion und Anwendung der wichtigsten Wärmedämmstoffe, wie Silikatfaser (Mineralfaser, Glasfaser) und Kunststoffschäume, wird ein Überblick hinsichtlich der internationalen, sowie der Lage in Ungarn gegeben.

#### *Tóth, Kálmán — Losonczy, Géza. New Trends in the Manufacture and Application of Heat Insulating Materials*

A new energy situation became apparent after the abrupt price increase of fuels in 1973. Building industry responded the new energy situation by demanding an optimum heat insulating capacity of the walling materials, resulting in a considerable reduction in fuel costs. The concept „economic insulating width” is discussed in connexion with the technical-economic aspects of the choice of insulating materials. An international and Hungarian view is given on the manufacturing and engineering trends of some sorts of insulating materials including silicate fibres (mineral wool, glass wool) and of cellular plastics.

# A cementpép duzzadásának vizsgálata a szilárdulás korai szakaszában

DANJUSEVSKIJ, V. SZ. — CSAO PIN-HUAN

Gubkin Moszkvai Petrolkémiai és Gázipari Intézet, Moszkva.

KARIMOV, N. H. — GUBKIN N. N.

Kazah Földtani Kutató Intézet, Aktjubinszk

A cementpépek duzzadásának mérésére szolgáló közismert módszerek általában azon alapszanak, hogy a meghatározott alakú szilárduló próbatetek méreteit összehasonlítják a 12, 24, vagy 48 óra elteltével kiszaluzott próbatetek méretével. Így általában nem veszik figyelembe a kiszaluzás pillanatáig végbemenő duzzadást, bár a szilárdulás korai szakaszában végbemenő duzzadás jelentősen befolyásolja a cementkő kialakuló szerkezetének tulajdonságait.

A szerzők viszonylag egyszerű módszereket és készülékeket dolgoztak ki (1,2), melyek lehetővé teszik a duzzadás mérését attól a pillanattól kezdve, hogy a plasztikus cementpépet (vagy a híg folyós cement-víz iszapot) a készülék mérőhengerébe betöltik.

Az 1. ábrán mutatjuk be az általunk alkalmazott elv alapján működő egyszerű kis készülék vázlatát. A vizsgálandó anyagot (8) plexi üvegből

készített hengerbe (6) helyezük, melynek perforált aljára (9) előzetesen szűrőpapír korongot (12) terítettünk. Az ütögetéssel tömörített pép felületét ismét szűrőpapír koronggal fedjük be, és arra helyezük a perforált dugattyút (7), majd a hengert szintén perforált fedéllel (5) takarjuk le. Az így összeszerelt mérő cellát a meghatározott hőmérsékletű tároló közegbe, például vízzel (10) töltött főzőpohárba (4), tesszük. A dugattyú elmozdulását megfelelő műszer segítségével, 0,01 mm pontosságú indikátor órával mérjük.

A vizsgálandó anyag magasságának változását érzékelő műszert időnként leolvassuk, illetve regisztráljuk, a kísérlet befejezésekor a mérőcellát szétszedjük, kivesszük belőle a megszilárdult cement próbatestet, és megmérjük annak magasságát ( $h \approx 100$  mm) tolómérce segítségével. A próbatest kiemelésének megkönnyítésére a mérőcella oldalait enyhén kúposra készítjük, és azt a kísérlet kezdete előtt ásványi olajjal vékonyan bekenjük. A duzzadást az alábbi képlet szerint számítjuk:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100\%$$

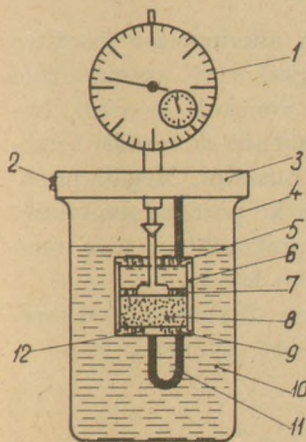
ahol:  $\frac{\Delta V}{V}$  — a duzzadás, %;

$h$  — a cementpép magasság növekedése a mérés időpontjáig;

$h_0 = h_k - \Delta h_k$  — a cementpép eredeti magassága;  
 $h_k$  — a mérőcellából kiemelt cementpép próbatest magassága a kísérlet végén;

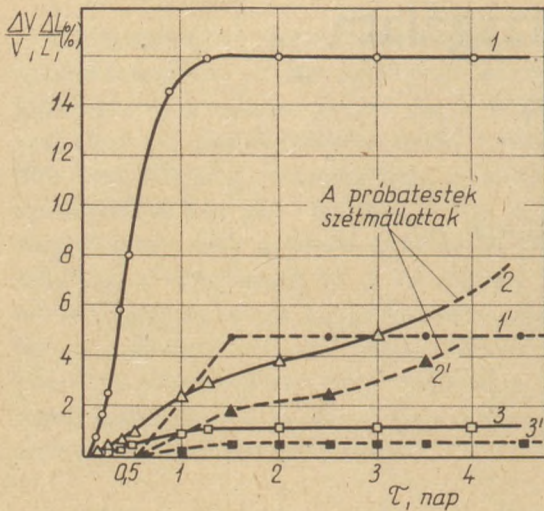
$\Delta h_k$  — a cementpép magasságának növekedése a kísérlet végéig.

A 2. ábrán három különböző duzzadó cement duzzadási görbéit mutatjuk be. A méréseket egy-



1. ábra. Készülék a cementpép duzzadásának meghatározására

1 — indikátor óra; 2 — csavar; 3 — alátét; 4 — üveg főzőpohár; 5 — fedél; 6 — henger (mérőcella); 7 — dugattyú; 8 — cementpép; 9 — fenéklap; 10 — víz; 11 — alátámasztás; 12 — szűrőpapír.



2. ábra. Duzzadó cementek duzzadási görbéi.

1, 1' oxidbázisú duzzadó portlandcement; 2, 3, 2', 3'-kálcium-szulfóaluminát-hidrát alapú duzzadó portlandcement; 1, 2, 3- a mérés kezdete a bekeverés után 3 perccel ( $\Delta V/V$ ); 1', 2', 3'-mérés kezdete a bekeverés után 12 órával (hosszúságmérés,  $\Delta L/L$ )

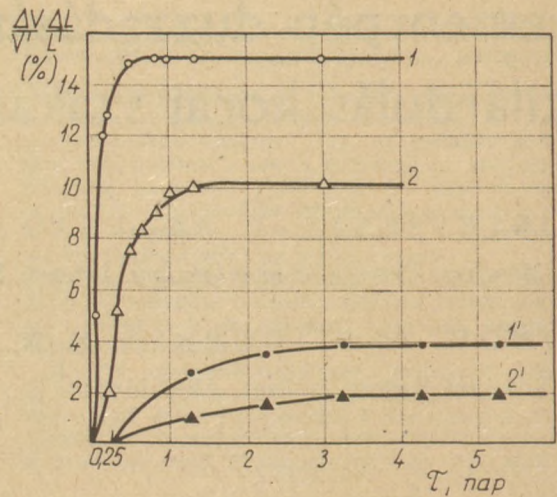
részt a fent ismertetett készülékkel ( $\frac{\Delta V}{V} \cdot 100\%$ ), illetve  $1 \times 1 \times 3$  cm méretű próbatesteken optikai hosszúság mérő készülékkel ( $\frac{\Delta L}{L}$ ) végeztük. A L a hasáb próbatest hosszúsága acél formában történő 12 órás szilárdulás után, a  $\Delta L$  pedig a hosszúság növekedése a mérés időpontjáig.

A duzzadási folyamat elemzése a két módszerrel kapott adatok alapján azt mutatja, hogy a ( $\frac{\Delta V}{V}$ ) értéke nem tükrözi pontosan a térfogat relatív változását, mivel a duzzadás sugár irányú korlátozása ezt jelentősen eltorzítja. Ugyanakkor ez a módszer lehetővé teszi a duzzadási folyamat megfigyelését a szilárdulás kezdeti időszakában.

A duzzadó cementek egyes különleges fajtáinál (például a mélyfűrési cementeknél – 1 és 1' görbék), mint ismeretes, a duzzadás jelentős része 24 órán belül megy végbe.

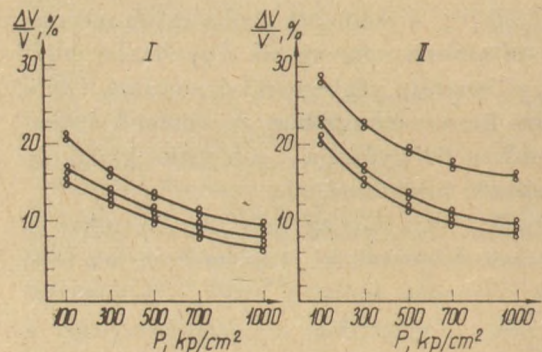
Az alkalmazott mérési elv lehetővé teszi a cementpép duzzadásának szilárdulás közben történő ellenőrzését magas hőmérséklet és nagy hidrosztatikus nyomás mellett is. Az e célra kialakított kísérleti berendezésnél, melyet már korábban részletesen ismertettünk (2) a dugattyút tartalmazó mérőcellát nagy nyomású edénybe helyezük. A dugattyú rúdjának elmozdulását differenciális-transzformátoros jeladó segítségével mérjük, és regisztráló műszerrel rögzítjük.

A 3. ábrán az ilyen berendezéssel kapott duzzadási görbéket mutatjuk be. E kísérletsorozatnál a magas hőmérsékletű olajkutak fúrásánál alkalmazott különleges duzzadó cementek duzzadási folyamatát vizsgáltuk. E cementekről



3. ábra. Magas hőmérsékletű kutakhoz alkalmazott mélyfűrési cementek duzzadási görbéi.

1, 1' – 120 °C hőmérséklet és 400 kp/cm<sup>2</sup> nyomás mellett; 2, 2' – 160 °C hőmérséklet és 600 kp/cm<sup>2</sup> nyomás mellett; 1, 2 – a mérés kezdete 5 perccel a bekeverés után; 1', 2' – a mérés kezdete 6 órával bekeverés után.



4. ábra. A duzzadó cementpép duzzadása és a hidrosztatikus nyomás közötti összefüggés.

I–II. – különböző cementpép összetételek; Hőmérséklet: 1 – 200 °C; 2 – 160 °C; 3 – 100 °C.

zadási folyamatát vizsgáltuk. E cementekről részletesebben egy korábbi cikkünkben (3) számoltunk be.

Az ismertetett készülék alkalmazása lehetővé tette, hogy elméleti és gyakorlati szempontból fontos következtetéseket vonjunk le arról, hogyan függ a porózus cementpép duzzadási folyamata a hidrosztatikus nyomástól. Megállapítottuk például, hogy a cementkő porózus rendszerében a szilárdulás korai szakaszában még nem alakul ki teljes hidraulikus kötés.

Ugyanennek az elvnek az alkalmazásával mérhető a cementpép duzzadási nyomása is.

#### IRODALOM:

- [1] Danjusevskij V. Sz., Tolsztyh I. Sz., Csao Pin-Hua: Erősen duzzadó mélyfűrési cement. „A mélyfűrési újdonságok” gyűjteményes kötetben a MINH és GP közleményei 96. sz. „Nedra” kiadó, Moszkva, 1970.

- 2] *Karimov N. H., Gubkin N. A., Rahmatulin T. K., Peters V. I., Ivanov V. V.*: „Készülékek a mélyfúrási keverékek hidratációjakor végbemenő térfogatú változások meghatározására”. „Gépek és olajipari berendezések” No. 4, 1976, p. 18–21.
- [3] *Danjusevskij V. Sz., Baksutov V. Sz., Csao Pin-Huan.* „Oxid bázisú, erősen duzzadó mélyfúrási cementek”. *Építőanyag*, XXV, 1973, 12, p. 449–453.

*Danjusevskij V. Sz. – Csao Pin – Huan – Karimov N. H. – Gubkin N. M.* A cementpép duzzadásának vizsgálata a szilárdulás korai szakaszában

A szerzők módszereket és készüléket dolgoztak ki a cementpép duzzadásának mérésére a bekeverés időpontjától kezdve. A módszer azon alapszik, hogy mérik egy hengerbe töltött cementpép tetején elhelyezett dugattyú elmozdulását. A cikk ismerteti a készülék és a berendezések vázlatát, valamint a duzzadó cementek vizsgálati módszereit és összehasonlító eredményeket közöl a duzzadó cementek vizsgálatáról a hagyományos és az új módszer szerint. Egyes különleges duzzadó cementek esetében a bekeverés befejezésének időpontjától mért duzzadás a cementpép eredeti térfogatának több mint 20%-át is elérheti.

*Данюшевский, В. С. – Чжао Пин-хуан – Каримов, Н. Х. – Губкин, Н. М.*: Метод контроля расширения цементного теста на ранней стадии твердения

Avtorai разработаны методы и аппаратура для контроля расширения цементного теста от момента окончания перемешивания, основанные на измерении перемещения поршня в цилиндре с цементным тестом. Приведены схемы приборов и установок к описаны методы испытаний расширяющихся цементов и даны с равнительные результаты измерений по традиционной и новой методике.

Некоторые специальные расширяющиеся цементы имели расширение — измеренное от момента затворения — более 20% первоначального объема цементного теста.

*Danjushevski, W. S. – Tschao, Pin – Chuan – Karimow, N. Ch. Gubkin, N. M.*: Untersuchung der Blähung des Zementbreis in der Anfangsphase der Erhärtung

Zur Messung der Blähung des Zementbreis vom Zeitpunkt der Zumischung beginnend, wurde ein Verfahren und ein Gerät entwickelt. Das Verfahren beruht darauf, daß die Bewegung eines Kolbens, welcher auf den, in einen Meßzylinder eingefüllten Zementbrei aufgesetzt worden war, gemessen wird. Es wird eine Skizze des Gerätes und der Einrichtungen gegeben, die Untersuchungsverfahren der blähenden Zemente werden beschrieben und die Untersuchungsergebnisse der blähenden Zemente nach dem herkömmlichen, sowie dem neuen Verfahren werden vergleichsweise mitgeteilt. Im Falle einiger spezieller blähenden Zemente kann die vom Zeitpunkt der Beendigung der Zumischung gemessene Blähung auch über 20% des ursprünglichen Volumens des Zementbreis erreichen.

*Danyushevskii, V. S. – Chao Pin-Huan – Kazimov, N. H. – Gubkin, N. N.* Expansion of Cement Paste in the Early Period of Hardening

Methods and an apparatus were elaborated to examine the expansion of cement paste immediately after water mixing. The method is based on the measurement of the displacement of a pump placed on the top of a cement layer in a cylinder. Besides the description of the apparatus comparative results are given on the examination of expansive cements by the conventional and new methods. In the case of special expansive cements expansion may reach 20% (based on the original volume of the cement paste).

## Konferencia hírek

### „Kerámiai nyersanyagok” konferencia 1977. október 6-8, Faenza, Olaszország

A fenti konferenciát (az első hasonló tárgyú, Valenciában megrendezett találkozó nagy sikere után) a Faenza Editrice rendezi. A főbb tárgykörök: kerámiai nyersanyag-lelőhelyek – bányaművelés – alkalmazástechnológiai vizsgálatok – ipari felhasználás.

Az előadási szándékot a konferencia szervezőbizottságánál kell bejelenteni, az alábbi címen: „Faenza Editrice”, I-48018 Faenza, Via Firenze 60/a, Casella Postale 68. A jelentkezéssel egyidejűleg

kell beküldeni a javasolt előadás fő téziseit, max. 30 gépirt sor terjedelemben, angol nyelven. Az elfogadásról a szervezőbizottság a beküldött összefoglaló alapján nyilatkozik, elsősorban az eredetiség és a műszaki érdekesség figyelembevételével. Már publikált adatok a konferencián nem adhatók elő. Az előadáskivonatok beküldési határideje 1977 május, az elfogadott előadások végleges formájú beküldésének határideje 1977. június 30.

Az elfogadott előadásokat olasz, angol, francia, német vagy spanyol nyelven lehet megtartani.

dr. T. F.

# Égetési folyamat és massaössztétel összefüggései a kőagyag padlóburkolólap gyártásánál

LUKÁCS ANDRÁS

Épületkerámiai Vállalat, Budapest

Munkám célja egy meghatározott összetételű fehérre égő padlólap előállítására és a hőkezelés során lejátszódó fizikai és kémiai változások nyomkövetése volt. A vállalati gondok jelentős hányadát a külföldi szabványelőírásokat is kielégítő fehércserepű termék előállítására jelenti, ezért a vizsgálatokat is ennek megfelelően terveztem meg.

## *Irodalmi összefoglaló*

### *Hőkezelés hatása a kerámiai nyersanyagokra*

Az égetett kerámiai termék többkomponensű, többfázisú rendszer, a jellemző tulajdonságok kialakulása a termék szövetszerkezetének függvénye. A szövetszerkezet kialakulását részfolyamatokon keresztül követhetjük nyomon. Az alapanyagok hőhatásra bekövetkező átalakulásai az irodalomból ismertek (1., 2., 3.), ezért foglalkoztam a komplex rendszerben végbemenő változásokkal. A szárított kerámiai termék csak az égetési folyamat révén válik használható kerámiai anyaggá. Az égetés során nemcsak kémiai folyamatok (ezek lehetnek szilárd állapotban végbemenő reakciók, és nedves reakciók) hanem a különböző massaalkotók között fizikai folyamatok is végbemennek. Az egyensúlyi folyamatok tárgyalása legegyszerűbben a fázisdiagramok alapján lehetséges. A padlólap gyártásánál szóba jöhető kerámiai rendszer vizsgálata az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ – $\text{SiO}_2$  kétösszetevős és  $\text{K}_2\text{O}$ – $\text{Al}_2\text{O}_3$ – $\text{SiO}_2$  háromösszetevős rendszerek vizsgálatára vezethetők vissza.

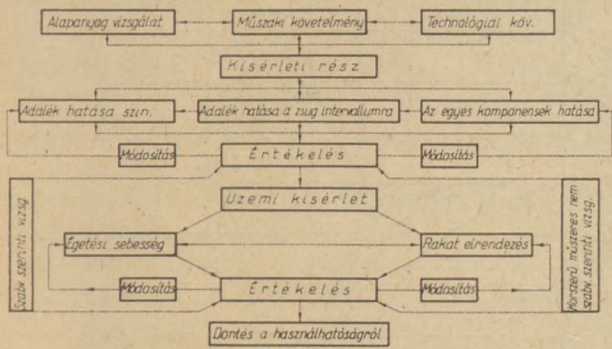
A kész kerámiai termék szerkezetét üvegfázis, ebben finoman diszpergált kristályfázis és a kristályokéhoz hasonló méretű ugyancsak finoman diszpergált gázfázis, pórus alkotja. A mullit kialakulása és kristályainak olvadékba való beágyazódása kristályok és kristályhalmazok alak-

jában történik. A végtermék szerkezetére jellemző kedvező fázisarányok kialakulása a nyersanyag szemcseméret tartományának, valamint az égetési programnak függvénye. Budnikov a hőntartás hatásával is foglalkozott. Állítása szerint diffúzió főleg a hőntartás ideje alatt lép fel a kristályos szemcsék és olvadék határfelületén. Egyenletes eloszlású kvarcsemmékből és mullitból álló váz alakul ki, amely úgy a termék szilárdságára mint az egyéb technológiai tulajdonságokra kedvező hatással van. Az égetett kerámiai termék, mechanikai szilárdság szempontjából leggyengébb fázisát az üveges alkotórészek jelentik. Hosszabb ideig tartó és erősebb hőkezelés esetén a mullit egy része oldódik az üvegben, így arra szilárdságnövelő hatással van. Az égetést célszerű úgy alakítani, hogy lassú fűtéssel közelítsük meg a hőntartási intervallum elejére beállított csúcshőmérsékletet. A túlégetés azonban már szilárdságcsökkenéshez vezet, aminek tulajdonképpen oka a kristályfázis jelentős csökkenése. Ezenkívül még a túlégetés okozta másodlagos pórusképződéssel is számolnunk kell. A lényeges problémát az jelenti, hogy az optimális technológiai paraméterek nem azonos hőmérsékleten alakulnak ki. Egyes szerzők szerint a szilárdság a teljes zsugorodáshoz szükséges égetési hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékleten maximális.

