

30 / 935



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

**7**

XXXV. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST 1983. JÚLIUS  
ÉPÍTŐANYAG 35 (7) 241 – 280 (1983)

9

# ÉPÍTŐANYAG

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

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula Károly

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Dr. Träger Tamás

Vajda László

XXXV. ÉVFOLYAM, 1983. 7. SZÁM, JÚLIUS

## TARTALOM

<i>Opoczky Ludmilla – Wojnárovitsné Hrapka Ilona:</i> Klinkerőrlemény szemcsőinek morfológiája és összetétele .....	241
<i>Németh Miklós:</i> „Tűzvezetési” nehézségek és okai a széntüzelésű tégláégető alagút-kemencékben .....	246
<i>Czuppon Károly:</i> Az égetési atmoszféra hatása a szimultán szinter tulajdonságaira ...	252
<i>Matkovics Frigyes:</i> Programozható logikai vezérlők alkalmazása az építőanyagiparban .....	259
<i>Verdes Sándor – Németh Jenő – Király László:</i> A golyósmalmi őrlés kinetikai elemzése III. A golyótöltet jellemzőinek befolyása a kinetikai modell tényezőire .....	261
<i>Szabó Mihály – Godó Lajos:</i> Az orosházi zöld palacküveg optimális viszkozitásának meghatározása az összetételváltozás függvényében .....	267
<i>Földes Edit – Oravec Imre:</i> Üveggyártási keverék számítása mikroprocesszorral ...	272
Kitüntetéteink .....	245
Könyvismertetés .....	276
Lapszemle .....	277
A világ szilikátiparából .....	278
Szabadalmi figyelő .....	279
Tájékoztató .....	280

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Опoczky, Людмила – Войнарович, Илона:</i> Морфология и состав частиц измельченного клинкера .....	241
<i>Немет, М.:</i> Причины и трудности ведения процесса сжигания топлива при использовании угляного топлива при обжиге кирпича в кинахтных печах .....	246
<i>Цуппан, К.:</i> Влияние атмосферы обжига на свойства симультанных изделий санитарно-технической керамики .....	252
<i>Маткович, Ф.:</i> Применение в промышленности строительных материалов программируемых логических управлений .....	259
<i>Вердес, Ш. – Немет, Е. – Кирай, Л.:</i> Кинетический анализ измельчения в шаровой мельнице III. Влияние шаровой загрузки на параметры кинетической модели .....	261
<i>Сабо, М. – Годо, Л.:</i> Определение оптимальной вязкости орощазовского зеленого бурлячонного стекла в зависимости от состава .....	267
<i>Фельдес, Э. – Оравец, И.:</i> Расчет смесей в производстве стекла с помощью микропроцессоров .....	272

## INHALT

<i>Opoczky, Ludmilla – Wojnarovitsne, H. Ilona:</i> Zusammensetzung und Morphologie der Teilchen des Mahlgutes .....	241
<i>Németh, Miklós:</i> Feuerungsschwierigkeiten und deren Ursache bei den kohlenbefeuerten Ziegeltunnelöfen .....	246
<i>Czuppon, Károly:</i> Die Wirkung der Bauatmosphäre auf die Eigenschaften der simultanen Sinter. ....	252
<i>Matkovics, Ferenc:</i> Die Anwendung programmierbarer logischen Steuerer in der Baustoffindustrie .....	259
<i>Verdes, Sándor – Németh, Jenő – Király, László:</i> Kinetische Analyse des Mahlens in Kugelmühle. III. Einfluss der Kennwerte der Gattierung auf die Parameter des kinetischen Modells .....	261
<i>Szabó, Mihály – Godó, Lajos:</i> Die Bestimmung der optimalen Viskosität der grünen Flaschenglas von Orosháza in der Abhängigkeit der Zusammensetzung .....	267
<i>Földes, Edit – Oravec, Imre:</i> Die Rechnung der Glasmischungen durch Mikroprozessoren .....	272

## CONTENTS

<i>Opoczky, Ludmilla – Wojnarovitsne, H. Ilona:</i> Morphology and Composition of Clinker Particles .....	241
<i>Németh, Miklós:</i> Brick Manufacture in Coal Fired Tunnel Kilns .....	246
<i>Czuppon, Károly:</i> Effect of Kiln Atmosphere on the Properties of Simultaneous Sinters .....	252
<i>Matkovics, Ferenc:</i> Application of Programmable Logical Controllers on the Building Materials' Industry .....	259
<i>Verdes, Sándor – Németh, Jenő – Király, László:</i> Kinetic Analysis of Ball Mill Grinding III. The Effect of Ball Charge on Factors of the Kinetic Model .....	261
<i>Szabó, Mihály – Godó, Lajos:</i> Optimum viscosity of Green Bottle Glass as a Function of Compositional Changes .....	267
<i>Földes, Edit – Oravec, Imre:</i> Calculation of Glass Batch Compositions by Microprocessors .....	272

# Klinkerőrlemény szemcséinek morfológiája és összetétele

OPOCZKY LUDMILLA – WOJNÁROVITSNÉ HRAPKA ILONA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

## Bevezetés

Az elektronsugaras mikroanalizátort az üzemi klinkerekben leő ásványok elemzésénél alkalmazzák. Ezen vizsgálatok során a klinkercsiszolatban a morfológia alapján azonosított ásvány (alit, belit,  $C_3A$ ,  $C_4A$ ,  $CaO$ , stb.) összetételét mikroanalizátorral határozzák meg. Az őrlmények tanulmányozásánál már régóta alkalmazzák az elektronmikroszkópot. Az őrlés során azonban az egyes ásványok alakja annyira megváltozik, hogy a morfológiai azonosítása lehetetlenné válik. Ugyanakkor a többkomponensű polidiszperz rendszereknél, például a klinkerőrleményeknél, a szemcseméret mellett érdekes meghatározni az egyes szemcsék ásványi összetételét is.

Munkánkban az elektronmikroszkóp és mikrosonda együttes alkalmazásának lehetőségeit klinkerőrlemények tanulmányozásánál mutatjuk be.

## Vizsgálati módszer

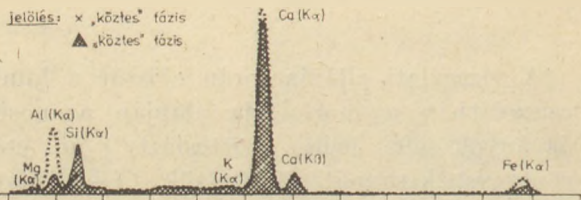
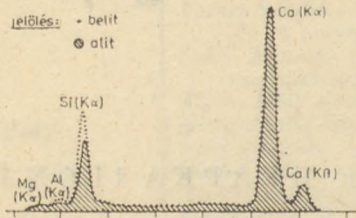
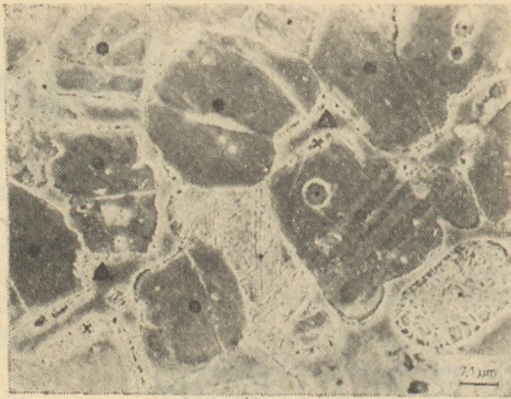
A több ásványi komponensű őrlmények vizsgálatára félkvantitatív módszert fejlesztettünk ki, mely a LINK-típusú,  $35^\circ$  detektálási szögű, energiadiszperz mikrosonda feltétellel kiegészített JEOL JSM 35 típusú pásztázó elektronmikroszkóp alkalmazásán alapul. E módszer segítségével az őrleményben levő szemcsék mérete mellett összetétele is meghatározható.

A vizsgálati eljárás során először a klinkercsiszolatban a morfológia alapján azonosított ásványok (alit, belit, „köztesfázis”) ún. etalon röntgenspektrumait rögzítettük (1–2. ábrák). Az őrlemény különböző szemcséinek azonosítása a felvett spektrumok egyes elemeire jellemző csúcsarányok alapján történt.

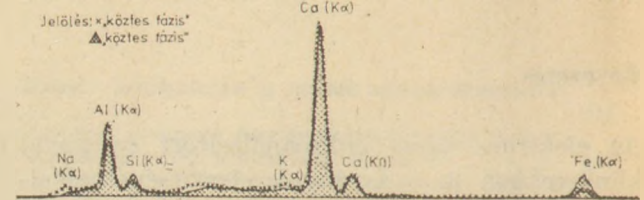
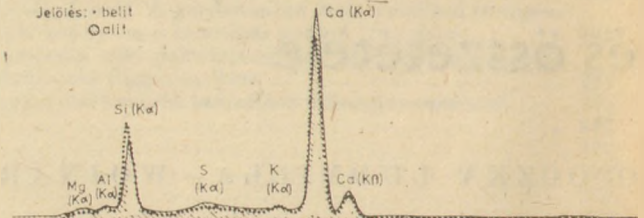
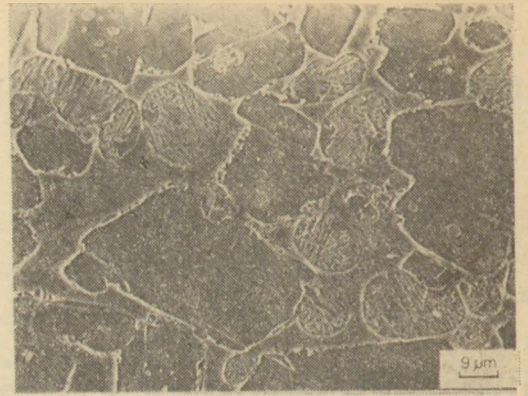
Az ilyen vizsgálatoknál (azaz síktól eltérő felületeknél), mint eredményt befolyásoló tényező szerepet játszhat a mintafelület detektorhoz viszonyított helyzete és hajlásszöge. Homogén összetételű minta vizsgálatánál a domborzati viszonyoktól függően változhat a detektált sugárzás mintában megtett útja, mely a különböző energiájú karakterisztikus röntgensugárzás eltérő abszorpciója miatt a csúcsarányok eltolódását eredményezi.

A félkvantitatív analízis lehetőségének tanulmányozására gipszkristályokat választottunk. 20 kV gyorsító feszültség mellett vizsgáltuk a detektorhoz képest különböző orientációban elhelyezkedő kristálylapokról felvett röntgenspektrumokat, másrészt a mintatartó dőlésszögét változtatva figyelemmel kísértük az egy adott kristálylap ugyanannak a pontjához tartozó röntgenspektrum változását. A S/Ca csúcsarányt a háttér grafikus módszerrel történő leválasztása után a csúcsmagasságok alapján határoztuk meg.

Megállapítottuk, hogy amennyiben a vizsgálatoknál a minta megfelelő döntésével és forgatásával biztosítjuk az egyes kristályok detektor felé eső felületi részének tanulmányozását, továbbá



1. ábra. Klinkerásványok (K.1) etalon röntgenspektrumai



2. ábra. Klinkerásványok (K.2) etalon röntgenspektrumai

ügyelünk arra, hogy a röntgensugárzás útját a detektor felé ne árnyékolja le a felületi kiemelkedés, úgy a S/Ca csúcsarány  $\pm 5\%$ -os pontossággal meghatározható.

Az egyes elemekre jellemző ( $K\alpha$ ).sugárzás energiája alapján hasonló meghatározási hibával lehet számolni az ismertetett vizsgálati feltételek mellett a klinkerőrlemény egyes részecskéire jellemző Si/Ca csúcsarány meghatározásánál is. A részletes módszertani leírást az [1] irodalom tartalmazza.

A laboratóriumi vasköpenyű golyósmalomban különböző ideig őrlött mintákat alkoholban végzett szuszpendálás után preparáltuk a mintatartóra. A minta felületére vákuumpárologtatóban 10–20  $\mu\text{m}$  vastagságú grafitréteget vittünk fel. Őrleményként kb. 300 szemcsét vizsgáltunk, melyek méretét a legnagyobb és legkisebb méret számtani középértékével jellemeztük.

### Egyes klinkerfázisok szerepe az őrlés különböző szakaszaiban

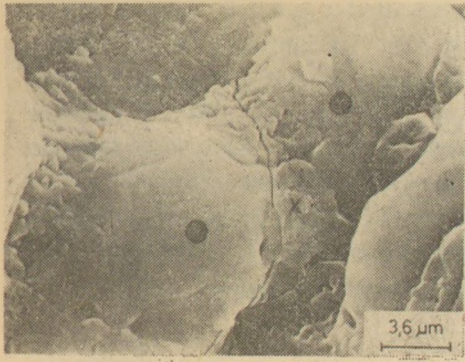
Kísérleteinkhez egy nedves ( $K_1$ ) és egy száraz ( $K_2$ ) eljárású hazai cementüzemből származó klinkert használtunk. A klinkerek kémiai és ásványi összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

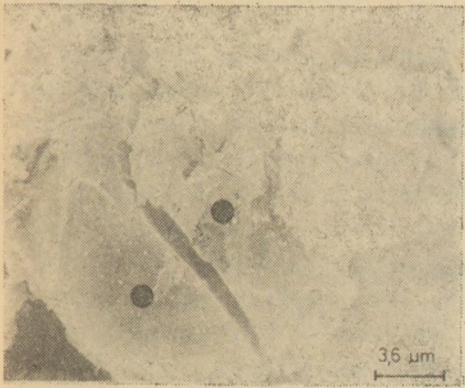
1 kísérleti klinkerek kémiai és ásványi összetétele

Kémiai összetétel (tömeg %)				
Komponensek	Klinker (1)	Klinker (2)		
Izz. veszt.	0,53	0,72		
SiO <sub>2</sub>	22,75	22,76		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,25	5,27		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,01	3,53		
TiO <sub>2</sub>	0,35	0,32		
CaO	65,56	65,83		
MgO	3,75	0,80		
MnO	0,04	0,04		
Na <sub>2</sub> O	0,38	0,17		
K <sub>2</sub> O	0,27	0,64		
SO <sub>3</sub>	ny	0,27		
Ásványi összetétel (tömeg %)				
Kristályfázisok	Klinker (1)		Klinker (2)	
	Rtg. diff.-val meghat.	Bogue szerint számított	Rtg. diff.-val meghat.	Bogue szerint számított
C <sub>3</sub> S (alit)	64,00	55,89	61,00	53,84
C <sub>2</sub> S (belit)	18,00	23,05	20,00	24,63
C <sub>3</sub> A	12,00	10,51	8,00	7,99
C <sub>3</sub> AF	4,00	6,12	8,00	10,74

A klinkercsiszolatok (1–2. ábrák) alkoholos közegben végzett maratása után (1% NHO<sub>3</sub>-al 3 min) a belit „sávozott”, az alit pedig „sima”



KLINKER(1)



KLINKER(2)

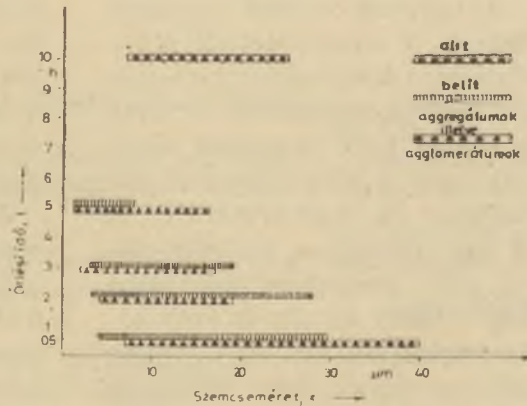
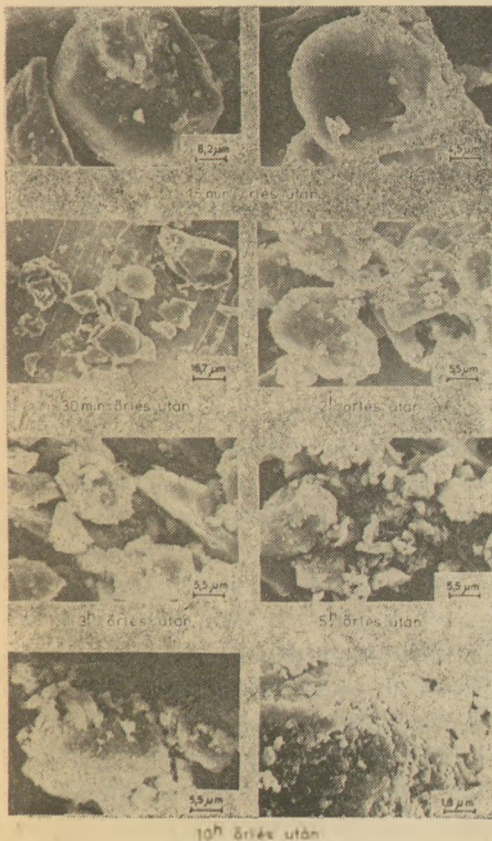
Alit ●  
Köztesfázis x

3. ábra. Jellemző repedési helyek kialakulása a cementklinker törésekor

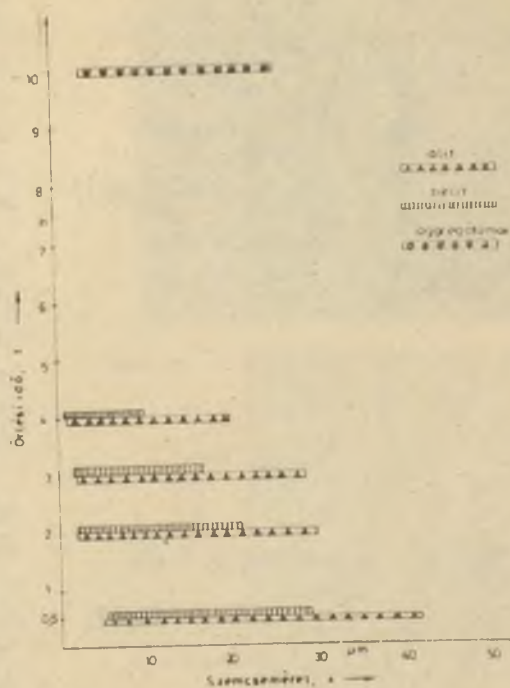
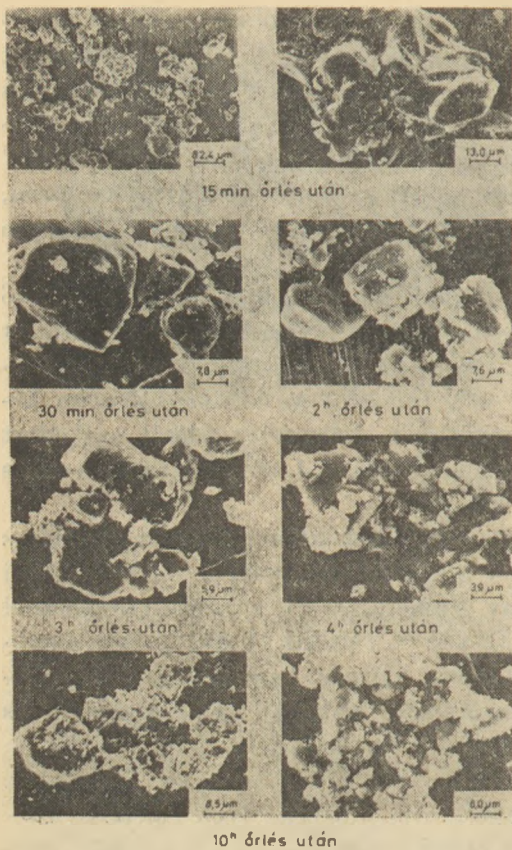
textúrája alapján egymástól és a „köztesfázis”-tól is jól megkülönböztethető. A „köztesfázis”-t alkotó, változó összetételű kalcium-aluminát és a kalcium-aluminát-ferrit fázisok egymástól kvantitatív nem határolhatók el. A „köztesfázis” ásványi összetételére a röntgendiffraktometriai, valamint a fénymikroszkópi vizsgálatok alapján következtethetünk.

A cementklinkerek vizsgálatakor két alapvető törési mechanizmust figyelhetünk meg: a törést előidéző repedések a kristálymenti („köztesfázis”-on át), valamint az alit-kristályokon keresztüli terjedését. Jellegzetes példát szolgáltat ebből a szempontból a 3. ábrán látható 1-es és 2-es jelű klinker.

Az etalon-röntgenspektrumok szerint az egyes klinkerben az alit-kristályoknál (○) a Ca/Si csúcsarány értéke 2,7–3,1; a belit-kristályoknál (·) 2,0–2,2 között változik (1. ábra). Ez a mennyiségi analízis alapján hasonló CaO/SiO<sub>2</sub> molekulaszázalék-aránynak felel meg. Az alitban kis mennyiségű Al, Mg, a belitben Al, Mg, K, Y, a „köztesfázis”-ban Mg, Y, S, K, Na, Ti jelenléte kimutatható. Az alit-kristályok mérete 15–70 μm, a belité pedig 12–36 μm körüli. Fénymikroszkópi vizsgálatok alapján a klinker jelentős mennyiségben, periklász formájában MgO-t is tartalmaz.



4. ábra. Klinkerőrlemény (K.1) szemcsék morfológiája és mérete



5. ábra. Klinkerörlemény (K.2) szemcsék morfológiája és mérete.

Az 1-es jelű klinker őrlése során bekövetkező morfológiai változását, valamint a mikroszondavizsgálattal követett alit és belit aprózódást a 4. ábra mutatja.

A 0,25 órás őrleményben a kristályhatármenti törés következtében a belit és az alit kristályok ( $< 40 \mu\text{m}$ ) többnyire épek, de ezek mellett kisméretű ( $4 - 10 \mu\text{m}$ ) „köztesfázis”-ként azonosított részecskék is találhatóak. A 0,5 órás őrlés hatása főleg az alit és a „köztesfázis” aprózódásában nyilvánul meg; a nagyobb méretű szemcsék ( $30 - 40 \mu\text{m}$ ) alitként, a közepméretűek ( $10 - 30 \mu\text{m}$ ) főleg belitként, a kisméretűek ( $< 5 \mu\text{m}$ ) pedig „köztesfázis”-ként azonosíthatók. A 2 órás őrleményben az alit és belit részecskék zöme  $30 \mu\text{m}$  alatti, és még mindig felismerhetők (morfológiájuk alapján) ép belit-kristályok. A nagyobb méretű alit részecskék felületére tapadt anyag ( $< 3 \mu\text{m}$ ) „köztesfázis”-ként azonosítható. További őrlésnél az alit és belit részecskék mérete egyaránt csökken, de a 3 órás őrleményben ezek egymástól még többnyire elkülönültek. A „köztesfázis” ezzel szemben önálló részecskeként már nem azonosítható, az alit és belit felületén „kenődött” tapadványt képez. 3 és 5 óra között az alitszemcsék mérettartományának kisméretű változásával ellenében a belit szemcsék aprózódnak, megfigyelhető tapadásuk. A 10 órás őrlés után a részecske-

méret növekedése és a tömör másodlagos képződmények létrejötte tapasztalható. Önálló alit és belit részecskék nem azonosíthatók, mert ezek a „köztesfázis”-sal együtt a nagyobb méretű alit részecskék felületére ragadnak.

A 2-es jelű klinkerrel végzett vizsgálatok eredményeit a 2. és 5. ábrák mutatják. Az etalon röntgenspektrumok szerint az alit-kristályoknál (○) a Ca/Si csúcsarány értéke  $3,0 - 3,4$ , a belit-kristályoknál (·)  $2,0 - 2,4$  közötti. Az alitban kismennyiségben Al, S, Mg, a belitben Mg, Al, S, K, Fe, a „köztesfázis”-ban pedig Na, Mg, S, és K mutatható ki. Az alit kristályok mérete  $9 - 54 \mu\text{m}$ , a belité  $3 - 30 \mu\text{m}$  között változik. A kisméretű ( $< 5 \mu\text{m}$ -es) belit-kristályok zöme az alitban ágyazódva fordul elő.

Az 1-es jelű klinkerhez hasonlóan ebben az esetben is a rövid őrlés hatása főleg az alit és a „köztesfázis” aprózódásában nyilvánul meg, azzal a különbséggel, hogy a kristálymenti törés következtében az 0,5 órás őrleményben viszonylag kisméretű alit részecskék is megtalálhatóak. A kisméretű részecskék ( $3 - 10 \mu\text{m}$ ) zöme azonban „köztesfázis”-ként azonosítható. A kezdeti aggregáció a kisméretű „köztesfázis”-ként azonosítható részecskék ( $< 3 \mu\text{m}$ ) a nagyobbak (többnyire alit és belit) felületére való tapadásában nyilvánul meg. A 3 órás őrleményben még mindig szórva nyosan előfordulnak ép belit-kristályok ( $\sim 12 \mu\text{m}$ )

További őrlésnél főleg a belit és a „köztesfázis” aprózódik, és a kisméretű belit és „köztesfázis” részecskék egymáshoz és a nagyobb méretű alit részecskék felületére tapadnak. Jellemző, hogy a részecskék összetapadása laza textúrájú aggregátumok kialakulását eredményezi, a tapadt részecskék kontúrjai élesen kivehetők, a „köztesfázis” nem kenődik a részecskefelületen, ahogy ezt az 1-es jelű klinkereknél tapasztaltuk.

### Következtetések

A kidolgozott módszer alkalmas a klinkerőrlemények tanulmányozására. Alkalmazásával követhető az alit, belit és „köztesfázis” viselkedése az őrlés különböző szakaszában.

Az őrlés kezdetén főleg az alit és a „köztesfázis” aprózódása megy végbe, miközben a „köztesfázis” kisméretű részecskék (3–5  $\mu\text{m}$ ) formájában jelenik meg. Ezek a kisméretű részecskék az őrleményben eloszlata és a nagyobb méretű alit részecskékre tapadva az aggregációs szerkezetek kialakulását nagymértékben elősegítik.

A lekerekedett alakú, bizonyos mozgékonyssággal rendelkező belit-kristályok egy része 2–3 órás őrlésnél is sértetlen marad, így méretük csak kismértékben változik.

