

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

5

15. ÉVFOLYAM • BUDAPEST, 1963. MÁJUS

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

\*

Főszerkesztő:

Dr. Korach Mór

\*

Szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztőbizottság:

Dr. Beke Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofesik János

Kemény István

Dr. Knapp Oszkár

Dr. Lehmann Edit

Lohner Ernő

Dr. Soltész Gáspár

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

\*

Szerkesztőség:

Budapest, V., Szabadság  
tér 17

Telefon: 124-438

\*

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon: 113-450

\*

Felelős kiadó:

Solt Sándor

## TARTALOM

|   | Oldal |
|---|-------|
| <i>Dr. Lőcsei Béla</i> : Mullittal dúsított porcelán .....  | 157   |
| <i>Tasnádiné Marik Klára</i> : Lángnál formált üvegek .....   | 163   |
| <i>Hodány László</i> : A kaolinit báziscseréjének néhány kérdéséről ...   | 168   |
| <i>Dr. Kacsalova Lidia—Fodor Miklós</i> : Elővizsgálatok uránoxid<br>kerámiák előállítására vonatkozóan .....     | 173   |
| <i>Balázsovcics Géza</i> : Aknás és forgácsökemencék optimális falvastagsága                                      | 178   |
| <i>Monostori Endre</i> : Porlasztószáritó rendszerek alkalmazása finom-<br>kerámiai présporok előállítására ..... | 183   |
| Beszámoló a VI. Porcelánkonferenciáról .....  | 187   |
| <i>Somody Árpád</i> : Üvegipari formák mykológiailag kezelt fából .....   | 189   |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   | Стр. |
|---|------|
| <i>Д-р Бела Лечеи</i> : Фарфор, обогащенный в муллите .....   | 157  |
| <i>Ташнадинэ Клара Марик</i> : В пламени формованные стекла .....   | 163  |
| <i>Ласло Ходань</i> : О некоторых вопросах (Реакции) обмена основы<br>каолинита .....   | 168  |
| <i>Лидия Качалова и Миклош Фодор</i> : Предварительные исследования<br>по получению керамических изделий из окиси урана .....             | 173  |
| <i>Г. Балажович</i> : Оптимальная толщина футеровки шахтных и вра-<br>щающихся печей .....  | 178  |
| <i>Эндре Моноштори</i> : Применение распылительно-сушильных си-<br>стем в тонкой. Керамике для получения прессовочных порош-<br>ков ..... | 183  |
| Сообщение о VI. конференции фарфоровой промышленности ....  | 187  |
| <i>Арпад Шомоды</i> : Формы стекольной промышленности из микологи-<br>чески обработанного дерева .....                                    | 189  |

## INHALT

|  | Seite |
|--|-------|
| <i>Dr. Lőcsei, Béla</i> : Mit Mullit bereichertes Porzellan .....  | 157   |
| <i>Frau Tasnádi Marik, Klara</i> : Vor der Lampe geformte Gläser ...   | 163   |
| <i>Hodány, László</i> : Kationen-Austausch des Kaolinitis .....  | 168   |
| <i>Kacsalova, Lidia—Fodor, Miklós</i> : Vorprüfungen betreffend der<br>Herstellung von keramischen Gegenständen auf Uranium-<br>dioxid-Basis ..... | 173   |
| <i>Balázsovcics, Géza</i> : Die optimale Wandstärke der Schacht- und<br>Drehöfen .....   | 178   |
| <i>Monostori, Endre</i> : Zerstaubungstrockenanlagen bei der Herstellung<br>von Preßpulvern der feinkeramischen Industrie .....                    | 183   |
| Bericht von der VI. Konferenz der Porzellanindustrie .....   | 187   |
| <i>Somody, Árpád</i> : Formkasten für die Glasindustrie aus mykologisch<br>behandeltem Holz .....  | 189   |

# ÉPÍTŐANYAG

15. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

## Mullittal dúsított porcelán

### I. Szintetikus mullit beépülése a porcelánba

Dr. LŐCSEI BÉLA\*

#### 1.0 Bevezetés

A porcelánok mechanikai tulajdonságainak javítása általános érdeklődésre tart számot, de különös jelentősége van az elektro és műszaki porcelánok előállításával kapcsolatban. Fokozottabban jelentkezik az igény a szakítószilárdság növelése terén elektromos támszigetelők előállítására.