## *Kísérleti rész*

Kísérleteim célja volt egy olyan kerámiai massa keverék kidolgozása, amelynek hőkezelése során keletkező fehércserepű termék kielégíti a minőséggel szemben támasztott szabványos követelményeket. A kísérleti tervezet elkészítésénél (1. ábra) figyelembe kellett vennem, hogy a kis-

TERVEZET A VIZSGÁLATOK LEBONYOLITÁSI MENETÉRE



1. ábra. Tervezet a vizsgálatok lebonyolítási menetére

minta kísérletek csak módosításokkal alkalmazhatók az ipari gyakorlatban. Tehát a laboratóriumi vizsgálatokat követően, üzemi, de legalább félüzemi kísérletek szükségesek annak megállapítására, hogy az előállított összetétel ténylegesen alkalmazható-e, illetve azon milyen módosítások szükségesek.

Ennek megfelelően, mint az a tervezeti vázlatból is látható, a vizsgálatok lebonyolítási menete három fő részre tagolódik: (1. ábra)

1. Alapanyagvizsgálati rész
2. Optimális összetétel megállapítását célzó kísérleti rész
3. Üzemi kísérleti rész

**Alapanyagvizsgálati rész**  
A röntgendiffrakciós, derivatográfias és hevítőmikroszkópos vizsgálatokat 12 nyersanyagon végeztem el.

- Vizsgálati anyagok:
1. Kálitufa (OK kaolin)
  2. Wildsteini agyag
  3. Sp-extra kaolin
  4. Brieseni agyag
  5. Mádi agyag
  6. Hollóházi illit (Füzérradványi illit)
  7. Petényi agyag
  8. Bodrogkeresztúri tufa zúzalék
  9. Csaszovjári agyag
  10. Bolgár földpát
  11. Jugoszláv földpát
  12. Fehérvárcsurgói homok

Az elemzéseket elvégezve, már megállapítható volt, melyek azok az anyagok, amelyek a legkevesebb szennyeződést tartalmazzák, jól alkalmazhatók az üzemi technológiában, valamint a hőke-

zelés közbeni módosulátváltozásai során, a padlólap előnyös tulajdonságait biztosító kristályos és üvegfázis helyes arányainak kialakulásához várhatóan, a legjobban járulnak hozzá. A nyersanyagok minősítő vizsgálatainak elvégzése után, fehér padlólap gyártásánál alkalmazhatónak találtam a következő anyagokat:

1. Mádi agyag
2. Petényi agyag
3. Csaszovjári agyag
4. Sp-extra kaolin
5. OK-kaolin
6. Bolgár földpát
7. Jugoszláv földpát
8. Fehérvárcsurgói homok

*Az adalékanyagok hatásának vizsgálata*

Az első keverékösszetétel megállapítása előtt még problémát jelentett az egyes, már alkalmasnak talált nyersanyagok, különösen a petényi és csaszovjári agyag kedvezőtlen barnás, illetve szürkés-fehér színárnyalatai. Ezért próbálkoztam különböző adalékanyagok (redukálószer) bevitelével. Az aktív szén és antracit tizedszázalékos mennyiségeinek bekeverése az 1250 °C égetési hőfok mellett számottevő fehéritő hatást nem fejtett ki. A redukálószer bekeverésével céloim volt az Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>-vé alakítása. Az opálüveg gyártásánál már bevált adalékanyag a cinkoxid. Az ottani tapasztalatokat figyelembe véve kísérleteztem cinkoxid és kriolit különböző mennyiségeinek adagolásával. A bolgár és jugoszláv földpát 1250 °C-on hőkezelt mintái szürkésfehér, illetve sárga színűek. Elsődleges céloim volt ezeknek a színárnyalatoknak a javítása. A bevitel célja azonban nemcsak a fehérités volt. Ismert, hogy a cinkoxid kerámiai masszában való alkalmazása előnyös, mert alacsony hőmérsékleten képződik olvadék nélkül, hogy az üveges alkotórészek mennyiségét növelné. Ezenkívül mint a kristályképződés magja elősegíti a keverékben az üveges rész kikristályosodását, a mullitkristályok egyenletes szemcsézettségének kialakítását. A felismerés Singer nevéhez fűződik. (4) Kriolit adalék esetén pedig a mullitképződés kezdeti hőmérséklete alacsonyabb érték felé tolódik el.

A kísérletek során ZnO : Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> = 1 : 1 arányú keverékét alkalmaztam 0,5, 1,0, 2,0, 3,0%-os mennyiségekben. A fehérség szempontjából legkedvezőbb összetételnek a jugoszláv földpát esetén az 1%, a bolgár földpát esetén pedig 3% ZnO-Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> adagolás bizonyult.

## Hevítőmikroszkópos kísérletek az optimális keverék-összetétel megállapítására

Az első kísérletsorozattal ( $K_1 - K_4$ ) tulajdonképeni törekvésem az volt, hogy a kétféle típusú földpátnak a keverékre gyakorolt olvasztóhatásbeli különbözőségét és esetleg más ömlesztő hatású anyaggal való pótolhatóságát a hevítőmikroszkópos felvételek alapján kielemezzem. Az adalékanyagok hatásának vizsgálata című fejezetben már megállapított kedvező hatású, einkoxid-krilolit egy-egy arányú keverékének (amit a receptekben A betűvel jelölök) a földpátokhoz történő megfelelő százaléku adagolását továbbra is alkalmaztam, azaz a jugoszláv földpát esetén 1%, a bolgár földpát esetén 3% mennyiségben.

Az első kísérletsorozat ( $K_1 - K_4$ ) százalékos massaösszetételei:

	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$
kálitufa %	40	40	40	40
Sp-extra %	30	30	30	30
jugoszláv földpát %	30 (A 1%)	—	—	—
bolgár földpát %	—	30 (A 3%)	—	—
fritt I. %	—	—	30	—
fritt II. %	—	—	—	30

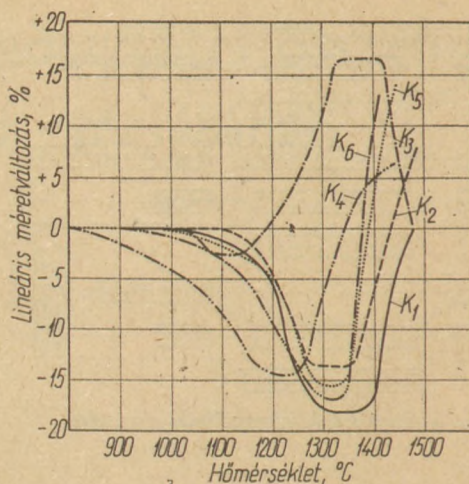
A diagramokon is látható, de a jobb áttekinthetőség érdekében táblázatosan is közlöm az egyes kísérletekhez tartozó lineáris méretváltozás jellemző adatait.

(A kísérletsorozat ( $K_1 - K_{11}$ ) hevítőmikroszkópos vizsgálatainak diagramjait a 2. és 3. ábranyag tartalmazza.)

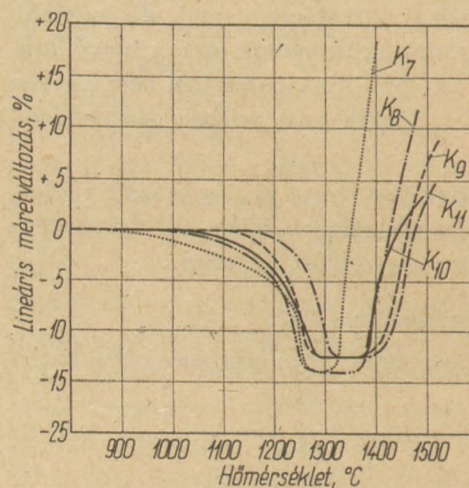
$K_1 - K_4$  kísérleti keverékek hevítőmikroszkópos vizsgálatának jellemző adatai

	A tömörreégés			Zsugorodás a töm. ég. tart. közepén %
	kezdeti °C	végző hőm. °C	tartomány nagys. °C	
$K_1$	1300	1380	80	18,0
$K_2$	1280	1350	80	13,0
$K_3$	1080	1140	60	2,5
$K_4$	1200	1250	50	14,5

A diagramokon látható, hogy a jugoszláv és bolgár földpátot tartalmazó keverékek ( $K_1, K_2$ ) a tömörreégési tartomány nagyságában megegyeznek, de a  $K_1$  jelű keverék csak 100 °C-szal magasabb hőmérsékleten kezd zsugorodni és a zsugoro-



2. ábra.  $K_1 - K_6$  jelű minták hevítőmikroszkópos vizsgálata



3. ábra.  $K_7 - K_{11}$  jelű minták hevítőmikroszkópos vizsgálata

dás mértéke 5%-kal kisebb mint a  $K_1$  összetétel esetén. A különböző minőségű fritt adagolással ( $K_3, K_4$ ) készült keverékek nem váltak be. A  $K_3$  jelű keverék esetén az 1150 °C-on megolvadó fritt I. erős duzzadást idézett elő a mintában, egy része kiolvadt, így a kálitufa-Sp ex. kaolin keverékek tömörreégési tartománya külön, 1320 °C-nál jelentkezett, de +15% lineáris méretváltozási érték mellett. Nyilvánvalónak látszik, hogy előnyösebb tulajdonságú keveréket kapunk  $K_1, K_2$  kombinációjából. Azaz, ha az új massaösszetételben a bolgár és jugoszláv földpát egy-egy arányú keverékét szerepeltetjük. Annak megállapítására, hogy a földpátkeverék milyen százaléku bekeverése a megfelelő, végeztem el a második ( $K_5 - K_8$ ) kísérletsorozatot. A kálitufa: Sp ex. = 4:3 arányának változatlanul hagyása mellett 25, 30, 35, 40% földpátadagolások esetén készítettem el a hevítőmikroszkópos felvételeket.



*K<sub>5</sub> – K<sub>8</sub> kísérletsorozat százalékos massaösszetételei*

	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>
kálitufa %	40	37,1	34,3	42,9
Sp. ex. %	30	27,9	25,7	32,1
bolgár fp.				
jugoszláv fp.30 (A 2%)	35 (A 2%)	40 (A 2%)	40 (A 2%)	25 (A 2%)

*A K<sub>5</sub> – K<sub>8</sub> kísérleti keverékek hevítőmikroszkópos vizsgálatának jellemző adatai*

	A tömörreégés			zsugorodás a töm. ég. tart. közepén %
	kezdeti °C	végző hőm. °C	tartomány nagys. °C	
K <sub>5</sub>	1290	1340	50	15,1
K <sub>6</sub>	1290	1340	50	16,5
K <sub>7</sub>	1280	1310	30	14,0
K <sub>8</sub>	1270	1370	100	14,0

A hevítőmikroszkópos vizsgálatok mellett elkészítettem az égetési színpróbákat is 1250, 1300, 1350 °C-os égetéseknél. Legmegfelelőbbnek minden tekintetben a K<sub>8</sub> összetétel bizonyult. Szép fehér égetési szint azonban csak az 1350 °C-os égetési próba adott.

Mivel a massa üzemeshetőségének fontos kritériuma a sajtolhatósági feltétel teljesülése, szükséges volt képlékenységfokozó komponensek adagolása. A plasztifikáló alkotók megfelelő részarányainak megállapítását célozza a harmadik (K<sub>9</sub>–K<sub>11</sub>) kísérletsorozat. A zsugorodási mérték és tömörreégési tartomány nagyságának meghatározására továbbra is a hevítőmikroszkópos megfigyelést alkalmaztam.

*A harmadik kísérletsorozat (K<sub>9</sub>–K<sub>11</sub>) százalékos massaösszetételei*

(földpát elnevezés alatt mindig a jugoszláv fp: bolgár fp = 1 : 1 arányú keverékét értem)

	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>	K <sub>11</sub>
kálitufa %	40,4	37,9	25,0
Sp. ex. %	29,6	27,1	30,0
mádi agyag %	5,0	10,0	15,0
petényi agyag %	–	–	10,0
földpát (A 2%)	25,0	25,0	20,0

*K<sub>9</sub> – K<sub>11</sub> kísérleti keverékek hevítőmikroszkópos vizsgálatának jellemző adatai*

	A tömörreégés			Zsugorodás a töm. ég. t. közepén %
	kezdeti °C	végző hőm. °C	tartomány nagys. °C	
K <sub>9</sub>	1290	1380	90	12,5
K <sub>10</sub>	1310	1380	70	13,0
K <sub>11</sub>	1280	1400	120	12,6

A mikroszkópi felvételek alapján a K<sub>11</sub> jelű keverék látszott a legelőnyösebbnek. Az alkalmazhatónak talált K<sub>11</sub> keverék meglehetősen sok olvasztóhatású és kevés képlékenységet fokozó komponenst tartalmaz, azaz egy minimális égetési csúcs hőmérsékletet igénylő keveréket reprezentál. Mivel célom volt, hogy lehetőleg alacsony égetési hőmérsékleten is szabványkövetelményeket kielégítő terméket nyerjek, a plasztifikáló alkotók mennyiségének további növelésével nem próbálkoztam.

*A kiválasztott K<sub>11</sub> jelű massa hőkezelése laboratóriumi körülmények között és az így kapott termék fizikai tulajdonságainak vizsgálata*

Laboratóriumi 5 kg-os golyósmalomba csak a nehezen megmunkálható kálitufának 10 órás őrlése után adagoltam a finomabb szemszerkezetű komponenseket. Az őrlést követően szárított, majd újra porított keverékből száraz sajtolással formáztam 5×10 cm-es próbatesteket. A próbatestek szárítása után kantálhuzalos kemencében négy-négy mintát 1100, 1150, 1200, 1250 °C-on égettem. A kísérletek reprodukálhatósága végett a következő, a megmunkálást befolyásoló tényezőket rögzítettem:

1. bemérés; anyagsúly : őrlőtestsúly : nedvesítő folyadék (víz)súly = 1/3:1/3:1/3
2. őrlési idő
3. sajtolási nedvességtartalom
4. sajtolási nyomás: előnyomás, levegőztetés  
100 kp/cm<sup>2</sup> végnyomás  
300 kp/cm<sup>2</sup>
5. felfűtési sebesség 150 °C/ó, hőntartási idő 3 ó.

A különböző hőmérsékleten hőkezelt minták vízfelvételi tulajdonságait vizsgáltam, figyelembe véve az egyes hőmérsékleteken bekövetkező zsugorodás és színváltozásokat.

*A K<sub>11</sub> jelű keverék vízfelvételi, méretváltozási és színváltozási tulajdonságai a hőfok függvényében*

Hőmérséklet °C	Vízfelvétel %	Zsugorodás %	Égetési szín
1100	11,0	4,0	világos rózsaszín
1150	0,3	10,2	világos-drapp
1200	0,2	9,1	szürkésfehér
1250	0,0	8,2	fehér

A megállapított keverékösszetétel laboratóriumi körülmények között jól sajtolható. Legkedvezőbb égetési hőmérsékletnek az 1150–1200 °C közötti tartomány bizonyult.

A laboratóriumi kísérletsorozatokkal megállapított massaösszetétel alkalmazhatóságát végsősoron az üzemi kísérlet eredményei döntenek el. Azonban a teljes technológiai soron átfutó, nagyobb volumenű kísérlet előtt szükségesnek látszott egy olyan kísérlet elvégzése, amely az üzemi sajtolási körülmények figyelembevételével a massa sajtolhatóságára irányul. Ezért az előzőekben már említett massaelőkészítési mód szerint készítettem el a keveréket, amelyből üzemi présgépen sajtoltam (300 kp/cm<sup>2</sup>) normál méretű 10×10 cm-es lapokat. Az így gyártott nyersáru egy részét, laboratóriumi körülmények között ellenőrzött hőmérsékleteken égettem, mérve a különböző hőfokokon égetett termékek fizikai tulajdonságait.

*Az üzemi présen sajtolts és ellenőrzött hőmérsékleteken égetett burkolólapok fizikai tulajdonságai:*

Égetési hőm. °C	Vízfelvétel %	Zsugorodás %	Törőerő kp	Szín
1100	7,0	5,0	143	rózsaszín
1150	0,2	10,1	178	világos drapp
1200	0,1	9,5	161	szürkésfehér
1250	0,0	8,3	120	fehér

Az 1200 °C feletti égetési hőmérsékleten a mintán már olvadási jelenségek mutatkoznak, így duzzadni kezd. Az üzemi présgépen sajtolts és különböző hőmérsékleteken égetett lapok fizikai tulajdonságainak változásából is látható, hogy az

előnyös égetési hőmérséklet 1150–1200 °C között van.

A hajlítótörőerő vizsgálatokat az MSZ 3553–59 sz. előírás alapján végeztem el.

*A K<sub>11</sub> jelű massa üzemi égetése után nyert termék fizikai tulajdonságainak vizsgálata*

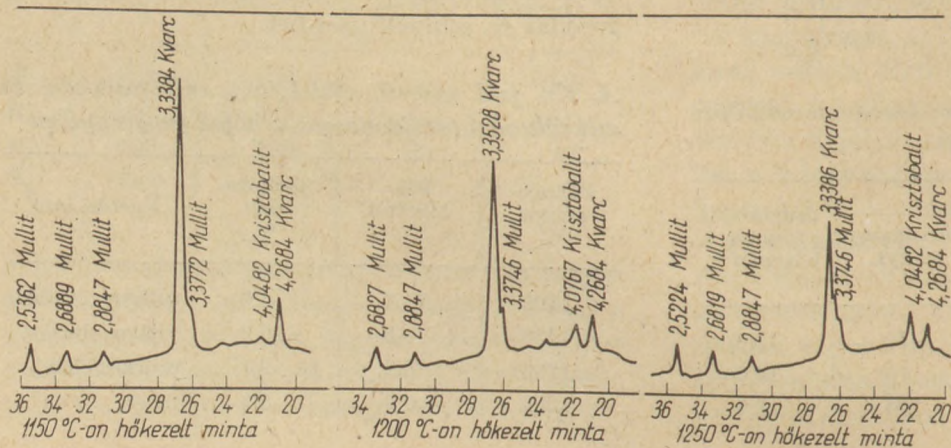
A további vizsgálatok előtt még problémát jelentett, hogy az üzemi kemence pontos hőeloszlási viszonyai nem ismeretesek, a különböző égetőcsatornák között jelentős hőmérsékletkülönbség adódhat, ezért az üzemi sajtolással készült lapokat a kantálhuzalos üzemi kemence (SITI) két, hőmérsékletviszonyaiban legjobban eltérő csatornáiban egyidejűleg égettem, majd vizsgáltam a kapott termék fizikai tulajdonságait. A 46 órás égetési idő alatt a kemencében levő égetési csúcshőmérsékletet Séger-gúlákkal ellenőriztem.