A hosszabb őrléskor az apró belit részecskék egymáshoz, és a „köztesfázis”-sal együtt a na-

gyobb méretű alit részecskékre tapadnak. A „köztesfázis” ilyenkor gyakran „kenődött” tapadványt képez. Ezt a jelenséget legkifejezettebben az 1-es jelű klinkereknél figyeltük meg, amelyek „köztesfázis”-a főleg a trikalcium-aluminátból áll.

A klinkerásványok különböző őrlhetősége, illetve szelektív őrlése következtében a cementklinker finomőrlesekor tehát olyan polidiszperz rendszer keletkezik, amelyben a részecskék nemcsak méretükben, hanem összetételükben is különböznek egymástól.

A különböző fizikai-mechanikai, illetve rugalmas-plasztikus tulajdonságokkal rendelkező anyagrészecskék egymáshoz való tapadása igen erős kapcsolatok létrejöttét eredményezi.

### IRODALOM

[1] *Wojnarovitsné, Hrapka I.*: Elektronsugaras mikroanalizátor szilikátkémiai lehetőségeinek bővítése. 7–18–II. sz. kutatási jelentés. SZIKKTI (1981).

*Орочки, Людмила – Войнарович, Илона*: Морфология и состав частиц измельченного клинкера

*Opoczky, Ludmilla – Wojnarovitsné, H. Ilona*: Zusammensetzung und Morphologie der Teilchen des Mahlgutes

*Opoczky, Ludmilla – Wojnarovitsné, H. Ilona*: Morphology and Composition of Clinker Particles

## Kitüntetettjeink

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa  
eredményes munkájuk elismerésé-  
ként, nyugállományba vonulásuk  
alkalmából

PÁLINKÁS László-nak a Zsolnay  
Porcelángyár gazdasági igazgató-  
helyettesének a

MUNKA ÉRDEMBREND  
ezüst fokozata

GYÖNGYÖSI Gyula-nak a Salgó-  
tarjáni Síkúveggyár igazgatóhe-  
lyettesének

MUNKA ÉRDEMBREND  
bronz fokozata

kitüntetését adományozta.

Az építésügyi és városfejlesztési  
miniszter a Herendi Porcelángyár  
fejlesztésében kiváló eredménnyel  
végzett munkájuk elismeréseként

SIN József-nét a Herendi Porcelán-  
gyár osztályvezetőjét

KIVÁLÓ MUNKÁÉRT

kitüntetésben részesítette

# „Tűzvezetési” nehézségek és okai a széntüzelésű téглаégető alagútkemencékben

NÉMETH MIKLÓS

Pollack Mihály Műszaki Főiskola, Pécs

A földgáz- vagy az olajtüzelésű téглаégető alagútkemencék égetési (hőkezelési) menetrendje, nevezetesen az égetendő termékek

- felmelegítési sebessége,
- hőtartási hőmérséklete és időtartama,
- lehítési sebessége, stb.

viszonylag jól irányítható és kézben tartható. Széntüzelésű kemencéknél a kívánatos hőmérsékleti görbe betartása már komoly problémákat okoz. Ez könnyen belátható, hiszen a hőfejlődés (a szén gyulladása és égése) kezdetét, intenzitását és mértékét számos objektív és szubjektív tényező befolyásolja.

Ismeretes, hogy széntüzeléses alagútkemencékben a megfelelő hőmérsékleti tér kialakítása a téglamasszába történő szénbekeverés nélkül, csupán beszórással, alig lehetséges. Ezért a téglakiégetéséhez szükséges hőenergiát biztosító szénmennyiség legalább 60%-át a masszába be kell keverni. A bekeveréssel azonban a szénszemcséket körülvevő éghetetlen ásványi anyagrészek nagymértékben megnövekednek. Ez felfogható úgy is, hogy a szén „hamuban feldúsul”. A megnövekedett „hamutartalom” egyenes következménye, hogy az ásványi szén egyébként is összetett égése

- a bekeverés mértéke és egyenletessége,
- a bekeverésre használt szén szemcseszerkezete, fűtőértéke és más jellemzői,
- az agyagmassza fizikai tulajdonságai, stb.

miatt tovább bonyolódik. Ezért egyes, de nem is ritka esetekben az agyagmasszában levő szén égése irányíthatatlanná, a technológiai előírás szerinti „hőkezelési görbe” betarthatatlanná válik.

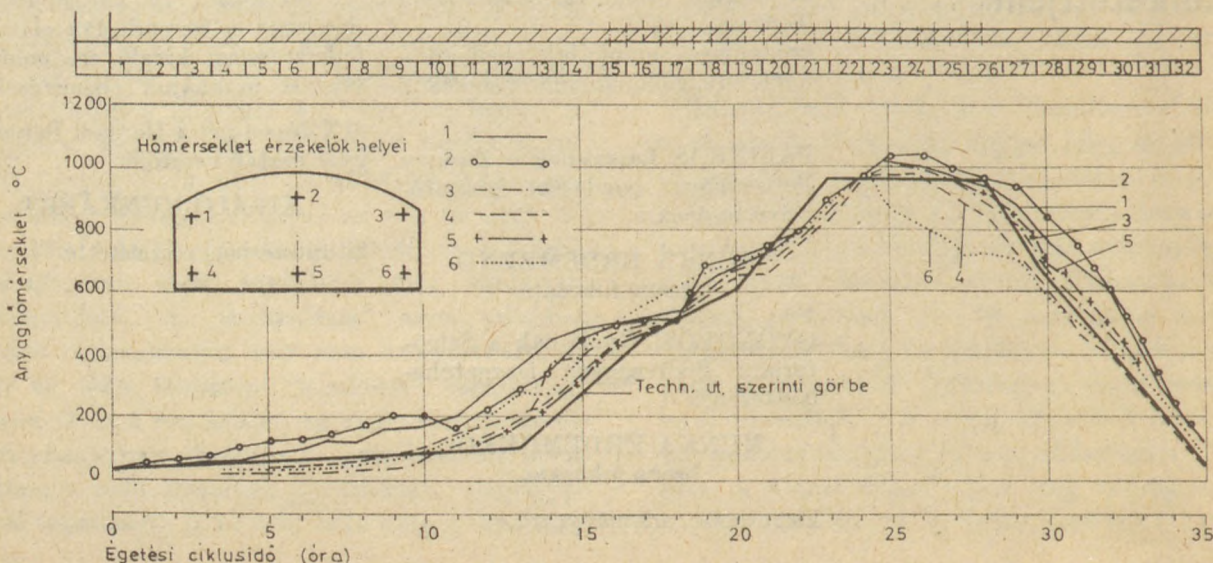
Az elmúlt években a széntüzelésű alagútkemencékben végzett hő- és légtechnikai vizsgálataink során a megfelelő tűzvezetést mutató anyag- és térhőmérsékletek mellett több esetben mértünk olyan üzemi állapotokat is, amelyek a tűz kialakulásának szélső eseteiként is értékelhetők.

Vizsgálataink közül egy jónak ítélt tűzvezetésre utaló hőmérsékleti görbét mutat az 1. ábra. A vizsgálat idején a gyár komlói iszapszemet használt bekeverésre, amelynek a

- fűtőértéke: 11 700 kJ/kg,
- szemcseméret eloszlása:

0,06 <	19,7%
0,03 . . . 0,06	23,7%
0,03 >	56,6%

1. ábra. Jó tűzvezetést mutató hőmérsékleti görbék





volt, a szemcseméret mm-ben értve. A bekeverés mértéke (laboratóriumi vizsgálataink alapján) 125%-os volt, amennyiben 100%-nak az 1600 kJ/kg égetett termék, fajlagos hőfelhasználását tekintjük.

Megítélésünk szerint a tényleges hőmérsékletek, annak ellenére, hogy egyes helyeken eltérnek a technológiai utasításban megadottól, megfelelően alakultak. A rakatban az alsó és felső rétegek között jelentősebb (kb. 200 °C-os) hőmérsékletkülönbség csak az égetőzóna végén és a hűtőzóna elején alakult ki a 6 jelű mérési helyen és a többi mérési helyen mért hőmérsékletek között. Ettől eltekintve a keresztmetszeti hőmérséklet eloszlások megfelelőeknek mondhatók. A kimutatott helyi hőmérséklet csökkenést hamis levegő bejutása okozhatta.

A kemence hossz tengelye mentén kialakult hőmérsékletek a technológiai utasítás szerinti görbétől az előmelegítő zónában térnek el számbavehetően. Az intenzívebb felmelegedés már a 10. kocsiállástól megkezdődik. A hőmérsékleti görbék a 16. kocsiállástól újból a technológiai görbéhez idomulnak. A tényleges égetési hőmérséklet jól láthatóan nagyobb az előírtnál, de nem okozott túlégetettséget. A kiégett termék hűlési sebessége kisebb a lehetségesnél. Ennek valószínűsíthető oka a téglák belsejében még megmaradt szén utóégetése, kiégetése.

A bekeverésre használt szénfajta megváltoztatásával kapcsolatos és az újonnan használt szén égési tulajdonságai ismeretének hiánya miatti hibás tűzkezelésre utaló hőmérsékleti görbéket mutat a 2. ábra, amit ugyanannak a

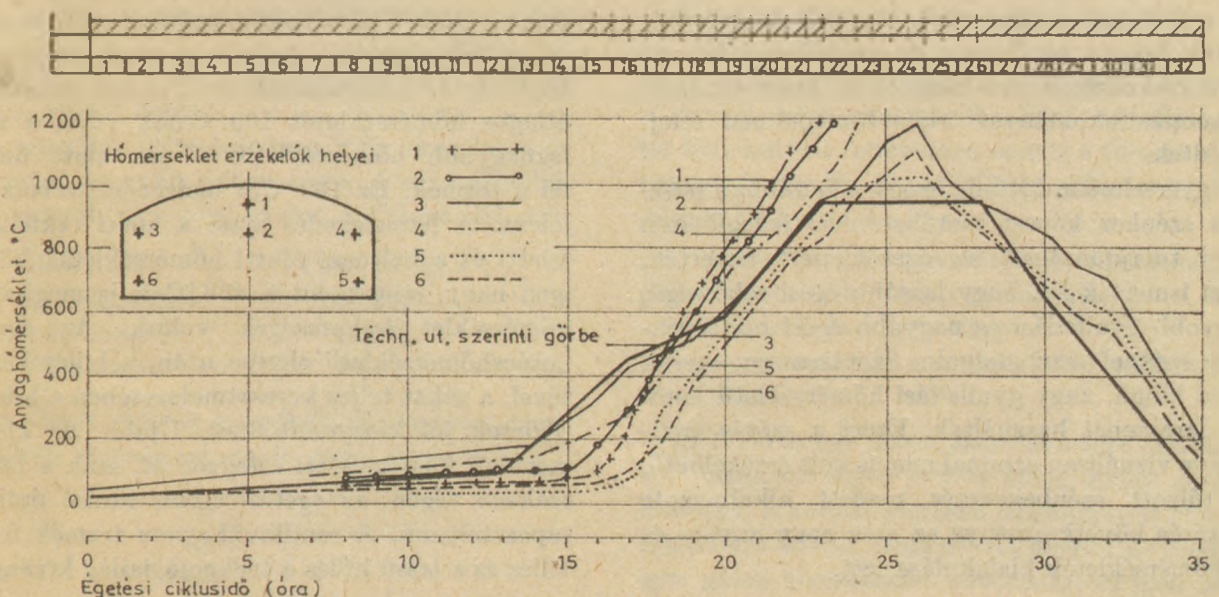
kemencének hőtechnikai vizsgálata során rögzítettünk egy más időpontban.

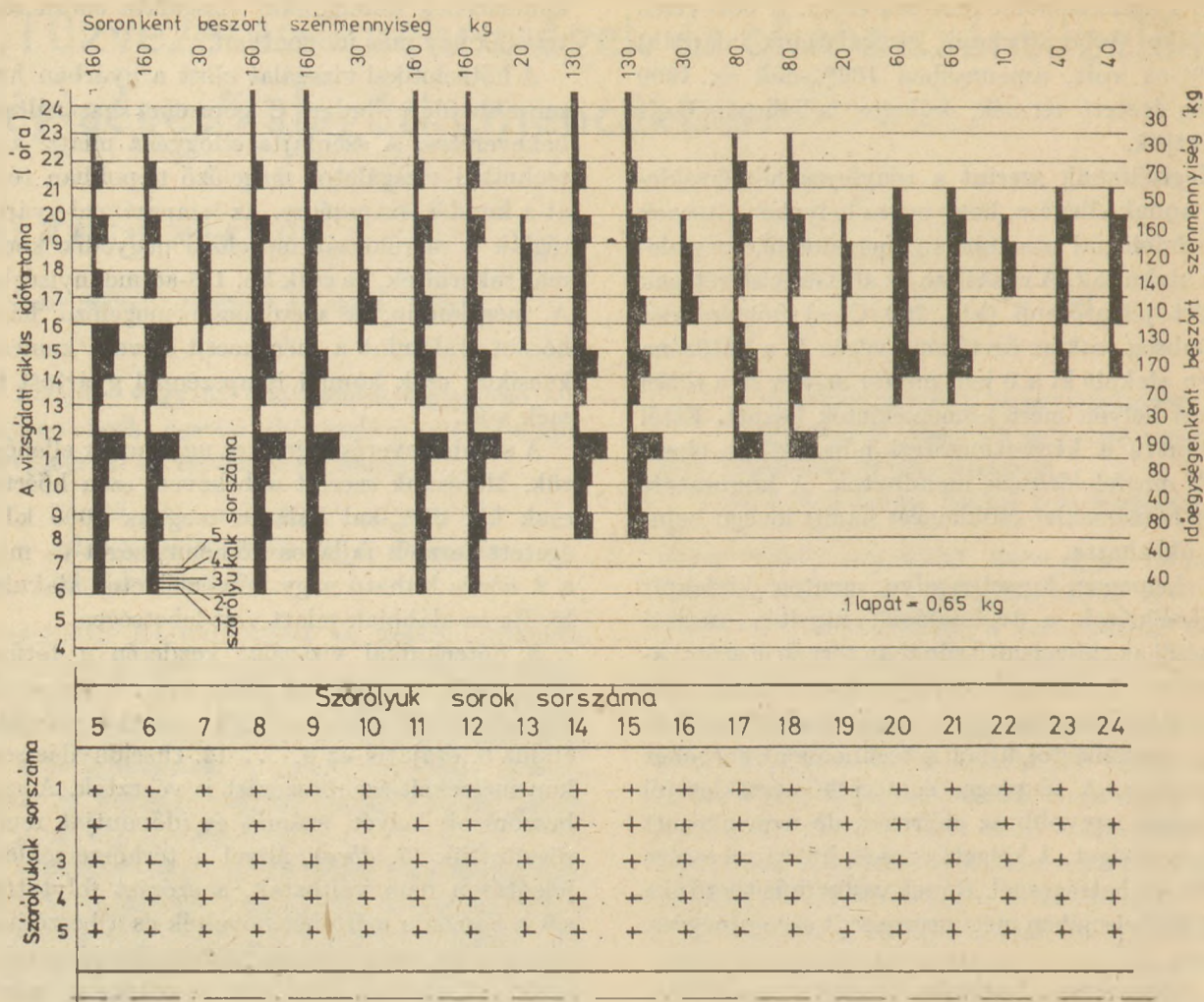
A hőtechnikai vizsgálat előtt a gyárban huza-mosabb ideje dudari C porszenet használtak a bekeverésre. A szénfajta elfogyása miatt, a hőtechnikai vizsgálatot megelőző napokban tértek át a komlói iszapszénre. Az iszapszénrel gyártott téglák a mérőkocsit megelőző negyedik kocsi-ra már rákerültek, de csak kb. 1/3-ad mennyiségben. A mérőkocsin, a mérőkocsit megelőző három kocsin, valamint a mérőkocsit követő kemence-kocsikon csak komlói iszapszénrel gyártott termék volt.

A szénbekeverés mértékét ugyancsak ellenőriztük. Mérésünk szerint a bekevert szén hőértéke csak kb. 20%-kal haladta meg az 1600 kJ/kg égetett termék fajlagos hőmennyiségét és mégis a 2. ábrán látható nagy hőmérsékletek alakultak ki. Ez az alábbiak miatt volt lehetséges.

A hőtechnikai vizsgálat kezdetén a főtűz a 20. ... 24. kocsiállások felett volt. A viszonylag kis, kb. 800 °C térhőmérséklet miatt a vizsgálati ciklus 6. órájától az 5. ... 12. tüzelőnyílás sorokon mérsékelt szénbeszórás is végeztek. A szénbeszórások helyét, számát és időpontját rendre rögzítettük (3. ábra). Mivel a térhőmérsékletek jelentősen nem változtak, a szórás folytatták, sőt a beszórás mértékét növelték és a beszórások helyét a 19. sorig kiterjesztették. Ezt jól érzékeltetik a 3. ábrán a soronként és óránként beszórt szénmennyiségek összegzése. Amikor a mérőkocsi a 16. kocsiállásba, azaz a főtűz környezetébe ért, akkor a kocsin és az előtte levő kocsikon a nagyobb gyulladási hőmérsékletű komlói szén

2. ábra. Nagyfokú szénbekeverés és szórás miatti túlhevüléseket mutató hőmérsékleti görbék



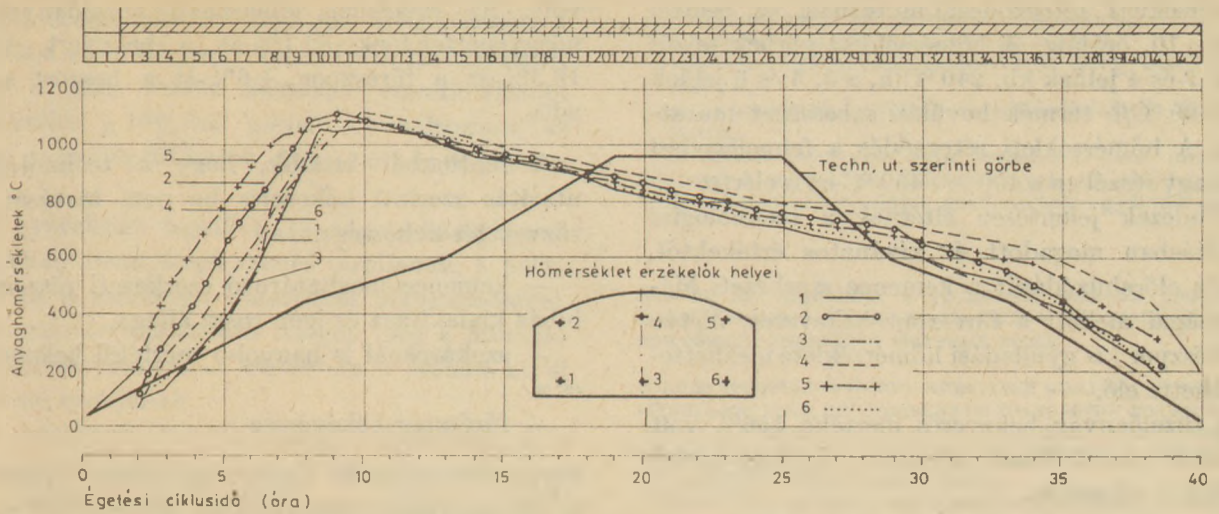


3. ábra. Szénbeszórások helyei és időpontjai az égetési ciklus alatt

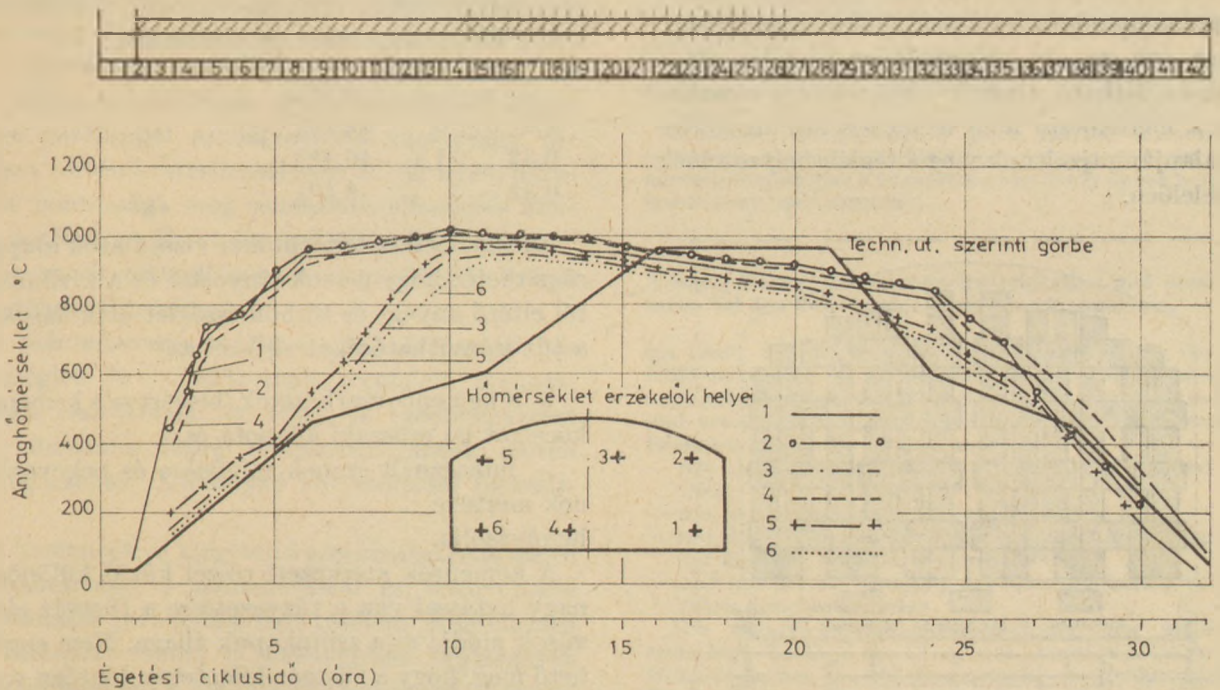
is már meggyulladt, erős izzásban volt, az anyag- és térhőmérsékletek gyorsan növekedtek. A hőkezelési időtartam 23. órájától a hőmérséklet mérő 1200 °C-nál nagyobb hőmérsékleteket mutatott. A mérőkocsi kemencéből történő kilépésekor láttuk, hogy a mérőkocsin, de a mérőkocsit követő további kocsikon levő blokkok is, összeolvadtak, a kocsi rakományai teljes tömegükben selejteződtek.

Egyértelműen kitűnik, hogy a korábban használt szénhez képest merőben más jellegű szén égési tulajdonságait az égetők nem ismerték. Nem ismerték fel, hogy lassúbb égési sebességű, nagyobb gyulladási és nagyobb égési hőmérsékletű szénrel van dolguk. Szórásra ugyancsak rövid lángú, nagy gyulladási hőmérsékletű komlói daraszemet használtak. Ezért a szórás eredménye vizuálisan azonnal nem is volt érzékelhető. A túlzott szénbekeverés mellett alkalmazott beszórás következménye az igen nagy anyag- és térhőmérsékletek kialakulása lett.

A 4. ábrán látható hőmérsékleti görbék merőben más, de ugyancsak hibás tűzvezetésre utalnak. Az ábrából leolvasható, hogy a zsilipkamrából a kemencébe lépve, a termék mindjárt 300 ... 350 °C hőmérsékletű térbe került, a rakomány felmelegedése nagyon gyorsan megkezdődött. A 3. kocsiállásban levő kocsi rakatának átlagos hőmérsékletét 100 °C-nak véve, a mért legnagyobb hőmérsékletre 6 óra alatt hevült fel a termék. Ez 160 °C/h melegedési sebességet jelent. A felmelegedés alatt a kocsi rakfelülete feletti és a boltozat alatti hőmérsékletek között igen nagy, esetenként a 400 °C-ot is meghaladó hőmérséklet különbségek voltak. Az égetési „csúcshőmérséklet” elérése után, a hűlés kezdetével, a rakat teljes keresztmetszetében a hőmérsékletek jól kiegyenlítődtek. Újabb, de kisebb mértékű hőmérsékleti rétegződést, csak a hűtési szakasz végén, az égetési ciklus utolsó óráiban tapasztaltunk. A rendkívül gyors termék felhevülés és a lassú hűlés a technológiailag kívánatos



4. ábra. A kemence boltozatán át történt füstgáz elszívás miatti tűz előre húzódást mutató hőmérsékleti görbék



5. ábra. A nagy illótartalmú tüzelőanyagok bekeverése miatt előre húzódtott tüzet mutató hőmérsékleti görbék

égetési módtól nagy mértékben eltérő, tényleges égetési módot adott.

A vizsgálat időszakában a gyár orosz lányi A porszenet használt bekeverésre. A széntárolóból vett minták elemzése szerint a felhasznált szén

- fűtőértéke: 14 580 kJ/kg
- hamutartalma: 26,3%
- nedvessége: 18,2%
- illótartalma: 30,4%

a formázott, száraz termékekből kimosott széntartalom szemcsemérete és szemcse eloszlása

- 5 < 7,0%
- 2,5 ... 5 18,5%
- 2,5 > 74,5%

volt. A bekeverés mértéke 112%-nak adódott. A technológiai utasítástól eltérő hőmérsékleti tér kialakulását feltehetően nem is a túlzott szénbekeverés okozta. A tűz előrehúzódnakának valószínűsíthető okai közül a

- kemence egyes szerkezeti részeinek elhanyagolt állapota és helytelen kialakítása,
- légtechnika teljes hiánya,
- a nyersanyag nem megfelelő előkészítése emelhető ki.