Eddig is történtek már olyan próbálkozások, hogy a porcelánok  $Al_2O_3$  tartalmának növelésével kedvezőbb fizikai jellemzőkhöz jussanak. Ezek a próbálkozások azonban nem jártak teljesen kielégítő eredménnyel. Az  $Al_2O_3$  tartalom növelése érdekében timföldet vagy elektrokorundot adagoltak az alapanyaghoz. Ennek a módszernek hátránya az, hogy növeli a porcelánt képező rendszer heterogenitását. Az egyébként jelenlevő mullit, kvarc és üvegfázisokhoz még korund is járul. Az alumíniumoxid ugyanis az égetés folyamán csak igen kis mértékben alakul át alumínium-szilikáttá, ami röntgenvizsgálattal igazolható.

Az eddig alkalmazott módszer tehát nem eredményezi a mullittartalom lényeges növekedését, hanem csak relatíve csökkenti az üveg és kvarcfázis mennyiségét. Az alapanyagba beadagolt alumíniumoxid csak kis mértékben reagál a jelenlevő szilíciumdioxiddal, akár üveg, akár kristályos halmazállapotban található is az.

#### 2.0 Az $Al_2O_3$ -tartalom növelésének kedvezőbb megoldása

Az alumíniumoxid növelésével elérni kívánt cél sokkal inkább megvalósítható abban az esetben, ha a bevitelt az alapmasszába korund helyett mullit alakban vitelezzük ki. Ehhez szintetikus

mullitra van szükség. Eddig a mullit szintetizálása igen nehéz, nagy hőmérsékletet igénylő hosszadalmas művelet volt. Sokkal kedvezőbb termikus és kinetikus feltételek mellett lehet mullitot szintetizálni kaolinból és alumíniumfluoridból, vagy szillimanit típusú anyagokból és alumíniumfluoridból. Hasonlóképpen kedvezőbb reakciókinetikai szempontból az alumíniumhidroxid alkalmazása is.

A kedvezőbb alumíniumoxid-tartalom-növelés megoldásának lényege az tehát, hogy olyan formában kell az alumíniumoxid-tartalom növelését megoldani, hogy biztosítsuk az  $Al_2O_3$ -nak szilikát kötésbe való kerülését.

Ez három módszerrel történhet:

1. Kisebb mértékű  $Al_2O_3$ -tartalom növelés esetében, — pl. 3—6%-ig —, alumíniumhidroxid alkalmazható.

2. Nagyobb alumíniumoxid-tartalom növelés esetében alumíniumfluorid, vagy alumíniumhidroxid és alumíniumfluorid keveréke adagolható.

3. Előregyártott szintetikus mullitnak az alapanyagba való adagolása.

Az első módszer nem tekinthető teljes értékű megoldásnak, mert az átalakulás nagymértékben függ attól, hogy az előkészítés, az adalékanyag eloszlása milyen mértékű volt. Ezenkívül az alkalmazási lehetőség is korlátozott, mert nagyobb mennyiségben alkalmazott alumíniumhidroxid bizonyos határon túl szintén korund kialakulásához vezet. Ennek igazolása az alapanyaghoz adagolt alumíniumhidroxidot, illetve alumíniumoxidot tartalmazó, 1300 C°-on 6 órán át égetett alábbi összetételű porcelánmasszáról készült röntgenfelvétellel igazolható.

15% hollóházi illit  
15% sárisápi kaolin  
22% pomeisli kaolin  
14% sárisápi kvarchomok  
34% aplit

\* A Szilikátipari Tudományos Egyesület Finomkerámiai Szakosztályában elhangzott előadás. Veszprémi Vegyipari Egyetem, Építőanyagipari Központi Kutató Intézet.

1. táblázat

| $d$ kX | Inten-<br>zítás | Anyag        |
|--------|-----------------|--------------|
| 4,285  | 3               | tridimit     |
| 3,372  | 5               | kvare mullit |
| 2,877  | 1               | mullit       |
| 2,707  | 2               | mullit       |
| 2,564  | 3               | mullit       |
| 2,449  | 3               | kvare        |
| 2,298  | 3               | kvare mullit |
| 2,146  | 2               | mullit       |
| 2,146  | 3               | kvare        |
| 2,982  | 3               | kvare        |
| 1,821  | 4               | kvare        |
| 1,674  | 2               | kvare        |
| 1,585  | 2               | mullit       |
| 1,454  | 1               | mullit       |
| 1,546  | 3               | kvare        |
| 1,378  | 4               | kvare        |
| 1,292  | 2               | kvare        |
| 1,259  | 2               | kvare        |
| 1,206  | 3               | kvare        |
| 1,183  | 3               | kvare        |
| 1,155  | 2               | kvare        |
| 1,084  | 3               | kvare        |