*Az üzemi kemence különböző csatornáiban égetett termékek fizikai tulajdonságai:*

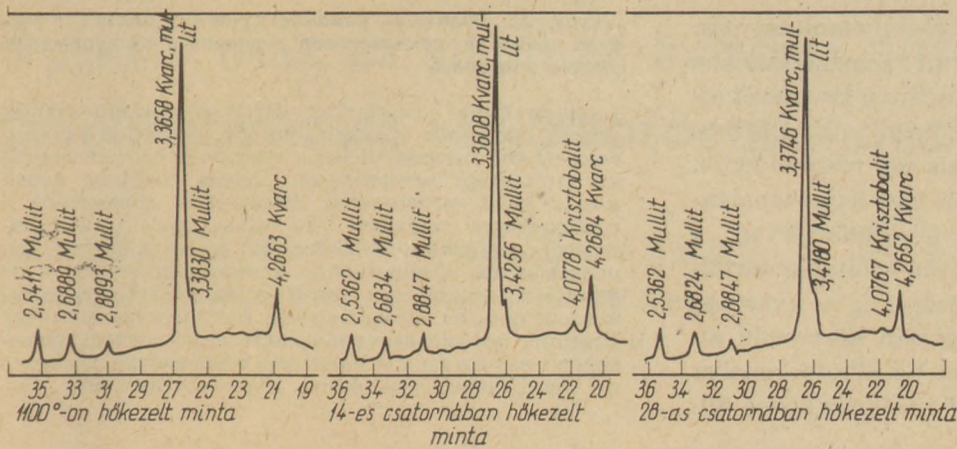
Csatornaszám	14.	28.
Égetési hőm. Sk.	5a–6a	4a
Égetési hőm. °C	1190	1160
Vízfelvétel %	0,7	1,0
Zsugorodás %	12,0	10,0
Törőerő kp	151	174
Égetési szín	sárgás-fehér	világos sárga

*A K<sub>11</sub> jelű massa hőkezelése során lejátszódó fázisváltozások röntgen-diffraktométeres és fénymikroszkópos vizsgálata*

A K<sub>11</sub> jelű massa különböző hőkezelése után eltérő fizikai tulajdonságú termékek keletkeztek. A fizikai tulajdonságok a kerámiai termék szövet-szerkezetével szoros összefüggésben állnak, annak függvényei. Így munkám befejező részében a különböző módon hőkezelt termékek szövetszer-



4. ábra. A különböző hőfokon hőkezelt minták röntgen-diffrakciós felvételei



5. ábra. A SITI kemence különböző csatornáiban hőkezelt minták röntgen diffrakciós felvételei

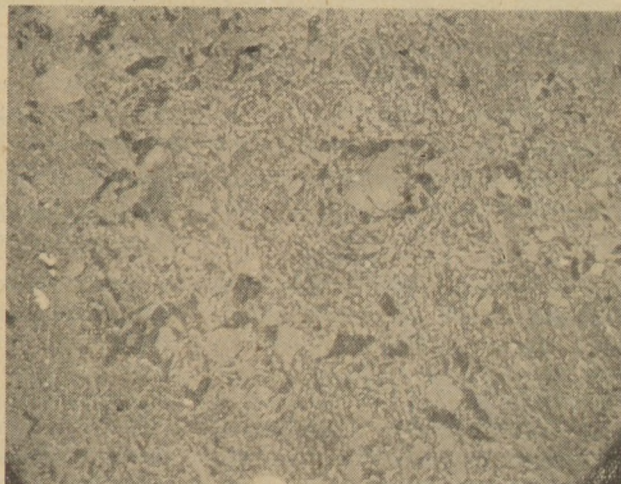
kezetét foglalom össze. A textura vizsgálatára a röntgendiffrakciós és fénymikroszkópos módszerrel együttesen alkalmaztam. Míg az előbbi a fázisok mennyiségének alakulására, addig az utóbbi a szerkezeti elemek nagyságára, eloszlására ad felvilágosítást. Jelen esetben különösen jól szemléltetik a pórusok alakulását.

A nyersanyagösszetételnek megfelelően a hőkezelés során a termékben feloldatlan kvarc, esetleg kriszobalit, az olvadátfázis megdermedése révén keletkezett üvegfázis és mullit jelenléte várható. Ezen fázisok röntgen mennyiségi analízise a jellemző reflexiók maximumok eloszlásának ismeretében a megfelelő kalibrációs görbék elkészítése után lehetséges. A kalibráció mellőzésével csupán kvalitatív következtetések vonhatók le, illetve az azonos felvételi körülmények mellett készült diffraktogramokból az egyes fázisok mennyiségi változásának iránya is megállapítható. A laboratóriumi statikus égetési kísérletek által nyert próbatesten végzett röntgendiffrakciós felvételek (4 és 5. ábra) összehasonlításából jól látható, hogy az égetési csúcshőmérséklet növelése a kvarcoldódás mértékének növekedését, továbbá az 1150 °C égetési hőfoktól kezdődően a kriszobalit megjelenését és mennyiségi növekedését eredményezi. A csúcshőmérséklet változása a mullitfázis mennyiségi viszonyaiban nem hozott számottevő változást, csupán a fázisra jellemző intenzitáscsúcsok váltak kifejezettebbé a felvételeken. Ez a körülmény a kristályosodottsági fok növekedésére utal. Ennek bizonyítására elektronmikroszkópos vizsgálatok lennének szükségesek. Az üzemi kemencében hőkezelt minták esetén a 14, illetve 28-as csatornában égetett termékek röntgenfelvételei nagyfokú analógiát mutatnak, csak a kvarcoldódás mértékében mutatkozik némi eltérés. Ha a feloldatlan kvarctartalom alapján az üzemi ége-

tési kísérletet a statikus égetés eredményével hasonlítjuk össze, akkor az üzemi égetés az 1100 °C-os statikus égetés körülményeihez áll legközelebb. A fénymikroszkópos felvételeken az egyes fázis-



6. ábra. Az 1100 °C hőmérsékleten hőkezelt minta fénymikroszkópos felvétele



7. ábra. A SITI kemence hőmérsékletviszonyai között hőkezelt minta fénymikroszkópos felvétele

alkotókat csak hidrogénfluoridos maratás után tudjuk jól megkülönböztetni. Vizsgálataimhoz 2% HF és 0,5%-os HCl 1 : 1 arányú keverékét alkalmaztam, a maratási idő 2,5 perc volt. A HF-os maratás hatására az üvegfázis egy része oldódik. A legvilágosabban reflektáló, éles határvonalakkal elkülönülő fázisalkotó a feloldatlan kvarc, a középszürke pikkelyesen halvány foltokat tartalmazó részlet a mullitos mező, míg a kvarchoz hasonló világos szín szabálytalan körvonalú alkotó az üveges fázis. Ezeket az alkotóelemeket mutatom be két jellemző fénymikroszkópos felvételen. (6. és 7. ábra)

#### IRODALOM:

- [1] Shepherd, E. S. - Rankin, G. A. - Wright, W.: The binary systems of alumina with silica, lime and magnesia. *Amer. J. Sci.* 28. 301 (1909).
- [2] Grim, N. - Kubicki.: *G. Bull. Soc. Fran. de Cereami que* No. 36. 21 - 27 (1957).
- [3] Shelton C. R.: *J. Amer. Ceram. Soc.* 18. 298 (1935).
- [4] Singer, F.: *Berichte der Deutsche Keramischen Gesellschaft* 10. 269 - 271 (1929)
- [5] Lócsei B.: A mullitképződés reakciómechanizmusa 18. 2. sz. 62. (1966) *Építőanyag*

Lukács András: Égetési folyamat és massaösszetétel összefüggései a kőgyag padlóburkolólap gyártásánál

Munkám során egy fehérre-égett padlóburkolólap masszát kísérleteztem ki, amelynek alapanyagát részben hazai nyersanyagok képezik. A kísérleti massa összeállításánál az volt a cél, hogy fizikai paraméterei a szabvány előírásainak megfelelőek legyenek. Mérési eredményeim alapján az összeállított keverék padlóburkolólap gyártására megfelelő, műszaki paraméterei a szabványelőírásokat kielégítik. Lényeges eredmény még, hogy a kedvező tulajdonságok kb. 100 °C-al alacsonyabb égetési csúshőmérsékleten alakulnak ki, mint az üzemben eddig alkalmazott keverékösszetételeknél.

## Lapszemle

Sztroitel'nüie Materialü, Moszkva, 1977. 1. sz.

Povaljaev, M. I. - Voronin, A. M.: *Olvasztott tetőfedő anyagok fizikai-mechanikai tulajdonságai.* 20 - 21. old.

Üzemi feltételek között felhordott ragasztó rétegű olvasztott különböző szovjet és külföldi (csehszlovák, olasz, japán) tetőfedőanyagok fizikai-mechanikai tulajdonságainak (termék tömeg, a kötőanyag elüvegesedése, lágyulása, szakítószilárdsága stb.) eredményei. A felerősítő és takaró réteget speciális égővel olvasztják meg; az olvasztott

fedőrétegnek 2 mm vastagnak kell lenni, mivel a bevonat repedésmentessége negatív hőmérsékleten csak így biztosítható.

Topil'szkij, G. V. - Bereznickij, L. V.: *Betoncsövek vízáteresztőképességének csökkentése.* 23 - 24. old.

A betoncsövek vízáteresztőképességét befolyásoló néhány tényező (töltőanyag, cement minőség, gyártástechnológia stb.) vizsgálata, a vízáteresztőképesség befolyásolása. Célszerű megoldás a gravitációs csövek átítatása nitrált szulfitszennylúg és vízüveg oldatokkal. A nitrált-szulfit szennylúg kémiai-lag hat a cementkörre, a vízüveg

Лукач, А.: Взаимное влияние процесса обжига и состава массы в производстве гончарных облицовочных плиток для полов

Автором была разработана масса для облицовочных плиток для полов, дающая при обжиге белый черепок, компоненты которой частично являются отечественными сырьевыми материалами. Целью создания новой массы было согласование физических параметров с требованиями стандарта. На основе проведенных автором измерений разработанная масса пригодна для производства облицовочных плиток для полов, а ее физические параметры отвечают стандартным требованиям. Одним из положительных факторов является тот факт, что формирование положительных свойств происходит в случае данной массы при температуре примерно на 100 °C ниже, чем обычно для заводских масс.

Lukács, András: Zusammenhang zwischen dem Brennprozess und der Massenzusammensetzung bei der Fertigung von Steinzeug-Fußbodenplatten

Es wurde eine weißbrennende Fußbodenplattenmasse entwickelt, deren Grundstoff teilweise aus einheimischen Rohstoffen besteht. Bei der Zusammensetzung der Versuchsmasse wurde das Ziel verfolgt, daß die physikalischen Parameter den Normvorschriften entsprechen mögen. Den Meßergebnissen nach entspricht das entwickelte Gemenge zur Fertigung von Fußbodenplatten und dessen technische Parameter befriedigen die Normvorschriften. Ein wesentliches weiteres Ergebnis ist der Umstand, daß sich die günstigen Eigenschaften der Masse bei einer, mit etwa 100 °C niedrigeren Spitzen - Brenntemperatur einstellen, als bei den im Betrieb bisher angewandten Massen.

Lukács, András. Connexions between the Firing Process and Body Compositions in the Manufacture of Stoneware Floor Tiles

A white-when-fired floor tile body was elaborated, including partly raw materials of Hungarian origin. Physical parameters comply with standard specifications and the processing of the new body is easy, with the great advantage that a lower (by 100 °C) top firing temperature is required as contrasted to existing bodies.

koagulál a csövek hibás részein, miáltal a vízáteresztés jelentősen csökken.

Sztroitel'nüie Materialü, Moszkva, 1977. 2. sz.

Filimonov, B. I. - Szamkaev, N. M.: *Konvejtörkemence igen nagyméretű kerámiai termékek égetéséhez.* 27 - 28. old.

A NII sztrójtörkemika által kidolgozott, függőlegesen-zárt konvejtörkemence, mely nagyméretű kerámiai termékek égetési problémáit megoldottá teszi, kiküszöböli a görgős (csúszolapos) és szitahálós kemencék hátrányait, előnyük megtartása mellett. A kemence felépítése, szerkezeti kialakításának sajátosságai (keresztmetszete, a láncos tagok kapcsolódása stb.), működési elve; maximálisan 1300 °C-ig működtethető.

# Reaktív máz és alpmáz közötti diffúzió tanulmányozása radioizotópos módszerrel

GALLYAS MIKLÓS – WAGNER ENDRE

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az utóbbi években a külföldi és a hazai finomkerámiaiparban a burkolólapok dekorálásánál új festőanyagok – összefoglaló néven reaktív mázak – terjedtek el. A dekorációs eljárásnál a nyers mázas felületre szitanyomással viszik fel a mintát, amely a mázas égetés után nem határozott kontúrokkal, hanem diffúz, elmosódott határfelületekkel jelentkezik. A reaktív mázas dekorok kialakulása során az égetés alatt lejátszódó olvadékfázisú reakciók mechanizmusa kevésbé ismert, hagyományos módszerekkel nehezen tanulmányozható, de a reakciók sebességét feltehetően a diffúzió szabja meg, mivel ez a leglassabb részfolyamat.

A reaktív mázat alkotó vegyületek elemeinek diffúzióját radioizotópos módszerrel vizsgálva információk nyerhetők a reaktív máz és az alpmáz közötti szilikátkémiai reakciók mechanizmusára és mértékére vonatkozóan. A radioizotópos diffúziós vizsgálatok ma már több kutatási területen (pl. nagy tisztaságú fémek és félvezetők) rutinmunkának tekinthetők, a kerámiaiparban azonban csak ritkán alkalmazzák.

A máz és cserép közötti reakció tanulmányozásánál Shaw (1)  $^{59}\text{Fe}$ - és  $^{45}\text{Ca}$ -izotópot használt. Kísérletei alapján megállapította, hogy a vizsgált izotópok diffúziós mélysége porcelán – félporcelán – fajansz sorrendben csökken. A diffúzió mértéke a folyadékfázis mennyiségének növekedésével nő.

A mázösszetétel változásai lényegesen befolyásolják a diffúziót. Williamson (2) szerint a cinkoxid, a vas, az ólomvegyületek és a bórax elősegítik a kalciumionok diffúzióját, míg cirkon adagolása csökkenti a diffúzió, valamint a máz és a cserép közötti reakció mértékét.

Radioaktív izotópokkal tanulmányozták a mikrokeménység függését a máz-cserép reakció körülményeitől (3, 4) és megállapították, hogy minél több anyagot old a máz a cserépből, annál jobban nő a termék mikrokeménysége.

A bazalt és üveg szilárd-olvadék fázisú diffúzióját (5), a titándioxid fázisátalakulását (6) és a szilikátolvadékok ionjainak mozgékonyosságát (7) szintén radioizotópos módszerrel tanulmányozták.

## A kísérleti módszer

A szilikátiparban felmerülő diffúziós problémák megoldására a radioizotópos mérés technika – a mikrokeménység mérése és az elektronmikroszkóp felvételeihez hasonlóan – megfelelő lehetőséget nyújt. A módszer viszonylag egyszerű és lehetővé teszi a vizsgálni kívánt ionok diffúziójának nyomonkövetését különböző technológiai körülmények (magas hőmérséklet, széles hőtartás-intervallum stb.) között.

A diffúzió-koefficiens mérésére alkalmas izotópos módszer Fick I. és II. törvényén alapul. Megfelelő határfeltételek választásával a parciális differenciálegyenletek megoldása után a diffúzió-koefficiens értéke:

$$D = \frac{X_2^2 - X_1^2}{4.2,3.t.\lg \frac{c_1}{c_2}} \quad (1)$$

ahol  $c_1$  és  $c_2$  a vizsgált ionok határfelülettől  $X_1$  ill.  $X_2$  távolságban levő párhuzamos síkokban mért koncentrációja,  $t$  pedig a diffúzió időtartama.

A vizsgálandó ionokat radioaktív izotópjukkal nyomjelezve az aktív ionok koncentrációja (száma) arányos az inaktívakéval, így az (1) nevező-

jébe a céanyag párhuzamos rétegeiben megszámlált radioaktív ionok számának, illetve az azzal arányos intenzitásoknak –  $N_1$  és  $N_2$  – a hányadosa írható:

$$D = \frac{X_2^2 - X_1^2}{4.2,3.t.lg \frac{N_1}{N_2}} \quad (2)$$

A diffúziókoeficiens dimenziója SI-egységben  $m^2s^{-1}$ .

A különböző technológiai paraméterek mellett végzett diffúziós kísérletek kiértékelése céljából meghatározott vastagságú rétegeket kell eltávolítani a mintából és meg kell határozni a diffundált ionok számát az adott rétegben.

Az előbbi csiszolással, az utóbbi a visszamaradt minta intenzitásának mérésével oldható meg.

### Kísérleti rész

A reaktív mázas dekorok kialakulása során lejátszódó olvadákfázisú reakciók sebességét meghatározó tényezők közül az alábbiak hatását vizsgáltuk:

- égetési hőmérséklet
- égetés időtartama
- reaktív máz összetétele
- színező oxidok
- reaktív máz vastagsága
- reaktív máz szemcsefinomsága
- alapmáz vastagsága

Ezenkívül minden esetben összehasonlítottuk a különböző alapmáz összetételek esetén kapott eredményeket.

### Próbatest készítés

Vizsgálatainkat a Romhányi Építési Kerámiagyár padlóburkolólapjain végeztük, amelyeknek biszkvit égetési hőfoka  $1080^\circ C$  volt. Alapmázként izida és kevert (60% olasz + 40% izida) mázat használtunk, 0,53 és 1,05 mm, ill. 0,31 és 0,88 mm közötti vastagságban. Az alapmázra felvitt ólomborát típusú (különböző ólom- és bórtartalmú) reaktív mázakat (R-13 és R-20 jelű) a SZIKKTI Finomkerámiai Osztályán,  $1100^\circ C$ -os fritteléssel készítettük, majd  $45 \mu m$  szemcsefinomságra öröltük. A megőrölt mázakhoz színező oxidokat ( $Fe_2O_3 + MnO_2$ , illetve  $CuO$ ) adtunk, majd szárazon homogenizáltuk. Ezenkívül megvizsgáltuk az üzemben alkalmazott R-jelű, 50% feletti ólom-oxid tartalmú reaktív mázat is.

A SZIKKTI Energetikai Osztályának izotóplaboratóriumában végzett előkísérletek alapján a reaktív máz és az alapmáz közötti diffúzió vizsgálatára a Na-ion diffúziójának nyomonkövetését választottuk, mivel radioaktív izotópjá ( $^{24}Na$ ) a kísérletek szempontjából kedvező tulajdonságokkal (felezési ideje 15,1 óra, gamma-energiái 1,37 és 2,76 MeV) rendelkezik. A jelzést  $^{24}Na$ -izotópot tartalmazó vizes  $Na_2CO_3$ -oldattal végeztük, amelynek fajlagos aktivitása 10 mCi/ml volt. A homogenitás mértékéről a paszta különböző helyeiről vett minták intenzitásának mérésével, azok szórásának számításával győződünk meg. Az elkészített pasztákkal szitanyomással dekoráltuk az alapmázzal lemázolt burkolólapokat, amelyeket szilitrudas alagútkemencében égettünk; az égetés hőmérsékletét  $920$  és  $1000^\circ C$ , időtartamát pedig 30 és 200 perc között változtattuk.