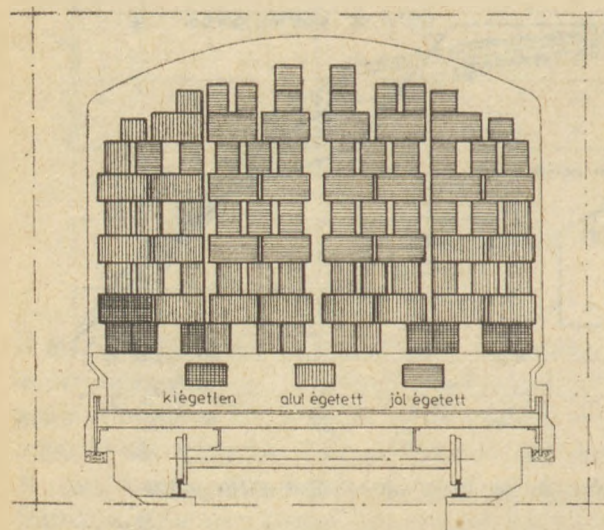
Az 5. ábrán egy másik alagút kemence hőtechnikai vizsgálata során felvett hőmérsékleti görbék láthatók. A kocsizó méréssel megállapított hőmérsékleti értékekből szerkesztett görbék ugyancsak igen gyors hőmérséklet növekedést és igen nagy

hőmérsékleti rétegződést mutatnak az égetési ciklus 10. órájáig. A hőmérsékleti görbék közül az 1, 2 és 4 jelűek kb. 240 °C/h, a 3, 5 és 6 jelűek kb. 100 °C/h termék hevülési sebességet mutatnak. A hőmérsékleti rétegződés a felmelegedési idő nagy részében a 400 ... 450 °C-ot is elérte.

Mindezek jelentősen eltérnek a technológiai utasításban megadott és kívánatos értékektől. A tűz előrehúzódsát a kemence szerkezeti hiányosságai mellett a fűrészpor bekeverés, illetve a fűrészpor kis gyulladási hőmérséklete idézhettesegíthette elő.

A tüzelőanyag bekeverés mértéke 156% volt a mérés során! Ennek ellenére még kismértékű szórás is végeztek.

Annak, hogy ilyen nagymértékű bekeverés sem okozott teljes selejteződést, a kemencekocsik rossz állaga miatt beáramló hideg levegő hűtő hatása volt az oka. Meggyőzően igazolja ezt a 6. ábrán látható termék kiégetettségi eloszlás, amit a mérőkocsin levő termékek szemrevételezése alapján rajzoltunk meg a téglák helyzeteinek megfelelően.



6. ábra. Termék kiégetettségek a vizsgálati kemencekocsin. Kiegetlen: 8,8%, alulégetett: 41,8%, jól égetett: 49,4%

A bekeverésre használt szén ismeretlen származású ún. TŰZÉP szén volt. A szén

- fűtőértéke: 13 680 kJ/kg
- hamutartalma: 40,0%
- illója: 27,0%
- nedvessége: 6,0%

a fűrészpor

- fűtőértéke: 12 500 kJ/kg
- hamutartalma: 4,0%
- illótartalma: 44,0%
- nedvessége: 36,6%

volt. Az égetéshez felhasznált tüzelőanyagok hőegyenértékének 82,1%-át a bekevert szén, 16,3%-át a fűrészpor, 1,6%-át a beszórt szén adta.

A fentiekből kitűnik, hogy a technológiai utasítás szerinti hőkezelés be nem tartását, a tűzvezetés nehézségeit, a

- kemence meghatározó szerkezeti részeinek hibás kialakítása és igen rossz állaga,
- szokásosnál is nagyobb mértékű bekeverés és a
- fűrészpor bekeverése

együttesen okozták. Ugyancsak hatással lehetett a tűz helyének kialakulására a bekevert szén szemcse eloszlása is. Szita elemzés szerint a szén szemcsék mérete és eloszlása az alábbiak szerinti volt a formázott, szárított termékben:

5 <	9,7%
1,4 ... 5	34,4%
0,32 ... 1,4	46,4%
0,32 >	9,5%

Az ismertetett hőtechnikai vizsgálatok alapján rögzíthető, hogy a szokványostól és a kívánatos-tól eltérő anyag- és térhőmérséklet alakulásokat, a tűz irányíthatóságát elsősorban

- a kemence szerkezetek (beleértve a kemencekocsikat is) műszaki állapota és a
  - felhasznált szén minősége és bekeverésének mértéke
- befolyásolja.

A kemencék szerkezeti részei közül különösen nagy hatással van a tűzvezetésre a füstgáz elszívások módja és a zsilipkapuk állaga. Nem engedhető meg, hogy a füstgáz kiléptetés döntően vagy teljes egészében a kemence boltozatán át történjen. Azonnali javítást kíván a zsilipkapu bármely részének, mozgató elemeinek meghibásodása, tömítetlensége is.

A tűzvezetésre a műszaki állapot mellett nagy hatással van az alkalmazott szén minősége és a bekeverés mértéke. A tüzet a leggyakorlottabb égető sem tudja kézben tartani, ha a bekeverés mennyisége változó, vagy a bekevert szén fűtőértéke ingadozik. Bekeverésre bányanedves állapotban 10,0 ... 13,0 MJ/kg fűtőértékű porszén, vagy daraszén, szórásra rostált daraszén javasolható, lehetőleg egy bányából érkezően. Nem engedhető meg többféle (ahogy egyik vizsgálatunknál megállapítottuk: 14 féle) származási helyű, minőségű és fűtőértékű szén használata. Célszerű a kiválasztott szén ütemes szállítását

és fűtőértékének viszonylagos állandóságát a szállítási szerződésben kikötni. Ilyen kikötés lehet, hogy a szén száraz állapotra vonatkoztatott fűtőértéke  $\pm 10\%$ -nál jobban ne változzon, az ennél nagyobb fűtőérték eltérést a bánya jelezze, stb.

A gyárakban legalább 10 napi szükségletnek megfelelő mennyiségű szenet tároljanak, a bekeverő és a szórószén határozott elkülönítésével. A széntároló kialakítása feleljen meg a műszaki követelményeknek. A tárolóban a szénen kívül mászt ne tároljanak.

A bekeverés mértéke nem választható el a nyersanyagminőségétől sem. Ún. „kövér” agyagoknál kisebb fűtőértékű, „sovány” agyagoknál nagyobb fűtőértékű szén használata a kedvezőbb. Azonos bekeverést feltételezve a kis fűtőértékű szén soványító anyagként is szerepel.

A bekeverést általában szekrényes adagolókkal, illetve a szekrényes adagolóba érkező anyagokra zárólappal szabályozható vastagságú rétegben történő ráterítéssel végzik. Az ilyen bekeverés pontossága még rendszeres ellenőrzés mellett is kétséges. Ezért a megfelelő arányú agyag – szénkeverék biztosítására szalagmérlegek beépítése célszerűbb lenne.

A szénbekeverés mértékét csak az égetési hőszükséglet 80 ... 90%-ának megfelelő mennyiségben eszközöljék. A 100%-os szénbekeverést még hosszabb időre biztosított szének esetén se végezzenek. A hiányzó hőt szórással biztosítsák.

A kemencék és kiegészítő szerkezetei rendszeres karbantartása, a szénellátással és bekeveréssel kapcsolatos javaslatok még részbeni alkalmazása is lehetővé teheti a bekeveréses tégláégetési technológiáknál a megfelelő tűzvezetést a gazdaságosság és a minőségvédelem érdekében.

*Németh Miklós: „Tűzvezetési” nehézségek és okai a széntüzelésű tégláégető alagútkemencékben*

A szénbekeveréssel üzemeltetett tégláégető alagútkemencék hőtechnikai vizsgálatai során a szerző olyan üzemeltetési módokat is rögzített, amelyek nem felelnek meg a kívánatos és elvárható égetési technológiáknak.

A megengedhető legnagyobb felhevítési sebességek és hőkezelési hőmérsékletek csak a

- kemencék megfelelő szerkezeti állapotával,
- megfelelő és egyöntetű minőségű szénrel,
- szénbekeverés egyenletességével és 100% alatti tartásával,
- a technológiai fegyelem megszilárdításával biztosíthatók.

A túlzott bekeverés és a kemencék rossz műszaki állapota, a technológiai előírások figyelmen kívül hagyása nagy mértékű selejteződést, gazdaságtalan gyártást okoz.

*Петет, М.: Причины и трудности ведения процесса сжигания топлива при использовании угольного топлива при обжиге кирпича в шахтных печах*

В ходе теплотехнических испытаний шахтных печей для обжига кирпича, работающих на технологии подмешивания угля в сырьевую смесь, автором было зарегистрировано такое ведение производства, которое не отвечает требованиям технологий обжига.

Наиболее высокие допустимые скорости нагревания и температуры тепловой обработки могут быть обеспечены — при условии соответствующего конструкционного состояния печей, — при использовании углей соответствующего, однородного качества, — при соблюдении равномерности подмешивания угля и поддержки на уровне менее 100%, — за счет усиления технологической дисциплины.

Излишнее подмешивание угля, плохое техническое состояние печей, не соблюдение технологических предписаний приводит к значительному росту брака и неэкономичному производству.

*Németh, Miklós: Feuerungsschwierigkeiten und deren Ursache bei den kohlenbefeuerten Ziegelofen.*

Im Laufe der wärmetechnischen Untersuchung der mit Kohleneinmischung arbeitenden Ziegelofen wurden auch solche Betriebsarten festgesetzt, die den erwünschten und erwartenden Brenntechnologien nicht entsprechen. Brenntemperaturen können nur

- mit dem entsprechenden Konstruktionszustand der Ofen,
- mit der Kohle gleichmässiger Qualität
- mit der Gleichmässigkeit der Kohleneinmischung und der Haltung derer Menge unter 100%.
- und mit der Verfestigung der technologischen Vorschriften gesichert werden.

Die übertriebene Kohleneinmischung, der schlechte technische Zustand der Ofen, das Ausserachtlassen der technologischen Vorschriften verursacht eine unökonomische Produktion.

*Németh, Miklós: Brick Manufacture in Coal Fired Tunnel Kilns*

The thermotechnical investigation of brick firing in tunnel kilns (with intermixed coal) showed that failures may occur as consequences of incorrect heat-up rates and top temperatures. Consistent high quality of the product can only be maintained if the kilns are of adequate structural state, the coal is of consistent quality, coal intermixing is uniform and less than 100%, and all technological prescriptions are kept.

# Az égetési atmoszféra hatása a szimultán szinter tulajdonságaira

CZUPPON KÁROLY

Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

## Bevezetés

Szimultán szinteren a nem ömlesztett, hanem magnézium-oxid és krómérc együttes szinterezésével nyert tűzálló alapanyagot értjük. A szimultán szinter periklászból, valamint a MgO, FeO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> különböző kombinációjú spinelljeiből, illetve ezen spinellek szilárd oldatából áll, és jól átkristályosodott homogén, tömör szövetszerkezettel jellemezhető.

Ismeretes, hogy a jó minőségű szimultán szinter gyártás egyik feltétele a nagy tisztaságú magnézium-oxid és dúsított, kis kovasavtartalmú krómérc alkalmazása, hogy direkt kötés alakulhasson ki a komponensek között.

A nagy tömörségű szinter előállításához azonban nem elegendő a nyersanyagok tisztasága és a nagy égetési hőmérséklet (> 1750 °C), hanem szerepe van az égetés során alkalmazott atmoszférának is.

Az elsők között R. J. Leonard [1] mutatott rá arra, hogy a magnézia-krómérc tűzálló téglák égetésénél a felfűtés során 600 °C hőmérséklettől az égetési hőmérsékletig enyhén redukáló atmoszféra alkalmazása a termék látszólagos porozitását csökkenti.

G. M. Farrington és W. S. Treffner [2] a felfűtés során szintén a redukáló jellegű atmoszférát tartják szükségesnek a jó minőségű magnézia-króm téglák előállításához.

Ezt az elvet sikeresen alkalmazta Horváth T. és Czuppon K. [3] a szénsavas technológiával készült szintetikus nesquehonit (MgCO<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O) valamint krómérc koncentrátumból kiinduló szimultán szinter előállítási eljárása. E szabadalom alapján készült szimultán szinter tulajdonságai (testsűrűség, homogenitás, direktkötés mértéke) messze felülmúlják az eddig ismert ilyen termékek sajátosságait [4].

Jelen cikk a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékén a szimultán szinter gyártástechnológiájának kidolgozására folytatott kutatás azon eredményeit ismerteti, melyeket

a kemence atmoszféra parciális oxigénnyomásának szabályozásával értünk el.

A vizsgálat célja, hogy felderítse a felfűtés során szabályozott gázatmoszféra parciális oxigénnyomásának hatását a szimultán szinter mikroszövetszerkezetére, testsűrűségére, valamint a spinell és periklász fázisok kémiai összetételére. Ezeknek a paramétereknek a vizsgálata kalcinált termékre számított 60% MgO és 40% krómérc tartalmú kísérleti szimultán szinteren történt.

## Nyersanyag előkészítése

A kísérleti szimultán szinter előállításához alkalmazott nyersanyagok az alábbiak:

- Szénsavas eljárással szintetikus előállított, átkristályosított nesquehonit a Magnezitipari Művek kísérleti üzeméből,
- Kimperszáji krómérc dúsítmány, < 0,125 mm szemcsenyagysággal.

A kiindulási nyersanyagok oxidra számított kémiai összetételét az 1. táblázat tartalmazza

1. táblázat

A kiindulási nyersanyagok oxidra számított kémiai összetétele

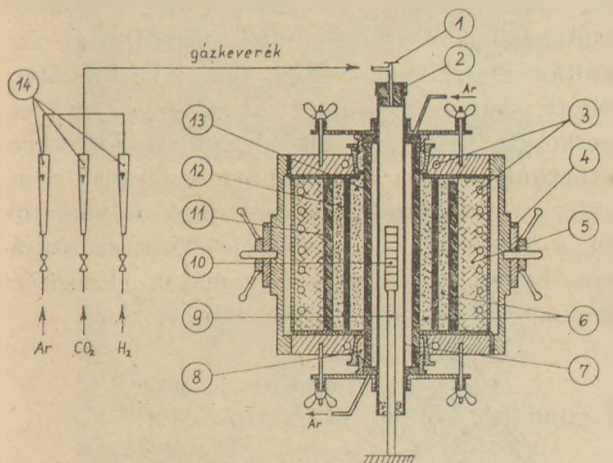
	Nesquehonit	Krómérc koncentráció
	%	%
MgO	99,52	16,44
CaO	0,36	0,25
SiO <sub>2</sub>	0,04	1,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	13,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	8,07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	60,34

Az oxidra számított 60:40 arányú magnézia:krómérc nyers keverék őrlése „Pulverisette 2” motoros dörzsmalomban történt, korund tálban korund bütüvel, vizes közegben 16 óra hosszat. A szűréssel víztelenített nyerskeverék őrléséből először Ni dobozban 600 °C-on végzett kal-

einállással aktív kausztikus félterméket, majd ebből 0,125 mm szemcsenagyság alá való porítás után 100 MPa nyomással 2,53 cm Ø-jű, 1,5–2,0 cm magas, hengeres pasztillákat készítettünk.

### Szimultán szinterek égetése

A kísérleti nyers szimultán szinter pasztillákat Tammann-rendszerű (szén-só ellenállás fűtésű) elektromos kemencében égettük, melyet szinterkorund bélésessel láttunk el. A kísérleti berendezés vázlatos rajzát az 1. ábra mutatja.



1. ábra Égetőberendezés

- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| 1 Csillámnap         | 8 Széndara                      |
| 2 Grafit dugó        | 9 Magnézia tartóúj              |
| 3 Vízűtés            | 10 Szimultán szinter pasztillák |
| 4 Arambózávezetés    | 12 Szénköpeny                   |
| 5 Szimultán          | 13 Szénfűtésű                   |
| 6 Elektro-grafitdara | 11 Rotaméterek                  |
| 7 Korundeső          |                                 |

A kemence felfűtését toroid transzformátor segítségével szabályoztuk úgy, hogy ~2 óra alatt érje el a szinterelési hőmérsékletet. 1750 °C-on 1 órán át hőntartottuk, majd a hűlés sebességét, úgy választottuk meg, hogy ~2 óra alatt csökkenjen a hőmérséklet 600 °C-ig. A felfűtés során ~600 °C hőmérséklet elérése után kezdődött a különböző parciális oxigénnyomásra beállított gázkeverék bevezetése a kemencetérbe és a szinterelési hőmérséklet eléréséig tartott. A kísérletek során a bevezetett gázkeverék parciális oxigénnyomását  $2,1 \cdot 10^4 - 10^{-5}$  Pa értékek között változtattuk (A felső határ a levegő oxigéntartalmának felel meg, az alsó ennél 9 nagyságrenddel kisebb!). A különböző parciális oxigénnyomású gázkeverékeket beállított összetételű argon-hidrogén, széndioxid-hidrogén és hidrogén-széndioxid gázelegyek bevezetésével biztosítottuk.

A kívánt parciális oxigénnyomás eléréséhez az egyes gázkomponensek mennyiségének meghatározására W. Minkler [5] számítógépes programja

szolgált. A kemencetérbe bevezetett gáz mennyiségeket rotaméterekkel, a hőmérsékletet pedig a csillámablakon keresztül optikai pirométerrel mértük.

### Vizsgálati módszerek

A nyers pasztillák testsűrűségét köbözéssel módszerrel, míg az égetett pasztillák testsűrűség, látszólagos porozitás és vízfelvétel értékeit a MSZ 12790/1-70 szerint petróleumos módszerrel határoztuk meg.

A szimultán szinter mikroszerkezetének vizsgálata különböző nagytűsű scanning elektronmikroszkópi felvételeken történt, melyek JSM 50 A típusú, JEOL gyártmányú scanning elektronmikroszkóppal készültek palládiummal gőzölt friss minta töretekéről.

Az előállított szimultán szinter kristályos fázisainak kémiai elemzését a minták csiszolatáról készült energiadiszerziós röntgenanalízissel (EDAX) rögzítettük a scanning elektronmikroszkópi vizsgálatok során. Minden egyes minta csiszolatán számos helyen meghatároztuk a periklász és spinell fázis  $MgO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  és  $Al_2O_3$  tartalmát a ZAF (rendszer, abszorpció és fluoreszcencia korrekció) számítógépes program segítségével.

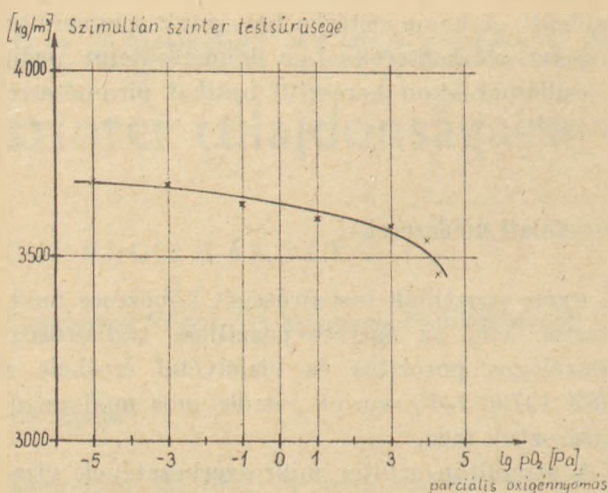
### A szimultán szinter fizikai ismérvei

A különböző parciális oxigénnyomás mellett előállított szimultán szinterek jellemző paramétereit a 2. táblázat tartalmazza.

A 2. táblázat adataiból egyértelműen kiderül, hogy a felfűtés során alkalmazott különböző gázkeverék esetében a parciális oxigénnyomás csökkentésével egészen  $10^{-3}$  Pa-ig lényegesen javul a szimultán szinter minősége, nő a testsűrűsége és csökken a látszólagos porozitása illetve vízfelvévő képessége.

A 2. ábra az égetőtérbe bevezetett gázkeverék parciális oxigénnyomásának hatását mutatja a szimultán szinter testsűrűségére.

Figyelembe véve a 2. ábrán bemutatott görbét látszik, hogy a parciális oxigénnyomás további csökkentése  $10^{-5}$  Pa-ig eredményezett még némi javulást, de ez már közel sem volt olyan mértékű, mint ami  $10^{-3}$  Pa parciális oxigénnyomás csökkentésig bekövetkezett.



2. ábra. A szimultán szinter testsűrűsége a parciális oxigénnyomás logaritmusának függvényében

### A szimultán szinter mikroszerkezete

A felfűtés során alkalmazott kis parciális oxigénnyomású gázkeverék igen előnyös hatását a szimultán szinter mikroszerkezetére a 3–6. ábrákon figyelhetjük meg. A legszembetűnőbb változás a szimultán szinter mikroszerkezetében az egyedi kristályszemcsék megnövekedése kis parciális oxigénnyomás esetén. Az elektronmikroszkópi felvételek alapján meghatározott átlagos egyedi kristálynagyság változását a 7. ábra mutatja a felfűtés során alkalmazott öblítőgáz parciális oxigénnyomásának függvényében.

A 7. ábra alapján megállapítható, hogy a felfűtés során bevezetett gázkeverék parciális oxigénnyomását  $10^{-3}$  Pa-ig csökkentve a szimultán szinter átlagos egyedi kristálynagysága jelentősen nőtt, majd ettől kezdve a vizsgált  $10^{-5}$  Pa értékig észrevehető növekedés nincs.

A 3–4. ábrákon olyan szimultán szinter töretről készített scanning elektronmikroszkópi felvételek láthatók, melynek az égetésénél a gáz-atmoszféra a felfűtés alatt is oxidáló volt. A fel-

vételekről megállapítható, hogy ez a termék rendkívül porózus és a pórusok nemcsak a kristályok belsejében helyezkednek el, hanem azok határfelületén is.

Az 5–6. ábrák scanning elektronmikroszkópi felvételei olyan szimultán szinterekről készültek, melyek égetésénél a felfűtés folyamán (600–1750 °C) a pasztillákat körülvevő gáz-atmoszféra parciális oxigénnyomása  $10^{-5}$  Pa volt. E felvételeken a kristálméreték jelentős megnövekedése mellett szembetűnik a porozitás nagymértékű csökkenése.

Mindezek alapján egyértelműen megállapítható, hogy a szabályozott, kis parciális oxigénnyomású öblítőgázban végzett felfűtéssel előállított szimultán szinter termékek egy igen jól átkristályosodott, homogén, tömör direktkötésű szövetszerkezettel jellemezhetők, amiből arra következtethetünk, hogy a redukáló atmoszférának nemcsak a térfogatnövekedéssel járó folyamatok (pl. a kétértékű vas oxidációja) visszaszorításában, hanem a diffúziós folyamatok elősegítése szempontjából is jelentősége van.

### A szimultán szinter EDAX vizsgálata

A szimultán szinteren a krómérc és magnézium-oxid között lejátszódó folyamatok tanulmányozására az EDAX vizsgálatok szolgáltak. A 8–9. ábrákon egy EDAX vizsgálatra előkészített szimultán szinter csiszolt felületéről készített scanning elektronmikroszkópi felvételek láthatók.

A 8–9. ábrák felvételein jól látszik, hogy a szimultán szinter szövetszerkezete periklász mátrixból (sötétszürke mező) és a belőle hűtés során kikristályosodott másodlagos spinell képződményekből (világos foltok) áll.

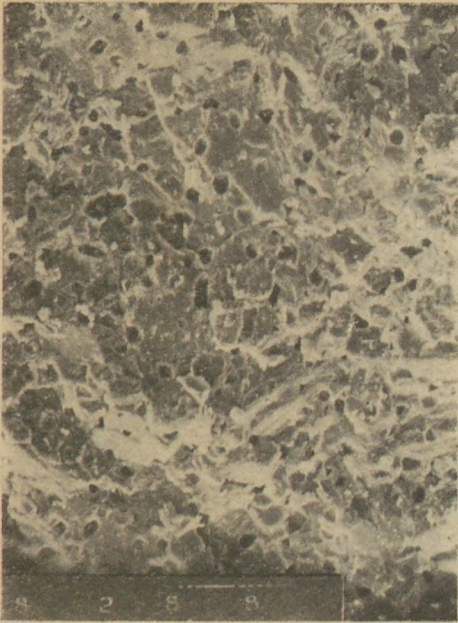
A kristályos fázisok egyes alkotóinak koncentrációját a felfűtési atmoszféra parciális oxigén

2. táblázat

A felfűtés során különböző parciális oxigénnyomás mellett nyert szimultán szinterek jellemző paramétereit

Kísérlet jelo	Gáz-atmoszféra parciális oxigénnyomása (Pa)	Gázkeverék bevezetés időtartama (h)	Nyers pasztillák testsűrűsége (kg/m <sup>3</sup> )	Szimultán szinter			
				test-sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	vízfelvétel (%)	látsz. porozitás (%)	lim. zsugorodás (%)
N 60/40 – ox 1 – 0	$2,1 \cdot 10^4$	–	1850	3450	1,82	6,28	19,76
N 60/40 – red 1 – 1	$10^4$	1,25	1840	3540	0,77	2,73	20,62
N 60/40 – red 1 – 2	$10^3$	1,25	1870	3580	0,58	2,06	20,87
N 60/40 – red 1 – 4	10	1,33	1850	3600	1,09	3,93	21,06
N 60/40 – red 1 – 6	$10^{-1}$	1,10	1880	3640	0,50	1,89	20,99
N 60/40 – red 1 – 8	$10^{-3}$	1,33	1880	3690	0,51	1,90	21,66
N 60/40 – red 1 – 10	$10^{-5}$	1,45	1860	3700	0,36	1,04	21,84

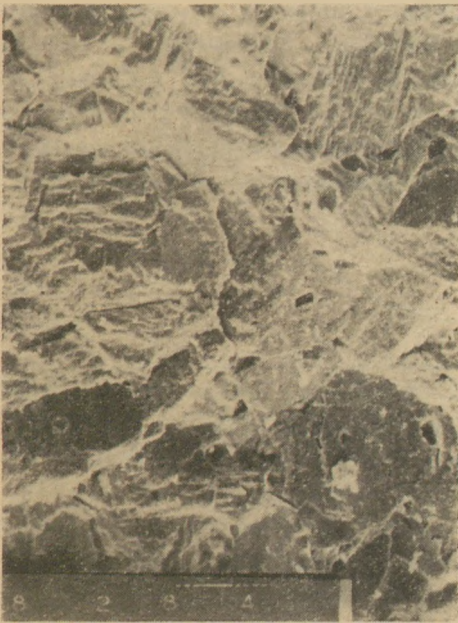




3. ábra. Szimultán szinter töret  
Felfűtés: levegőben,  $pO_2: 2,1 \cdot 10^4$  Pa  
300  $\times$ -os nagyítás



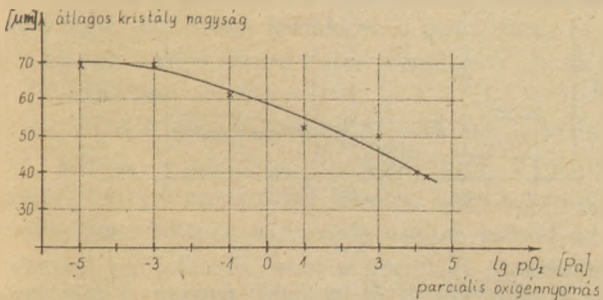
4. ábra. Szimultán szinter töret  
Felfűtés: levegőben,  $pO_2: 2,1 \cdot 10^4$  Pa  
1000  $\times$ -es nagyítás .