2. táblázat

| $d$ kX | Inten-<br>zítás | Anyag         |
|--------|-----------------|---------------|
| 5,398  | 1               | mullit        |
| 4,339  | 3               | tridimit      |
| 4,101  | 3               | tridimit      |
| 3,759  | 2               | mullit        |
| 3,366  | 5               | kvare mullit  |
| 2,899  | 2               | mullit        |
| 2,692  | 2               | mullit korund |
| 2,553  | 3               | mullit korund |
| 2,452  | 3               | kvare         |
| 2,298  | 3               | kvare mullit  |
| 2,224  | 3               | mullit        |
| 2,136  | 3               | kvare mullit  |
| 2,087  | 2               | korund        |
| 1,987  | 3               | kvare         |
| 1,858  | 4               | kvare mullit  |
| 1,752  | 1               | korund        |
| 1,669  | 2               | kvare         |
| 1,605  | 3               | mullit korund |
| 1,546  | 3               | kvare         |
| 1,455  | 3               | mullit        |
| 1,407  | 1               | mullit        |
| 1,382  | 4               | kvare korund  |
| 1,296  | 2               | mullit        |
| 1,264  | 3               | mullit        |
| 1,239  | 1               | mullit        |
| 1,207  | 3               | kvare         |
| 1,188  | 3               | kvare         |
| 1,160  | 2               | kvare         |
| 1,086  | 3               | kvare         |

A táblázatokból látszik az, hogy alumínium-hidroxid (10%) adagolása esetén égetés után korundot nem találunk az anyagban, míg sztöchiometriailag ugyanannyi (6,6%), timföld formájában jelenlevő adalékanyag pedig azonos körülmények között korundot eredményez.

A második módszer már nagyobb mennyiségben jó beépülést biztosít, különösen, ha 450 és 650 °C közötti, továbbá 900 és 1000 °C közötti intervallumban kielégítő ideig tartózkodik égetés alatt az anyag. A megkívánt idő az égetésre kerülő anyag formátényezőitől (alak, méret stb.) függő paraméter. Viszont olyan veszélyeket is rejt a módszer magában, különösen ha alumíniumfluoridot alumíniumhidroxid nélkül alkalmazunk, hogy a végbemenő reakció következtében keletkező szilíciumtetrafluorid részleges

hidrolízise amorf vagy kristályos szilíciumdioxid lecsapódást eredményez. Ezenkívül az alumínium-fluoridos bázison képződő mullit reakciókinetikai viszonyai következtében hátrányos befolyást gyakorolhat az áru tömörségére és így a kívánt szilárdsági mutató javítása nem biztosítható.

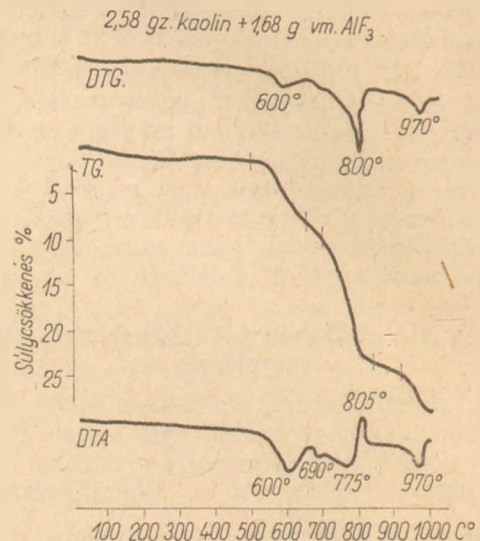
A legkedvezőbb lehetőséget a porcelán alapmasszájába adagolt szintetikus mullit alkalmazása jelenti.

Szintetikus mullit kaolinból, kaolintartalmú alapanyagokból, egyéb alumíniumszilikátokból és alumíniumfluoridból relative alacsony hőmérsékleten rövid idő alatt kialakítható. Ebben az esetben is alkalmazható a szintézishez alumínium-hidroxid és alumíniumfluorid keveréke. Előállítható mullit egyébként agyagok és alumínium-hidroxid, továbbá kis vasoxid tartalmú bauxit és  $\text{SiO}_2$  keverékekből is megfelelő sztöchiometria biztosítása esetén. Ez a szintézis huzamos ideig tartó 1400 °C feletti hőkezelést igényel, hogy az átalakulás megközelítőleg tökéletesen végbemenjen.