### A minták intenzitásának mérése

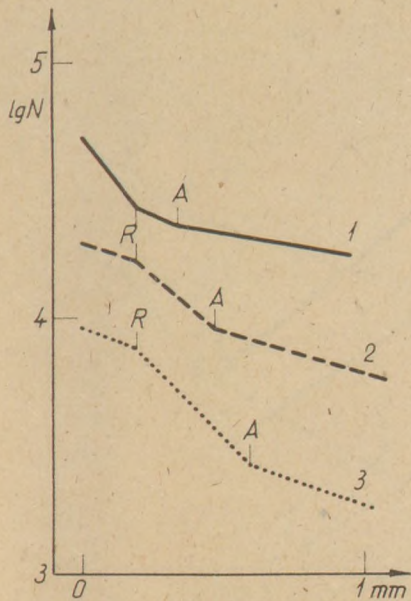
A burkolólapokból – a legnagyobb összefüggő mintázatnál – 3 db  $20 \times 10$  mm-es darabot vágunk le. A rétegeket, amelyeknek koncentrációját (intenzitását) mértük, gyémántszemcsés csiszolókoronggal csiszoltuk le a mintadarabokról (1–1 alkalommal 0,02–0,06 mm-t csiszoltunk). A csiszolás előtti és utáni intenzitást – a minták lemosása után – ólomtoronyban elhelyezett, NaI (Tl)-kristályt tartalmazó detektorral és NK-350 típusú, Gamma-gyártmányú számlálóval mértük. A minták intenzitását  $3 \times 1$  perces, a háttérét  $3 \times 5$  perces mérésekkel határoztuk meg.

### A mérési eredmények és értékelésük

Az égetés, majd a csiszolás után a rétegvastagságok és koncentrációk (intenzitások) ismeretében a (2) egyenlet alapján kiszámítottuk a Na-ion diffúziókoeficienseit a különböző mintákra.

Az égetés hőmérsékletének hatását a Na-ionok diffúziójára 3 különböző hőmérsékleten ( $920$ ,  $960$  és  $1000^\circ C$ ) vizsgáltuk. A minták intenzitásának logaritmusát a lecsiszolt réteg vastagságának függvényében ábrázoltuk. (1. ábra).

Az 1. ábra görbéi – a többi  $lg N - X$  görbéhez hasonlóan – 3 szakaszból állnak. A reaktív máz Na-ionjainak az alapmázba történő diffúzióját a középső – az R és A jelek közé eső – szakasz mutatja. Az első – a O és R közé eső – szakasz a reaktív mázbeli koncentráció (aktivitás) eloszlást, a harmadik – az A jeltől jobbra eső –



1. ábra. A minta aktivitásának ( $\lg N$ ) változása a lecsiszolt réteg vastagságának ( $x$ ) függvényében különböző égetési hőmérsékleten (1-920 °C, 2-960 °C, 3-1000 °C)

szakasz a Na-ionok cserébe történő diffúzióját mutatja, e két szakasz jellemzőivel e helyen nem foglalkozunk. Megjegyezzük, hogy a mért intenzitások hányadosát vesszük figyelembe a diffúzió koefficiens kiszámításánál, az egyes intenzitásértékekből — így az  $\lg N-X$  görbék egymáshoz viszonyított helyzetéből — technológiai következtetések nem vonhatók le.

Az 1. ábráról leolvasható, hogy a hőmérséklet növekedésével a görbék középső szakaszának meredeksége csökken, ami a diffúziósebesség növekedését jelzi. A mérési adatokból meghatározott diffúzió-koefficiens értékek is alátámasztják ezt a megfigyelést (1. táblázat).

1. táblázat

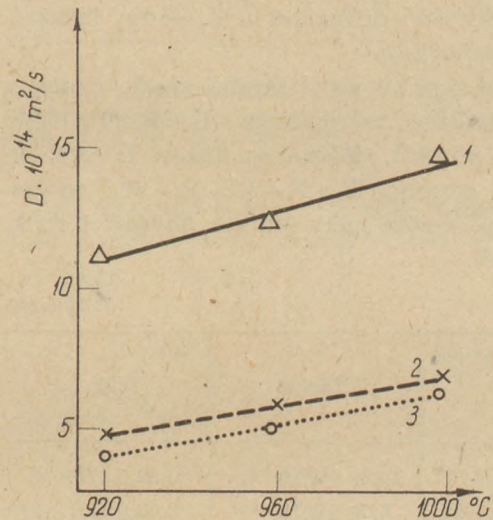
Égetési hőmérséklet (°C)	Kevert		Izida
	R-13	R-20	
920	4,50 ± 0,28	3,86 ± 0,22	18,93 ± 1,00
960	5,70 ± 0,19	4,61 ± 0,38	23,63 ± 1,51
1000	6,81 ± 0,33	6,53 ± 0,22	43,20 ± 1,77

Az 1. táblázat adatai szerint mindhárom reaktív máz — alapmáz variáció esetén — a vizsgált hőmérséklettartományban a diffúzió-koefficiens nő a hőmérséklettel. A növekedés mértéke izida máz esetén nagyobb, mint a kevert alapmáznál (2. ábra). Az égetés időtartamának hatását 30, 50, 100 és 200 perces hőntartással vizsgáltuk. A különböző hőntartásoknak megfelelő görbék

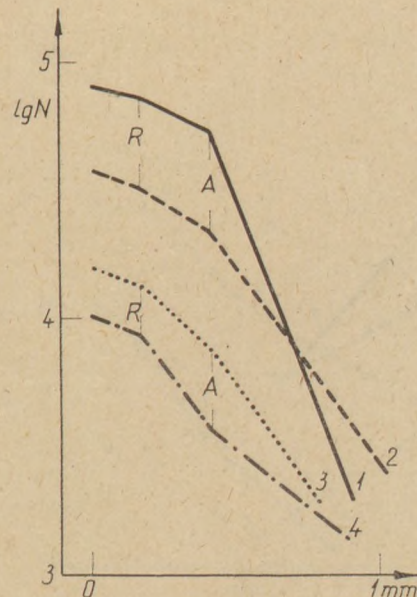
kevert alapmáz és R-13-as reaktív máz esetére a 2. ábrán tüntettük fel.

A 3. ábráról leolvasható, hogy a görbék középső szakaszának meredeksége az égetési időtartam növelésével nő, azaz a diffúzió egyre lassúbbá válik. Ez feltehetően azzal magyarázható, hogy az égetési idő — és ezzel a diffúzió — előrehaladásával a határreteg két oldala között csökken a koncentrációgradiens. A diffúzió-koefficiens értékeit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat adatai szerint mindkét alapmáz esetén — a kevert máznál nagyobb mértékben — csökken a diffúzió-koefficiens értéke a hőntartás növelésével. A 200 perces hőntartás esetén D ér-



2. ábra. A vizsgált alap- és reaktív mázakra vonatkozó diffúzió-koefficiens változása az égetési hőmérséklettel (1-izida, R-13; 2-kevert, R-13; 3-kevert R-20)



3. ábra. A minta aktivitásának ( $\lg N$ ) változása a lecsiszolt réteg vastagságának ( $x$ ) függvényében különböző égetési időtartamok esetén. (1-30 perc, 2-50 perc, 3-100 perc, 4-200 perc)

2. táblázat

Hőntartás (perc)	Alapmáz	Kevert	Izida
30		11,87 ± 0,64	15,76 ± 1,09
50		10,62 ± 0,50	12,87 ± 0,91
100		5,70 ± 0,19	12,51 ± 0,80
200		4,42 ± 0,36	12,20 ± 0,77

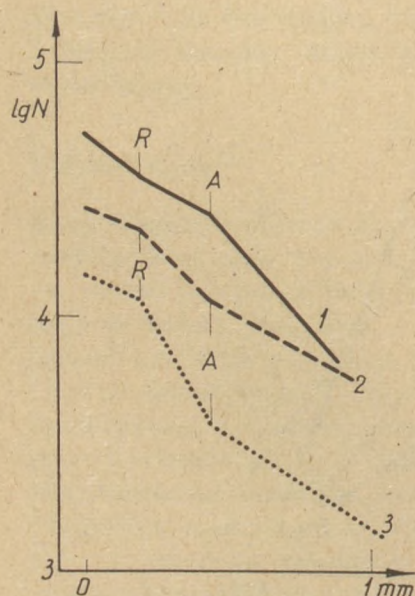
téke izida máz esetén közel háromszorosa a kevert alapmáznál mértnek.

A reaktív máz összetételének hatását 2 alapmáz és 3 reaktív máz esetén vizsgáltuk. Kevert alapmáz esetén a különböző összetételű reaktív mázakból történő diffúzióra a 4. ábrán látható görbéket kaptuk.

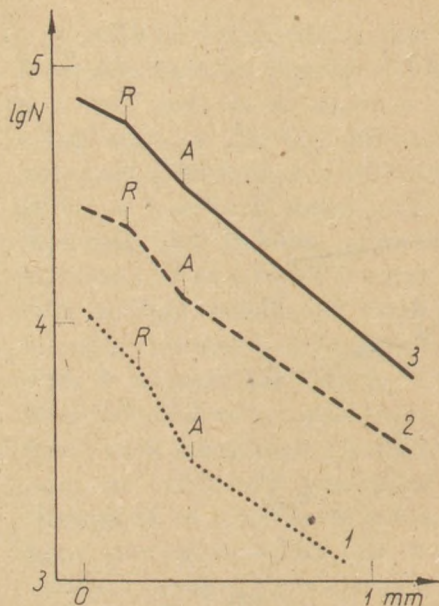
A 4. ábra görbéi arról tanúskodnak, hogy a vizsgált szakasz meredksége  $R < R-20 < R-13$  sorrendben nő. A 3. táblázatban közölt D értékek alapján a sorrend  $R > R-13 > R-20$ , de az utóbbi kettő esetén mért értékek kevésbé térnek el egymástól.

3. táblázat

Reaktív máz	Alapmáz	Kevert	Izida
R		18,60 ± 1,79	50,32 ± 1,06
R-13		5,70 ± 0,19	23,63 ± 1,51
R-20		4,61 ± 0,39	19,24 ± 1,63



4. ábra. A minta aktivitásának ( $lg N$ ) változása a lecsiszolt réteg vastagságának ( $x$ ) függvényében különböző összetételű reaktív mázak esetén. (1-R jelű máz, 2-R-20 jelű máz, 3-R-13 jelű máz)



5. ábra. A minta aktivitásának ( $lg N$ ) változása a lecsiszolt réteg vastagságának ( $x$ ) függvényében különböző színező oxidok jelenlétében. (1-CuO, 2-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO<sub>2</sub>)

Az észlelt sorrend feltehetően azzal magyarázható, hogy az R jelű reaktív máznak alacsonyabb a viszkozitása (ólomtartalma 50% felett van), így a Na-ionok diffúziója kevesebb aktiválási energiát igényel.

A színező oxidok hatásának vizsgálatánál kapott eredményeket az 5. ábra és a 4. táblázat foglalja össze.

Az 5. ábra görbéiről leolvasható, hogy a középső szakasz meredksége CuO alkalmazása esetén kisebb, azaz a Na-ionok diffúziója a reaktív mázból az alapmázba CuO színezőoxid esetén nagyobb mértékű, amit a diffúzió-koefficiensek kb. 3–4-szeres értéke is mutat.

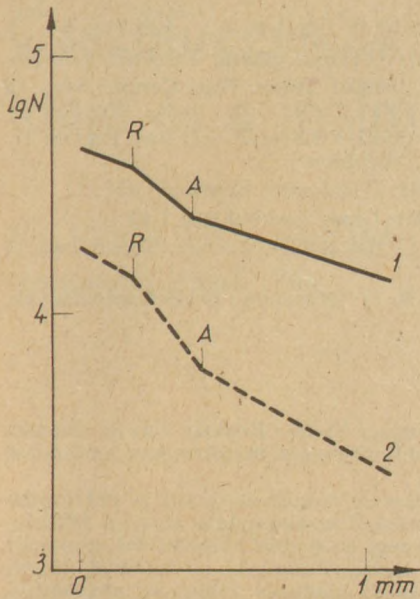
4. táblázat

Színező oxid	Alapmáz	Kevert	Izida
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +MnO <sub>2</sub>		5,70 ± 0,19	23,63 ± 1,51
CuO		19,43 ± 1,69	60,60 ± 2,36

5. táblázat

Máz-vastagság	Alapmáz	Kevert	Izida
Egyszeres		5,70 ± 0,19	23,63 ± 1,51
Kétszeres		8,59 ± 0,47	40,17 ± 1,68
Háromszoros		15,23 ± 1,31	-





6. ábra. A minta aktivitásának ( $\lg N$ ) változása a lecsiszolt réteg vastagságának ( $x$ ) függvényében különböző reaktív máz vastagságok esetén (1-egyszeres, 2-kétszeres, 3-háromszoros szitanyomás)

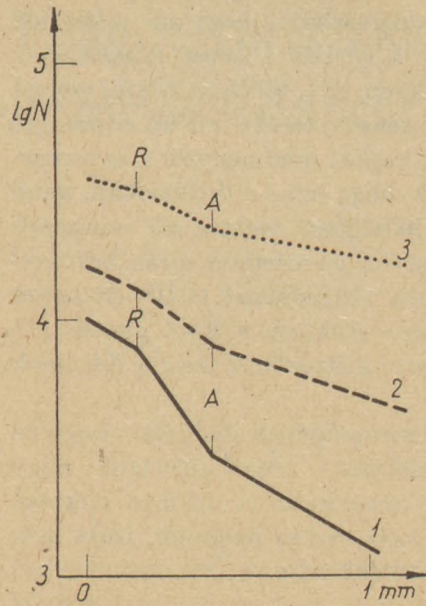
A reaktív máz vastagságának hatását 3 különböző értéknél — egyszeres, kétszeres és háromszoros szitanyomással állítottuk elő — tanulmányoztuk. Az eredményeket a 6. ábra és az 5. táblázat tartalmazza.

A 6. ábra görbéi arról tanúskodnak, hogy a reaktív máz vastagságának növelésével a középső szakasz meredeksége csökken, ami a diffúziósebesség növekedésére utal. A diffúzió-koefficiens értékek alapján hasonló következtetés vonható le. Az eredmények azzal magyarázhatók, hogy a reaktív máz vastagságának növelésével nő a diffundáló ionok mennyisége — ezáltal a koncentrációgradiens is — ami a diffúziósebesség növekedéséhez vezet.

A reaktív máz szemcsefinomságának hatását 3 különböző őrlési idő alatt előállított máznál tanulmányoztuk. A mázak szemszerkezetét a 6. táblázatban adtuk meg.

6. táblázat

Frakciók $\mu m$	Szemcseeloszlás (%)					
	> 40	40-20	20-10	10-5	5-2	< 2
Őrlési idő (óra)						
2	3	5	36	14	24	18
4	3	4	27	15	31	20
8	2	4	11	15	47	21

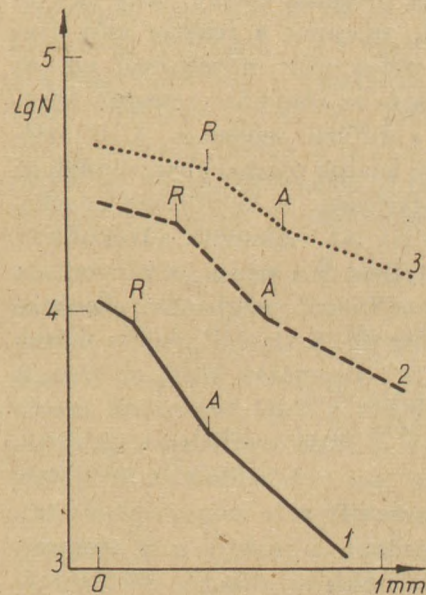


7. ábra. A minta aktivitásának ( $\lg N$ ) változása a lecsiszolt réteg vastagságának ( $x$ ) függvényében különböző őrlési időknél (1-2 óras, 3-8 óras őrlés)

A 7. ábra görbéi és a 7. táblázat adatai a különböző szemszerkezetű mázak esetén kapott eredményeket mutatják.

7. táblázat

Alapmáz \ Őrlési idő (óra)	Kevert	Izida
2	$5,28 \pm 0,25$	$23,13 \pm 1,69$
4	$5,70 \pm 0,19$	$23,63 \pm 1,51$
8	$6,62 \pm 0,39$	$24,49 \pm 1,79$



8. ábra. A minta aktivitásának ( $\lg N$ ) változása a lecsiszolt réteg vastagságának ( $x$ ) függvényében különböző alapmáz vastagságok esetén (1-vékony, 2-normál, 3-kétszeres alapmázvastagság)

A 7. ábráról leolvasható, hogy az őrlési idő növekedtével – a görbék középső szakaszának meredeksége csökken. A 7. táblázat adatai szerint a diffúzió-koefficiensek értéke nő az őrlési idő növekedtével. A kapott eredmények magyarázatára feltételezzük, hogy mind a diffúzióban, mind az esztétikai minőségben mutatkozó minimális változás az őrlési idő növekedése során bekövetkező szemszerkezet változásának (a 10–20  $\mu\text{m}$ -es frakció mennyisége csökken, a 2–5  $\mu\text{m}$ -esé nő) tulajdonítható, ami kedvezőbbé teszi a Na-ionok diffúzióját.

Az alpmáz vastagságának hatását vizsgálva – 8. ábra és 8. táblázat – megállapítottuk, hogy a mázvastagság növelésével a diffúzió mértéke csökken, kevert máz esetén nagyobb, izida máz esetén kisebb mértékben.

8. táblázat

Alpmáz \ Vastagság	Kevert	Izida
Vékony	11,00 $\pm$ 0,37	
Normál	5,70 $\pm$ 0,19	23,63 $\pm$ 1,51
Kétszeres	3,06 $\pm$ 0,28	17,18 $\pm$ 1,31

## Összefoglalás

A reaktív mázas dekorok kialakulásának tanulmányozása céljából radioizotópos nyomjelzéssel vizsgáltuk a Na-ionok diffúzióját a reaktív mázból az alpmázba. Megállapítottuk, hogy az égetési hőmérséklet, valamint a reaktív máz vastagság és szemcsefinomság növelésével nő, az égetési időtartam és az alpmáz vastagság növelésével csökken a diffúzió sebessége. A diffúzió-koefficiens mérési adatok összhangban vannak az esztétikai megfigyeléssel: a koefficiens növekedése általában a minták méretének növekedését, a kontúrok tompulását és a színek halványodását jelenti, míg a koefficiens csökkenése ellenkező értelmű hatást idéz elő. A vizsgált reaktív mázak közül az R jelű, az alpmázak közül az izida, a színező oxidok közül a CuO használata esetén kaptunk nagyobb diffúzió-koefficiens-t. A dekorok minőségét az égetési hőmérséklet és időtartam, valamint a reaktív máz vastagságának túlzott növelése károsan, a reaktív máz szemcsefinomságának, valamint az alpmáz vastagságának a növelése minimálisan befolyásolja.