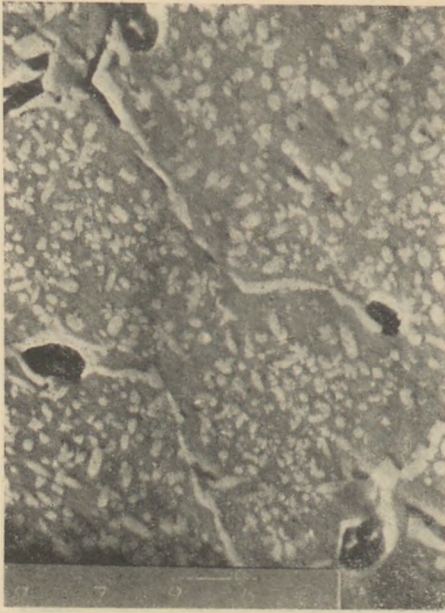
5. ábra. Szimultán szinter töret  
Felfűtés: kis parciális oxigénnyomású gázkeverékben  
 $pO_2: 10^{-5}$  Pa, 300  $\times$ -os nagyítás



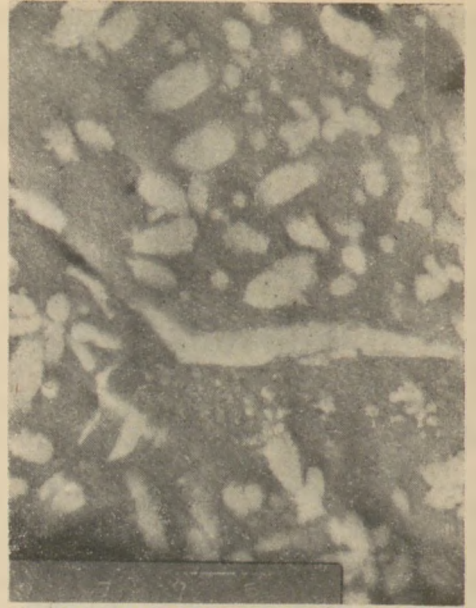
6. ábra. Szimultán szinter töret  
Felfűtés: kis parciális oxigénnyomású gázkeverékben  
 $pO_2: 10^{-6}$  Pa, 1000  $\times$ -es nagyítás



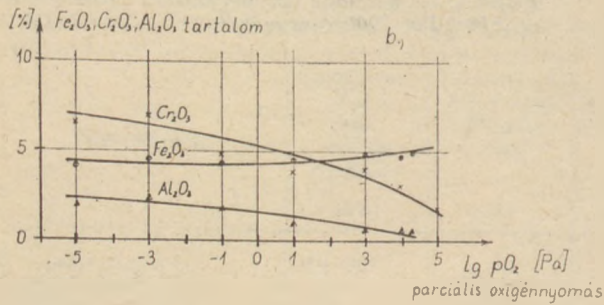
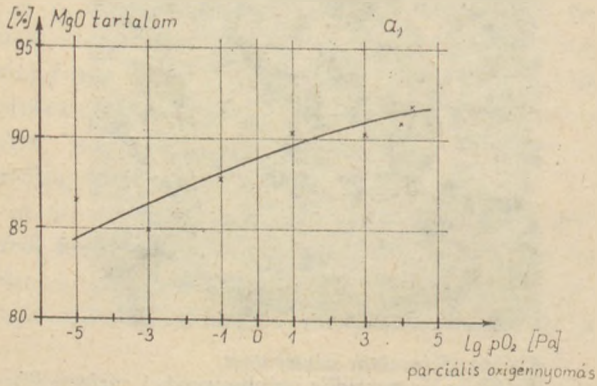
7. ábra. A szimultán szinter átlagos egyedi kristálynagysága a parciális oxigénnyomás logaritmusának függvényében



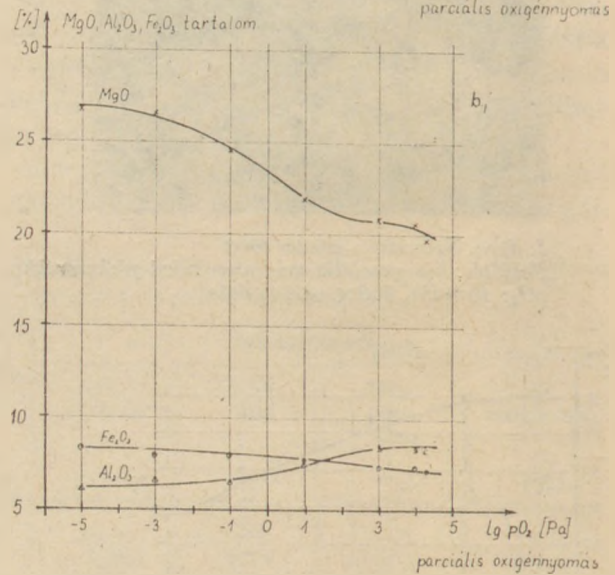
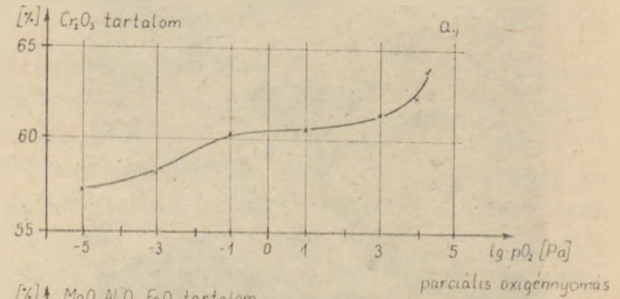
8. ábra. Szimultán szinter csiszolat  
Felfűtés: kis parciális oxigénnyomású gázkeverékben,  
 $pO_2: 10^{-3}$  Pa, 1000 $\times$ -es nagyítás



9. ábra. Szimultán szinter csiszolat  
Felfűtés: kis parciális oxigénnyomású gázkeverékben,  
 $pO_2: 10^{-3}$  Pa, 3000 $\times$ -es nagyítás



10. ábra.  
a.) A periklász fázis MgO tartalma a parciális oxigénnyomás függvényében  
b.) A periklász fázis  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$  és  $Al_2O_3$  tartalma a parciális oxigénnyomás függvényében



11. ábra.  
a.) A spinell fázis  $Cr_2O_3$  tartalma a parciális oxigénnyomás függvényében  
b.) A spinell fázis MgO,  $Al_2O_3$  és  $Fe_2O_3$  tartalma a parciális oxigénnyomás függvényében

nyomásának függvényében a 10. a. és b. valamint 11. a. és b. ábra mutatja.

A periklász fázis összetételének vizsgálata azt mutatta, hogy a parciális oxigénnyomás csökkenésével a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tartalom a levegőben ( $p\text{O}_2$ :  $2,1 \cdot 10^4$  Pa) végzett kísérletekhez képest 2%-ról 7%-ra nő. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,5%-ról 2%-ra, míg a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -tartalom kis mértékben 6%-ról 4%-ra csökken. Az említett  $\text{R}_2\text{O}_3$  oxidok a periklász fázisban szilárd oldatként vannak jelen.

A 8–9. ábrák alapján egyértelműen megállapítható, hogy a termékben eredeti krómérc szemcse nincs jelen, vagyis a krómérc teljes egészében beoldódott a periklász kristályokba és a lehülés során azokban kivált. Ez következménye az égetés során alkalmazott viszonylag lassú hűtésnek.

A másodlagos spinell kiválások összetételére vonatkozóan a parciális oxigénnyomások függvényében felvett görbék 11. a. és b. alapján vizsgálva az alábbi megállapítások tehetők:

A legszembetűnőbb a spinell fázis  $\text{MgO}$  tartalmának a növekedése a parciális oxigénnyomás csökkenésével a kiindulási krómérchez képest. A  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tartalom 63%-ról 57%-ra, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  némileg kisebb mértékben 8%-ról 6%-ra csökken, míg a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalom egész kis mértékben 7%-ról 8%-ra nőtt a parciális oxigénnyomás csökkenésével.

## Összefoglalás

Szintetikus nesquehonitból és dúsított kimperszáji krómérből előállított szimultán szinter égetésénél a felfűtés folyamán különböző ( $2,1 \cdot 10^4 - 10^{-5}$  Pa) parciális oxigénnyomású öblítőgázt vezettünk a kemencetérbe.

A scanning elektronmikroszkópi vizsgálatok alapján egyértelműen megállapítható, hogy a felfűtés alatt a kis parciális oxigénnyomású ( $\leq 10^{-3}$  Pa) öblítőgáz bevezetése a kemencetérbe igen előnyösen hat a szimultán szinter mikro szerkezetére azáltal, hogy hatására nő a kristályok nagysága, jelentősen lecsökken a porozitása, és a kristályok között szinte teljes mértékben kialakul a direktkötés.

Az EDAX vizsgálatokkal a periklász és krómérc között lejátszódó folyamatokról kaptunk képet. Az eredményekből látszik, hogy a szimultán szinter teljesen átkristályosodott szövetszerkezettel rendelkezik, ahol a periklász mátrixban másodlagos spinell kiválások figyelhetők meg.

A periklász fázis összetételét vizsgálva megállapítható, hogy a parciális oxigénnyomás  $10^{-5}$

Pa-ra történő csökkentésével a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tartalom a levegőben végzett szintereléshez képest 2%-ról 7%-ra az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,5%-ról 2%-ra nő, míg a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalom kisebb mértékben 6%-ról 4%-ra csökken.

A másodlagos spinell kiválások összetétele a krómérchez képest a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tartalom tekintetében 63%-ról 57%-ra, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom tekintetében 8%-ról 6%-ra csökkent, míg a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tekintetében 7%-ról 8%-ra nőtt a parciális oxigénnyomás  $2,1 \cdot 10^4$  Pa-ról  $10^{-5}$  Pa-ra való lecsökkentésével.

## IRODALOM

- [1] R. J. Leonard: Cer. Bull. 54, (7) 662–664 (1975)
- [2] G. M. Farrington, W. S. Treffner: 3. 829–841 sz. amerikai szabadalom (1974)
- [3] Horváth T., Czuppon K.: 176–631 sz. magyar szabadalom (1977)
- [4] Horváth T.: XII. Szilikátipari és Szilikátudományi Konferencia, Budapest 1977. jún. 6–11., 1 kötet. 283–92.
- [5] W. Minkler: Sprechsaal 114, (4) 278–282 (1981)

### Czuppon Károly: Az építési atmoszféra hatása a szimultán szinter tulajdonságaira

Vizsgáltuk a nesquehonitból és krómérből előállított szimultán szinter égetésénél a felfűtés folyamán a kemencetérbe bevezetett különböző parciális oxigénnyomású öblítőgáz hatását a termék tulajdonságaira.

Megállapítottuk, hogy a felfűtés alatt a kis parciális oxigénnyomású ( $\leq 10^{-3}$  Pa) öblítőgáz bevezetésének hatására nő a kristályok nagysága, csökken a porozitása, és a kristályok között szinte teljes mértékben kialakul a direktkötés.

A levegőben történő felfűtéshez képest a parciális oxigénnyomás csökkentésével nő a periklász fázis  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma, míg a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalma csökken.

A másodlagos spinell kiválásokban a parciális oxigénnyomás csökkentésével a  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom csökken, a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalom némileg nő a krómérc összetételéhez képest.

### Цуппов, К.: Влияние атмосферы обжига на свойства симультанных изделий санитарно-технической керамики

Было исследовано влияние различных газов с парциальным кислородным давлением, вводимых в печное пространство в процессе подогрева, на свойства продукции при обжиге симультанного санитера.

Было установлено, что во время подогрева введение газов с маленьким парциальным кислородным давлением ( $10^{-3}$  Па) ведет к увеличению величины кристаллов, снижает пылеобразование, и приводит к формированию непосредственных связей между кристаллами.

По сравнению с нагреванием, осуществляемым в воздухе, снижение парциального кислородного давления ведет к повышению содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и периклазе и снижению содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Во вторичных шпинельных выделениях со снижением парциального кислородного давления содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  снижается, а содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  немного повышается по сравнению с составом хромовой руды.

### Czuppon, Károly: Die Wirkung der Brennatmosfera auf die Eigenschaften der simultanen Sinter.

Es wurde die Wirkung des Sauerstoff-Spülgases mit verschiedenen Partialdrücken beim Brennen der aus Nesquehonit und Chromerz hergestellten simultanen Sinter auf die Eigenschaften des Produktes untersucht.

Es wurde festgestellt, dass die Grösse der Kristalline während der Aufheizung zufolge der Einleitung des Sauerstoff-Spülgases mit niedrigem Partialdruck ( $10^{-3}$  Pa) nimmt zu, die Porosität des Produktes nimmt ab, und eine Direktbindung unter den Kristallinen vollständig zustande kommt.

Mit der Abnahme des partialen Sauerstoffdruckes nimmt das Gehalt des Periklases an  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  im Vergleich des der Aufheizung in der Luft zu, aber nimmt das Gehalt deren an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ab.

In der sekundären Spinell-Aussonderungen nimmt das Gehalt an  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit der Abnahme des partialen Sauerstoffdruckes ab, das Gehalt an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nimmt aber etwas im Vergleich des Chromerzes zu.

**Czuppon, Károly: Effect of Kiln Atmosphere on the Properties of Simultaneous Sinters**

„Simultaneous sinters” were prepared of nesquehonit and chrome ore. The kiln was flushed during heating with gases containing various percentages of oxygen. If flush gas of low oxygen partial pressure ( $10^{-3}$  Pa) is added during the heat-up period, the crystal size grows, porosity decreases and direct bond is almost completely formed between the crystals. The  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  content, and the  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  content of the periclase phase increase and decrease, respectively, if firing is done at low oxygen pressure (less than in air). The effect to the above oxides is inverted in secondary spinel formations.

**Előzetes közlemény**

A Szilikátipari Tudományos Egyesület 1985. májusában Budapesten rendezi meg a XIV. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferenciát (nemzetközi részvétellel). A Konferencián az alábbi témakörök kerülnek meg tárgyalásra:

1. A szilikáttudományok – multidiszciplináris megközelítésben
  2. A minőség kérdései a szilikátiparokban (minőségtervezés, minőség szabályozás, minőségellenőrzés, ezek műszaki, szervezési és közgazdasági módszerei)
- E két témakört szakosztályokra bontva tárgyalja a

**Konferencia:**

- |          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| A Üveg   | D Durvakerámia és hőszigetelő anyagok |
| B Beton  | E Kő, kavics                          |
| C Cement | F Finomkerámia                        |
|          | G Tűzállóanyagok                      |

A Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai névre szóló, részletes tájékoztatót kapnak a konferencia előkészítéséről (jelentkezési feltételek, határidők, stb.), a Konferencia azonban valamennyi érdeklődő számára nyitva áll. Részletes információ az alábbi címen szerezhető be:

**SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS  
EGYESÜLET  
SILICONF – BIZOTTSÁG  
BUDAPEST, P.F. 240.  
1368**

**TELEFON: 226 – 497**

# tecn. argilla



**8th  
INTERNATIONAL  
MACHINERY  
AND TECHNOLOGY  
EXHIBITION  
FOR CERAMIC  
INDUSTRY**

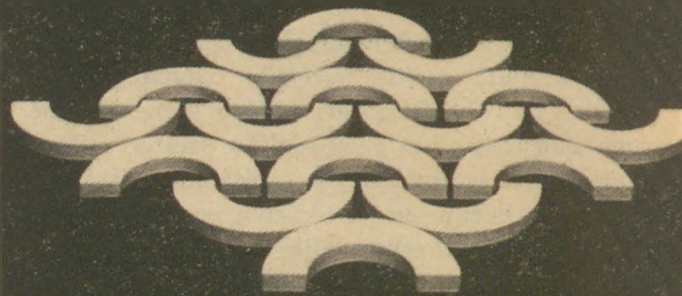
**RIMINI/ITALY  
27 SEPTEMBER  
2 OCTOBER  
1983**

**TRADE SECTORS**

- Plants, machines and accessories for refractory material and brick and tile making industry.
- Plants, machines and accessories for the building ceramic industry.
- Plants, machines and accessories for the pottery industry, bathroom fitting and artistic ceramics.
- Industrial heating systems and accessories for kilns.
- Compressed air generation plants.
- Plants and machines for the handling and packing of products.
- Raw materials, unfinished products.
- Laboratory equipment for production control and industrial research.
- Control equipment, antipollution plants water and smoke, equipment for accident prevention.

During the Exhibition a private coach-service will link **TECNARGILLA** with **CERSAIE**.

Organizers:  
**Ente Autonomo Fiera di Rimini**  
C.P. 300 - Tel. 0541/773553  
Telex 550844 FIERIM I



Kérem, küldjön nekem információt a Tecnargilla-ra vonatkozóan:

Családi név \_\_\_\_\_ Keresztnév \_\_\_\_\_  
Cég neve \_\_\_\_\_ Cím \_\_\_\_\_  
Város \_\_\_\_\_ Ország \_\_\_\_\_

A kupont kérjük az alábbi címre küldeni:  
Ente Autonomo Fiera Di Rimini, C. P. 300  
Rimini, Italy – Tel. 0541/773553 – Telex 550844 FIERIM

# Programozható logikai vezérlők alkalmazása az építőanyagiparban

MATKOVICS FRIGYES

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az utóbbi években az ipari termelés minden területén szorító szükségszerűséggé vált a hatékony, rugalmasan változtatható termelés, a szigorú környezetvédelmi előírások betartása és az energiatakarékosság.

Mindezen problémák megoldását segítik a programozható, elektronikus vezérlő rendszerek, amiket az ipari gyakorlatban PLC-nek, vagy PLV-nek szokás nevezni.

## 1. A PLC-k kialakulása, általános ismertetése

A technológiai folyamatok irányításának egyik fontos módja a vezérlés, amelynek megvalósításához a PLC egy korszerű elektronikus eszköz.

Vezérlési feladatokban a technológiai folyamat állapotát időtől, vagy az egyes berendezések állapotától függő jelekkel változtatjuk meg, vagy tartjuk állandó értéken.

A PLC-k működésüket a szerszámgép-iparnak mint felhasználónak és a számítógépiparnak mint eszközyártónak köszönhetik.

A szerszámgépeknél merültek fel először nagyszámban olyan vezérlési funkciók, amelyeket időről-időre változtatni kell, de az egyes változatokon belül merev kapcsolat van az egyes géprészek működése között. (Különböző hajtások sorrendi indítása, reteszelvek, hibajelzések, stb.)

Korábban ezeket a feladatokat relés kapcsolásokkal oldották meg. Mintegy nyolc éve jelentek meg a PLC-k, az olyan elektronikus vezérlő berendezések, amelyek programozással rögzített és változtatható logika szerint dolgozzák fel a technológiai folyamat jeleit és avatkoznak be a folyamatba.

A PLC a ma kialakult felépítés szerint négy, funkcionálisan jól elkülöníthető szerkezeti egységből áll (1. ábra):

- a „bus” rendszer, (1) amely az egyes egységek vezetékcsatlakoztatását és ennek logikai felépítését foglalja magába,
- a központi egység, (2) a tárolt utasításoknak megfelelően mindig előállítja a pillanatnyi bemeneti jeleknek megfelelő kimenő jelek kombinációját,

- a memória, (3) amely a kívánt vezérlési feladatot megvalósító programot (programokat) tárolja,
- perifériák, (4) amelyek lehetővé teszik a programfejlesztést és a programok végrehajtását (programozó készülékek, megjelenítő, folyamat kapcsolatok stb.) A programfejlesztéshez és ellenőrzéshez használt perifériák csak fejlesztési és ellenőrzési fázisban kapcsolódnak a PLC-re.

A PLC-k kétféle építési alakban készülnek: moduláris készülékek vagy kompakt készülékek formájában.

A moduláris felépítésű PLC készülékekben az egyes funkciókat külön kártyával valósítják meg, amelyekből modul rendszerűen építhető fel a kívánt rendszer.

A kompakt építési alakban egy megbonthatatlan egységbe vannak összefogva a funkciók. Ez a kiviteli alak kisebb vezérlések esetén előnyös.

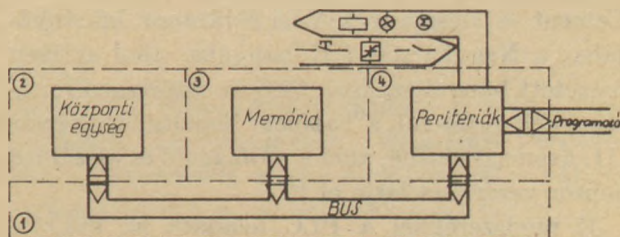
A ma használatos PLC-k ki-bemeneti vonalainak száma 20-4000, memória nagysága 256 – 4096 utasítás.

A SZIKKTI az utóbbi időben, összetett ipari vezérlő berendezések építéséhez a moduláris felépítésű SUCOS PLC család elemeit használja fel.

## 2. A SUCOS PS PLC család

Hazánkban jelenleg a család két tagja közismert, amelyek a PS 22 és PS 24 típusnevet viselik.

A PS 22 kisebb rendszerek vezérléséhez előnyösen használható: maximum 2K-szó (2048) utasítást tartalmazhat, és maximum 228 ki-bemeneti helyet tud kezelni. Szerelőlapra erősíthető, kapcsolószekrénybe építhető kivitelű, az általános vezérléseknél szokásos IP 54-es védettséggel



1. ábra. PLC-k általános felépítése

rendelkezik, így akár közvetlenül gépre is szerelhető.

A PS 24 nagy vezérlő rendszerekhez kifejlesztett berendezés. Teljes kiépítésben (alapgép + négy bővítő fiók) 4 K-szónyi (4096) utasítással 1024 ki-bemeneti helyet tud kezelni. Kapcsolótáblába és rack-fiókba egyaránt beépíthető kivitelű.

Mindkét típus modul rendszerű, vagyis kártyákból felépített. A tápegység, központi egység, valamint a PS 24-nél a memóriák, programozható időtag és fordító kártya helye a rack-fiókban rögzített.

Az üresen maradó kártyahelyekre különböző típusú ki-bemeneti kártyák, A/D átalakítók, beállítható időtagok igény szerint helyezhetők be.

A gép 24 V egyenáramú táplálást igényel, melynek hullámossága kisebb kell legyen négy százaléknál. Kimenetei 24 V egyenáramú, 110 V váltóáramú, illetve 220 V váltóáramú kétállapotú (kontaktus) jelek lehetnek. Bemenetei feszültségfüggetlen, vagy 24 V egyenáramú tápfeszültségre kapcsolt érintkezők lehetnek.

A vezérelt rendszertől a PLC távolsága legfeljebb 250 m lehet, árnyékolatlan kábelek használata esetén.

A PLC programozására külön programozó készülék áll rendelkezésre, amely lehetővé teszi a program írást, javítást, annak kinyomtatását és mágnesszalag kazettán történő rögzítését.

A SUCOS program nyelve roppant egyszerű, feladat orientált, és – speciális fordító kártya segítségével – a program áramútervben használt szimbólumokkal is elkészíthető.

A programozás logikai folyamatábra, áramúterajz, illetve Boole-algebrai egyenletek alapján egyaránt történhet.

A SUCOS fölérendelt folyamatirányító rendszerrel (pl. számítógép, vagy másik PLC) összekapcsolható, s azzal együtt is dolgozhat.

### 3. Alkalmazási példák

A Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet Villamos és Automatizálási Osztálya már több PLC-s vezérlő rendszert tervezett.

Így PLC-s vezérlő berendezést terveztünk a Cement és Mészművek Váci Gyárának kőbányájába; a Nagyharsányi Kőbányába, ahol az igen összetett bányai szállító, törő és osztályozó rendszert kell vezérelni, a Tapolcai Bazaltgyapot-gyár III. üzemegységébe, ahol a csomagoló és kiszállító gépsor vezérlését látja el PLC.

E rendszereknél a PLC feladata az indítási feltételek vizsgálata, indítási előjelzés kiadása,

majd a technológiai sorrendnek megfelelően – a kívánt késleltetési idők szerint – a technológiai gépek felfuttatása.

Üzem közben a PLC figyeli az egyes technológiai paraméterek szélső értékeit (tároló bunker szintek, nyomás- és hőmérséklet értékek, stb.), s a kívánt módon reagál azok változására. (Pl.: egy tároló bunker telítődése után rövid időt vár, majd leállítja a töltő rendszert és ha a tároló kiürült újra indítja a gépsort).

Üzemjelzést ad ki minden hajtásról a központi kezelőnek, a következők szerint:

ha a hajtás indítási parancsot kapott, és fut, egy jelzőlámpa folyamatosan ég. Ha a hajtás indító jelet kapott, de a motor nem kap feszültséget, illetve nem jelez a futás jelzője (pl.: forgásérzékelő), úgy a PLC hibajelet ad ki, amely hangjelzést, és a hibás hajtáshoz tartozó jelzőlámpa villogását eredményezi.

Hiba esetén minden olyan gép, amely az elromlott berendezésre anyagot hord automatikusan leáll. A hibákat a vezérlőberendezés összegyűjti, s a hibajel mindaddig fennáll, amíg a hibát el nem hárítják.