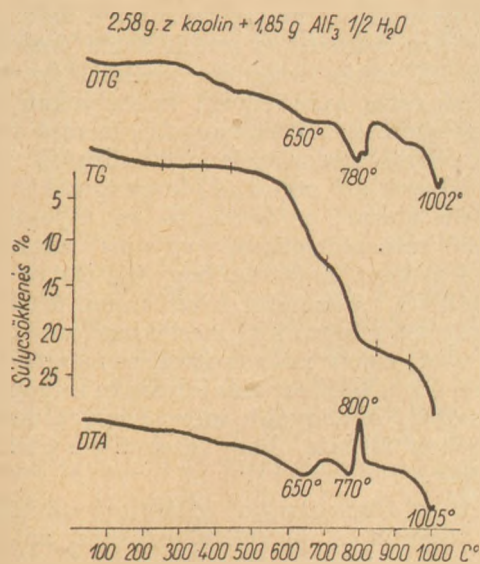
A szintézis alkalmával mikrokrisztályos mullit keletkezik, amely a dúsítani kívánt porcelán alapmasszába adagolva, kellően homogenizálva égetés közben beépül a porcelánba.

### 3.0 A kerámiai termékek mullittartalmának növelésére legmegfelelőbb szintetikus mullit

A porcelán masszába adagolt mullit égetés közben átalakuláson mehet keresztül, ami a kristályoknak elsősorban a c. tengely irányában történő megnövekedésében nyilvánulhat meg. Kerámiai termékek mullittartalmának növelésére célszerűen azonban olyan mullitot kell szintetizálni, amely maximális  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalommal rendelkezik. A mullit összetétele az újabb kutatások szerint nem tekinthető egy meghatározott  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  értékkel jellemezhetőnek, hanem inkább ezen értékek bizonyos határok közötti változásával. A kérdés irodalma szerint az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom 70 és 79,5, a szilíciumdioxid 20,5 és ~30%



1. ábra. Zettlitz kaolin és vízmentes alumíniumfluorid keverékéről készített differenciális termikus elemzés eredménye

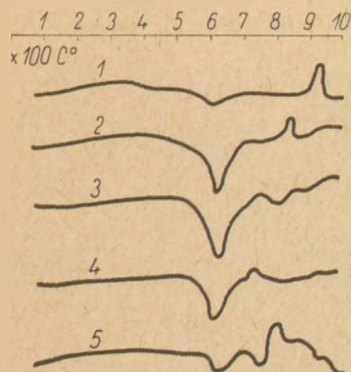


2. ábra. Zettiltzi kaolin és kristályrtz tartalmú alumíniumfluorid keverékről készített differenciális termikus elemzés eredménye

között változhat. A mullit olyan közegben, amelyben szilíciumdioxid vagy alumíniumoxid van mellette, magasabb hőmérsékleten nem tekinthető stabilisnek. A kis szilíciumdioxid tartalmú anyag szilíciumdioxid jelenlétében szerkezetébe beépítheti azt, ugyanakkor a nagy szilíciumdioxid tartalmú fázis alumíniumoxid jelenlétében szintén képes ez utóbbit szerkezetébe beépíteni.

Ennek a megfontolásával olyan mullit alkalmazható előnyösen adalékanyagként, amely a lehető legjobban megközelíti a nagy alumíniumoxid tartalmú,  $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$  képlettel jellemezhető összetételt. Ez célszerűen alumíniumhidroszilikátok, alumíniumszilikátok és alumíniumfluorid keverékéből állítható elő. Ennek szerkezetében néhány tized százalékban fluor is található. Ez a későbbi átkristályosodási folyamatokat szintén kedvezően befolyásolja.

Az alumíniumfluorid és kaolinit reakciója három energia felvétellel és egy energia leadással járó entalpia változást mutat. Ez az 1. és 2. ábrákon látható, amely a  $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$  összetételű



3. ábra. 450 C°-on 180 percig hőkezelt alumíniumfluorid adalékanyagot tartalmazó és adalékanyag nélküli zettiltzi kaolinról készített differenciális termikus elemzés eredménye

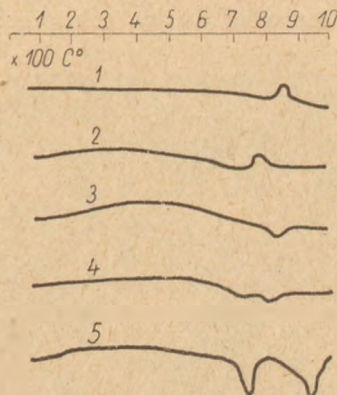
mullit szintéziséhez szükséges sztöchiometriával bemért alapanyagkeverékek differenciális termogravimetrikus felvételét ábrázolja.