## IRODALOM:

- [1] K. Shaw (1971): Ceramic glazes. Elsevier, London.
- [2] W. Williamson (1960): Trans. Brit. Ceram. Soc., 59 10.
- [3] W. Lehnhäuser (1973): Glasuren und ihre Farben W. Knapp Verlag, Düsseldorf
- [4] R. Regnier (1971): L'Industrie Chimique 636. 21
- [5] R. Jalkova (1965): Glass Technology, 6 40
- [6] D. W. Moore–C. Orr (1973): Powder Technology, 8 13
- [7] V. I. Malkin–B. M. Mogutnov: OAB Közlemények, 1961. 1. szám

### Gallyas Miklós – Wagner Endre: Reaktív máz és alpmáz közötti diffúzió tanulmányozása radioizotópos módszerrel

Radioizotópos módszerrel tanulmányoztuk a nátriumionoknak a reaktív mázból az alpmázba történő diffúzióját. A diffúzió sebessége az égetési hőmérséklet, a reaktív máz vastagság és szemcsefinomság növelésével nő, az égetési időtartam és az alpmáz vastagság növelésével csökken. A dekorok minőségét az égetési hőmérséklet és időtartam, valamint a reaktív máz vastagságának túlzott növelése károsan befolyásolja.

### Галяу, М.—Вагнер, Э.: Исследование процесса диффузии между реактивной и основной глазурью с помощью радиоизотопного метода

С помощью радиоизотопного метода исследовался процесс диффузии ионов натрия из реактивной глазури в основную глазурь. Скорость диффузии растет с повышением температуры обжига, толщины реактивной глазури и тонкости зерна, и снижается с повышением продолжительности обжига и толщины основной глазури. На качество декора отрицательное влияние оказывает чрезмерное повышение температуры обжига и продолжительности обжига, а также толщины реактивной глазури.

### Gallyas, Miklós – Waner, Endre: Untersuchung der Diffusion zwischen der reaktiven und der Grundglasur mit radioisotopischem Verfahren

Die Diffusion der Natriumionen der reaktiven Glasur in die Grundglasur wurde mit radioisotopischem Verfahren untersucht. Die Geschwindigkeit der Diffusion steigt mit der Brenntemperatur, der Stärke der reaktiven Glasur und zunehmender Kornfeinheit an und nimmt mit anwachsender Brenndauer und zunehmender Stärke der Grundglasur ab. Die Güte des Dekors wird durch eine zu große Erhöhung der Brenntemperatur, der Brenndauer, sowie der Stärke der reaktiven Glasur, nachteilig beeinflusst.

### Gallyas, Miklós – Wagner, Endre. A Diffusion Study between Reactive and Base Glazes by Radioactive Tracing

The diffusion of the Na<sup>+</sup>-ion from the reactive glaze to the base glaze was studied by radioactive tracing. Diffusion velocity increases with increasing temperature, width of the reactive glaze and its grinding fineness, but decreases with increasing firing time and width of the base glaze. The quality of decorations is deteriorated by an excessive firing temperature and time, and by a too high thickness of the reactive glaze.

# Összefüggés az őrlemény átlagos tartózkodási ideje és a malmok főbb jellemzői között\*

KOLOSTORI JÁNOS

Cementipari Művek, Vác

## Bevezetés

Ismeretes, hogy az őrlemény átlagos tartózkodási ideje a nyílt és körfolyamatos malmokban – azonos őrlési feladat és teljesítmény esetén főleg a malom geometriájától és az őrlőtestek fajlagos hézagterefogatától függ, amennyiben a szellőzés befolyásától első közelítésben eltekintünk. Egy golyósmalom optimálisan üzemel, ha a rajta áthaladó őrlemény az őrlőtestek közötti hézagterefogatot maximálisan kitölti. Mivel a különböző aprítási szemcsenagyságok esetén az őrlési folyamat sebessége más és más, egy adott malomnál és őrlési feladatnál a kamrák hosszát, a töltési fokát az egyes kamrákban és a töltet kamránkénti fajlagos hézagterefogatát úgy kell meghatározni, hogy az említett feltétel teljesüljön.

## Különböző malmok főbb jellemzői és az őrlemény átlagos tartózkodási ideje közti összefüggés

Adott fajlagos őrlési energiaigényű (F) aprítási feladat mellett egy golyósmalom őrlési teljesítménye (T) a hajtására fordított teljesítménytől (N) függ:

$$T = \frac{N}{F} \text{ (t/h)} \quad (1)$$

ahol N = a malom hajtásigénye (kW)

F = az őrlendő anyag fajlagos őrlési energiaigénye (kWh/t)

Ismeretes, hogy egy adott hosszúságú (L) és átmérőjű (D), valamint adott töltési fokú ( $\epsilon$ ) és őrlőtest térfogatsúlyú ( $\gamma_T$ ) golyósmalom hajtási

energiaigénye (N) meghatározható a következőképpen:

$$N = C \cdot D^{2.5} \cdot L \cdot \epsilon \cdot \gamma_T \quad (2)$$

Az átlagos tartózkodási idő (t) kifejezhető az alábbiak szerint:

$$t = \frac{V_{sz}}{T_v} \text{ (óra)} \quad (3)$$

ahol:  $V_{sz}$  = a malomban levő őrlőtestek közötti összes hézagterefogat ( $m^3$ )

$T_v$  = a malom volumetrikus őrlési teljesítménye ( $m^3/h$ )

Ez a kifejezés erős közelítés és csak abban az esetben fogadható el teljes mértékben, amennyiben elfogadjuk azt a megfontolást, amely szerint az őrlendő anyag áthaladása a malomban a fluid állapotnak megfelelően történik. A későbbiekben meglátjuk, hogy a közelítés alapján levont következtetések helytállóak, így a közelítés is megfelelőnek fogadható fel. A malomban levő őrlőtestek közötti hézagterefogatot ( $V_{sz}$ ) kifejezhetjük a malom geometriai adataival (L, D), a töltési fokkal ( $\epsilon$ ) és az őrlőtestekre jellemző fajlagos hézagterefogattal ( $\epsilon$ ) vagyis a porozitással:

$$V_{sz} = D^2 \frac{\pi}{4} L \epsilon \quad (4)$$

az őrlőtestek közötti

szabad térfogat

ahol:  $\epsilon = \frac{V_{sz}}{V_0} = \frac{\text{az őrlőtestekkel kitöltött tér összes térfogata.}}{\text{az őrlőtestek közötti szabad térfogat}}$

Ezzel már írhatjuk:

$$t = \frac{V_{sz}}{T_v} = \frac{V_{sz}}{\frac{N}{F \gamma_a}} = \frac{D^2 \frac{\pi}{4} L \epsilon}{c D^{2.5} L \epsilon \frac{1}{F} \frac{1}{\gamma_a} \gamma_T} = c' \frac{\epsilon}{\gamma_T \sqrt{D}} \quad (5)$$

\*Freibergben a „12. Aprítási Vitanapok”-on tartott előadás

Vezessük még le a (5) képletben szereplő

$\frac{\varepsilon}{\gamma_T}$  törtet más, használhatóbb formában.

Ehhez használjuk fel a következő összefüggést:

$$V_{\delta} \gamma_T = V_g \gamma_g \quad (6)$$

ahol:  $V_g$  = az őrlőtestek összes térfogata ( $m^3$ )

$\gamma_g$  = az őrlőtestek fajsúlya ( $t/m^3$ )

$$\begin{aligned} \text{A (6) egyenletből} \quad \gamma_T &= \frac{V_g}{V_{\delta}} \gamma_g \frac{V_{\delta} - V_{sg}}{V_{\delta}} \gamma_g = \\ &= (1 - \varepsilon) \gamma_g \end{aligned} \quad (7)$$

és

$$\frac{\varepsilon}{\gamma_T} = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \frac{1}{\gamma_g} = \frac{1}{\gamma_g} \varepsilon' \quad (8)$$

ahol:

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} = \frac{\frac{V_{sz}}{V_{\delta}}}{\frac{V_{\delta}}{V_{\delta}} - \frac{V_{sz}}{V_{\delta}}} = \frac{V_{sz}}{V_{\delta} - V_{sz}} = \frac{V_{sz}}{V_g} \quad (9)$$

Különböző átmérőjű malmoknál írhatjuk:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\varepsilon'_1 \frac{1}{\sqrt{D_1}}}{\varepsilon'_2 \frac{1}{\sqrt{D_2}}} = \frac{\varepsilon'_1}{\varepsilon'_2} \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} \quad (10)$$

Ha az őrlőgolyók közötti fajlagos hézagterfogatot változatlanul tartjuk, akkor az átmérő változás esetén az átlagos tartózkodási idők viszonya az alábbi lesz:

$$t_2 = t_1 \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} \quad (11)$$

ha  $D_2 > D_1$  akkor  $t_2 < t_1$

azaz a nagyobb átmérőjű malomban az átlagos tartózkodási idő csökken. Ezt a megállapítást igazolják a különböző átmérőjű malmoknál mért átlagos tartózkodási idő értékek is.

### Következtetések

Ha az átlagos tartózkodási időt befolyásoló  $\varepsilon$  vagy  $\varepsilon'$  tényező hatását megvizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy a fajlagos hézagterfogatot megfelelő változtatásával a tartózkodási idő változatlan értékét lehetőségünk van bizonyos határok között beállítani a malom átmérő növekedtével is. Érdekes, hogy a malomhossz és a töltési fok kiesik a bemutatott számítás alapján.

Természetesen a fajlagos hézagterfogatot változtatásának vannak határai pl: a fajlagos hézagterfogatot nem növelhető golyókból álló töltetnél az azonos átmérőjű gömböknél egyáltalán elérhető  $\varepsilon = 0,476$  érték fölé.

Mindenesetre az a következtetés már most levonható, hogy a nagy malmoknál törekedni kell a minél kevesebb frakciós, nagy fajlagos hézagterfogatú töltetek alkalmazására, amely legkönnyebben elérhető osztályozó páncélok alkalmazásával. Sajnos az a durva őrlőkamrákban nem alkalmazható.

Ha a töltet kopása során kialakul egy sokfrakciós, kisebb fajlagos hézagterfogatú töltet, akkor az a nagyobb átmérőjű malmoknál gyorsabban csökkenti az őrlési teljesítményt.

Lehetséges, hogy ezen rövid eszmefuttatás alapján levont következtetések behatárolják majd a golyósmalmok átmérő növekedését, vagy másirányú intézkedések megtétele is szükségessé válik.

### Szám példa és kísérleti eredmények

Egy konkrét szám példa bemutatásával érzékelteni kívánjuk az előzőekben ismertetteket.

Irodalmi adatok alapján (6) ismeretes, hogy a golyósmalmok első kamráinak optimális üzeme kb. 8 : 10 ÷ 10 : 1 őrlőgolyó (őrlendő anyag) súlyarány esetén áll fenn. Ebből röviden levezethetjük az optimális fajlagos hézagterfogatot a 3 m-es átmérő tartományra vonatkozóan:

$$\frac{G_a}{G_g} = \frac{1}{8 \div 10} = \frac{V_a \gamma_a}{V_g \gamma_g} = \frac{V_{sz} \gamma_a}{V_g \gamma_g} = \varepsilon'_{opt} \frac{\gamma_a}{\gamma_g}$$

ebből:

$\gamma_g = 7,8 t/m^3$  és  $\gamma_a = 1,2 t/m^3$  (klinker + dara) értékek behelyettesítésével

$$\varepsilon'_{opt} = \frac{7,8}{1,2} \frac{1}{8 \div 10} = 0,813 \div 0,650$$

vagy az ismertebb fogalmakra átszámítva:

$$\varepsilon_{opt} = \frac{\varepsilon'_{opt}}{\varepsilon'_{opt} + 1} = \frac{0,813 \div 0,650}{1,813 \div 1,650} = 0,448 \div 0,395$$

$$\begin{aligned} \gamma_T \text{ opt} &= (1 - \varepsilon_{opt}) \gamma_g = (0,552 - 0,605) 7,8 = \\ &= 4,31 - 4,81 (t/m^3) \end{aligned}$$

Tételezzük fel, hogy egy  $D_1 = 3$  m átmérőjű malom töltetének fajlagos hézagterfogata

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{opt}$$

Akkor egy  $D_2 = 4$  m-es malom töltetének fajlagos hézagterfogata az optimális üzemállapot eléréséhez

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 &= \varepsilon_1 \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = 0,448 \div 0,395 \sqrt{\frac{3}{4}} = \\ &= 0,515 \div 0,455 \end{aligned}$$

kellene legyen, amely értékek egyrészt megköze-  
lítik, másrészt túlhaladják az azonos átmérőjű  
tömböknél egyáltalán elérhető  $\varepsilon = 0,476$  értéket.  
Amennyiben a nagyobb malomnál nem változ-  
tatjuk meg az őrlőtestek fajlagos hézagterfogató-  
át, akkor a kisebb tartózkodási idő miatt durvább  
lesz a malomtermék és megnő a szélosztályozó  
anyagterhelése. A malom gyorsabban eldugul,  
azaz érzékenyebbé válik az őrlendő anyag őrlé-  
hetőségének változásaira.

Méréseket végeztünk a különböző töltetekkel  
elérhető fajlagos hézagterfogatok gyakorlati meg-  
állapítására a SZIKKTI-ben, Vadász Mihály  
segítségével. Ezek során a következőket állapi-  
tottuk meg: (1. táblázat)

1. táblázat

Különböző töltetekkel elérhető fajlagos hézagterfogató értékek.  
A mérési adatok  $\varnothing 90$ ,  $\varnothing 80$ ,  $\varnothing 70$  mm-es golyókból álló  
töltetekre vonatkoznak.

Töltet fajták	$\gamma_T$ (t/m <sup>3</sup> )	$\varepsilon'$	$\varepsilon$
szokásos	4,4	0,766	0,435
azonos frakció súlyú	4,32	0,805	0,446
azonos darabszámú	4,25	0,831	0,454
egyetlen átmérőjű golyóból álló töltet	4,08	0,908	0,476

Az adatokból látható, hogy a különböző tölte-  
tek térfogatsúlya változó és a bemutatott számí-  
tások alapján azt is megállapíthatjuk, hogy az  
optimális őrlőtest összetétel az őrlendő anyag  
őrölhetőségén és fajsúlyán kívül a malom átmérő-  
jének is függvénye.

A gyakorlat alapján megállapítható, hogy azo-  
nos átmérőjű tölteteknél is csökken a porozitás  
az átmérő csökkenésével. Ezt a gyakorlatban  
mért fajlagos térfogatsúlyok is igazolják: (2. táb-  
lázat)

2. táblázat

A gyakorlatban mért fajlagos térfogatsúlyok golyósmalmi  
tölteteknél

Golyóátmérők	Térfogatsúlyok
$\varnothing 100$ mm	4,30 – 4,56 t/m <sup>3</sup>
$\varnothing 80$ mm	4,40 – 4,60 t/m <sup>3</sup>
$\varnothing 60$ mm	4,55 – 4,65 t/m <sup>3</sup>
$\varnothing 50$ mm	4,60 – 4,70 t/m <sup>3</sup>
$\varnothing 40$ mm	4,75 – 4,76 t/m <sup>3</sup>
$\varnothing 30$ mm	4,80 – 4,85 t/m <sup>3</sup>

A kisebb golyóknál nő a fajlagos térfogatsúly,  
azaz csökken a porozitás, amely az őrlendő anyag  
számára rendelkezésre álló térfogat csökkenésével  
jár. Ez pedig az átlagos tartózkodási idő további  
csökkenéséhez vezet.

Nagyobb átmérőjű malmoknál a lecsökkent át-  
lagos tartózkodási időt bizonyos mértékig lehet  
növelni a válaszfalak résméreteinek csökkentésé-  
vel. Emiatt az őrlőtestek közötti szabadterfogató  
jobban feltöltődik őrlendő anyaggal. Amikor ez  
már maximálisan feltöltődött, ezentúl már az  
őrlőgolyók működési lehetőségét csökkentjük.  
Ez különösen a durva őrlőkamráknál veszélyes,  
ahol főleg az útve aprítás kell hogy végbemenjen.

### Összefoglalás

Ismeretes, hogy az őrlemény átlagos tartózkodási  
ideje a nyílt és körfolyamatos malomban egy-  
aránt – azonos őrlendő anyag és kívánt vég-  
termék szemszerkezet esetén – főleg a malom  
geometriájától és az őrlőtest töltet fajlagos hézag-  
terfogatótól függ, amennyiben a szellőzés befo-  
lyásától első közelítésben eltekintünk. A golyós-  
malom akkor üzemel optimális feltételek között,  
ha a rajta áthaladó őrlemény az őrlőtestek  
közötti hézagterfogatót teljesen kitölti.

A bemutatott számítás alapján megállapítható,  
hogy a malomméretek növekedtével csökken az  
átlagos tartózkodási idő, és ez csak az őrlőtestek  
közötti hézagterfogató növelésével kompenzál-  
ható. Ezek szerint a nagy golyósmalmoknál tö-  
rekedni kell a minél kevesebb frakciós, nagy hé-  
zagterfogató töltetek alkalmazására. Ha a töltet-  
kopás során kialakul egy sokfrakciós, kisebb faj-  
lagos hézagterfogató töltet, akkor ez nagyobb át-  
mérőlőjű malmoknál gyorsabban csökkenti a tel-  
jesítményt és a malom érzékenyebbé válik az  
őrölhetőség változásaira.

Azt is megállapíthatjuk, hogy az optimális őrlő-  
test összetétel az őrlendő anyag őrölhetőségén,  
fajsúlyán és az őrlőtestek fajsúlyán kívül a ma-  
lom átmérőjének is függvénye. Lehetséges, hogy  
az ismerttetett megfontolások behatárolják majd  
a golyósmalmok méreteinek növelését.

### Felhasznált jelölések

T	= a golyósmalom teljesítménye	(t/h)
N	= a golyósmalom hajtási energia igénye	(kW)
F	= fajlagos őrlési energia igény	(kWh/t)
L	= a golyósmalom hossza	(m)
D	= a golyósmalom átmérője	(m)

$\emptyset$  = a golyósmalom töltési foka (%)

$\gamma_T$  = a golyó térfogatsúlya (t/m<sup>3</sup>)

t = órlemény átlagos tartózkodási idő (óra)

$V_{sz}$  = az őrlógolyók közötti szabad térfogat (m<sup>3</sup>)

$T_v$  = a golyósmalom térfogati teljesítménye (m<sup>3</sup>/ó)

$$\varepsilon = \frac{V_{sz}}{V_\emptyset} = \frac{\text{az őrlógolyók közötti szabad térfogat}}{\text{az őrlógolyók által kitöltött összes tér}} = \text{porozitás} \quad (\text{m}^3/\text{m}^3)$$

$\gamma_a$  = anyagterfogsúlya (t/m<sup>3</sup>)

$V_g$  = az őrlógolyók térfogata (m<sup>3</sup>)

$\gamma_g$  = az őrlógolyók fajsúlya (t/m<sup>3</sup>)

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}$$

$G_a$  = az őrlendő anyag súlya a malomban (t)

$G_g$  = az őrlőtestek súlya a malomban (t)

$V_a$  = az őrlendő anyag térfogata a malomban (m<sup>3</sup>)

## IRODALOM

- [1] *Climent Reig, M.*: Einflussfaktoren auf die Verweilzeit in Zementmühlen (Zement-Kalk-Gips 1972. 5. 245–247)
- [2] *Paulsen, H.*: Einfluss von Gut- und Mahlkörperfüllung auf Leistungsaufnahme und Axialvermischung des Mahlgutes (Vollsetzung des Ausschusses Maschinentechnik des VDZ am 5. Febr. 1970. in Düsseldorf)
- [3] *Keienburg, R.*: Verweilzeit des Mahlgutes in Rohrmühlen (Vollsetzung des Ausschusses Maschinentechnik des VDZ, am 5. Febr. 1970. in Düsseldorf)
- [4] *Paulsen, H.*: Axialdispersion des Mahlgutes der in Ein-Kammer-Kugelmühle (Zement-Kalk-Gips 1969. 12. sz. 554–559)
- [5] *Schramm, R.*: Ein Beitrag zur Modellierung des Förderverhaltens von Kugelrohmühlen (Neue Bergbautechnik 1974. 4. 228–233)
- [6] *Austin, L. G.*: Residence time distribution in mills (Cement and Concrete Research 1971. május)

*Колоустору, Я.*: Зависимость между средним временем пребывания продукта помола в мельнице и важнейшими характеристиками различных мельниц

*Kolostori, János.* Zusammenhang [zwischen der durchschnittlichen Durchgangszeit des Mahlgutes und den wichtigeren Kennzeichen verschiedener Mühlen

*Kolostori, János.* Connexions between Mill Parameters and the Hold Time of Ground Material in the Mill

## Lapszemle

Cement, Wapno, Gips, Krakow, 1977. 1. szám

Witek, E.: *Korszerű cementipari hőkezelőberendezések.* 10–16. old.