A PLC-vel megvalósított vezérlések kb. 20 – 50 relét vagy annál többet igénylő megoldásoknál olcsóbbak, energia és helyigényük kisebb, karbantartásuk egyszerűbb, meghibásodásuk kevésbé valószínű, mivel mozgó alkatrészeket nem tartalmaznak. Például a CEMÜ Váci Gyára kőbányájában megvalósult vezérlés hagyományos – vagyis relés – technológiával mintegy 60 segédrelét (DILOO-44) és 12 időrelét igényelne. Ezeknek elhelyezéséhez két VIV UKT 500-as kapcsolószekrényre lenne szükség: ezzel szemben a PLC-s megoldás a vezérlő pulthba építhető, nem kell külön szekrény, a technológia irányításához szükséges összes kezelő és jelző elem közel van, elmarad a kábelezés jó része, emellett a rendszer esetleges bővítése esetén nincs szükség a vezérlőberendezés újra építésére, mert a feladat az elektronikus kártyák egyszerű és gyors cseréjével oldható meg.

A SZIKKTI a PLC-s vezérlő-berendezések üzemeltetőinek folyamatos tanácsadást nyújt a beszerzéshez, vállalja a PLC-s vezérlések megtervezését, a programok megírását, a vezérlő berendezések összeépítését, üzembehelyezését, próbaiüzemét és későbbi szerviz szolgáltatását.

*Matkovic, F.: Применение в промышленности строительных материалов программируемых логических управлений*  
*Matkovic, Ferenc: Die Anwendung programmierbarer logischer Steuerer in der Baustoffindustrie.*

*Matkovic, Ferenc: Application of Programmable Logical Controllers on the Building Materials' Industry*

# A golyósmalmi őrlés kinetikai elemzése

## III. A golyótöltet jellemzőinek befolyása a kinetikai modell tényezőire

VERDES SÁNDOR\* – NÉMETH JENŐ\*\* – KIRÁLY LÁSZLÓ\*\*

\*Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

\*\*MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézet, Veszprém

### 1. Bevezetés

A cikk sorozat I. részében [1] ismertetett és a II. részében [2] ellenőrzött őrléskinetikai modell megalkotásának célja nemcsak az volt, hogy egy őrlés technikailag és matematikailag is megalapozott leírását adjuk az őrlés során lejátszódó folyamatoknak, hanem a modell segítségével lehetőség nyíljon az őrlés paramétereinek kinetikai értékelésére is.

Az őrlési paraméterek mindegyikének, továbbá azok kombinációinak értékelése csaknem lehetetlen, így csak a nagy malmok üzemeltetése szempontjából fontosabb néhány paraméter őrlés-kinetikára gyakorolt hatását elemeztük. Az őrlés három szakasza közül csak az elsőt vizsgáltuk, mivel a távlati célkitűzéseinkben szereplő őrlő-rendszerek körfolyamatban üzemelnek, s az azokhoz tartozó malmok az első szakasznak megfelelő őrlési feladatot látják el (helyes üzemeltetés esetén).

Az értékelésbe bevont őrlési paramétereket csoportosítottuk, egyrészt a malomban levő őrlőtest (őrlőgolyó) töltet, másrészt pedig az őrlendő anyag jellemzői szerint. Jelen esetben az első ismertetésére térünk ki.

Az őrlőtest töltet paramétereire vonatkozó irodalmi áttekintés alapján megállapítható, hogy sem a kinetikai értékelés, sem a legkedvezőbb érték vonatkozásában nem alakult ki egységes állásfoglalás [3]. Az egyes tapasztalati összefüggések elsősorban a kiindulási szemcseméretnek megfelelő golyóméret kiválasztásához adnak támpontokat. A töltet-összetétellel kapcsolatos megállapítások csak a kísérletileg vizsgált üzemi viszonyokra érvényesek.

### 2. Őrlési kísérletek

A kísérletek körülményei, a vizsgálatok és az értékelés hasonló a [2]-ben közöltekkel, így azokra csak röviden térünk ki.

#### 2.1. A kísérletek körülményei

A különböző paraméterek kinetikai befolyásának vizsgálatára őrlési kísérlet sorozatokat végeztünk úgy, hogy az őrlési paraméterek közül egyet változtattunk, a többi változatlanul hagytuk.

Az őrléseket laboratóriumi golyósmalommal ( $D_m = 0,2 \text{ m}$ ,  $V = 5 \text{ l}$ ,  $n_m = 68 \text{ min}^{-1}$ ) végeztük, kvare homokot őrltünk különböző (5–40 pere) őrlési időkhöz.

#### A kísérletek alap paraméterei:

őrlőtest: acélgolyó

őrlőtest átmérő:  $d_g = 25 \text{ mm}$

őrlőtest-töltésifok:  $J = 25\%$

őrlendő anyag: kvare homok

mérete: 1–2 mm közötti frakció

anyag-töltésifok:  $\varphi_a = 70\%$

#### 2.2. A változtatott paraméterek

##### 2.2.1. A töltet mennyisége

(Őrlőtest-töltésifok,  $J$ )

A malomban levő őrlőtest mennyiség jellemzésére az őrlőtest-töltésifokot ( $J$ ) alkalmaztuk, amit sokszor csak töltésifoknak neveznek. Értéke azt mutatja meg, hogy a golyó (őrlőtest) halmaz által elfoglalt térfogat hány százaléka a malom térfogatának. A megkülönböztetett elnevezést azért alkalmazzuk, mert felhasználjuk még az anyag-töltésifokot ( $\varphi_a$ ) is, amely azt mutatja meg, hogy az őrlendő anyag halmaza hány százalékat foglalja el az őrlőtestek közötti szabadterfogatnak.

A  $J$ -re kiválasztott értékek

$$J = 20, 25, 30, 35, 40, 45 \text{ és } 50\%$$

voltak.

Az őrlőtest-töltésifok változtatásakor – az anyag-töltésifok állandóságának biztosítása érdekében – az őrlendő anyag mennyiségét is változtattuk (éppen a  $\varphi_a = 70\%$ -nak megfelelően).

A töltet-összetételek jellemző adatai

Összetétel jellege	$d_{g_1}$ golyóátmérő (mm)	$N_{j,0}$ frakció darabszáma (db)	$D_{j,0}$ frakció összmérete (m)	$S_{j,0}$ frakció összfelülete (m <sup>2</sup> )	$m_j$ frakció tömege (kg)
$C_N$ azonos darab	15,0	49	0,74	3,46	0,68
	20,5	49	1,01	6,47	1,72
	25,0	49	1,23	9,62	3,13
	$\Sigma$ :	147	1,98	19,55	5,53
$C_D$ azonos „hosszúság”	15,0	71	1,07	5,02	0,98
	20,5	52	1,07	6,87	1,83
	25,0	43	1,07	8,05	2,68
	$\Sigma$ :	165	3,21	19,94	5,49
$C_S$ azonos felület	15,0	99	1,49	7,00	1,37
	20,5	53	1,09	7,00	1,87
	25,0	36	0,90	7,00	2,30
	$\Sigma$ :	186	3,48	21,07	5,54
$C_V$ azonos tömeg (térfogat)	15,0	133	2,00	9,40	1,83
	20,5	52	1,07	6,87	1,83
	25,0	29	0,73	5,69	1,83
	$\Sigma$ :	214	3,80	21,96	5,49

## 2.2.2. Az őrlógolyó átmérője

Az őrlógolyó átmérő változtatására 5 kísérlet-sorozatot hajtottunk végre, mégpedig a

$$d_g = 10, 15, 20,5, 25 \text{ és } 28,5 \text{ mm}$$

átmérőjű golyókkal.

## 2.2.3. A töltet-összetétel

A számtalan lehetséges variáció közül négyet vizsgáltunk. Háromféle méretű ( $d_{g_1} = 15$ ;  $d_{g_2} = 20,5$  és  $d_{g_3} = 25$  mm) golyókból álló töltet-összetételeket képeztünk úgy, hogy az egyes méretű golyók darabszáma, „hosszúsága” (fel-fűzhető gyöngysor hossza), felülete, térfogata (tömege) azonos volt, természetesen az össztömeg állandósága mellett. Tehát az egyes összetételek ( $C_j$ ) esetén a golyók száma ( $N_{j,0}$ ) és átmérője ( $d_{g_l}$ ) között fennáll az

$$N_{j,0} d_{g_l}^l = \text{állandó} \quad (1)$$

összefüggés, ahol az  $l$  kitevő a töltet jellegétől függ. Így az egyes összetételek jelölése és jellemzője a következő:

$C_N$ : azonos darabszámú töltet,

$$l = 0,$$

$$N_{j,0} = \text{állandó};$$

$C_D$ : azonos „hosszúságú” töltet,

$$l = 1,$$

$$N_{j,0} d_{g_l} = \text{állandó};$$

$C_S$ : azonos felületű töltet,

$$l = 2,$$

$$N_{j,0} d_{g_l}^2 = \text{állandó};$$

$C_V$ : azonos térfogatú töltet,

$$l = 3,$$

$$N_{j,0} d_{g_l}^3 = \text{állandó}.$$

A töltet-összetételek jellemző adatait az 1. táblázat tartalmazza.

Ezeknél a kísérleteknél az őrlendő anyag mennyiségét nem változtattuk, tekintettel arra, hogy az irodalomból [4–6] ismert adatok szerint az 1. táblázatban szereplő átmérőviszonyok mellett a hézagtérfogat lényegesen nem változik. Viszont már itt hangsúlyozni kell, hogy a golyók között kialakuló „tér” geometriai mérete, illetve a kialakulásának gyakorisága az egyes esetekben más és más.

MEGJEGYZÉS: Pontosabb megnevezést lehetne adni a töltet-összetételre, pl. háromféle golyóméretből álló azonos tömegnek megfelelő



azonos darabszámú, azonos felületű, stb. töltet-összetételek azonban a fenti elnevezések már megszokottak (pl. a cementiparban).

### 2.3. Vizsgálatok

Az őrleményekre szitaelemzést (2000 – 45 μm) ill. a 200 μm alatti hányadra CILAS lézeres granulométeres szemcseméret-eloszlás meghatározást végeztünk [2, 3]. Az őrlemények jellemzésére meghatároztuk az RRSB összefüggés két paraméterét (n egyenetlenségi tényező, x<sub>0</sub> jellemző szemcseméret) a szítálás, a lézeres vizsgálat, illetve ezek együttes adataira.

A momentumokat a [2]-ben ismertetett módon számoltuk. Az adatok feldolgozását és az értékelést az MTA SZTAKI IBM 3031 számítógépen végeztük.

### 3. A kísérleti eredmények kinetikai értékelése

Az egyes őrlési paraméterek kinetikai befolyását a kinetikai modell tényezőinek változásával követjük nyomon. Az egyszerűség kedvéért felidézzük a modell fontosabb összefüggéseit [1]

A momentumok időbeli változására a

$$\frac{dM_i}{dt} = \varphi_i M_i \frac{N_\infty - N}{N_\infty} \quad (2)$$

differenciálegyenletet írtuk fel, a megoldás az

$$M_i(t) = M_i(0) \left[ \frac{N(t)}{N(0)} \right]^{\xi_i} \quad (3)$$

alakban adható meg, ahol a

$$\xi_i = \frac{\varphi_i}{\varphi_N} = \frac{\varphi_i}{\varphi_0} \quad (4)$$

a kinetikai tényezők φ<sub>N</sub>-hez viszonyított nagysága. S természetesen a (3) csak akkor használható, ha ismerjük a számosság függését az időtől, vagyis az N(t)-t. Az N(t) pedig a (2) differenciálegyenlet i = 0 megfeleltetés utáni megoldásából adódott, azaz

$$N(t) = \frac{N_\infty}{\frac{N_\infty - N_0 - \varphi_N t}{N_0} e + 1} \quad (5)$$

Tehát a kinetikai modell tényezői az N<sub>∞</sub>, φ<sub>N</sub>, ξ<sub>i</sub>, illetve az utóbbi kettőből számíthatók a φ<sub>i</sub>-k. Az N<sub>∞</sub> aszimptotikus érték utal az őrléssel elérhető „eredményre”, de láttuk [1, 3], hogy értéke meghatározza a számosságváltozás-sebesség növekedésének határát, illetve befolyásolja a sebesség nagyságát. A számosságváltozás kinetikai ténye-

zőjének (φ<sub>N</sub>) jelentése a (2)-ből és az (5)-ből értelmezhető és értéke szintén befolyásolja az előbb említett sebesség nagyságát. A ξ<sub>i</sub> az i-edik momentum változására jellemző kinetikai tényező (φ<sub>i</sub>) φ<sub>N</sub>-hez viszonyított értéke, de szemléletes a (3) alapján értelmezhető jelentése is, miszerint az M<sub>i</sub> időfüggése az N(t) ξ<sub>i</sub>-edik hatványával arányos.

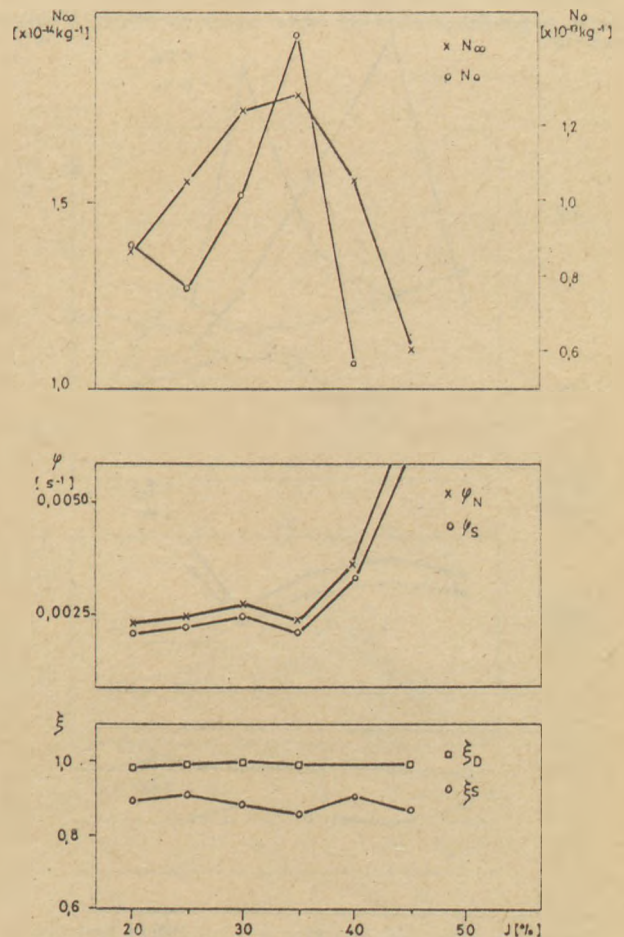
Végül megismételjük, hogy szűk frakciójú feladás esetén modell-tényezőként szerepel az N<sub>0</sub> érték is, a t = 0 időponthoz rendelhető hipotetikus számosság érték [2, 3].

## 4. A golyótöltet jellemzőinek őrléskinetikai vonzata

### 4.1. A töltet mennyiségének kinetikai befolyása

A malomban levő őrlőtest mennyiségét az őrlőtest-töltésifokkal (J) jellemeztük.

Az 1. ábrán a J függvényében ábrázoltuk a három diszperziós jellemzőre (számosság, méret, felület) vonatkozó modell tényezők változását.

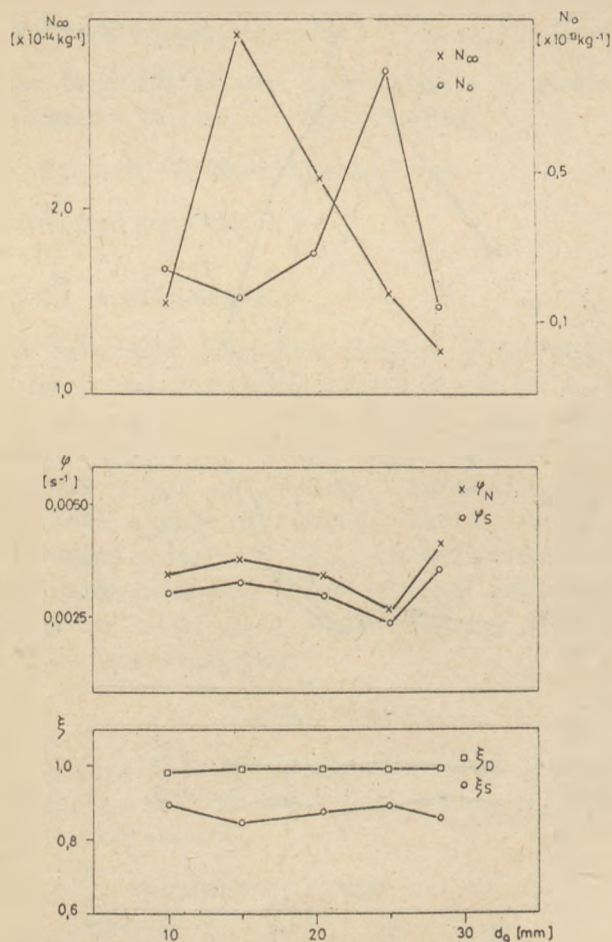


1. ábra: A töltet mennyiségének hatása a modell tényezőire

A malomban levő őrlőtest mennyiségétől függően – az állandó anyag-töltésifokot megtartva – az elérhető fajlagos számosság ( $N_\infty$ ) egy maximummal rendelkező görbe szerint változik. A maximum a  $J = 35\%$  golyó-töltésifoknál adódott. Az  $N_0$  változása jellegében hasonló. A kinetikai tényezők ( $\varphi_N$ ,  $\varphi_S$ )  $J = 20 - 35\%$  között állandóak,  $J = 35\%$ -tól növekszenek. Ez azzal magyarázható, hogy a töltet növelésével nő az anyagszemcsék és az őrlőgolyók ütközési valószínűsége, növekszik a golyók és a malomköpeny között végbemenő aprózódás. A  $\xi_D$  végig 1 körül van, a  $\xi_S$  változása csekély,  $J = 30\%$ -ig 0,9 az értéke, nagyobb  $J$ -re valamivel kisebb értéket vesz fel.

#### 4.2. Az őrlőgolyó átmérő kinetikai vonzata

Az őrlőgolyó átmérőtől függően – a többi őrlési paraméter állandósága mellett – változik a röppályára kerülő golyók energiája, a malomban levő golyók száma, a golyók, illetve a golyók és a malomköpeny között kialakuló hézagok geometriai mérete. Ennek hatása megmutatkozik a kinetikai jellemzőkben is (2. ábra). Az  $N_\infty$



2. ábra: Az őrlőgolyó átmérő és a modell tényezők kapcsolata

érték – a kísérleteknél alkalmazott golyóméretekre – kezdeti maximumot elérve monoton csökken. Az  $N_0$  esetében a maximum később jelentkezik.

A  $\varphi_N$  és a  $\varphi_S$  a vizsgált golyóátmérőkre viszonylag állandó értéket mutatnak, a  $\xi_D$  gyakorlatilag állandó, a  $\xi_S$  változása is jelentéktelen.

Az irodalmi közlések feldolgozása során [3] kitűnt, hogy a különböző szerzők megállapítása szerint létezik egy optimális golyóátmérő. Vizsgálati eredményeink ezt a tényt alátámasztják, továbbmenően pedig a kinetikai értékelésünk módját ad az optimális golyóátmérő számszerű meghatározására. Pl. a fajlagos számosság szempontjából a  $d_g = 15$  mm a kedvező golyóátmérő.

Megállapíthatjuk azt is, hogy a többi intenzív – vagy extenzív – diszperziós jellemzőnek megfelelően nem szükségszerűen azonos a legkedvezőbb golyóátmérő. A mért fajlagos felület szempontjából pl.  $d_g = 25$  mm adódik kedvezőbb méretnek.

Rá kell mutatni arra, hogy milyen fontos az őrlőgolyó kopásállósága. A golyókopás nem csak az anyagtakarékosság szempontjából előnytelen, de befolyással van az őrlés időbeli lefolyására, ezáltal a gazdaságos üzemeltetésre is.

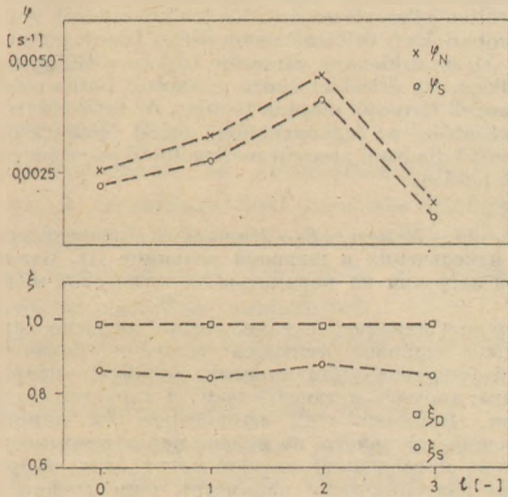
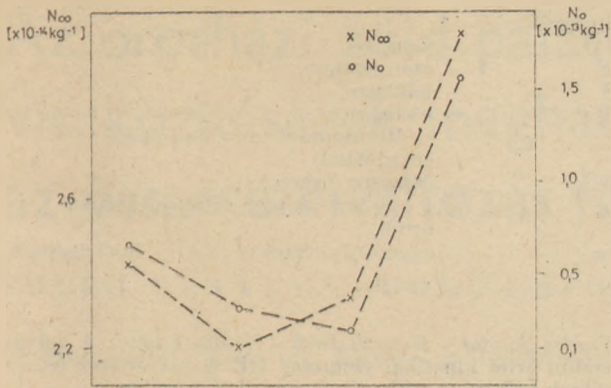
#### 4.3. A töltet-összetétel hatása az őrléskinetikára

A töltet-összetételtől függően a töltetben szereplő, különböző méretű golyók aránya más és más. Ebből adódik, hogy az általuk képviselt energia, valamint a golyók között kialakuló hézagok megszűlése különböző.

Az összehasonlításhoz a töltet-összetétel jellemzésénél bevezetett (1) összefüggés I kitevőjének függvényében ábrázoljuk a kinetikai jellemzőket (3. ábra).

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy az alkalmazott átmérő viszonyok mellett az első három ( $l = 0, 1, 2$ ) töltet-összetétellel előállítható számosság értékekben nagy különbség nincs, s az azonos tömegnek megfelelő töltet-összetétellel mintegy 20%-kal nagyobb értéket értünk el. (Feltehetően nagyobb különbség adódik már az őrlés második szakaszában.) A  $\varphi_N$ -re és a  $\varphi_S$ -re  $l = 2$  közelében maximum adódott, a  $\xi_D$  nem változott, a  $\xi_S$  0,85 közelében volt.

Hangsúlyozni kell, hogy ezek a megállapítások az ismertett golyóméretekhez és frakciószámhoz (3) tartoznak. További vizsgálat tárgyát képezheti – a különböző szempontok szerinti – optimális frakciószám illetve golyóméret-viszony meghatározása.



3. ábra: Modell tényezők a töltet-összetétel függvényében  
 (l = 0 azonos darabszámú  
 l = 1 azonos „hosszúságú”  
 l = 2 azonos felületű  
 l = 3 azonos térfogatú/tömegű töltet)

Ki kell emelni az (1) alatt értelmezett töltet-összetétel általánosítást (így pl. az azonos „hosszúságú” töltetet), és rá kell mutatni arra is, hogy jelen esetben az l kitevőt egész számnak vettük, elképzelhető olyan összetétel is, amelyre l nem egész szám.

#### 4.1. A három paraméter együttes értékelése

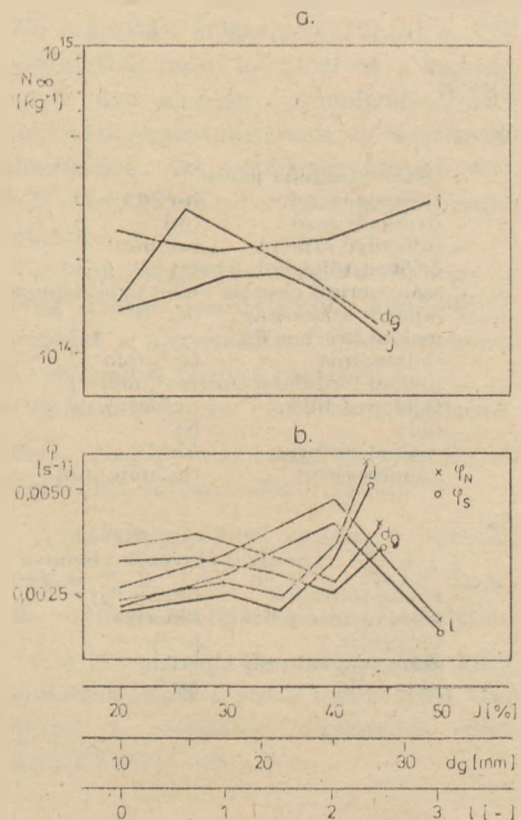
A 4. ábrán összesítve ábrázoltuk a modell tényezők változását a golyótöltet paramétereinek függvényében.

Az  $N_\infty$  változása – az őrlés első szakaszában – a töltet-összetétellel jelentéktelen, de mindenképpen nagyobb számosság érhető el, mint viszonylag nagy, vagy viszonylag kicsi azonos átmérőjű golyókból álló töltettel. A golyó-töltésifok változása sem jelent lényeges eltérést az  $N_\infty$  lehetséges értékeiben. Az  $N_\infty$  alakulását legjobban a golyóátmérő nagysága befolyásolja és létezik egy optimális golyóátmérő, amellyel a legnagyobb  $N_\infty$  értéket kapjuk (esetünkben  $d_g = 15$  mm).

A kinetikai tényezők összesítő diagramja (4. b ábra) azt mutatja, hogy kísérleti körülményeink között az azonos átmérőjű golyókból álló töltet esetén a  $d_g = 10 - 25$  mm tartományban, továbbá a  $J = 20 - 35\%$  közötti golyó-töltésifokra a  $\varphi_N$  közel állandó (0,0025, illetve 0,0035  $s^{-1}$ ). Az ábrából az is látszik, hogy a töltet-összetétel változásától erősen függenek a kinetikai tényezők, ezért a folyamatos üzemű kísérleteknél és a folyamatos üzemű berendezéseknél erre a körülményre fokozottan figyelemmel kell lenni.