Az első aktiválási szakaszban a kaolinit hidroxilja reagál az alumíniumfluorid egy fluor ionjával, és ezenkívül a főlőben levő hidroxil ionok dehidratálódása is befejeződik. A második aktiválási szakasz szilíciumtetrafluorid fejlődéssel egybekötött mullitképződést jelöl. Az első aktiválási szakaszban a kaolinit szerkezetbe  $\text{AlF}_2^+ - \text{Al}_2\text{OF}_2^{2+}$  csoportok épülnek be és úgynevezett supermetafluorkaolinit képződik. Ebből egész alacsony hőmérsékleten megindul a mullitképződés, amelynek dinamikus viszonyok közötti bekövetkezését jelzi a DTA görbe második endoterm effektusa. Az exoterm effektus a metakaolinit mullittá történő átalakulását jelzi, amely az aktiválási energia jelentős csökkentésének következtében 950—970 C° helyett már 805 C°-nál észlelhető. A harmadik endoterm effektus szintén szilíciumtetrafluorid fejlődéssel járó folyamatra utal.

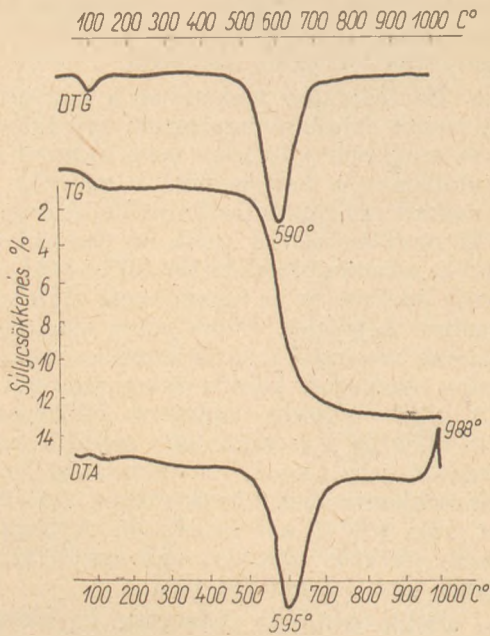
A mullitképződésre közvetve a hidrogénfluorid is rendkívül erős mineralizáló hatást fejt ki. Ez alumíniumfluorid adalékkal és alumíniumfluorid adalék nélkül hőkezelt kaolinit differenciális termikus analiziséről készült felvételekkel igazolható. A 3. és 4. ábra zettiltzi kaolin és az alábbi alumíniumfluorid adalékokat tartalmazó reakciókeverék vizsgálatát mutatja:

1. 0%  $\text{AlF}_3$  adalékanyag
2. 8%  $\text{AlF}_3$  adalékanyag
3. 15%  $\text{AlF}_3$  adalékanyag
4. 21%  $\text{AlF}_3$  adalékanyag
5. 27%  $\text{AlF}_3$  adalékanyag

Az alumíniumfluorid adalékkal és anélkül előkészített vizsgálati anyagokat azonos térben előbb 450 C°-on 180 percig hőkezeltük, majd az anyagokról differenciális termikus felvételeket készítettünk. (A felvételeket dr. Boros Jánosné részben Paulik, F., Paulik, J., Erdély L.-féle differenciális termogravimetrikus és Földváriné, Klíburszky-féle differenciális termoanalitikus berendezésen készítette.) Egy másik mintasorozatot 600 C°-on kezeltünk szintén 180 percig, majd a mintákról differenciális termoanalitikai felvételek



4. ábra. 600 C°-on 180 percig hőkezelt alumíniumfluorid adalékanyagot tartalmazó és adalékanyag nélküli zettiltzi kaolinról készített differenciális termikus elemzés eredménye

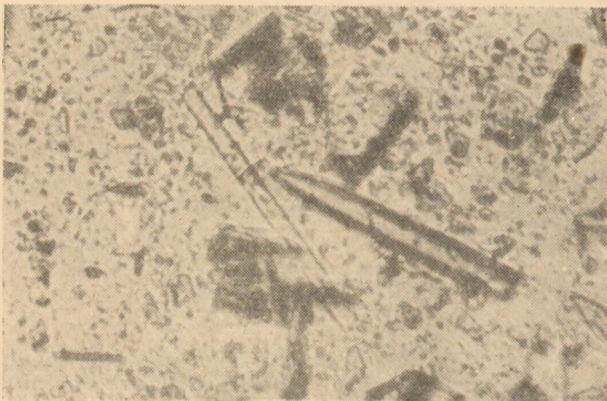


5. ábra. Zettlitz kaolinnál felvett differenciális termogravimetriai és termikus elemzés görbéi

készültek. Az 5. ábrán látható a kísérletekhez használt zettlitz kaolin differenciális termogravimetriai és differenciális termikus analízisének eredménye egy független vizsgálat alkalmával készítve.