Az új klinkerégető berendezések építése és világméretű elterjedése. Különböző klinkerégető berendezések összehasonlító vizsgálata. A vizsgálatból leszűrt következtetésekből kitűnik, hogy jelenleg a legelőnyösebb, ha a nyersanyagok előkalcinálása forgókemence elé telepített különálló kalcinátorban történik.

Schroth, G. – Diener, T.: *Irányzatok az Egyesült Államok cementiparában.* 20–24. old.

Az Egyesült Államok, Kanada és az NSZK cementiparának összehasonlító elemzése különös tekintettel az alkalmazott cementipari kemencerendszerekre. A jelenlegi elemzésből is kitűnik, hogy egyre

nagyobb kemencerendszerek építése kerül előtérbe. Hasonlóképpen az amerikai és európai cementipar munkaerő- és energia-felhasználását is összehasonlították. Az összehasonlító elemzés eredményeinek figyelembevételével Észak-Amerika cementiparának fejlődési irányaira következtetéseket vontak le.

Szteкло I Keramika, Moszkva, 1977. 2. sz.

Vitjugin, V. M. – Trofimov, V. A.: *Szódatartalmú nyersanyagkeverékek termikus granulálása kötőanyagadalek nélkül.* 8–11. old.

Szódatartalmú üvegipari nyersanyagkeverék új előállítási módszere a termikus granulálás. A módszer lényege: a nyersanyagkeveréket plasztikus állapotba hozzák és hevítés útján, majd a kialakít-

tandó granáliák szerkezetének állandósítása céljából hűtik azokat Táblaüveg nyersanyag keverékének granulálásához a javasolt folyamat: max. 9–11,5% nedvességű keverék hevítése 3–5 percig 50–55 °C mellett, a granulátum formázása és hűtése 15–20 °C-ig. A granulálás technológiai sémája.

Butüleva, E. Sz. – Belosztokaja, N. Sz.: *Cirkon őrlése sugármalomban.* 19. old.

A sugármalomban különböző ideig őrlött cirkon nem rendelkezik elegendő diszperzitással, ezért nem biztosítja az egészségügyi máz megfelelő fehérségét és opakságát. A malom után kapcsolt zsákszűrőben viszont kiváló diszperzitású por válik le, melynek felhasználásával a követelményeket teljesen kielégítő máz állítható elő. Különböző őrlőberendezésekben (golyósmalom, „Ultrox 500–W” stb.) előállított cirkon frakcióösszetétele.

# Alumínium-oxid és szilícium-karbid kerámiák mikroszöveve.

## Szilícium-karbid köszörűszerszámok mikroszöveve

MOSER MIKLÓS

Budapesti Műszaki Egyetem, Kémiai Technológia Tanszék

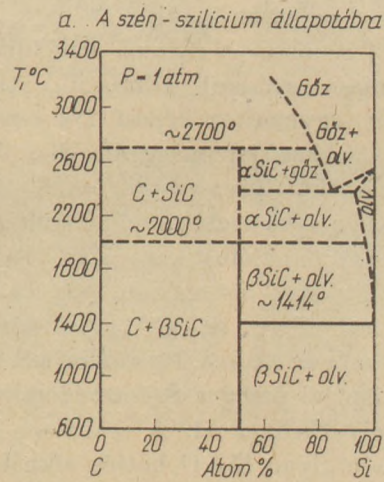
A Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológia Tanszékén mintegy két évtizede folynak forrácsoló szerszámként használt alumínium-oxid és szilícium-karbid kerámiák mikroszövevével és tulajdonságaival összefüggő kutatások. A kutatómunka eredményeként félüzemi körülmények között ipari felhasználásra rendszeresen készülnek különböző típusú precíziós köszörűszerszámok. E komplex kutatások eredményeinek témakörönként csoportosított rövid, vázlatos összefoglalását tartalmazzák azok a tervezett közlemények, melyeknek negyedik tagját a jelen munka képezi. A teljes kutatómunka részletes eredményeit az irodalomjegyzékben megadott publikációk tartalmazzák.

### a) Szilícium-karbid köszörűszemcsék

A szilícium-karbidot először mint mesterségesen előállított anyagot ismerték meg, később kis mennyiségben a természetben is találtak. A szilícium-karbid ásványtani neve moissanit. *Moissan* az arizonai Canon Diabló-nál talált meteoritvasban fedezett fel gyémánttal összenőtt zöldszínű szilícium-karbidot.

A szilícium-karbid képződését először *Berzelius* (1810, 1824), majd *Despretz* (1849) és *Cowles* (1884) figyelte meg. Az ipari előállítás feltalálása *Acheson* nevéhez fűződik (1891). *Despretz* és *Acheson* gyémánt előállításán kísérletezve véletlenül állított elő szilícium-karbidot. Agyagoldékban akartak szenet „átkristályosítani”, eközben igen kemény kristályos anyag keletkezett, melynek kémiai összetételét kezdetben nem ismerték. *Acheson* széntartalmú korundnak tartotta, ezért először karbokorundumnak, majd egyszerűen csak karborundumnak nevezte el. Későbbi vizsgálatok mutatták ki, hogy egy SiC összegképletnek megfelelő új vegyületet fedeztek

fel. *Acheson* az új anyag köszörűszemcséként való felhasználhatóságát felismerve az eljárást szabaddalmaztatta és a Niagaránál megalapította az első szilícium-karbid gyárat (Carborundum Comp. 1891). Az irodalomban található szén-szilícium állapotábrák közül az egyik részletesen kidolgozottat látjuk az 1/a ábrán.



### b. A fontosabb SiC módosulatok

Módosulatok	RAMSDELL-féle szimbólum	Rétegződési sorrend	Kettősrétegek száma az elemi cellában	Kristályrendszer	C/a ideális
$\beta$ -SiC	3C	ABC ABC ...	3	Szabályos $T_d^2 - F 43 m$	$\sqrt{6} -$ $= 2,450$
$\alpha$ -SiC	SiC I	15 R ABCBACABCBACB...	15	Rombóéderes $C_{3v}^5 - R3 m$	$5\sqrt{6} -$ $= 12,247$
	SiC II	6 H ABCACB...	6	Hexagondlis $C_{6v}^4 - P6_3 mc$	$2\sqrt{6} -$ $= 4,899$
	SiC III	4 H ABAC...	4	Hexagondlis $C_{6v}^2 - P6_3 mc$	$4/3\sqrt{6} -$ $= 3,266$

1. ábra. a) A szén-szilícium állapotábra. b) A fontosabb szilícium-karbid módosulatok

A szilícium-karbid technikai jelentősége már a felfedezését és ipari gyártásának kidolgozását követő években nagy volt. Alkalmazási területe az első időkben a köszőrűszerszám-ipar és a tűzállóanyaggyártás területére esett. A SiC-nek sokoldalú, speciális területeken való felhasználására a második világháborút követő években került sor. Alkalmazása a legkülönbözőbb új területekkel bővült. A klasszikus szilícium-karbid-termékek mellett (villamosipar, tűzálló anyagok, forgácsolószerszám előállítás) újnak számítanak a szilícium-karbid félvezetők, rakétacsúcsok, fűvőkák, a nukleáris technikában felhasznált fűtőelemek és hőcserélők. Szilícium-karbidból újabban igen előnyös tulajdonságú hőszigetelők, felületvédő szerek, katalizátorhordozók is készülnek. A műselyem-szálaknál vékonyabb szilícium-karbid fonalak nagy hőállóságúak és rugalmasak, elsősorban tűzvédő bevonatok készítésére használhatók fel. Ez utóbbiakból készülnek az űrhajók védőpajzsai is.

A szilícium-karbidnak két polimorf módosulata van: a köszőrűszemcséként is felhasznált romboéderes és hexagonális  $\alpha$ -szilícium-karbid, valamint a közös  $\beta$ -szilícium-karbid.

A szabályos rendszerbe tartozó szilícium-karbid kristályrácsa szfalerit ( $ZnS - T_d$ ) típusú. Szerkezete két, egymáshoz képest  $1/4$  térdiagonálissal eltolt köbös laponcentrált Si-, ill. C-rácsnak fogható fel. Egymás után ABC-vel jelölt helyzetekben levő legtömörebben illeszkedő Si atomok (111) síkhálóiba hasonlóan felépített C-rács van beillesztve oly módon, hogy a (111) síknormális irányában az (111) rácstávolság  $Z = 3/4$  részével van eltolva. Ily módon a Si tetraéderek csúspontjai pedig a Si-tetraéderek súlypontjaiban helyezkednek el. A szabályos rendszerű SiC tehát olyan Si-C kettős síkhálókból épül fel, melyek ABC sorban követik egymást. Az  $\alpha$ -szilícium-karbidnak több politípusa ismert. Ezek a  $\beta$ -SiC-tól és egymástól csak a kettős-

hálók rétegződési sorrendjében különböznek. A rétegződés sorrendjében két azonos betűvel jelölt réteg nem következhet egymás után. A politípusok száma nagy, már ez ideig is több mint harmincat fedeztek fel.

A technikai szilícium-karbidban található legfontosabb politípusokat az 1/b ábra mutatja be.

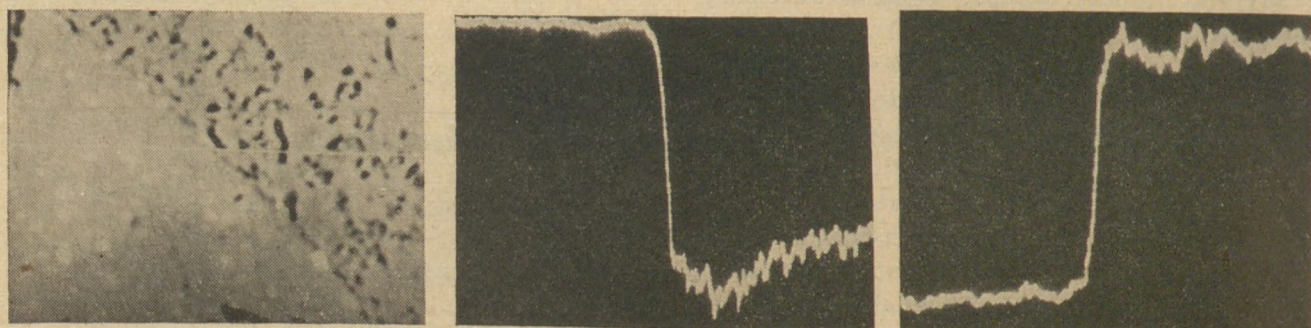
A szilícium-karbid igen változatos kristályos felépítése tulajdonságainak rendkívüli sokrétűségét vonja maga után. Az utóbbi időkben már a legbonyolultabb szeretlen vegyületként említik.

### b) Szilícium-karbid köszőrűszemcsék és kerámiai kötőanyagok kölcsönhatása

Míg az elektrokorund szemcsék és a kerámiai kötőanyagok fázishatárán nagy hőmérsékleten az üvegszerű kötőanyag feltárá hatására jól tanulmányozható, esetenként  $100 \mu\text{m}$ -t is meghaladó széllességű kötőréteg alakulhat ki, addig szilícium-karbid esetében ez a réteg csupán néhány mikrométernyi. Szilícium-karbid kötésére üvegszerű kötőanyagok nem használhatók, mert azok égés során kémiailag megbontják a SiC-ot, ezért kötőanyagként csak porcelánszerűen tömörödő nyersanyagok jöhetnek számításba. A porcelánszerű kötőanyag tapadását a 2/a ábra érzékelteti, a 2/b ábra gyakorlatilag azonos méretű mikroeménységmérési lenyomatai is jelzik, hogy a



2. ábra. a) Szilícium-karbid szemcse (1) felülete kerámiai kötőanyag (2) réteggel ( $900\times$ ). b) Kerámiai kötésű szilícium-karbid szemcsés köszőrűszerszám csiszolt felületének fénymikroszkópos felvétele mikroeménységmérési lenyomatokkal ( $700\times$ ). 1 szilícium-karbid szemcse, 2 kötőanyag, 3 mikroeménység mérési lenyomat, 4 levegőpórus)



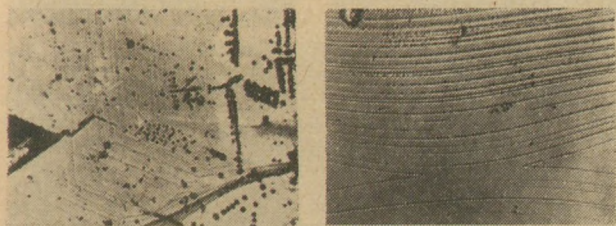
3. ábra. Szilícium-karbid szemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának mikroszondás felvételei. a) Kompozíciós elektronkép a vonaleloszlás mérési helyével ( $1800\times$ ). b) A Si-tartalom vonaleloszlása. c) Az Al-tartalom vonaleloszlása



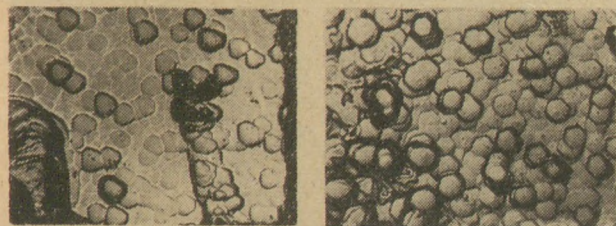
kötőanyag tulajdonságai a fázishatár környezetében is változatlanok s nem jön létre e módszerrel érzékelhető, eltérő összetételű és viselkedésű átmeneti réteg.

A szilícium-karbid és a kerámiai kötőanyag fázishatárának pontosabb jellemzésére a szemcse-kötőanyag rendszer főbb komponenseit választottuk. A 3. ábrán megfigyelhető, hogy a kötőréteg helyzetét jelző szilícium és alumínium vonalmenti eloszlási görbe igen meredek koncentráció-változást mutat, s a kötőréteget e módszerrel nem érzékelhető, csekély szélessége miatt nem jelzi.

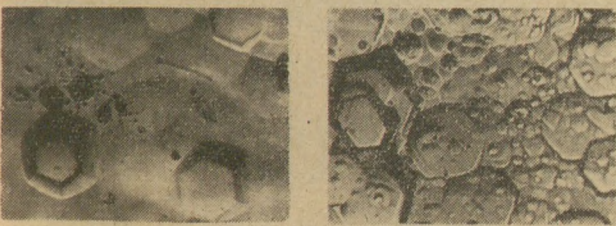
A már említett változatos és bonyolult kristályos felépítés miatt a szilícium-karbid szemcsék mikrokristályos szövete az elektrokorundtól alapvetően eltér és ez előbbinél felhasznált módszerekkel nem is vizsgálható. A köszörülési célokra felhasznált szilícium-karbid felületének morfológiai jellegzetességeit maratás után vizsgáltuk. Bár a maratás a szilícium-karbid egykristályok morfológiai és kristálynövekedési mechanizmusának tanulmányozására szolgál, mégis felhasználtuk, hogy a különböző reagensekkel szembeni viselkedéséből közvetett és tájékoztató jellegű információkat szerezzünk a szemcséknek eltérő



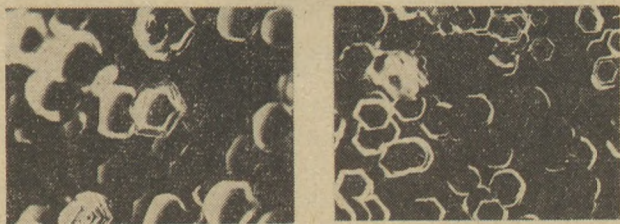
4. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcsék maratott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×). b) (300×)



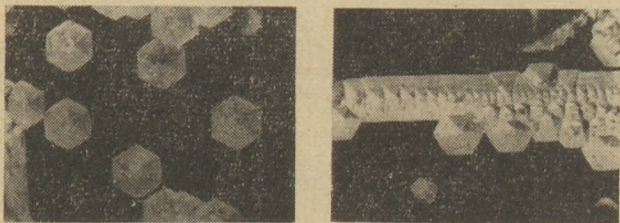
5. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcsék maratott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×). b) 300×



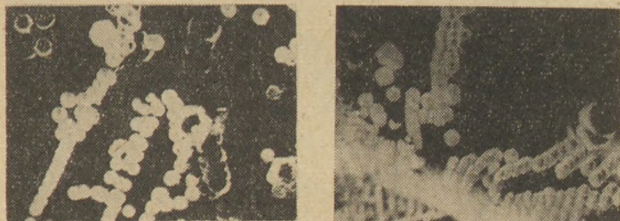
6. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcsék maratott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×). b) (600×)



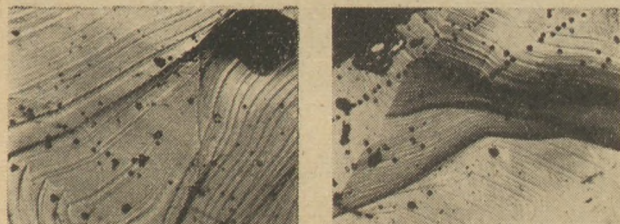
7. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcsék maratott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×). b) (300×)



8. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcsék maratott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×). b) (300×)

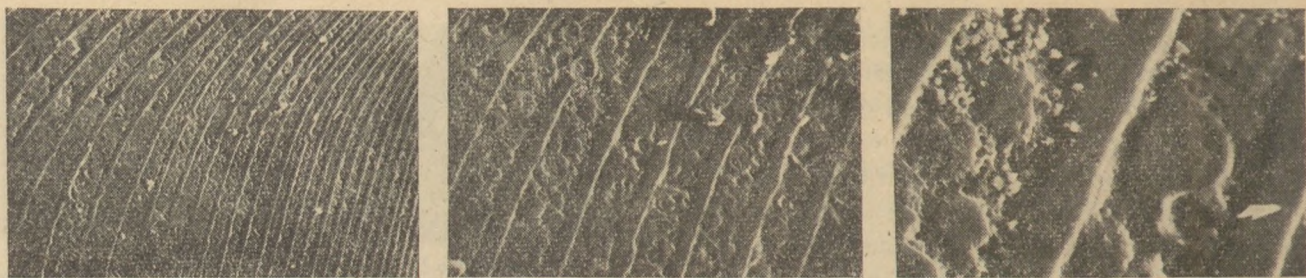


9. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcsék maratott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×). b) (300×)

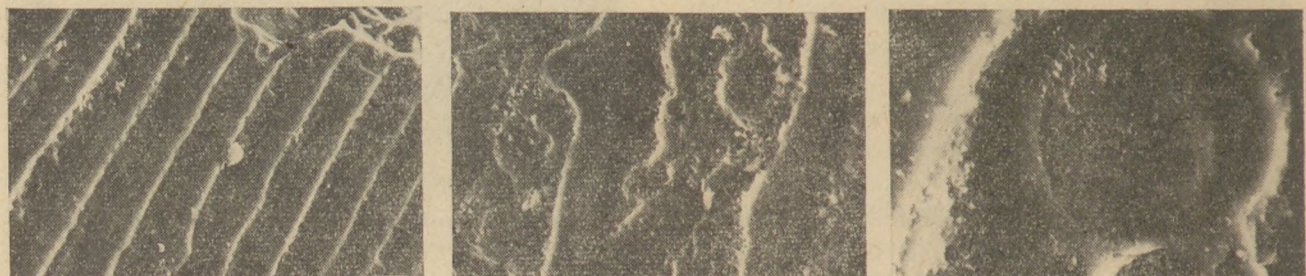


10. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcsék maratott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×). b) (300×)

típusú és kémiai jellegű kötőanyagokkal szemben várható reakcióiról. Meg kell jegyezni, hogy a 4.–12. ábrán bemutatott fénymikroszkópos felvételek, melyek poligonizációs kristályzónákat, növekedési alakokat, különböző formájú maratási üregeket és egyéb inhomogenitásokat mutatnak be, esetünkben nem jelentenek közvetlenül hasznosítható információkat, mert a szilícium-karbid szemcsék kötésekor végbemenő folyamatok rendkívül összetett és ma még az irodalomban sem tisztázott kérdések. Jelen stádiumban saját kutatásainknak sem volt célja e problémakör mélyreható kutatása. A szilícium-karbid már említett bonyolult felépítése és viselkedése miatt kötésénél ma még világszerte is az empirikus úton szerzett tapasztalatok szerepe a meghatározó.