#### 5. Az eredmények összegzése

Az őrléskinetikai modell a folyamat leírásán túl alkalmas az őrlési paraméterek kinetikai befolyásának értékelésére. A modell tényezői alapján megadhatók a különböző igények szempontjából kedvező paraméterek. Ezek között szerepelhet a folyamat elérhető eredménye (pl.  $N_\infty$ ), a változások sebessége, a különböző időtényezők, stb. Az értékelés alapján mérlegelhetők az egyes paraméterek befolyásának mértéke. A bemutatott eredmények igazolják a helyes őrlési paraméter kiválasztás fontosságát és egyúttal azt is, hogy ezek állandó értéken való tartása szükséges, ami



4. ábra: A golyótöltet jellemzőinek befolyása a kinetikai modell tényezőire

az őrlőtest vonatkozásában a jó minőségű (kopás-álló) anyag alkalmazását jelenti.

Az ismertett értékelt a folyamat időbeli lejátszódásának szempontjából elemzi az őrlési paraméterek befolyását. Az üzemi berendezések esetében a kiválasztásnak további szempontja is vannak (pl. energia felvétel), gazdasági és technológia megfontolások döntenek a végleges paraméter kiválasztásban.

Természetesen az őrlés többi paramétere is befolyásolja a kinetikai folyamatokat, ezek közül az őrlendő anyag jellemzőire térünk ki a cikksorozat következő részében.

## IRODALOM

- [1] Verdes S.: Németh J., Király L.: Építőanyag, 35 (5) (1983)
- [2] Verdes S.: Németh J., Király L.: Építőanyag, 35 (6) (1983)
- [3] Verdes S.: Golyósmalmai őrlés kinetikai modellje, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1982.
- [4] Leva, M.: Fluidization, Mc Graw-Hill Book Company, Inc., London 1959.
- [5] Herdan, G.; Smith, M.L.: Small Particle Statistics. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, Paris 1953.
- [6] Coulson, J.M.; Richardson, J.F.: Chemical Engineering, Vol. 2., Pergamon Press. Oxford, 1962.

## JELÖLÉSEK

Latin betűk

$C_j$	– töltet-összetétel jelölés	
$D$	– fajlagos méret	(m kg <sup>-1</sup> )
$D_m$	– malomátmérő	(m)
$d_p$	– őrlőgolyó átmérő	(m, mm)
$J$	– őrlőtest-töltésifok (-vagy %)	
$M_i$	– számszerinti eloszlás $i$ -edik momentuma	
$N$	– fajlagos számosság	(kg <sup>-1</sup> )
$n_{kr}$	– malom kritikus fordulatszáma	(s <sup>-1</sup> , min <sup>-1</sup> )
$n_m$	– malom fordulatszám	(s <sup>-1</sup> , min <sup>-1</sup> )
$S$	– fajlagos felület	(m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> , m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )
$t$	– idő	(s)
$V_m$	– malom térfogat	(m <sup>3</sup> )
$x$	– szemese méret	(m, mm, $\mu$ m)

Görög betűk

$\xi_i$	– $\xi_i = \frac{\varphi_i}{\varphi_N}$ kinetikai tényezők viszonya	
$\varphi_p$	– anyag-töltésifok	(-vagy %)
$\varphi_i$	– $i$ -hez tartozó jellemző kinetikai tényezője	(s <sup>-1</sup> )
$\varphi_N$	– számosságváltozás kinetikai tényezője	(s <sup>-1</sup> )

## Indexek

$D$	– méretre
$N$	– számosságra
$S$	– felületre
$V$	– térfogatra
$i$	– $i$ -edik momentumra (számszerinti eloszlásból)
$\ddot{o}$	– összesre (összegre)
$o$	– $t = 0$ -hoz tartozó értékre (kezdeti érték)
$\infty$	– egyensúlyi értékre ( $t = \infty$ -hez) utalnak.

*Verdes Sándor – Németh Jenő – Király László: A golyósmalmai őrlés kinetikai elemzése III. A golyótöltet jellemzőinek befolyása a kinetikai modell tényezőire*

Az értékelésbe bevont őrlési paraméterek csoportosítása a golyótöltet jellemzői szerint. Ezek a következők voltak: a malomban lévő őrlőtest mennyisége (vagy golyó-töltésifok,  $J$ ), az őrlőtestek átmérője ( $d_p$ ) és a töltet-összetétel jellege. Az őrlés kinetikára gyakorolt hatás megítélése a modell tényezői alapján történt. Az értékelés során kiválaszthatók a legkedvezőbb őrlési paraméterek. Az összesítő diagram alapján mérlegelhető az egyes paraméterek hatása.

*Verdes, S. – Németh, E. – Király, L.: Кинетический анализ измельчения в шаровой мельнице III. Влияние шаровой загрузки на параметры кинетической модели*

Gruppировка параметров измельчения согласно характеристикам шаровой мельницы загрузки: количество шаровой загрузки (или степень шаровой загрузки) мельницы; диаметр мельющего шара и характер состава загрузки. Влияние этих параметров на кинетику измельчения изучалось на основе параметров модели. На основе проведенной оценки могут быть выбраны наиболее благоприятные параметры измельчения. На основе обобщающей диаграммы может быть выведено влияние отдельных параметров.

*Verdes, Sándor – Németh, Jenő – Király, László: Kinetische Analyse des Mahlens in Kugelmühle. III. Einfluss der Kennwerte der Gattierung auf die Parameter der kinetischen Modells.*

Gruppierung der Mahlparameter nach den Kennwerten der Gattierung. Diese Kennwerte waren: die Menge des Mahlkörpers in der Mühle (oder der Füllungsgrad,  $J$ ), der Durchmesser der Mahlkörper ( $d_p$ ), und der Charakter der Gattierung. Die Beurteilung des Einflusses auf die Mahlkinetik geschah auf Grund der Modellparameter. Im Laufe der Auswertung können die günstigste Mahlparameter ausgewählt werden. Auf Grund des vereinigten Diagramms kann der Einfluss einzelner Parameter erwägt werden.

*Verdes, Sándor – Németh, Jenő – Király, László: Kinetic Analysis of Ball Mill Grinding, III. The Effect of Ball Charge on Factors of the Kinetic Model*

The following characteristics were examined: the amount of grinding media in the mill (Ball Filling Factor,  $J$ ), diameter of balls ( $d_p$ ), and the character of charge composition. All these affect grinding kinetics in various ways, but they can be incorporated into factors of the model. Optimum grinding parameters can be easily selected during evaluation. A general diagram is constructed showing the effect of the parameters.

# Az orosházi zöld palacküveg optimális viszkozitásának meghatározása az összetételváltozás függvényében

SZABÓ MIHÁLY\* – GODÓ LAJOS\*\*

\* Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

\*\* Üvegipari Művek, Orosházi Üveggyár

## Bevezetés

A SZIKKTI Üveg Osztálya 1976 óta végez viszkozitás-számítási és viszkozitás-mérési kísérleteket. A kutatások első részében elvégeztük a szükséges műszerbeállításokat, majd azonos üvegösszetételeknél meghatároztuk a viszkozitást, mérési és számítási módszerrel.

Eredményként azt kaptuk, hogy a kétféle módszerrel meghatározott viszkozitás-görbe egyes ipari üvegeknél közel azonos lefutású.

A munka alapkutatási jellege kezdett átalakulni közvetlen fejlesztő kutatássá, mely szükségessé tette, hogy a továbbiakban a SZIKKTI Üveg Osztálya és az ÜM Orosházi Üveggyára közösen végezze a kísérleteket.

## 1.0 Az üvegolvadékok viszkozitásának és hőmérsékletének összefüggései

Sok kutató keresett matematikai összefüggést a szilikátüvegek viszkozitása és az azokhoz tartozó hőmérsékleti értékek között. Közülük is legismertebbek a LE CHATELIER [1], PRESTON [2], POOL [3], DE GUSMAN [4] által felírt egyenletek.

Az egyenletek többsége exponenciális alakú, csupán az anyagra jellemző konstansokat különbözőképpen veszik figyelembe. Az egyenletek bonyolultak, nehezen kezelhetők, mivel sok anyagra jellemző- és hőmérsékleti állandót tartalmaznak. A gyakorlatban leginkább a FULCHER [5] által felírt viszkozitás-hőmérséklet függvény terjedt el. Sokan kísérleti módszerekkel ellenőrizték a FULCHER-egyenletet, melyek jól egyező eredményre vezettek.

A FULCHER-egyenlet:

$$\log \eta = -A + \frac{B}{T - T_0}$$

hőmérsékletre kifejezve:

$$T = T_0 + \frac{B}{\log \eta + A}$$

$\log \eta$  : viszkozitás

A, B,  $T_0$  : állandók

T : hőmérséklet

## 2.0 Számítási módszerek az üveg viszkozitásának meghatározására

A LAKATOS-JOHANSON-SIMMINGSKÖLD-féle számítási módszer [6] [7] [8] a FULCHER-egyenletről indul ki, amelyet a legkisebb négyzetek elve alapján optimalizáltak, mert a viszkozitások logaritmusainak szórásai nem normális eloszlásúak. Azt a módszert alapul véve a SZIKKTI-ben különböző számítógépes programok készültek.

A programok alkalmasak arra, hogy az elméleti üveg oxidos összetételéből kiszámolják a viszkozitást a hőmérséklet-, illetve a hőmérsékletet a viszkozitás függvényében.

A számítógépbe beolvasandó értékek:

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$  súlyszázalékos értékei.

A számítógép által kiszámolt értékek:

$\log \eta = 2; 3; 7,65; 9; 10,5; 13,00; 13,6$  viszkozitás értékekhez tartozó hőmérsékletek.

$t = 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500$  °C hőmérsékletre tartozó viszkozitás értékek, valamint a megfelelő viszkozitás adatokból a HARTFORD-indexek.

### 3.0 Kísérleti módszer az üveg viszkozitásának meghatározására

Az üvegolvadék viszkozitásának mérését SETARAM húzógolyós viszkoziméterrel mértük, mely alkalmas arra, hogy  $10^2$ – $10^5$  dPa·s tartományban meghatározzuk az üveg viszkozitását.

A számítási és kísérleti viszkozitást meghatározó módszerek kölcsönösen kiegészítik egymást. A számítási módszer alkalmas gyors közelítő viszkozitás meghatározására, mivel számítógépen érdemes egyszerre 50–100 üvegösszetételt vizsgálni. A kísérleti módszerrel igen pontos viszkozitás-méréseket lehet végezni, csak ezek a mérések hosszúak és költségesek.

### 4.0 A viszkozitás optimalizálásának folyamata

- A régi üveg viszkozitásának mérése.
- A régi üveg viszkozitásának számítása az oxidos összetételből.
- A mért és számított viszkozitások összehasonlítása:
  - ha a két görbe lefutása hasonló, akkor az optimalizálási módszer alkalmazható,
  - ha a két görbe lefutása különböző, akkor az optimalizálási módszer nem alkalmazható.

d) 50–100 db új elméleti üvegösszetétel sorozat bizonyos szisztéma szerinti összeállítása.

e) Az 50–100 db elméleti üvegösszetétel alapján a viszkozitási értékek kiszámolása, a HARTFORD [9] indexek szerinti optimalizálás.

f) A kiválasztott 3–5 új, legjobb paraméterekkel rendelkező üvegösszetétel leolvasztása laboratóriumi kemencében.

g) A kidolgozott új üvegösszetételek viszkozitásának, dilatációjának és kémiai összetételének mérése.

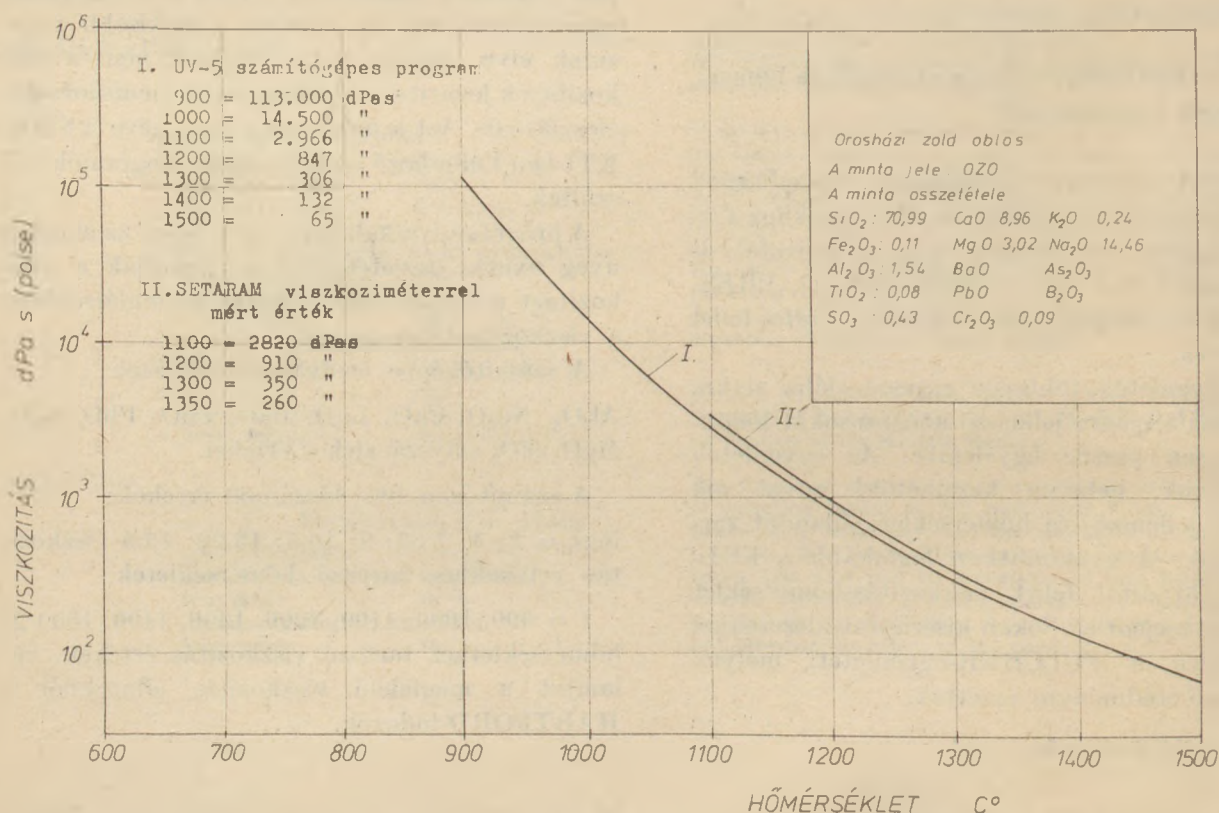
### 4.1 Az optimalizálás lépései az orosházi zöld palacküveg kialakításánál

Az a), b) és c) lépéshez tartozó eredmények:

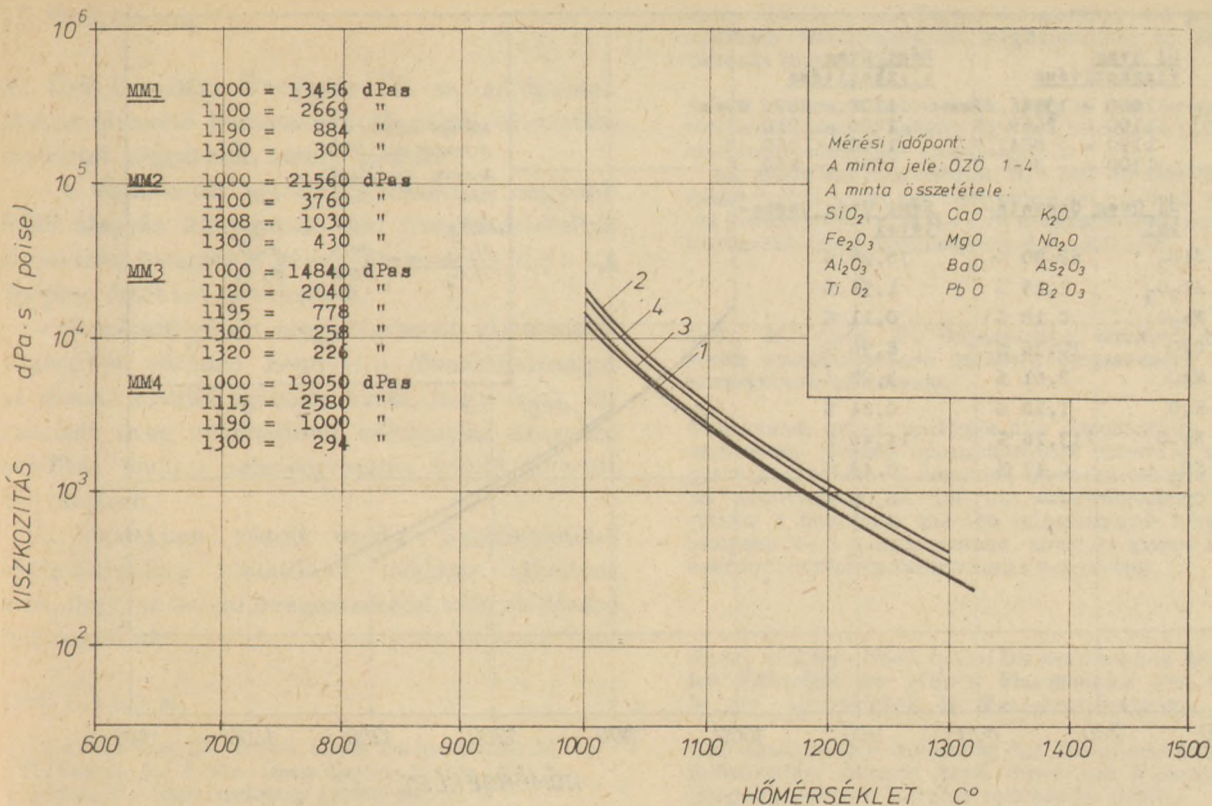
Az 1. ábrán az UV-5-ös számítógépes programmal kiszámolt régi üvegösszetétel viszkozitása, illetve a régi üvegolvadék mért viszkozitása látható. A görbék lefutása hasonló, tehát a számítógépes optimalizálás alkalmazható az orosházi zöld palack összetételének módosítására.

a d) lépés eredménye:

A 70 db új elméleti üvegösszetételt az alábbi intervallumokban alakítottuk ki:



1. ábra. Az orosházi zöld oblosüveg viszkozitása kísérleti méréssel és számítógépes módszerrel



2. ábra. A 70 db elméleti üvegösszetételből kiválasztott 4 db üvegösszetétel viszkozitása

SiO <sub>2</sub>	:	69–73%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	1,5–4,8%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	0,18–0,4%
CaO	:	7–11%
MgO	:	2–4%
Na <sub>2</sub> O	:	12–15%
K <sub>2</sub> O	:	0,3–1,4%

D = WRI – 160

D optimális értéke: pozitív szám

Csepphőfok (G):

G = 2,63 (S – A) + S

G optimális értéke: 1195–1225 °C

Az e) lépés:

A 70 db elméleti üvegösszetételből a SZIKKTI-ben készült számítógépes programok segítségével kiszámoltuk a viszkozitás értékeket a hőmérséklet függvényében és a HARTFORD indexek szerint optimalizáltuk relatív gépsebességre (RMS), kidolgozási indexre (WRI), elüvegtelenedési indexre (D), és csepphőfokra (G).

A HARTFORD indexek kiszámítása:

Relatív gépsebesség (RMS):

$$RMS = \frac{S - 450}{(S - A) + 80}$$

S :  $\log \eta = 7,65$ -hoz tartozó hőmérséklet

A :  $\log \eta = 13,0$ -hoz tartozó hőmérséklet

RMS optimális értéke: 1,09–1,14

Kidolgozási index (WRI):

$$WRI = S - A$$

WRI optimális értéke: 176–182

Elüvegtelenedési index (D):

Az f) lépés:

A számítógépes optimalizálásnál az I. táblázatban látható összetételek elégitették ki a feltételeket.

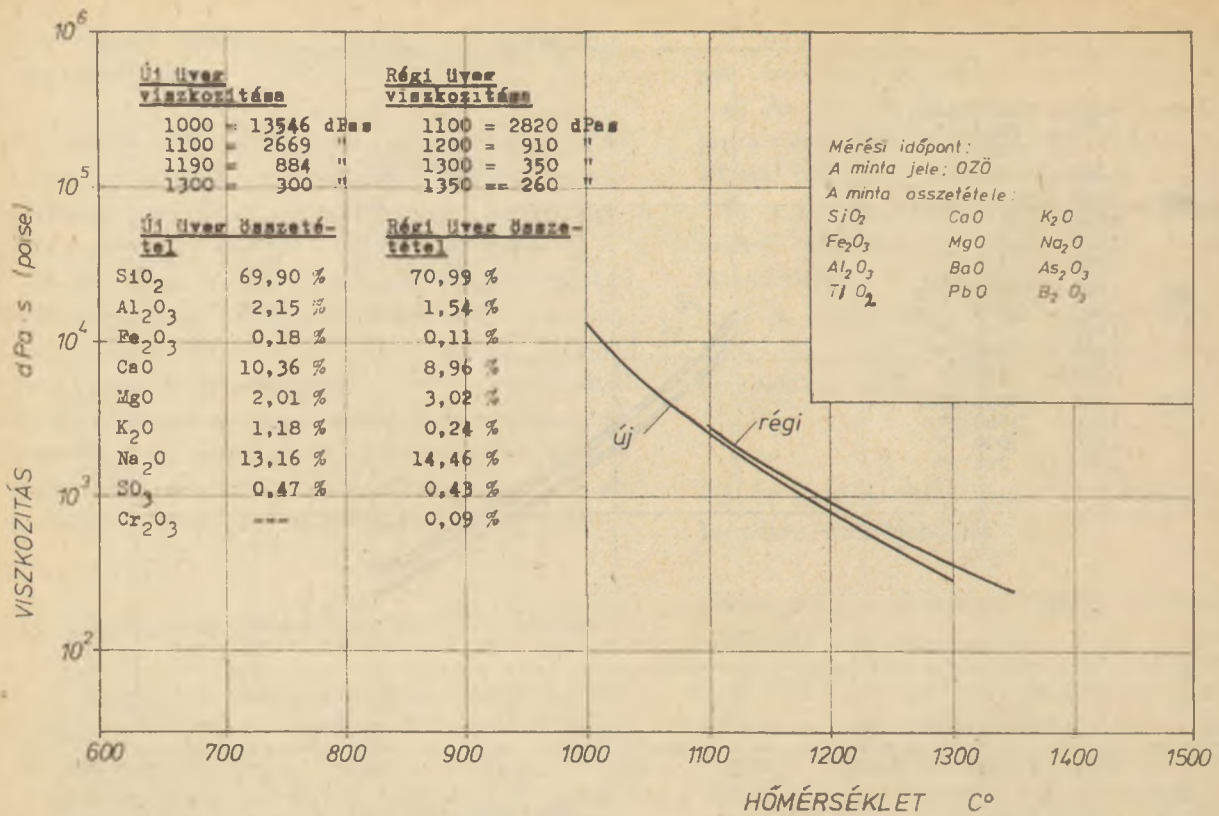
A g) lépés:

Az új üvegösszetételek viszkozitása a hőmérséklet függvényében a 2. ábrán látható.

Hőtágulási együtthatók (SZIKKTI, Analitikai Osztály adatai):

1. minta	2. minta
$9,8 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	$9,7 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
3. minta	4. minta
$9,6 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	$8,6 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Az 1. sz. minta rendelkezik a legkedvezőbb paraméterekkel. A 3. ábrán látható a régi és az új üvegösszetétel viszkozitása.



3. ábra. Az orosházi régi és új zöld öblösüveg viszkozitása

Megállapítható, hogy az új üveg 1300 °C-on 25 °C-kal, 1100 °C-on pedig 5–10 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleten éri el a szükséges viszkozitási értékeket.

### 5.0 Üzemi kísérletek

Az üzemi kísérletekhez a számítógépes optimalizálásnál kapott összetételekből az I. sz. táblázat 1. oszlopban található oxidos üvegösszetételből indultunk ki.

I. táblázat

Alkotók	1.	2.	3.	4.
SiO <sub>2</sub>	70,0	70,4	68,4	69,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,2	3,0	2,4	3,3
CaO	10,4	7,4	10,5	11,0
MgO	2,0	4,0	4,0	2,0
Na <sub>2</sub> O	13,2	13,0	12,5	12,0
K <sub>2</sub> O	1,2	1,2	1,2	1,4

Figyelembe vettük az új összetétel kialakításánál azt, hogy a rendelkezésre álló kísérleti időszakban – közel 10 nap – a számítógépen kapott eredmény oxidos összetételét nem tudjuk beállítani, ezért az új üveg elméleti összetételét a fentiek miatt a II. táblázat szerint határoztuk meg.

II. táblázat

	(%)
SiO <sub>2</sub>	70,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18
CaO	10,1
MgO	2,0
Na <sub>2</sub> O	13,6
K <sub>2</sub> O	1,1
F	0,24
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14
SO <sub>3</sub>	0,34

III. táblázat

	(%)
SiO <sub>2</sub>	80,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,214
CaO	0,30
MgO	0,10
Na <sub>2</sub> O	1,1
K <sub>2</sub> O	5,6
izz. veszt.	1,8

IV. táblázat

Minta sor-száma	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)
1.	70,8	1,91	0,103	9,7	1,9	14,4	0,3
10.	69,3	2,02	0,117	9,8	1,9	13,9	0,7
15.	69,8	2,05	0,140	9,9	1,9	14,0	0,8
25.	69,4	1,99	0,170	10,2	2,0	13,8	1,0

Az üveg kialakításánál az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és K<sub>2</sub>O bevitelére földpátot használtunk, amelynek kémiai összetételét az ÜM Orosházi Üvegyár Laboratórium elemzés alapján a III. táblázat mutatja.

Az üzemi kísérletek a IV. táblázat 1. sz. minta szerinti oxidos összetételből indultak el.

Az új összetétel kemencébe történő adagolásától az ÜM Orosházi Üvegyár Laboratóriuma napi 3 mintát vett és elemzett, amelyek értékei a IV. táblázatban láthatók.



## 6.0 Eredmények

Az ÜM Orosházi Üvegyár IV. sz. zöldpalack üveget olvasztó kemencéjén 10 napos olvasztási kísérletet végeztünk, amely igazolta:

– a viszkozitás adatokból számított nagyobb RMS alapján kidolgozott elvi üvegösszetételből olvasztott üveggel a gépek ütemszáma 0,5–1,8 db/perc értékkel növekedett,

– a számítógépen meghatározott viszkozitási adatokból várható könnyebb olvaszthatóságot az üzemi kísérlet igazolta azzal, hogy 5,1% olvasztott üveg növekedését változatlan kemence beállítás mellett minőségromlás nélkül sikerült leolvasztani.