Összehasonlítva a termikus analízisek eredményét, megállapítható, hogy ha a zettlitz kaolin olyan térben kerül hőkezelésre, ahol hidrogénfluorid gőzökkel érintkezhet, a későbbi differenciális termikus analízis szerint a mullitképződés alacsonyabb hőmérsékleten megindul. A felszabaduló hidrogénfluoriddal, mely a kemence gázterében érintkezett a kaolinnal, olyan reakció játszódik le, amely kedvezőbb aktiválási feltételeket biztosít a metakaolinit-mullit átmenet végbemenetelére.

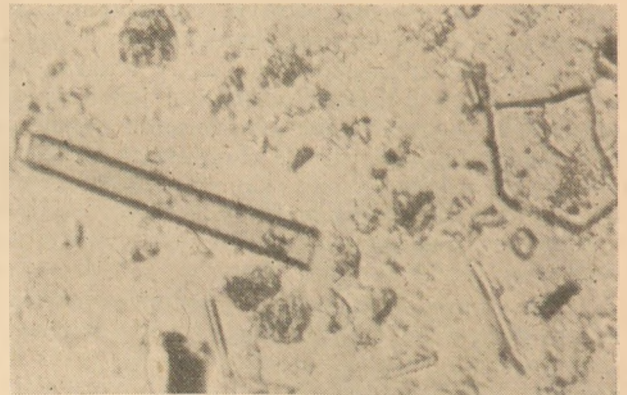
A kaolinit és alumíniumfluorid fentiekben vázolt aktiválási viszonyai biztosítják azt, hogy ezen a bázison alacsony hőmérsékleten és gyorsan megy végbe a mullitképződés. Elérhető az is, hogy a szintézis eredménye a  $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$  összetételt adja. Ezen az alapon szintetizált mullitról



6. ábra. Szintetikus mullitról készült mikroszkóp felvétel. Nagyítás 135-szörös

készült felvételeket mutat be a 6., 7. és 8. ábra. A felvételek szintetikus mullit őrölt poráról készültek 135-szörös nagyítás mellett. Az anyag túlnyomó része apró egyedi kristályokat mutat a felvételeken, közöttük nagyobb méretű tűszerű képződmények töredékei is megtalálhatók. A sokszögletű lapok azt mutatják, hogy igen kis mennyiségben korund is található az anyagban. A szintézis sztöchiometriája ugyanis alumíniumfluorid felesleget mutatott, hogy biztosítva legyen a  $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$  összetétel. Az anyagról készült röntgenfelvétel igen kis mértékben mutatja ki a korundot, amely mikrokristályos mérete következtében a későbbi beépülés folyamán még mullittá alakulhatott. A nagyobb méretű egyedi kristálytöredékeken látható, hogy ezeket sima felületek határolják.

Ezt a szintetikus előállított mullitot a közölt összetételű porcelánmasszához adagoltuk 20%-os mennyiségben. 1300 °C-os 6 órás hőkezelés után a 9. ábrán látható 500-szoros nagyítás mellett az alapszövet mikroszkópi képe. (A mikroszkópi csiszolatokat Veress Zoltán készítette.) A felvétel üvegfázisba ágyazott mullit halmazt mutat, melyben az alapmasszához adagolt nagyobb egyedi kristályok maradványai mellett az átkristályosodásból és a masszából képződött mullit-tűk láthatók. A mikroszkóp csiszolaton kvarckristályokat csak elvétve találunk. A 10. ábra 1500-szoros nagyítás mellett mutatja a kialakult szövet képét. Nagyobb egyedi kristály marad-



7. ábra. Szintetikus mullitporról készített mikroszkóp felvétel. Nagyítás 135-szörös, a kép jobb oldalán, korund lemezzel