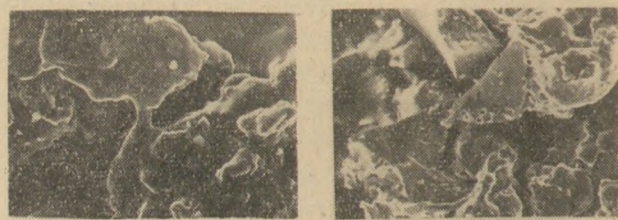


11. ábra. Szilícium-karbid köszőrűszemcsék nem maradtott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×) b) (300×) c) (1450×)

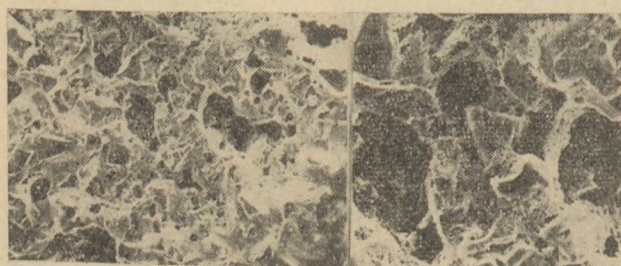


12. ábra. Szilícium-karbid köszőrűszemcsék nem maradtott felületének fénymikroszkópos felvételei. a) (300×) b) (300×) c) (3700×)

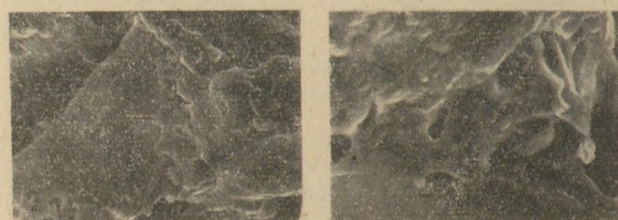
A szilícium-karbid szemcsék kötőanyagba való beágyazódása és a kötőanyag burkok egymáshoz való kapcsolódása az eltérő természetű kötőanyagok miatt különbözik a korundszemcsés szerszámokétól. A nem olvadékony, égetés során tömörödő kötőanyag nem képez folytonos burkot a szemcséken (13., 14a., 15/a., 16. ábra. A nem-üveges jelleg a szilícium-karbid szemcséket összekötő kötőanyaghidak mikromorfológiájában is megmutatkozik (14/b. ábra). Ez utóbbi ábra



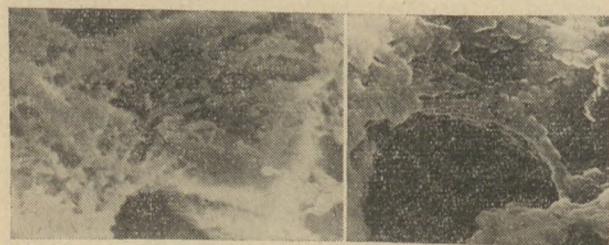
15. ábra. Kerámiai kötésű szilícium-karbid szemcsés köszőrűszerszám szövetének scanning elektronmikroszkópos felvételei a) kötőanyaggal bevont szemcsék kapcsolódása (12500×). b) szilícium-karbid (1) és kerámiai kötőanyag (2) törésfelülete (600×)



13. ábra. Kerámiai kötésű szilícium-karbid szemcsés köszőrűszerszám szövetének scanning elektronmikroszkópos felvételei a) (525×). b) (1500×)



16. ábra. Szilícium-karbid (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának scanning elektronmikroszkópos felvételei a) (1200×). b) (3500×)



14. ábra. Kerámiai kötésű szilícium-karbid szemcsés köszőrűszerszám szövetének scanning elektronmikroszkópos felvételei a) kötőanyaggal borított szemcséfelület (8000×) b) kerámiai kötőanyaghidak mikroszövete (17250×)

plasztikusan mutatja be a kötőanyag mikrokristályos szövetét és annak kapcsolódásmódját. A scanning-elektromikroszkópos felvételek közül a töreti felületről készült és a „felszín alatti” kötési viszonyokat is érzékeltető 17. és 21. ábra igen tanulságos.

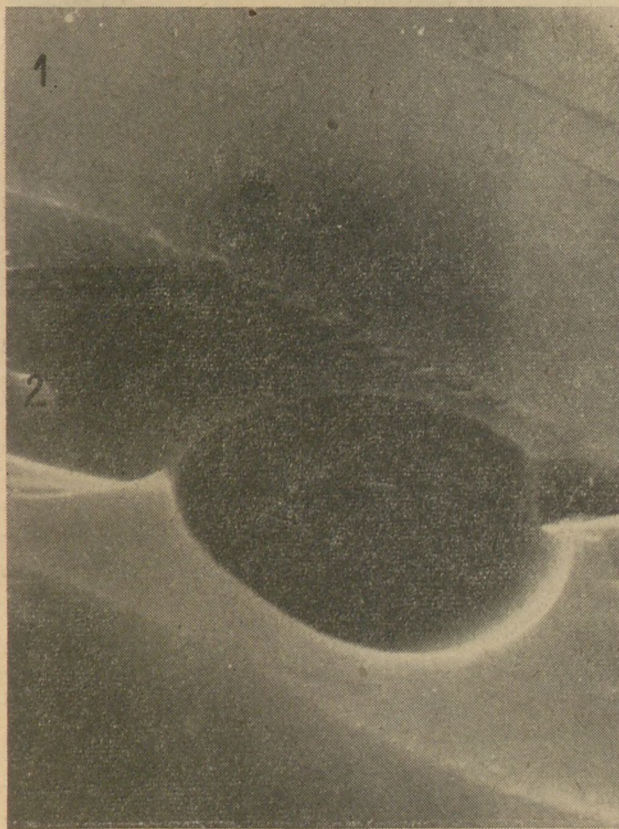
A fázishatár nagyobb felbontásban való leképezésére az elektronmikroszkóp alkalmas (22. – 24. ábra). A felvételeken az eltérő mikroszövet miatt egyértelműen megkülönböztethető a szilícium-karbid a kerámiai kötőanyagtól. E két



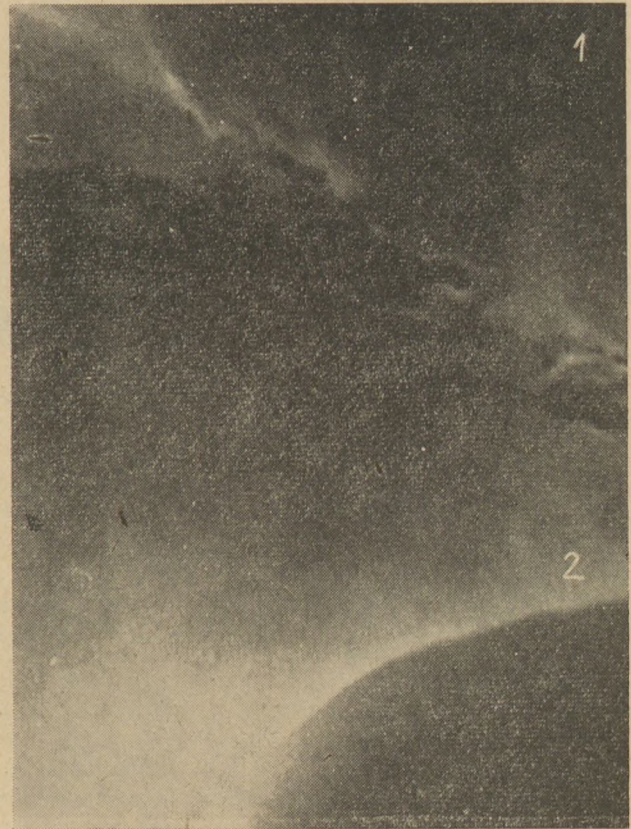
17. ábra. Szilícium-karbid kőszőrűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának scanning elektronmikroszkópos felvétele (9000 ×)



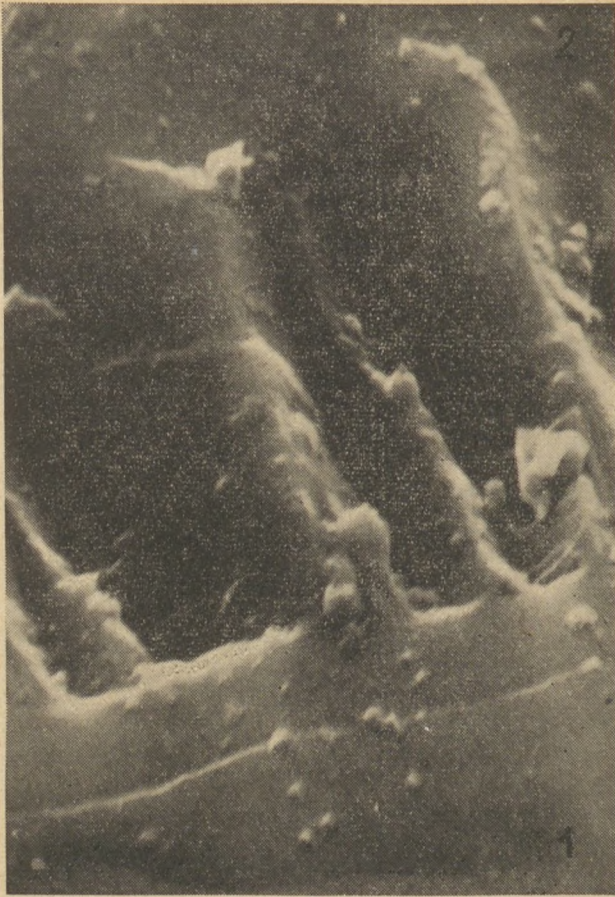
19. ábra. Szilícium-karbid kőszőrűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának scanning elektronmikroszkópos felvétele (6000 ×)



18. ábra. Szilícium-karbid kőszőrűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (3) fázishatárának scanning elektronmikroszkópos felvétele (10000 ×)



20. ábra. Szilícium-karbid kőszőrűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának scanning elektronmikroszkópos felvétele (26000 ×)



21. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának scanning elektronmikroszkópos felvétele (10000×)



23. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának elektronmikroszkópos felvétele (54000×)



22. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának elektronmikroszkópos felvétele (26000×)



24. ábra. Szilícium-karbid köszörűszemcse (1) és kerámiai kötőanyag (2) fázishatárának elektronmikroszkópos felvétele (26000×)

fázis között minden esetben felismerhető az égetés során képződő és morfológiailag jellegzetesen elkülönülő kötőréteg, mely biztosítja a megfelelő szilárdságú kötést. Ha e réteg szélességét az elektrokorund-kerámiai kötőanyag rendszerek átmeneti rétegeivel hasonlítjuk össze, azt találjuk, hogy szilícium-karbidnál ez csupán néhány mikrométernyi. A kötőréteg égetés során való kialakulása az irodalom szerint oly módon megy végbe, hogy a kötőanyag a szilícium-karbid felületi rétegét  $\text{SiO}_2$ -dá oxidálja és ehhez a vékony  $\text{SiO}_2$  hártványhoz tapad. E feltételezést közvetlen kísérleti úton nem tudtuk még alátámasztani. A 23. ábrán a kötőanyag fázishatár-környezeti mikromorfológiai átrendeződését szintén jól meg lehet figyelni.

A szilícium-karbid szemcsés köszörűszerszámok kötési folyamatainak további vizsgálata jövő kutatási célkitűzéseink része.

### Összefoglalás

A szilícium-karbid technikai jelentősége már a felfedezését és ipari gyártásának kidolgozását követő években nagy volt. Változatos kristályos felépítése miatt tulajdonságai rendkívül sokrétűek. Az utóbbi időkben már joggal a legbonyolultabb szervetlen vegyületként említik. A szilícium-

karbid szemcsék kötésekor végbemenő folyamatok rendkívül összetettek és még az irodalomban sem tisztázott kérdések. Kötésére üvegszerű kötőanyagok nem használhatók, mert azok égetés során kémiaiilag megbontják a szilícium-karbidot, ezért kötőanyagként csak porcelánszerűen tömörödő nyersanyagok jöhetnek számításba. A szilícium-karbid szemcsék és a kerámiai kötőanyag fázishatárának környezetében, égetés során kialakuló kerámiai kötés mikroszövetét és annak kialakulási fázisait részletekbe menő fény- és elektronoptikai vizsgálatok alapján mutatjuk be.

### IRODALOM

- [1] Moser, M.: Kerámiai kötésű köszörűszerszámok Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971.
- [2] Moser, M.: Microstructure and Properties of Grinding Tools Akadémiai Kiadó, Budapest (megjelenés alatt)
- [3] Köves, E., Moser, M., Almásy, P.: Köszörülés és finommegmunkálás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
- [4] Moser, M.: Fabrication et qualification des meules vitrifiées CRIF, Bruxelles, 1972.

Moser, M.: Микроструктура кремнекарбидовых шлифовальных инструментов

Moser, Miklós: Mikrostruktur der Siliziumkarbid-Schleifwerkzeuge

Moser, Miklós. Microtexture of Silicon Carbide Grinding Tools

## Lapszemle

Sztroitel'nye Materialü,  
Moszkva, 1977. 2. sz.

Vajsel'baum, D. B.—Pravotorov, Ju. A.: Sziklás kőzetből előállított zúzalék technológiájának optimalizálása. 7–9. old.

A zúzalékgyártás technológiai rendszerének optimalizálása. A technológiai séma, mely magában foglalja a különböző típusú aprító berendezéseken történő aprítás négy szakaszát, majd az azt követő frakciókra történő osztályozást. A gyártás számított és tényleges rendszerének összehasonlító adatai

(pl. zúzalék kihozatal, hulladék mennyiség), illetve az optimális rendszer beállítása előtti és utáni adatok (pl. termelékenység, egy tonna zúzalék költsége).

Szüromjatnikov, V. A.—Makeeva, E. B.: Réteges előkészítő alkalmazása keramzitgyártó  $2,5 \times 40$  m-s kemencén. 9–11. old.

Szerkezeti (hőszigetelő) betonhoz alkalmazott keramzit égetése rövid forgókemencében, melynek hatékonysága réteges előkészítőberendezéssel növelhető (kemence termelékenység 30%-kal nő, tüzelőanyag felhasználás 30%-kal csök-

ken és javul a keramzit granulometriai összetétele). A réteges előkészítőberendezés alkalmazásánál adott nyersanyagnál szükséges kiegészítő vizsgálatok.

Sztrogonov, Ju. D.—Rumjancev, V. P.: Fehércement alapú sík tér-elhatároló azbesztcement lemezek. 18–19. old.

SZM—942-s lapformázó gépen, adott tulajdonságú fehércement alapú azbesztcement-lapok előállítása. Technológiai sajátosságok: sajtolóhengerek nyomása, sajtolás utáni nedvességtartalom és térfogati tömeg, színezés. A lapok fizikai-mechanikai vizsgálatának néhány eredménye: ütő-, hajlítószilárdság, sűrűség. A lapok felerősítése speciálisan kiképzett fém szerkezetre. Erkélyek és loggiák burkolása.

# A Hollóházi porcelángyár technológiai és művészeti fejlődése

MOLNÁR LÁSZLÓ

Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Budapest

Már több mint egy évszázada készítettek Hollóházán kőedényt, amikor húsz esztendővel ezelőtt, 1957-ben az üzem teljes egészében a művészi porcelánok gyártására tért át. A még abban az időben is manufakturális felszereléssel működő vállalkozás történetének új szakasza kezdődött ezzel, és a hazai porcelántermelés egy újabb termelő egységgel gazdagodott. A finomkerámiaipari fejlesztés olyan programot jelölt ki a gyár számára, amely viszonyaink között a hazai igények korszerű művészi porcelánedényekkel és díszművekkel történő kielégítését célozta. A mennyiségileg és differenciáltan is egyre növekvő igényeket kiszolgáló termelési feltételeket azonban meg kellett változtatni, mert azok nem voltak kielégítőek. Ezért az iparágban belül szokatlanul nagyszabású rekonstrukcióba kezdtek, amely mind szerkezetében és szervezésében, mind kereteiben, — új épületek — új technológia bevezetésével teljesen átalakította a termelést. A teljes felújítás nemcsak a termelés oldalának megváltoztatását tűzte ki feladatnak, hanem azt a társadalmilag figyelmen kívül nem hagyható mozzanatot is, hogy Hollóházán, korszerű művészi porcelánokat termeljenek, elsősorban a hazai igények kielégítésére.

Az elavult gyártástechnológia felszámolása 1964/1965-ben kezdődött, amely elsőnek a maszszalom korszerűsítését eredményezte, új nagyteljesítményű dobmalomok, szűrőprések és más masszagyártó és előkészítő berendezések beállításával. Ezek lehetővé tették hazai és külföldi alapanyagokból a megfelelő minőségű porcelánmassza helybeni folyamatos előállítását. A korszerű technológiai folyamatok zavartalan biztosítására és folyamatos ellenőrzésére a korszerűen felszerelt laboratórium áll rendelkezésre nyolc fővel. A következő állomás, az 1972-ben beveze-

tett gázkemencés égetési technológiára való átterés. A 40 és 60 m<sup>3</sup> űrtartalmú régi kemencéket pb. tüzelésű alagútkemencékkel váltották fel, ahol már 1380 °C hőmérsékleten jobb minőségű, transzparensőbb keményporcelánt állíthattak elő. A hagyományos kétszintes széntüzelésű kemencék helyett, — ahol az égetés szakaszos volt, és egy-egy ciklus 70–80 órát vett igénybe, amiből az égetés 28–30 óráig tartott, — alkalmazzák a fentieket. A nyersgyártásban a munkafolyamatok része továbbra is az öntési eljárás maradt, máshol félautomata gépkorongokat állítottak a termelésbe, amikhez szalagszerűen működő körforgó szárítóberendezés kapcsolódik.