A fentiekben vázolt oxidos üvegösszetétel optimalizálásra kialakított módszer alkalmas arra, hogy az üzemi üvegösszetétel változtatására felhasználjuk.

## IRODALOM

- [1] *Le Chatelier, H.*: J. Soc. Glass Techn. (1925) 12
- [2] *Preston, E.*: J. Soc. Glass Techn. (1929) 19
- [3] *Pool, P.*: Glass Industry (1949) 40
- [4] *De Guzman J.*: Anal. Soc. Esp. Fis Quim (1913) 353
- [5] *Fulcher*: Amer. Ceram. Soc. (1925) 8
- [6] *Lakatos, Johanson, Simminngsköld*: Viscosity temperature realitions in the glass system  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{MgO}$  in the composition range of technical glasses Glass Technology, Sheffield (1972) 13.3
- [7] *Lakatos, Johanson*:  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{MgO}$  sistemets viscositer likvidus temperatur hidrolifiska resistens Glastechnisk, Tidskrift Stockholm (1976) 31.2
- [8] *Lakatos*: Viscosity temperature in glasses of  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{Li}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{MgO} - \text{BaO} - \text{ZnO} - \text{PbO} - \text{B}_2\text{O}_3$  Glastechnisk Tidskrift. Stockholm (1976) 31.3
- [9] *Pay V. Tooley*: The Handbook of glass Manufacture Books For Industry Inc. New York (1974)

*Szabó Mihály – Godó Lajos*: Az orosházi zöld palacküveg optimális viszkozitásának meghatározása az összetétel-változás függvényében

A leírt módszer alkalmas arra, hogy az ipari üvegek összetételváltozásának hatását egy számítógépes viszkozitátszámítási módszerrel megvizsgáljuk.

Az általában megvizsgált 50–100 db elméleti üvegösszetételből pedig egy optimalizálási módszer segítségével kiválasztható az a 3–4 új üvegösszetétel, mely a legkedvezőbb ipari paraméterekkel rendelkezik.

*Сабо, М. – Годо, Л.*: Определение оптимальной вязкости орошазовского зеленого бутылочного стекла в зависимости от состава

Описанный метод пригоден для определения влияния изменения состава промышленных стекол с помощью расчета вязкости с помощью вычислительных машин. Из испытанных 50–100 шт. теоретических составов стекол с помощью способа оптимизации может быть выбрано 3–4 новых состава, которые имеют наиболее благоприятные промышленные параметры.

*Szabó, Mihály – Godó, Lajos*: Die Bestimmung der optimalen Viskosität der grünen Flaschenglas von Orosháza in der Abhängigkeit der Zusammensetzung

Der Einfluss der Änderung der Zusammensetzung von industriellen Gläsern kann durch ein Viskositätsrechnungsmethod mit Rechner untersucht werden.

Aus der im allgemeinen geprüften 50–100 theoretischen Glaszusammensetzungen kann mittels eines Optimisationsmethodes die 3–4 Glaszusammensetzungen ausgewählt werden, die die günstigsten Industrieparameter haben.

*Szabó, Mihály – Godó, Lajos* Optimum viscosity of Green Bottle Glass as a Function of Compositional Changes

A computer method is presented which enables the calculation of viscosities of industrial glasses in function of compositional changes. The method was successfully used for the selection of 3–4 compositions of optimum characteristics out of the 50–100 theoretical compositions.

# Üveggyártási keverék számítása mikroprocesszorral

FÖLDESI EDIT-OROVÉCZ IMRE

Üvegipari Művek, Orosházi Üveggyár

## Bevezetés

A termelés mennyiségi emelésére és a minőség javítására irányuló törekvések jelentősen növelik az üvegiparban a gyártáseljárással szembeni követelményeket. A teljesen új gyártási folyamatok mellett a meglévő eljárások minőségi változtatására kell különös figyelmet fordítani.

Torgauban, az Építészeti-üveg Műszaki Tudományos Központban folyamatanalitikai vizsgálatot végeztek egy gyártássor részfolyamatára, mely részfolyamatot egyik oldalon a nyersanyag odaszállítása, a másik oldalon a keverőberendezés határolt. Munkájuk eredményeként többek között a következő megállapítást tették: a vizsgált rendszerben az üvegösszetétel ingadozásait közel 50%-ban a nyersanyag összetétele okozza, azaz a nyersanyagok összetétele nem olyan, mint amivel a keverék számítását végezték. Speciális előkészítések mellett analíziskorrigáló bemérést javasolnak. Különösen lényeges ez olyan helyeken, ahol természetes nyersanyagok is kerülnek bemérésre, melyeket a nagyobb összetételi ingadozás jellemez.

Az üveggyári laboratóriumok lényeges feladata, hogy a nyersanyagokból a lehető legtöbb információ birtokában olyan keveréket készítsenek a keverő üzemmel, hogy abból az adott technológiai sorral a kívánt termék előállítható legyen. Az üveg összetételi állandóságának biztosításához nélkülözhetetlen, hogy a kiindulási anyagok összetételét pontosan ismerjük. Minél több kémiai alkotó mennyisége ismert a nyersanyagokban, annál bonyolultabbá válik a keverékbemérés számítása. Másrészt az üveg állandó oxidos összetételének beállítása változó összetételű alapanyagok (cserép) esetén kézi számítási módszerrel nehezen megoldható. A cél elérése érdekében ezt a bonyolultságot le kell győzni. Jó megoldásnak ígérkezik a probléma mátrix-elméleti megközelítése.

## 1. A feladat ismertetése, kiindulási adatok

A feladat abból áll, hogy az adott nyersanyagokból olyan keveréket készítsünk, amelyből az adott rendszerben leolvadt üveg kémiai összetétele az előírásoknak megfelel. Példaként az orosházi húzott síküveg keverékének számítását mutatjuk be.

A kiindulási adatokat a nyersanyagok és az üveg kémiai összetétele képezi. Mindenképpen az a kívánatos, hogy valamennyi nyersanyagra a legtöbb adat álljon rendelkezésre, hiszen csak így tudjuk kellően kézben tartani a kemencének, mint rendszernek a bemeneti oldalát. Fontos, hogy az analízisek „szélességükön” kívül megfeleljenek a gyakorisági előírásoknak, tehát megfelelően sok teljes elemzés képezze a receptszámítás alapját.

A mintafeladat kidolgozásánál 6 nyersanyagból kellett összeállítani keveréket az orosházi húzott síküvegre. A nyersanyagok és az üveg kémiai összetételét az *I. táblázat* tartalmazza. A nulla értékek azt jelentik, hogy a nyersanyagban az illető oxid az alkalmazott analitikai módszer kimutatási határánál kisebb mennyiségben van jelen.

## 2. Az előírásoktól való esetleges eltérések okai

Ha a keveréket az üveg elméleti összetételére számoljuk, a kemencéből kikerülő üveg kémiai összetétele eltérést mutat az alábbiak miatt:

- mechanikai veszteségek a keverék szállítása és adagolása során
- mechanikai veszteségek a kemencén belüli porzás következtében
- párolgási (kiegési) veszteségek az üvegből
- tűzállóanyag oldódása

Példánkban nem térünk ki részletesen a korrekciókra, mivel azok nem érintik a matematikai eljárás lényegét. A későbbiekben bemutatott

Kiindulási adatok a számításhoz

Megnevezés	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Alkáli	SO <sub>3</sub>
Homok	98,45	0,64	0,052	0,0	0,0	0,30	0,0
Szóda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,50	0,0
Földpát	77,58	11,80	0,209	1,20	0,0	8,72	0,0
Dolomit	0,0	0,018	0,037	29,68	21,88	0,0	0,0
Mészke	0,0	0,022	0,067	53,75	0,75	0,0	0,0
Nátriumsulfát	0,0	0,0	0,0	0,0	0,25	43,26	55,88
Üveg	72,05	1,50	0,10	8,00	3,70	14,25	0,40

mikroprocesszoros eljárás a módszerből eredően tökéletesen működik korrekciós esetekre is.

### 3. A keverék számítása mikroprocesszorral

A feladatra kidolgozott program az ÜM Orosházi Üvegyár Kutatási és Fejlesztési Osztálya által kidolgozott mikroprocesszoros fejlesztő rendszeren futtatható.

#### 3.1 A program feladata, az alkalmazott matematikai eljárás

A program a következő feladatokat végzi el:

- megadott oxidos összetétel alapján az egyes alapanyagokból bemérendő mennyiségek
- az előre megadott mennyiségű keverék alkotó figyelembevétele a számítás során
- a nem teljesülő feltételi egyenletek jelzése
- a kiszámított értékek alapján ellenőrző táblázat készítése

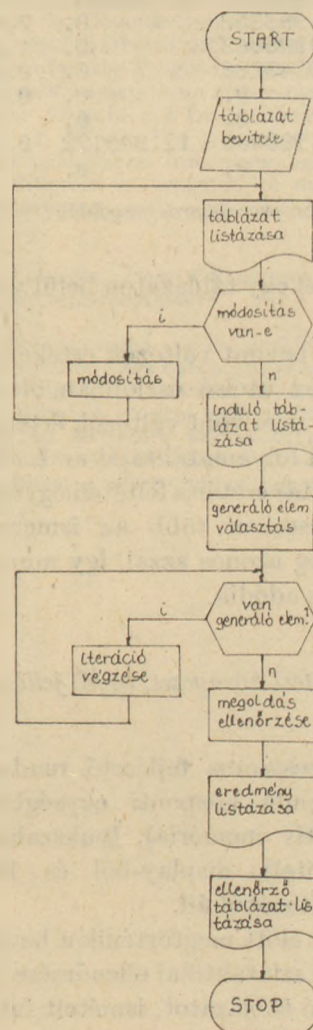
A feladat tulajdonképpen egy inhomogén lineáris egyenletrendszer megoldása. A kínálkozó lehetőségek közül az elemi bázistranszformációt választottuk.

Az elemi bázistranszformáció lépései (iterációk) az alábbiak:

- Generáló elem választása: A táblázat tetszőleges elemét választjuk, ami nem negatív és nem nulla. Minden sorból és minden oszlopból csak egyszer választhatunk. A generáló elem helyes megválasztásával kerülhetjük el az esetleges negatív megoldásokat.
- A generáló elem számítása: A generáló elem helyére annak reciprokát írjuk.
- A generáló elem sorának számítása: A generáló elemet kivéve az egész sort osztjuk a generáló elem értékével.
- A generáló elem oszlopának számítása: A generáló elem kivételével az egész oszlopot osztjuk a generáló elem  $(-1)$ -szeresével.

- A többi elem számítása: A régi táblázat eleméből kivonjuk a régi táblázatban a generáló elem oszlopindexe és a számítandó elem sorindexe által meghatározott elem, valamint az új táblázatban a generáló elem sorindexe és a számítandó elem oszlopindexe által meghatározott elem szorzatát.

Az iterációs számításokat mindaddig végezzük, amíg generáló elemet találunk. A d) és e) lépés



1. ábra. A program folyamatábrája

## R E C E P T

MEGJEGYZÉS: HUZOTT SIKÜVEG KEVEREK SZÁMITÁSA

INDULÓ-TABLÁZAT:

	HOMOK	SZODA	FOLDPAT	DÖLOMIT	MESZKO	NASZULF	ÜVEG
SI02	98.45	0.	77.58	0.	0.	0.	72.05
AL203	0.64	0.	11.8	0.018	0.022	0.	1.5
FE203	0.052	0.	0.209	0.037	0.067	0.	0.1
CAO	0.	0.	1.2	29.68	53.75	0.	8.
M60	0.	0.	0.	21.88	0.75	0.25	3.7
ALKALI	0.3	58.5	8.72	0.	0.	43.26	14.25
SO3	0.	0.	0.	0.	0.	55.88	0.4

NEM TELJESÜLŐ FELTETELI EGYENLETEK:  
FE203

BEMERENDŐ ALAPANYAGOK 100 KG-BAN:

HOMOK	0.6601661
SZODA	0.2213527
FOLDPAT	0.0909564
DÖLOMIT	0.167154
MESZKO	0.0545064
NASZULF	0.0071581

ELLENŐRZŐ TABLÁZAT:

	HOMOK	SZODA	FOLDPAT	DÖLOMIT	MESZKO	NASZULF	ÜVEG
SI02	64.993352	0.	7.0563975	0.	0.	0.	72.049749
AL203	0.4225063	0.	1.0732855	0.0030087	0.0011991	0.	1.4999996
FE203	0.0343286	0.	0.0190098	0.0061846	0.0036519	0.	0.0631749
CAO	0.	0.	0.1091476	4.9611307	2.929719	0.	7.9999973
M60	0.	0.	0.	3.6573295	0.0408798	0.0017895	3.6999988
ALKALI	0.1980498	12.949132	0.7931398	0.	0.	0.3096594	14.249975
SO3	0.	0.	0.	0.	0.	0.3999946	0.3999946

2. ábra. A mikroprocesszoros megoldás

felcserélésével egy táblázaton belül végezhető el a számítás.

A bázisba bevont változók értékét (bemérendő alapanyag) az utolsó oszlopban olvashatjuk le. A bázisba be nem vont változók értéke nulla.

A program folyamatábráját az 1. ábra mutatja. Receptszámítás esetén a feltételi egyenletek száma a legtöbb esetben több az ismeretlenek számánál, esetleg azonos azzal, így mindig egyértelmű megoldás adódik.

## 3.2. Üzemeltetési környezet, egyéb jellemzők

A mikroprocesszoros fejlesztő rendszer INTEL 8080-on alapuló központi egységből (max 6 kbyte operatív memória), lyukszalag olvasóból (programbevitel), display-ből és 160 pozíciós mátrix nyomtatóból áll.

A számítás előtt megtörténik a bevitelre kerülő adatok teljes szintaktikai ellenőrzése. A gép megőrzi az induló táblázatot, ismételt futtatás lehetséges egy-egy adat változtatásával vagy anélkül.

Az induló táblázat bevitele annak nagyságától függően 3–5 percet igényel, a feladat kiszámítása és visszaellenőrzése max 1 perc.

A program assembler nyelven íródott.

## 3.3 A mikroprocesszoros megoldás külső formája

A 2. ábra mutatja a gépi megoldás eredményét. A beméréseket, mint a kézi számításnál szokásos, 100 kg keverékből olvasztott üvegre számítottuk. Az ellenőrző táblázatból kiolvashatjuk, hogy mely nyersanyag milyen üvegalkotó oxiddal járul hozzá a végső összetétel kialakításához. Az „ÜVEG” oszlopok összehasonlításának eredménye adja meg a számítás helyességét.

## Eredmények

A kidolgozott program a feladatot közel 1 perc alatt megoldja. Kezdetben az induló táblázatot kézzel vittük be, ami 3–5 percet vett igénybe. Később kidolgoztuk az induló táblázat lyukszalagon való tárolását. Ez a lyukszalag mindaddig

használható, amíg módosítása nem szükséges. Ha valami változás van a nyersanyagok összetételében, a korrekciókat elvégezve a táblázaton, a módosított adatokat tároljuk. Ezáltal rendkívüli módon lerövidül a gépi megoldás ideje.

Amennyiben rögzített értékű alapanyag is van – leggyakoribb az „idegen cserép” esete –, úgy a számítás elején a gép kérésére értékét meg kell adni.

A keverék számításán kívül a következő lehetőségek vannak a programban. Kiszámítható, hogy a technológus által kidolgozott megengedett üvegösszetétel ingadozások milyen nyersanyag-bemérési ingadozásokat engednek meg. Kiszámítható továbbá, hogy a jelenlegi nyersanyag minőségi előírások mennyire felelnek meg az üvegösszetétel ingadozás elvárásának, a legkedvezőtlebb esetet tekintve.

A keverék számításának matematikai része az ellenőrzés komplexumának csak egy részét teszi ki. Ennek legnehezebb része megszervezni a nyersanyagok gyakori és rendszeres mintavételezését, gyorselemzést valamely korszerű módszerrel, valamint készenléti kapcsolatot a gépi számítás és a keverőben megtett intézkedések között.

#### IRODALOM

- [1] Hamisch, W. D. – Reilich, D.: Silikattechnik, 1974. 25 1. sz.
- [2] Lange, J.: Silikattechnik, 1973. 21. 6. sz.
- [3] Brias, J. M.: Verres et Refraktaires, 1971. 25. 6. sz.
- [4] Kucserov, O. F.: Sztyeklo i Keramika, 1971. 28. 3. sz.
- [5] Zwicy, K. dr.: UGRA Mitteilungen, 1973. 31. sz.
- [6] Grudzien, A.: Szklo i Ceramika, 1976. 27. 10. sz.
- [7] Pleva, K.: Sklár a Keramik, 1967. 9. sz.
- [8] Woznicki, M.: Szklo i Keramika, 1976. 2. sz.
- [9] Wolf, M. B.: Sklár a Keramik, 1977. 27. 4. sz.
- [10] Bolgynina, E. M.: Sztyeklo i Keramika, 1974. 4. sz.
- [11] Dörr, F. H.: Glastechnische Berichte, 1971. 44. 12. sz.
- [12] Dr. Csuth: Operációkutatási esettanulmányok
- [13] Dr. Varga: Gyakorlati programozás

#### Földes Edit – Orovecz Imre: Üveggyártási keverékek számítása mikroprocesszorral

Megvizsgáltuk, hogy az üveggyártási keverék számításának jelenlegi módját miképpen pontosíthatnánk és gyorsíthatnánk a gyárunkban működő mikroprocesszoros fejlesztő rendszer bevonásával.

A kidolgozott program a gyári mikroprocesszoros fejlesztő rendszeren futtatható. Lyukszalagos adatbevitel esetében a megoldás kb. 1 percet igényel. Az elkészített ellenőrző táblázat tartalmazza a felhasználó számára szükséges információkat. Alkalmos a program különböző szempontú nyersanyagösszetétel-bemérés-üvegösszetétel számításra.

#### Фельдеш, Э. – Оровец, И.: Расчет смесей в производстве стекла с помощью микропроцессоров

Были проведены испытания, направленные на определение того, каким образом может быть уточнен и ускорен метод расчета смесей в производстве стекла, применяемый в настоящее время, за счет включения в эту операцию микропроцессорного оборудования, имеющегося на заводе. Разработанная программа может быть использована в заводском микропроцессорном оборудовании. Разработанная программа пригодна для расчета различных смесей: сырьевой материалсостав-отмеривание-состав стекла. Подготовленная контрольная таблица содержит информации для потребителей.

#### Földes, Edit – Orovecz, Imre: Die Rechnung der Glasmischungen durch Mikroprozessor

Es wurde geprüft, ob wie könnte das gegenwärtige Method der Berechnung der Glasmischungen mit der Anwendung des Mikroprozessor-Systemes präzisieren und beschleunigen. Das ausgearbeitete Programm kann auf dem Mikroprozessor-Entwicklungssystem abgewickelt werden.

Im Falle der Eingabe mit Lochschleife braucht diese Lösung ungef. 1. Minut. Die gefertigte Kontrolltabelle enthält die erforderlichen Informationen für den Verwender. Das Program ist geeignet für das Rechnen der Glaszusammensetzung nach verschiedenen Hinsichten.

#### Földes, Edit – Orovecz, Imre: Calculation of Glass Batch Compositions by Microprocessors

A microprocessor-operated system accelerates and controls the calculation of glass batch compositions. By using punched chart input, the solution of equations requires approx. 1 min time. A control table is printed simultaneously, giving all necessary informations for the user. The program enables the calculation of multiprinciple raw batch – weighings – glass composition equations.

# Könyvismertetés

## Szilikátipari kézikönyv

Főszerkesztő: *dr. Tamás Ferenc*  
Budapest, Műszaki K. 1982.

Hiánypótló könyv jelent meg a közelmúltban, és néhány héten belül hiánycikké vált.

A Szilikátipari kézikönyv igazi kollektív munka eredménye. Dr. Tamás Ferenc főszerkesztő 9 tagú szerkesztő bizottsággal – dr. Grofcsik Elemér, dr. Kakasy Gyula, dr. Kolostori János, Richter Vladimir, dr. Sárközy Dezső, dr. Székely István, dr. Terényi Gyula, dr. Tóth Kálmán, Vig Jenő – 64 fős szerzői gárdát foglalkoztatott. A könyv szerzői a hazai szilikátipar elismert szakemberei a termelés, a kutatás-fejlesztés, oktatás és az iparirányítás területéről. A főszerkesztő, a szerkesztő bizottság és a szerzők mellett dr. Talabér József tudományos szaktanácsadó és dr. Déri Márta lektor személye nyújt garanciát a Szilikátipari kézikönyv magas szakmai színvonalára.

A Szilikátipari kézikönyv alkotói több okból is nehéz feladatot vállaltak. Egyrészt 1 000 nyomtatott oldalon kellett a szilikátipar fogalomkörébe tartozó, egymással rokon, de mégis önálló szakterületek elméleti és gyakorlati ismereteit összefoglalni úgy, hogy mind a szakmai áttekintést igénylő, mind a gyakorlati részletkérdések iránt érdeklődő szakember használna tudja forgatni a könyvet. A másik nehézséget az jelentette, hogy a könyv születésének éveiben fontos változások mentek végbe a világ ipari termelésében, így a szilikátiparban is: az energia- és anyagárák emelkedése, a számítógépes folyamatirányítás térhódítása, a környezetvédelem fontosságának növekedése mind éreztették

és éreztetik hatásukat a szilikátiparban. Úgy tűnik, a könyv szerzőinek sikerült változó-fejlődő világunkban a szilikátiparra vonatkozó elméleti és gyakorlati ismereteket úgy összefoglalni, hogy jó néhány évig nem kell tartani a Szilikátipari kézikönyv elavulásától.

A könyv az anyagot 8 fejezetre – ezen belül 48 alfejezetre – tagolva tárgyalja.

A fejezetek:

1. Általános ismeretek
2. Kötőanyagipar
3. Téglá- és cserépipar
4. Szilikátházisú könnyű építőanyagok
5. Üvegipar
6. Tűzállóanyag-ipar
7. Finomkerámia-ipar
8. Zománcipar

Minden fejezetnek – iparágnak – kb. 100 oldal jutott, kivéve – érthető módon – az átlagosnál hosszabb 1., illetve rövidebb 8. fejezetet.

Szerencsésen sikerült elkerülni az ismétlődéseket az általános ismereteket tárgyaló 1. fejezet, valamint az egyes fejezetek elméleti kérdéseket tárgyaló részei között. A szerkesztést dicséri viszont, hogy ahol szükséges, minden hol hivatkozik az 1. fejezet megfelelő részére. Így a könyv sokrétűsége és a sok szerző ellenére is valóban szerkesztés egységét alkot. Ez indokolja és utólag igazolja a szerkesztő bizottság döntését, miszerint nem hét, 150–200 nyomtatott oldal terjedelmű iparági kézikönyvet (az általános kérdéseket tárgyaló 1. fejezetet szinte változatlanul mind egyik kötetben meg kellett volna ismétetni), hanem egy szilikátipari kézikönyvet javasoltak.

A kézikönyv egyes fejezeteit mértéktartó, az adott terület alapvető szakkönyveit felsoroló bibliográfia egészíti ki. A könyvben a tájékozódást a részletes tartalomjegyzék mellett tárgy- és névmutató segíti.

A könyv tipográfiaiailag jól szerkesztett. Szerencsésnek bizonyult, és az olvashatóságot segíti, a két hasábos szedés. Kár, hogy némelyik ábra túl kicsi, és ezért nehezen áttekinthető, elsősorban a kötőanyagokat tárgyaló fejezetben.

Az ismertetést azzal kezdtem, hogy a Szilikátipari kézikönyv már hiánycikk. A példányszám ismeretében – 1 900 példányban jelent meg – ezen nem is lehet esodálkozni. Dr. Tamás Ferenc a könyv előszavában bizonyosra veszi, hogy hasonló tárgykörű és volumenű kézikönyv kiadására az elkövetkező egy-két évtizedben nem lehet számítani. Valószínűleg igaza van. Éppen ezért talán még nem késő fölhívni a Műszaki Könyvkiadó figyelmét, hogy célszerű lenne egy legalább 1 000 példányos utánnyomás.

*Poprády Géza*

# SZILIKÁT IPARI KÉZIKÖNYV

FŐSZERKESZTŐ DR. TAMÁS FERENC



**ZEMENT UND BETON, Bécs, 1982, 1. sz.**

*Új beton-recept. Építőgépek vizsgálata.* 11–13. old.

Az osztrák Cementipari K. I-ben, a betonkészítésre vonatkozó szabványok figyelembevételével olyan eljárást dolgoztak ki, amellyel az építési munkahelyen (előkészített cementpéphez adják a megfelelő konzisztencia eléréséhez szükséges adalék, ill. víz mennyiséget) forgókeverőkkel könnyen jó minőségű beton állítható elő. Táblázatos összefoglaló a gyakorlati előállítás fontos paramtereiről (beesült víztartalom, szemszerkezet, cementtartalom stb.) és a gyártott betonok jellemzőiről (terület, nyomószilárdságok, eredmények szórása.). Az új keverési módszerrel a szilárdság szórása a szokásos eljárással szemben kb. felére csökkenthető.

Breyer, G.: *Útpálya-burkolatok kisebb gördülő zajszinttel.* 10–11. o.

Korábbi kísérletek szerint az útburkolatok zajszintje nem a kötőanyagtól, hanem az útburkolat felületi tulajdonságaitól (keverékösszetétel, szemcsenagyság, ill. megoszlás stb.) függ. Hét, azonos betonösszetételű, különböző mintánál, vizsgálták a szemcseméret (32, 22, 16, 11 mm) áteső szemcsenagyság (4/8 mm) változtatásának zajszint csökkenthető hatását. Megállapították, hogy legnagyobb szerepe az útfelület makroérdességének (hegyes kiálló kavics) van. 1 dB hangszint csökkenés max. 11 mm-es legnagyobb szemcsék és 6–8 mm-es kidudorodás esetén lehetséges.