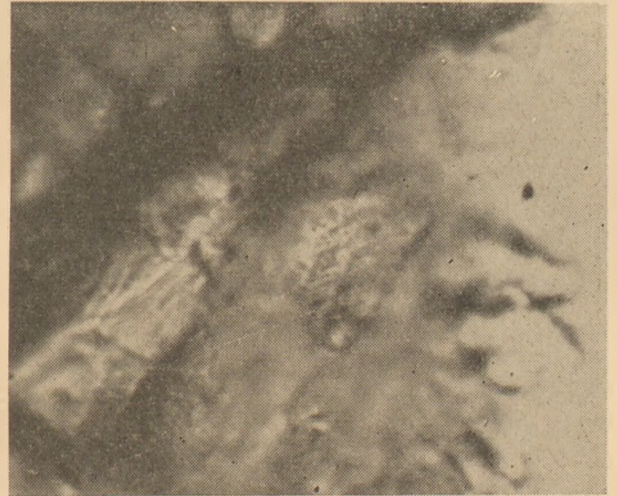
8. ábra. Szintetikus mullit poráról készült mikroszkóp felvétel. Nagyítás 135-szörös. Elvétve korund lemezek láthatók

ványa látszik a kép bal felső sarkában. Ennek az átkristályosodása is erősen előrehaladt, de befejeződni nem tudott. Mellette az átkristályosodásból eredő mullittú halmaz figyelhető meg. A 11. ábrán szintén az átkristályosodás előrehaladása látszik. A kép bal oldalán egy nagyobb kristályegyed vége figyelhető meg, amelyen az eredeti szövet már nem észlelhető, annyira átalakult tűalakú mullit kristályhalmazává. Ez mutatja a mullithalmazok kialakulásának mechanizmusát. Az alapanyag kaolinit tartalmából kialakuló mullitfázis a mikroszkóp felvételeken nem különböztethető meg az átkristályosodásból származó mullittűktől, bár ezeknek kisebbeknek kell lenniök a normál porcelán mikroszkóp csiszolatok tapasztalatai alapján. A felvételek igazolják a  $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$  összetételű mullitnak a porcelán masszába történő beépülési mechanizmusát. Az átkristályosodás folyamán a  $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$  összetételű mullit az üveges fázisból  $\text{SiO}_2$ -t vesz fel és összetétele ennek következtében a  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  összetétel felé közeledik. Az eredetileg túlnyomórészt prizmatikus kristályokból álló adalékanyag átkristályosodás folyamán tűalakú kristályokká alakul a c. tengely irányában megnyúlt habitust véve fel, mely az üveges fázison keresztül képződő mullitra jellemző megjelenési forma. Az üveges fázis az átkristályosodás folyamán szilíciumdioxid tartalmából veszít és a felvételek szerint ezt a kvarctartalom rovására pótolja. Erre mutat az, hogy a felvételeken kvarcristály általában nem látható, nyomai csak elvétve fedezhetők fel. Ily módon a kialakult szerkezet közel egyensúlyi porcelánnak tekinthető.

Analóg tűzállóanyag mullit-tartalmának dúsítására irányuló kísérletek — midőn tűzállóanyagokat szintetikus mullittal dúsítottunk — azt mutatták, hogy a termék mechanikai tulajdonsága, hőlékésállósága, terhelés alatti lágyuláspontja kedvezően alakult. A mullit dúsítás előnyösebbnek mutatkozik, mintha a tűzállóanyag alumíniumoxid tartalmát timföld vagy elektrokorund adagolással növeltük. A mullittal dúsított tűzállóanyag kisebb alumíniumoxid-tartalom esetén is kedvezőbb mutatókat eredményezett a jelzett tulajdonságok terén, mint a korunddal dúsított anyag.



10. ábra. Mullittal dúsított porcelán szövetének egy része, nagy egyedi kristály maradvánnyal. 1500-szoros nagyítás



11. ábra. Átkristályosodási stádiumban levő egyedi mullitkristály, mullittal dúsított porcelán masszában. 1500-szoros nagyítás

Ez analógia alapján várható a porcelánok mechanikai tulajdonságainak hőlékésállóságának, tűzállóságának javulása is. Végleges választ erre üzemi méretű kísérletek eredményei adhatnak.

#### IRODALOM

1. Takáts T.—Boros J.-né: Építőanyag 14. 16. (1962).
2. Le Chatelier, H.: Bull. Soc. Fr. Ceram. 10. 204. (1962).
3. Földvári, A.-né: Magyar Kémikusok Lapja 9. 5. (1954).
4. Földvári A.-né—Kliburszky, B.: Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 5. 187. (1958).
5. Grofcsik, J.—Vágó, E.: Építőanyag 4. 133. (1952).
6. Stone, R. L.: J. Am. Ceram. Soc. 35. 90. (1952).
7. Borchardt, H. F.—Daniels, F. D.: J. Am. Chem. Soc. 79. 41. (1957).
8. Freeman E. S.—Carroll, B.: J. Phys. Chem. 62. 394 (1958).
9. Erdey, L.—Paulik, F.—Paulik, J.: M. Tud. Akad. Kém. Tud. Osztályközleményei 7. 55. (1955).
10. Paulik, F.—Paulik, J.—Erdey, L.: Z. anal. Chem. 160. 141. (1958).
11. Jander, W.: Ztschr. f. Angew. Chem. 168. 113. (1928).