A gyártás egyes szakaszainak átalakítása sokszorosára növelte a termelést. Ennek bizonyítására egyetlen adatpár idézése is elegendő.

1965-ben mindössze 168,4 to. porcelánt állítanak elő, addig tíz évvel később már 628, 9 to. az edények, díszművek termelt mennyisége. Az eredetileg hazai igények kielégítésére beállított üzemben a felújítás következtében olyan színvonal alakulhatott ki, ami lehetővé tette tőkés viszonylatban az edényexport kifejlesztését, ami 1974-ben indult meg. A rekonstrukció kiterjedt a díszítési eljárások korszerűsítésére is. A kézfestés továbbfejlesztésének eredménye, hogy jelen időszakban már 105 fő festi a figurákat és dísz tárgyakat, ami az indulási időszakban kézfestő állományt tekintve 26-szoros emelkedést mutat. (1. ábra). Emellett a félautomata eljárással készülő korszerű szitanyomásos technológia is magas szintre emelkedett. A dekor égetésére ugyancsak új típusú elektromos alagútkemencét állítottak üzembe, amely biztosítja a megnövekedett dekorégetés folyamatosságát.

A teljes felújítás után, a többszörösére emelkedett termelés szükségszerűen kihatott a foglal-



*Kézifestő műterem*

koztatottak állományának alakulására. Míg 1958-ban csak 243 fő volt, a létszám, 1975-re már 1024 főre emelkedett.

A folyamatos szakmunkás utánpótlást a három éves szakmunkás képzés biztosítja, amelynek keretében a tanulók a nyersgyártás, a gipszforma készítés, a festés különböző igényes munkáira készülnek fel.

Az évente végzők nagyobbik része továbbra is a gyárban dolgozik, kisebb részük a speciális szakmai tanulmányokat folytatja. Az ott maradók képezik azt a magot, amely már a korszerű technológia ismereteinek birtokában alapját képezi a modern termelés megvalósításának, az egyéni önképzésben és szocialista brigádmozgalomban. A fiatalokkal folyamatosan feltöltődő állomány átlag életkora jelenleg jóval 30 év alatt van.

1965–75. között a háztartási edény termelése nyolcszorosra, a figura és díszműgyártás mennyisége háromszorosra, a gyár össztermelés pedig 3,7-szeresére növekedett.

A teljes felújítás, amely a technológia átalakítását eredményezte, új korszerű üzemcsarnok, gázfogadó-állomás, központi épület, orvosi rendelő, étkező és klub helyiségek létesítését is szükségessé tette. A régi épületeket sorra lebontották és helyükbe a korszerű termelést és szociális létesítményeket magukba foglalót építettek, amelyek a község városiasodó központi képeznek kialakulásához is hozzájárultak. Ehhez

kapcsolódik a mintegy 40-nél több komfortos lakás felépítése részben a gyár, részben a tanács támogatásával. Ez a szociális jellegű változás nemcsak Hollóháza lakosaira, hanem a környező tíz kisebb településből bejáró közel 500 dolgozó életkörülményeinek átalakulására és szocialista fejlődésére is hatással van. Ennek során a kulturális, művelődési, sport és egészségügyi ellátottság is magas szintre emelkedett, ami a közvetlen környezet viszonylagos elmaradottságának gyorsabb felszámolását mozdítja elő.

Az a termelési program, amely szerint Hollóházán a hagyományostól eltérő, korszerű, kisebb készletek, asztali edények, díszművek és figurák termelését irányozta elő, már magában véve is jelentős művészeti és művelődési szükséglet felismerését mutatja. Ennek megvalósításához a nagyszabású termelés-szervezés és technológiai korszerűsítés biztosította a feltételeket. Ehhez már a művészi porcelánok gyártására történő áttéréskor, majd az iparágban belüli profil rendezésekor a személyi, tervezői feltételek biztosítottak. A korábban Kőbányai Porcelángyárban tevékenykedő iparművészek és a hollóháziak olyan gárdája jött így létre, amely hazai viszonyaink között mind létszámában (akkor 9 fő), de különösen művészi felkészültségben és annak sokoldalúságában teljesen egyedüli. A tervezők egyénenként és összességükben magas szinten képesek megoldani a témakörbe tartozó feladatokat, az egyszerűtől — a legbonyolultabbig, az edény- és díszműtervezés, dekorok létrehozása területén. A szűkre szabott lehetőségek és a meghatározott célkitűzések nem teszik lehetővé, hogy e helyen a művészek építészettel kapcsolatos reliefjeivel és burkoló felületeivel, térplasztikáival foglalkozzunk, de a megemlékezés szintjén azokról ismételtelen csakis elismeréssel nyilatkozhatunk. Az edények között, amelyek az elmúlt két évtizedben készültek, elsősorban a korai időszak kisebb moka készletei érdemelnek figyelmet.

Ha visszaidézzük a húsz év előtti kort, amikor az első, Koczor Sándor által tervezett ilyen mokkákészlet forgalomba került, méltán keltett fel-tűnést korszerű formájával és ugyancsak meglepő díszítésével, amely minden vonatkozásban eltért a hagyományos virágcsokor, vagy virágfüzér dekortól. Igaz, ilyen alkalmazását a tervező már a forma kialakításakor kizárta a lehetőségek sorából. (2. ábra). A későbbi években számos dekor változattal készülő edények népszerűek maradtak a maguk kategóriájában. Ezt a jól sikerült készletet követte Veress Miklós újszerű megoldású szendvicskészlete, majd a nagyobb



asztali együttesek sorából jólsikerült darabjaival kiemelkedő J. Seregély Márta tervezése. Az asztali, teás és mokkás edények 32 darabos változata 1972-ben készült. Ugyancsak korszerű formaadásban, amelynél külön hangsúlyozandó, hogy a különböző edények, kannák, tálak, csészék, forma-adása a keskenyebb és szélesebb hengerformák változatos komponálásának eredményei. Ezek ismételten csakis korszerű, technikailag sokszorosítható díszítéssel készíthetők, amelyben a fond, a sáv és rozetta a legismertebb megoldások kék, vörös vagy arany színekkel. Néhány hagyományos formához visszatérést mutató készlet is létrejött, de ezek nem tekinthetők jelentősnek. Egyetlen díszesebb, de archaizáló hatást

mutató együttes Bükki Béla vadász készlete, amelynek darabjai a prehisztorikus kerámia formáit idézik és népvándorláskori szkita aranyleletekből komponált díszítéssel gazdagítottak.

A nagyhatású edények, azonban csak a reprezentációt és nem a napi kultúrált étkezési igényt szolgálják. Feltétlen érdeklődésre tarthat számot, majd a gyártásba történő bevezetéssel – Faenzában (1975) aranyérmes nyert edénykészlet, amely N. Szonntag Éva sikeres alkotása. Ehhez a stílustörekvéshez kapcsolható Torma Istvánné különlegesen egyszerű formaképzésű és díszítésű tálaló-edény sorozata. (3. ábra). Az említettekén kívül, számos jólsikerült kisebb



Torma Istvánné: Tálaló edények (1975)



készlet, csésze, kanna került még ki a műtermekből, azonban művészeti értékük éppen a korszerűség vonatkozásában szerényebb az előbbieknél, így részletesebb ismertetésüket nem tartjuk szükségesnek.

Nagyobb számú a különböző ember- és állatalakos figurák csoportja, ami a két évtized alatt létrejött. A közöttük való tájékozódás és a valóban haladó értékek kiválogatása bonyolultabb feladat, mint az edényeké. Azok értékének egyik el nem hanyagolható fokmérője a valóságos használhatóság, ami a figuráknál kizárt, viszont a sajátos művészi hatás az elsődleges. Időrendben külön csoportok, vagy stiláris irányzatok nem választhatók el, de ezen túl még az is megnehezíti a bemutatást, hogy esetenként ugyanazon alkotók szokványos, kommerciális, máskor nagyvonalú és korszerű kompozíciókat hoztak létre. Ez az alkotói ellentmondás a gyári tervezésben, különösen Hollóházán kialakult helyzetben, – ahol a gyáron belül szabják meg a „mit” és a „hogyan”-t – az iparművészek ezért nem marasztalhatók el.

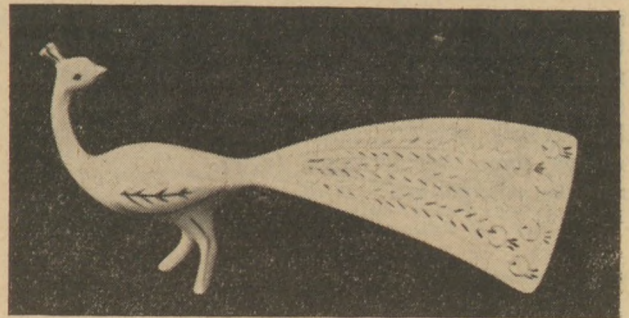
Nem azért, mert valamennyien már esztendő óta munkák sorával bizonyítják, hogy képesek korunkhoz szóló, korunkat kifejező plasztikák létrehozására. A haladó irányzatokat említve Balogh Béla, Torma Istvánné és Veress Miklós népi ihletésű figuráit említhetjük elsősorban, a Párnatáncos, Bujáki táncos, Ülő matyó-nő, Hány János, Pletykázók (4. ábra), Magyar páros kompozíciókat, amelyek mind a formai megoldásukban, mind a díszítésben előrelépést, haladást mutatnak. Szembeállítható ezekkel az ugyancsak ez időben Hollóházán készített de az 1930-as évek porcelánplasztikai szemléletét kifejező népieskedő figurák, mint Csárdáskirálynő, Hortobágyi csikós, Matyónő, Matyó férfi, Matyó legény, Magyar lány stb., amelyek egyáltalán nem tekinthetők manapság korszerűnek, de művészi megjelenítésük is változó színvonalú. A kompozíciók igen szerények, nem említve naturalisztikus, erőteljes színezésüket. A figurák ilyen típusához tartozó még számos ún. zsáner téma, mint Maneken, Balett táncos, Úszónő, Teniszező nő, Labdás lány, stb. kompozíciók. Plasztikai felfogásuk ugyancsak régies és erőteljesen a „vélt” közönségigény kommerciális kielégítői. – Az utóbbi évek számos új formái kezdeményezése közül kevés került valóban termelésre, éppen az elszaporodó zsáner és hagyományos népies témák sokasága miatt.

A kísérletezések közül említést érdemel a rokokó felelevenítése, amelyben még az előbb bí-



J. Seregély Márta: Pletykázók (1969)

jából kiemelkedő. A több tucatra tehető madár ráltaknál is szerényebb mértékben fedezhető fel a művészi minőség mind a tartalom, mind a forma vonatkozásában. A 18. századi rokokó porcelánok jelenkori felújítása nem kizárt, de ehhez szükséges az elmúlt kor alapos elmélyültebb tanulmányozása, művészeti értékeinek korunk számára történő kritikai értékelése. Ez a felkészültség talán egyetlen ilyen figurán, Bükki Béla Kuttyás hölgyén fedezhető fel, amely a kísérletek csoport-



Ősz-Szabó Antónia: Zártfarkú páva (1969)

figurák közül korszerű plasztikai megoldásával és ahhoz szervesen illeszkedő nagyvonalú díszítésével Ősz-Szabó Antónia által tervezett Zártfarkú páva magasan kiemelkedik. (5. ábra). A sokféle hagyományos haladó és korszerű figurális kompozíciót áttekintve, egy igen sokrétű és nagyon jó változó minőségű összkep alakítható ki, amelyben szinte nyomtalanul eltűnik, vagy talán még körvonalaiiban sem rajzolódik ki a hollóházi arculat, amely hazai viszonyaink között a korszerű porcelánplasztikát jelenthetné, például a herendi, vagy az ugyancsak nemrég felújított, két világháború közötti időszak, kései magyaros – szecessziós eoizinjaival szemben.

Az edények és figurák mellett nem kis szerepet képviselnek a különféle díszművek; vázák, kaspók, tálak, ajándékkészletek, dohányzókészletek, bonbonierek, falitálak, óratokok stb.

Ezekre ugyanúgy érvényesek a fentebbi megjegyzések, mint a hollóházi művészi porcelánok egészére. Közöttük megtalálhatók a korszerű formák és díszítmények, de szép számmal, és az utolsó években egyre nagyobb mennyiségben a barokk, rokokó és keleti imitációk-, – természetesen eredeti értékükben formában és díszítményben erősen népszerűsítetten. Mégis ezek át-

tekintésekor figyelemre méltó törekvés a Torma Istvánné, Balogh Béla ajándékkészletei, valamint Veress Miklós pásztorművészeti motívumok felhasználásával készült fali tálai. Ezekben fedezheti fel a korszerűség irányában történő haladás, még abban az esetben is, ha e téren még számtalan kiaknázási lehetőség kínálkozik a művészek számára.

A rövid és igen vázlatos áttekintés, a néhány ábra nem teszi lehetővé a mélyebb elemzéseket, azonban éppen a vizsgált „összkép” esetlegessége az ami felhívhatja a figyelmet a korszerű hollóházi porcelánművészetre és támaszthat igényt mind a termelés szervezői és irányítói, mind az alkotóművészek következetesebb munkájára. A kritikai megjegyzések ez esetben az előrehaladást igyekeznek meggyorsítani, és a kitűzött feltétlen helyes művészi program megvalósítására mozgósítani, ami a korszerű magyar művészi porcelánok tömegtermelését jelentheti, amiknek jelentős szerep jut az ízlésformálásban a legszelebb rétegek között.

*Мольнар, Л.: Холлохазовский фарфоровый завод*

*Molnár, László: Die Porzellanfabrik Hollóháza (Ungarn)*

*Molnár, László. The Hollóháza China Factory*

## Lapszemle

Szteklo I Keramika, Moszkva  
1977. 2. sz.

Mel'nikova, I. G. – Vaszil'eva, L. E.: *Kétrétegű tűzállóanyagok létrehozásának alapvető fizikai – műszaki elvei.* 13–15. old.

Agyag-kötés nélküli tűzálló oxid és természetes ásvány alapú védőrétegből és agyagsamottból készített tűzállóanyag összekapcsolási lehetőségének kritériumai, a kutatás eredményei. Kétrétegű kerámiában keletkező mechanikai feszültségek számítási képlete. Optikai üvegek olvasztásának célszerűsége ilyen kettősrétegű (védőrétegű) edényekben.

Sztrakunov, N. G. – Bakulkin, B. I.:

*Üvegsövek megerősítési eljárásának kutatása.* 34–35. old.

Üvegsövek (külső felületre védőbevonat feltekeréssel történő) megerősítését, a tekereselő berendezést ismerteti. A védőbevonat 0,2 mm-s üvegszálból készített szövet, melyet a tekereselés folyamatában epoxidgyanta alapú kötőanyaggal itatnak át. A védőréteges és védőréteg nélküli üvegsövek főbb mutatói (szilárdság, hőállóság stb.).

Sztröitel'nüie Materialü, Moszkva  
1977. 1. sz.

Misenkov, V. V. – Neljubin, I. A.:

*Kation típusú tetőfedő bitumenemulziók alkalmazása.* 22. old.

Szintetizált BF–3 (polietilén poli-aminos) és ATM–C<sub>17</sub>–C<sub>20</sub> (aluminiumsó) kationos emulgeátorok felhasználásával bitumenemulziók gyártástechnológiája. Az emulzió akusztikai diszpergátorban való gyártásának elvi sémája. A kationos emulzió alkalmazása lehetővé teszi a tetőfedő munka gépesítését. Egyéb alkalmazási előnyök.

# Könyvismertetés



*Dr. Sikota Győző: Herendi Porcelán*  
Műszaki Könyvkiadó. 1976.  
(Miniatűr kiadás)

Az izléses kiállítási kis könyvben a szerző tanulmányát olvashatjuk az egyik legrégebb magyar manufaktúra történetéről, egykori és mai művészi törekvéseiről, természetesen a miniterjedelmű megfelelő sűrítéssel, magyar és angol nyelven. A színes illusztrációk mintegy ötven fényképfelvétel alapján adnak szemléletes áttekintést a herendi porcelánkultúra alakulásáról, muzeális értékű és mai darabokat mutatnak be.

Nem minden téma alkalmas miniatűr könyvben való feldolgozásra. A Herendi Porcelángyár történetének és művészi törekvéseinek bemutatása azonban egyenesen megkívánja ezt a formát. A tartalom és a megjelenési forma összhangja az egyik tényező, amely ezt a könyvecskét kiemeli az átlagból. A másik, hogy a szerző az adott terjedelmi korlátok között is ragaszkodik a tényekhez. Nem lírai vallomást ír (bár stílusa nem nélkülöz bizonyos emelkedettséget), hanem kutatásai eredményét foglalja össze rövid tanulmányában. A képanyag sem kizárólag a szemgyönyörűségét szolgálja: kronológiai fegyelmével, a válogatás igényességével végsősoron tudományos jellegű tájékoztatást ad.

Jubileumi kiadványról van szó, hiszen ez a könyv a Herendi Porcelángyár alapításának száz-

ötvenedik évfordulójára jelent meg. És itt nem kerülhetjük meg azt a kérdést, hogy miért jubilált éppen most a gyár. (Tudniillik tizenhárom éve ülték meg az alapítás százhuszonötödik évfordulóját, s azóta még nem telt el újabb huszonöt év, hogy most százötven évről beszélhessünk.) Azért, mert azóta éppen dr. Sikota Győző derítette fel, hogy a herendi gyárat nem Fischer Mór alapította 1839-ben, hanem Stingl Vince 1826-ban.

Kutatásai eredményét persze másutt már közzétette, legbővebben Herend porcelánművészete című, ugyancsak tavaly megjelent könyvében. Mindez azonban elég ok arra, hogy ezzel a kis könyvecskével kapcsolatos egyetlen hiányérzetünket szóvá ne tegyük: az alapítás dátumának módosulása tulajdonképpen ipartörténeti szenzáció. Miért nem kap jelentőségének megfelelő hangsúlyt a miniatűr könyv tanulmányában is? A képanyag teljesen mellőzi a gyárnak ezt a legelső, Stingl-féle korszakát, pedig a szerző megemlíti, hogy a gyár múzeuma még őriz ezekből néhány darabot, „főleg tányérokat, amelyeknek stílusa teljesen egyezik a korabeli kőedények és a bécsi porcelángyár termékeinek stílusával”.

Örömről akkor lett volna teljes, ha az illusztrációk között is megismerkedhettünk volna Stingl Vince herendi működésének emlékeivel.

Balogh Elemér

*A szerkesztésért felel:*

Dr. Székely Ádám

*Szerkesztőség:*

1368 Budapest VI., Anker köz 1 – 3.

Telefon: 226-497

*Felelős kiadó:*

Siklósi Norbert

*Kiadja:*

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

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

77/4924 Franklin Nyomda, Budapest  
Felelős: Vágó Sándorné igazgató

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHL. 1900 Budapest, V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 postaforgalmi jelzőszámára. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura” P.O.B. 140. Budapest, 62. Előfizetési díj: negyedévre: 22,50 Ft, félévre: 45,- Ft, egyesszámok ára: 7,50 Ft.

Index: 25 250