**DURABILITY OF BUILDING MATERIALS, Amszterdam, 1983. 3. sz.**

Gauri, K.L. – Gwinn, J.: *A márvány károsodása 5–10 ppm kén-dioxid tartalmú levegőben.* 217–223. old.

A márvány reakciója 10 ppm kén-dioxid tartalmú szabályozott atmoszférában kalcium-szulfid félhidrátot eredményez. A kalcium-szulfid félhidrát a mintában a jelen-

lévő folyékony víz hatására átalakul kalcium-szulfid két kristályvizzel. A szobahőmérsékleten és normális nedves feltételek mellett 7 évig tárolt mintákban nem alakult át. A folyékony víz jelenléte szükséges a szulfid feloxidálására. A nitrátok nyomai nincsenek hatásal a márvány károsodására.

Gillott, J.E. – Jordaan, I.J. – Loov, R.E. – Shrive, N.G.: *A különböző adalékanyagok hatása a szulfát cementek tartósságára.* 255–275. old.

A szienit, diorit, bazalt adalékanyaggal készített szulfátálló betonok folyamatos vízbemerítés mellett duzzadást mutattak, a gránittal vagy márvány adalékanyaggal előállított betonokban a duzzadás kisebb mértékű. A beton nedves dilatációjának oka főleg az adalékanyagok agyagtartalma. A méretváltozások a betonban kisebb mértékben hat a nyomószilárdságra és a hajlítószilárdságra. Az adalékanyagok természete, kőzetani jellemzők, scanning elektronmikroszkópia, röntgendiffrakció és fizikai tulajdonságok. Beton érzékszervi és szilárdsági vizsgálatait.

**GLASS INDUSTRY, New York, 1982. 10. sz.**

Benson, J.L.: *Síküveg szél profilrozás.* 16–23. old.

Az utóbbi években megnőtt az igény – főleg a bútortipar számára – a síküvegek szegélyének profilos kialakítására. A síküveg szegély profil kialakítására, ill. csiszolására függőleges és vízszintes elrendezésű gépeket alkalmaznak. A gépekben a profil él csiszolására gyémánt korongokat használnak, amelyek különböző profil csiszolására alkalmasak, ill. különböző helyzetekbe állíthatók. A síküveg szegély profilok csiszolására alkalmas gépi berendezések és síküveg szegély profilok.

**GUMMI, ASBEST, KUNSTSTOFFE, Stuttgart, 1982. 10. sz.**

*Az asbeszthelyettesítés kérdése.* 556–558. old.

Az USA-ban egy év alatt 36%-kal csökkent a nyersasbeszt felhasználás az egészségügyi ártalom miatt. A fékbetétek egyrészt fémszál és fémpor keverékből készítik. A tömítőgyűrűkhöz szintetikus és grafitaszálakat használnak az asbeszt helyett. Bitumenes lemezeknél üvegszál és cellulóz alapú anyagokkal helyettesítik. Tűzvédő ruháknál Kevlon, Nomex, polibenzimidazol, kerámia és akrilnitril-szálak pótolják az asbesztet. Az asbesztcement csöveknél az üvegszál nem vált be az asbeszt helyettesítésére.

**BITUMEN, Hamburg, 1982. 3. sz.**

Visser, W.-Koole, R. C.: *Repülőtéri aszfaltmegerősítések méretezése.* 97–104. old.

A repülőtéri le-, felszálló- és gurulópályák terhelése megnőtt. A változó terhelés miatt nem lehet szabványos tengelyterhelési számmal számolni. A Bisar számítógépes méretezési program hasznosítható a repülőtéri aszfaltmegerősítések tervezésénél. Döntő a talaj teherhordóképesége. Figyelembe veszik a megengedhető tengelyszámot. Túl kemény bitumen fokozza a repedezési veszélyt. A kifutópályákat terhelhetőség szerint osztályozzák. A kihajlásmérés eredményéből meghatározható a teherhordóképeség.

Neumann, G.: *Jegesedésgátló burkolatokkal szerzett tapasztalatok.* 112–116. old.

1976 óta folytatnak kísérleteket granulált kalciumklorid – Verglimit – hengerelt aszfaltokhoz való adagolásával a téli jegesedés megakadályozására. A Verglimitet 5%-os mennyiségben adagolják az aszfalthoz. Egy télen 125 g/m<sup>2</sup> a kalciumklorid szükséglet. 0,5–1 mm/év aszfalt kopás mellett 7–13 kalciumklorid válik szabaddá az aszfaltból, amely nem elegendő a jégmentesítéshez. Az adalék ugyan jobb közlekedést biztosít télen, de a havat így is el kell távolítani.

# A világ szilikátiparából

Norvégia beruházásai erőműi pernye cementipari hasznosítására

Az A/S Norcem, Norvégia egyetlen cementgyártó vállalata megbízta a nyugatnémet Claudius Peters céget, hogy egyéves kísérleti üzemi tapasztalatai alapján szállítson berendezéseket pernye- és speciálcement gyártásához. A Norcem Slemmestad-i és Dalen-i üzeme pernye tárolására, szállítására és adagolására szolgáló berendezéseket kap, a Kjopsrik-i üzemet vas-kohászati salakhoz alkalmas anyagkezelő berendezésekkel látják el. Külön kikötés a berendezések nagy szabályozási tartománya (1:10), az anyag változó összetétele és erős koptható hatása.

(TIZ Fachberichte, 1983. 1.)

Új lemezes timföld gyártóüzem az NSZK-ban

A Vereinigte Aluminium-Werke AG, Bonn új tabulártimföld gyártóberendezést épít, és ezzel 50 kt-ra növelik a szintetikus nyersanyagokat gyártó kapacitását. Az új timföldgyártó berendezés üzembevételét 1984-re tervezik.

(TIZ-Fachberichte, 1983. 1.)

Olaszországban bauxitra bukkantak

Szardínia szigetén az Ente Minerario Sardo bányatársaság 70 Mt-ra becsült bauxitkészletet fedezett fel. A szakemberek becslése szerint ez a bauxitmennyiség tíz évre el tudná látni az olasz alumíniumipart. A vizsgálatok szerint a bauxit minősége megfelel az ausztrál import bauxit minőségének. Önköltsége tonnánként 13 dollár, szemben az importbauxit 23 dolláros árával (FOB ausztrál kikötő). Itália alumíniumipara hazai bauxitra támaszkodva újra versenyképesé válhatna a világpiacon.

(TIZ-Fachberichte, 1983. 1.)

Lengyelországban több kőzetképző ásványt bányásznak

A Lengyel Népköztársaság évi 400 millió devizazlotyit fordít kaolin, agyag, kvareliszt, dolomit, kréta, gipsz, bentonit, stb. importjára. A Varsói Központi Geológiai Inté-

zet adatai szerint 43.700 Mt ásványkészletet tartanak nyilván 3100 telephelyen. Ezzel szemben 1432 előfordulásból évi 231 Mt-t termelnek ki. A jövő teendői között a bányák korszerűsítésén kívül szerepel a kőzetfeldolgozás kapacitásának bővítése is.

Értékesítési együttműködés karborundumszál eladásánál

Megállapodást kötött a Dow Corning és a Nippon Carbon, a japán „Nicalon” márkanévű szilíciumkarbidszál értékesítésére az USA piacon. A szálát szerves szilíciumvegyületből gyártják, és az eljárást a Yajima cég fejlesztette ki néhány évvel ezelőtt. Bár az ipari termelés már két éve folyik, az eladás inkább csak kísérleti jellegű. A termék átmérője 10–15 mikrométer, szakító szilárdsága 350000 psi (hagyományos kerámiaszálaké 55000 psi). Egyéb tulajdonságai is felülmúlják a hagyományos kerámiai szálakét, különösen 1200 °C felett. A terméket Dow Corning az USA-ban, Kanadában és Mexikóban árusítja, bár meglehetősen drágán, 600 \$/kg áron. Ez az ár bizonyára esökkenni fog, hiszen a hagyományos PAN kerámiaszálak is magas árszintről indultak, és napjainkban 36–40\$/kg áron kaphatók.

(Industrial Minerals, 1983. 1.)

Kerámiaszál üzem Kínában

Peking tartományban 2 kt/év kapacitású kerámiaszál üzemét kívánják építeni. A technológiát a Combustion Engineering cég szállítja és egyúttal fővállalkozó is. Mérnökszolgáltatást végez még a Value Technology Inc. cég, míg a folyamatos rostélyos kemencét a HED Industries csoport Kemence Irodája szállítja. Kínában már működik egy kis szálüzem saját technológiával. A gyártás indítását 1983 végére tervezik. A berendezéseket modulegységekben gyártják az USA-ban. A gyártott szál alumíniumszilkkátházisú lesz bauxit, vagy kaolin alapanyagból előállítva. Az üzemet az amerikai fél készpénzfizetés ellenében szállítja.

(Industrial Minerals, 1983. 1.)

Új Korundalapú köszőrüszemese a piacon

A 3 M konzern bejelentette, hogy Cubitron elnevezéssel új alumíniumoxid alapú köszőrüszemecét fejlesztettek ki. Az új termék kifejlesztésére több mint 100 millió dollárt fordítottak a 3 M Minneapolis-i kísérleti üzemében. A termelés 1982-ben kezdődött kis kapacitással, de jelenleg már eladásra kínálják a terméket. A gyártás lényegét titkolják, de oldatból történő kristályosítás, szűrés, pörkölés és osztályozás a fő technológiai lépések. Aprítás és kalcinálás nincs a technológiában. A technológia állítólag kisebb feszültséget eredményez a kristályrácsban, ennek eredményeként az ebből a szemcséből készült köszőrűkorongok élettartama 2–3-szor nagyobb, mint a hagyományos barnakorundból készült korongoké, sőt a cirkonkorund esiszolási tulajdonságait is felülmúlják. Állítólag a kristályrácsba az  $Al_2O_3$  molekulák közé nyomelemeket építenek be a gyártás során. Az új korongok Regal márkanévvel 24, 36, 60 és 80 szemcsenagyságban kaphatók és áruk 52%-al magasabb a hagyományos szemcsével készült korongok áránál.

(Industrial Minerals, 1983. 1.)

Cementüzem korszerűsítés Malajziában

Malaysia legnagyobb cementgyártója, az Associated Pan Malaysia Cement Pte Ltd (APMC), melynek éves termelése 2,1 Mt, 50 millió dollár ráfordítással új klinkerégető berendezést épít Kanthan-i üzemében. A berendezés KHD Humbold Wedag know-how alapján dolgozik majd és kapacitása lehetővé teszi két régebbi összesen 500 kt/év kapacitású gyártóvonal leállítását. Az új gyártósor 1984 őszén indul. A nyersanyagok szárításához a szárítódobban a kemencék füstgázait hasznosítják. A kemence átmérője 4,2 m, hossza 57 m. A meleg klinkert hűtorostélyon hűtik. A hőhasznosító egységekkel ellátott kemence fűthető szénrel és/vagy olajjal. A gyártást többesatornás röntgenspektrométer ellenőrzi.

(TIZ-Fachberichte, 1983. 1.)



# Szabadalom figyelő

- T/24 403 *Eljárás tűzálló építőanyagok előállítására*  $ZrO_2-SiO_2-Al_2O_3$  tartalmú olvasztott szemcsék felhasználásával  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 68–69. old.)
- T/24 401 *Eljárás gyenge minőségű  $Al_2O_3$  tartalmú ércék hasznosítására a vastartalom szelektív klórozásával*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 68. old.)
- T/24 463 *Felület felújító és ápoló készítmény*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 85. old.)
- T/24 464 *Eljárás tárolható bitumen-emulzió alapú szigetelőmasszák előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 85. old.)
- T/24 490 *Fémburkolatú szálalóanyag falszigetelő elem, előnyösen kemencék, kazánok falzatának hőszigetelésére*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 90. old.)
- T/24 502 *Összetett üvegtest, különösen szemüveglencse, és eljárás annak előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 92. old.)
- T/24 503 *Összetett üvegtest, különösen szemüveglencse, és eljárás annak előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 92. old.)
- T/24 509 *Kisülési lámpáknál alkalmazható szinterezett elektróda és eljárás annak előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 93. old.)
- 180.122 *Tűzálló téglakészítmény*  
180.129 *Eljárás kisnyomású higanygőz kisülési lámpa előállítására.*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 98. old.)
- 180.140 *Forgórostélyos röptőtörő*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz. 100. old.)
- 180–188 *Vibrátoros adagolószerszemet anyagnak silóból történő kirkására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 102. old.)
- 180.259 *Eljárás porhalmazállapotú anyagok szemcseméret változásának folyamatos mérésére*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 108. old.)
- 180.135 *Eljárás nagy tömörségű, illetve habosított idomkövek előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 112. old.)
- 180.323 *Eljárás és berendezés kerámia masszák átalakítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 112. old.)
- 180.361 *Berendezés testek főként samottéglá méretre vágására és térfogatsúly szerinti osztályozására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 115. old.)
- 180.362 *Eljárás szemcsés anyagok és/vagy szilárd testek különösen hibás földalatti csatornahálózatok és mélyépítési műtárgyak szilárdságának és vízállóságának fokozására vizes szilikát oldatokkal*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 115. old.)
- 180.363 *Eljárás szemcsés anyagok és/vagy szilárd testek különösen földalatti hibás csatornahálózatok és mélyépítési műtárgyak szilárdságának és vízállóságának fokozására, hidrogént szolgáltató vizes monomen elegyekkel*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 115. old.)
- 180.368 *Rekuperátor főképpen ipari kemencék hulladék hőjének hasznosítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 2. sz., 115. old.)
- T/24 666 *Kézi talajfúró tetszőleges irányú fúrólyukakból való talajminták vételére*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 3. sz., 173. old.)
- 180.451 *Készülék diszpergált részecskék leválasztására gázokból az elektrosztatikus és a ciklonos porleválasztási elv együttes alkalmazásával*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 3. sz., 189. old.)
- 180.486 *Eljárás polikristályos, áttetsző, nagy direkt fényáteresztő képességű alumínium-oxid testek előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 3. sz., 192. old.)
- 180.491 *Eljárás széndioxid-korrozióknak magas hőmérsékleten is ellenálló, nagy alumínium tartalmú hidraulikus kötőanyag előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 3. sz., 192. old.)
- 180.533 *Eljárás és berendezés üvegből vagy más szervetlen, üvegszerű anyagból való szálak gyártásakor az elszakadt szálak helyébe újonnan képződött szálak besorolására a haladó pászmába*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 3. sz. 195–196. old.)
- 180.561 *Eljárás szabályozható vízoldékonysági sebességgel rendelkező szilárd adalékanyagok előállítására hidraulikus kötőanyagokhoz*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 3. sz., 197–198. old.)
- 180.564 *Eljárás mázas és fagyálló külsőtéri burkolólapok előállítására, valamint burkolólap*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 88. k., 3. sz., 198. old.)
- 180.584 *Eljárás hő-, hangszigetelő tűzálló és tűzvédőbevonat, előregyártott lapok, idomdarabok és burkolóelemek előállítására*  
(Szabadalmi Közlöny, 1983., 3. sz., 199. old.)

# TÁJÉKOZTATÓ

## az Építőanyag folyóiratban közlendő cikkek kéziratának összeállításához

A beküldendő teljes kézirat a következő részekből áll:

- szövegrész,
- irodalom,
- ábrák,
- ábrajegyzők, ábraalírásokkal,
- táblázatok, rajta a címekkel
- kivonat.

A cikk tartalmáért és közölhetőségéért a szerző a felelős.

A kézirat szövegrészét szabvány méretű (210×297 mm) fényezetlen felületű, fehér papírosra, jól olvasható gépirással, kettős sorközzel, soronként 50–60 betűhellyel, oldalanként kb. 25 sorral, folyamatosan gépelve, két példányban kell készíteni. Csak a papíros egyik oldalára szabad gépelni, a lap bal oldalán 3 cm széles margót kell hagyni a nyomdai utasítások bejegyzésére.

A cikkben mindenhol az SI rendszer mértékegységeit kell használni.

A cikk címét kis betűvel kell írni a lap közepére, – minden aláhúzás vagy kiemelés nélkül. A cím alatt a szerző neve és munkahelye következik tudományos cím vagy fokozat nélkül.

A cikk címe legyen rövid, tárgyilagos és figyelemfelkeltő. Ne akarjunk a címbe mindent belecsúfolni. Egysorosnál (60 betű) hosszabb címet lehetőleg ne használjunk.

A kéziratot a gépelés után szükséges javításokat tintával kell eszközölni a szövegben – nem a margón – a hibás betűk, szöveg vagy szavak áthúzásával, és a helyes szöveg föléírásával. Ha egy oldalon ötnél több javítás adódna, az oldalt újra kell gépelni.

A kézirat szövegében az irodalmi hivatkozásokat kapcsos zárjelbe tett szövegbeni sorszámuk beírásával kell megadni, pl. [6].

Az irodalmi hivatkozásokról külön lapra gépelt, a hivatkozási sorrend szerint számozott irodalomjegyzéket kell készíteni „Irodalom” címmel. Ebben kell megadni a hivatkozott közlemény bibliográfiai adatait az alábbi minták szerint: ú Folyóirat esetén: *Fáy Gy.* – *Zselev B.* (1972). *Építőanyag*, 14.209.

Könyv esetén: *Náray–Szabó I.* (1962): *A szilikátiüvegek fizikai tulajdonságai.* Akadémiai Kiadó, Budapest.

Ezektől eltérő esetekben értelemszerűen kell eljárni. Cirill betűvel írt nevek és folyóirat címek esetében latin betűs átírást kell használni az MSZ 3394 szerint.

Az ábrákra vonatkozó előírásokat az MSZ 1701 szabvány (klisérajz, klisékép) tartalmazza. Az „Építőanyag” hasábszélessége 8 cm, esetleg lehet két hasáb szélességű is. A vonalas ábrák fehér vagy pauszpapírosra gondosan rajzolt tusrajzok legyenek. Fényképet éles, fekete-fehér másolat alakjában kell mellékelni.

A szövegben egyszeri aláhúzással ki kell emelni az első hivatkozást az ábrára és ugyanitt a lap margójára írjuk ki az ábraszámot, pl. [2. ábra]

Ez a szerző utasítása arra, hogy hová kívánja az ábrát helyezettetni.

Az ábrákról külön lapra gépelt ábrajegyzéket kell készíteni ábra aláírásokkal. Az ábrákat nem szabad a szövegben beragasztani, és a helyüket is fölösleges kihagyni a szöveg között.

A táblázatokat ne a szöveg közé írjuk, hanem a közlés sorrendjében, arab számokkal számozva, külön lapokra kell gépelni. Minden táblázatnak legyen címe. Lehetőség szerint kerüljük a terjedelmes táblázatokat. A szövegben egyszeri aláhúzással emeljük ki az első

hivatkozást a táblázatra, és ugyanitt a lap margójára – bekeretezve – irandó a táblázatszám, pl. [3. táblázat]

A cikkhez – amennyiben nemzetközi ismertetésük kívánatos – külön lapra három másolattal gépelt kivonatot kell készíteni, melyet szakfordítóink orosz, angol és német nyelvre fordítanak. A kivonat ne legyen azonos a cikk végén esetleg közölt összefoglalással, és ne legyen tartalomjegyzékszerű. Ismertesse a közlemény legfontosabb eredményeit kb. fél gépelt oldal terjedelemben.

A kivonathban a cím tartalmának megisméltése nem szükséges. Csak általánosan ismert rövidítések (pl. vegyjelek, közismert módszerek nevei, pl. DTA, DTG, SEM, TEM) használhatók.

Felesleges részletek (pl. az, hogy a munka kinek megbízásából és hol készült, ki gyártotta az alkalmazott berendezést, stb.) csak a kivonat terjedelmét növelik.

A kivonat legyen tárgyszerű: az alkalmazási területre, módszertani cikk esetében az előnyökre és hátrányokra ki lehet térni, de a reklám-jelleget kerülni kell.

A szerzőnek korrektúrára megküldött kefelevonatot postafordultával vissza kell juttatni a szerkesztőségbe. Ezen a javításokat az MSZ 3491 szabvány (Korrektúra-jelek és alkalmazásuk) előírásai szerint, tintával kell eszközölni. A Lapkiadó Vállalat megkeresésére kérjük lapunk szerzőit, hogy a korrektúra során a nyomdahibákat kék, a szerzői módosításokat pedig piros színnel szíveskedjenek javítani. A kéziratától eltérő átszövegezések szerzői korrektúrának tekintendők.

Szerkesztőbizottság





## A BITURÁN<sup>®</sup> 80

bitumennel telített lágypoliuretán habcsík

*Alkalmazható:* nyílászárók tokozására, fal közti hézagok tömítésére, dilatációk kitöltésére



## A BITULAX<sup>®</sup>

tetőszigetelő rendszer

*Alkalmazható:* – új tetők szigetelésére  
– bitumenes tetők felújítására  
– talajnedvesség elleni szigetelésre

*A szerkesztésért felel:*

Dr. Székely Ádám

*Szerkesztőség:*

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368

Telefon: 226-497

*Felelős kiadó:*

Siklósi Norbert

*Kiadja:*

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

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

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivataloknál és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. 1900) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215 – 96 162 pénzforgalmi jelzőszámára. Előfizetési díj: negyedévre 57,- Ft, félévre 114,- Ft, egyes szám ára 19,- Ft.

Megjelenik havonként



83/1540 Franklin Nyomda, Budapest  
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

**INDEX: 25250**  
**HU ISSN 0013–970 X**



**ALBA REGIA**

# **ALBA BEVONAT „T”**

**Korrózióvédő és tűzvédő bevonat**

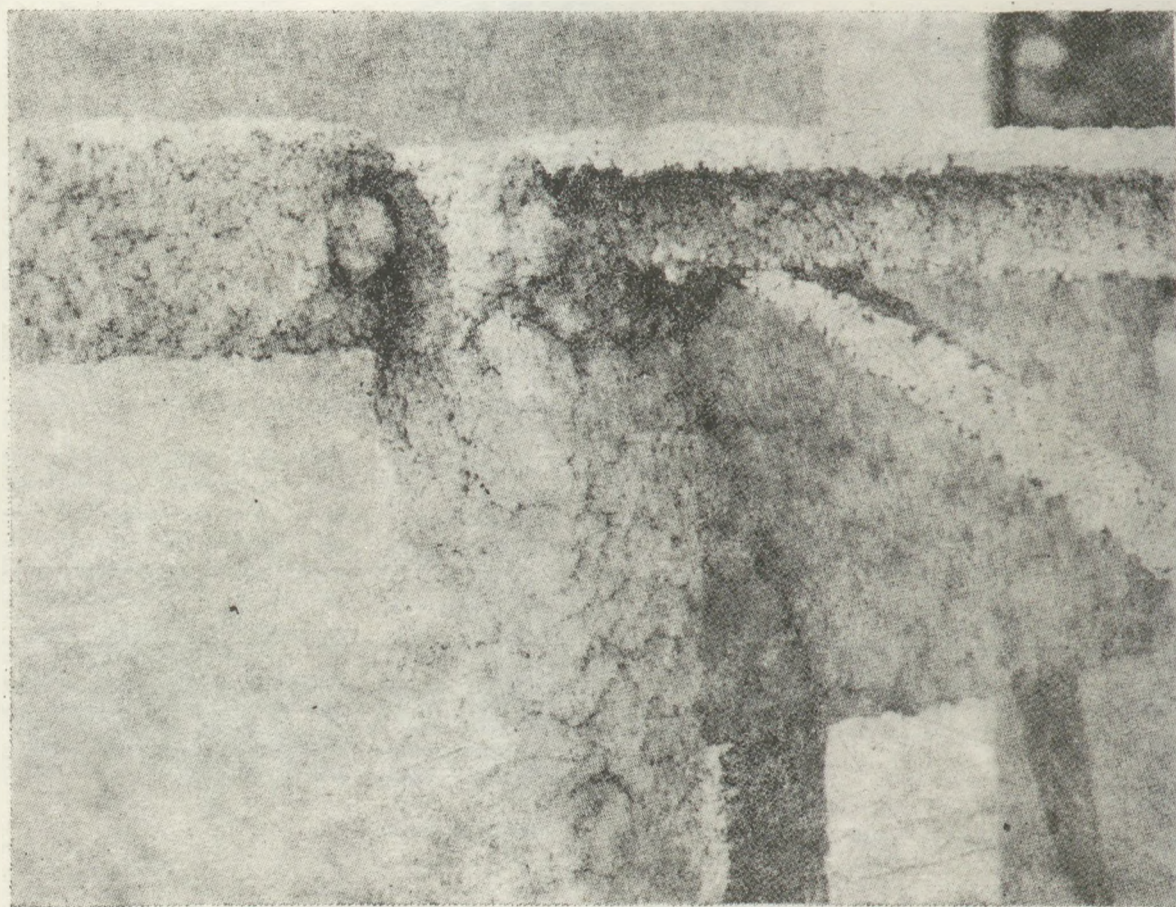
Az acélszerkezetek tervezésénél és kivitelezésénél egyik fő követelmény a megfelelő tűzvédelem biztosítása. E célra javasoljuk — a követelményeket messze kielégítő — szárazhabarcsunk alkalmazását, mely 4 cm vastagságban készítve 2,5 óra tűzvédelmet biztosít.

ÉMI minősítési száma: A-88/b/1980.

Felhordása történhet vakológéppel és hagyományos kézi technológiával is alapmázolás nélküli  $K_2O$ -s felületre. Nyomásra illetve hajlításra igénybevett szerkezeteknél is alkalmazható, az acélszerkezet vastagságától függetlenül. A bevonat alatt az acélfelületet nem kell ellátni felületvédelemmel.

Termékünket 3 rétegű papírzsákban forgalmazzuk.

Ára: telepünkön gépkocsira rakva 6 Ft/kg.



**ALBA REGIA ÁLLAMI ÉPÍTŐIPARI VÁLLALAT IPARI FŐMÉRNÖKSÉGE**

**8000 SZÉKESFEHÉRVÁR, Seregélyesi út 84. Telex: 21-371**

**Telefon: 12-980/320 mellék, 11-075/420 mellék**