9. ábra. Mullittal dúsított porcelán mikroszkóp csiszolata. 500-szoros nagyítás

12. Jagitsch, R.: Ztschr. f. anorg. n. allg. Chem. 149. 67. (1925).
13. Lőcsei, B.: Veszprémi Vegyipari Egyetem Közleményei 6. 129. (1962).
14. Lőcsei, B.: Acta Chimica. Megjelenés alatt.
15. Lőcsei, B.: *Építőanyag* 14. 48. (1962).
16. Lőcsei, B.: Mullitképződés alumíniumfluorid rendszerben. ÉaKKI Tudományos Közlemény. Megjelenés alatt.
17. Náray-Szabó, I.: Kristálykémiá. Mérnök Továbbképző Intézet. Budapest (1944).
18. Lőcsei, B.: Termogradiens hatása szilárdfázisú reakciók alakulására. ÉaKKI idegennyelvű közlemények. Megjelenés alatt.
19. Lőcsei, B.: *Építőanyag*, 14. 353. (1962).
20. Mattyasovszky—Zsolnai: Finomkerámiai Kézikönyv. Építésügyi Kiadó, Budapest (1953).
21. Grofcsik, J.: A mullit szerkezete, képződése és jelentősége. Akadémiai Kiadó (1961).
22. Grofcsik, J.: A kerámiai elméleti alapjai. Akadémiai Kiadó. Budapest (1956).

#### Dr. Lőcsei Béla: Mullittal dúsított porcelán

A porcelánok szilárdságának növelése érdekében alkalmazott timföld adalék a kérdéses szilikát rendszer heterogenitását növeli. Az adalékanyag következtében kvarc, üveg és mullit fázis mellé korund is járul. Célzerű az alumíniumoxid növelése olyan módon, hogy biztosítva legyen az alumíniumoxid mullitfázisba kerülése. Három lehetőség biztosíthatja ezt a megoldást.

1. Alumíniumoxid adagolása, ha az alumíniumoxid tartalom növelése nem haladja meg a 3—6, esetleg 10%-ot.

2. Alumíniumfluorid, vagy alumíniumfluorid és alumíniumhidroxid adalékanyag alkalmazása; ez a módszer azonban a termék porozitásmentességét veszélyezteti és krisztobalit lecsapódást eredményezhet a termék felületén.

3. Szintetikus mullit adagolása.

Szintetikus mullit agyag és alumíniumhidroxid; agyag és alumíniumhidroxid, valamint alumíniumfluorid; vasmentes bauxit és kvarcit; kaolinit, szilimanit stb. és alumíniumfluorid reakciójából állítható elő. Az utóbbi adja az adalékanyagként legalkalmasabb  $2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$  összetételű mullit szintéziséhez vezető legkedvezőbb utat.

A  $2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$  összetételű mullit adalék porcelán masszában adagolva hőkezelés közben átkristályosodik. Az üvegfázisból szerkezetébe szilíciumdioxidot vesz fel és túlalakú mullithalmazzá alakul. Az üvegfázis a mullitba beépülő szilíciumdioxidot a kvarcfázis terhére pótolja. Nagy, 20% alumíniumoxid tartalmú mullit adagolása esetén a kiegészített termékben kvarcfázis gyakorlatilag nem maradhat. A reakció mechanizmust mikroszkóp csiszolatokról készült felvételek igazolják.

#### Д-р Бела Лечеи: ФАРФОР, ОБОГАЩЕННЫЙ МУЛЛИТОМ.

Глинозем, добавляемый к фарфору для повышения его прочности, увеличивает гетерогенность силикатной системы. Благодаря заполнителю, наряду с кварцевой, стекольной и мультитовой фазами появляется и корунд. Целесообразным является увеличение окиси алюминия таким образом, чтобы было обеспечен переход окиси алюминия в мультитовую фазу. Для такого решения существуют три возможности:

1. Добавление окиси алюминия, если увеличение окиси алюминия не превысит 3—6%, в крайнем случае 10%.

2. Применение фтористого алюминия, или смеси фтористого алюминия и гидрата окиси алюминия, однако этот метод опасен с точки зрения возникновения пор в продукте и может вызвать осаждение кристобалита на поверхности продукта.

3. Добавление синтетического мультита.

Синтетический мультит может быть получен при взаимодействиях глины и гидрата окиси алюминия; глины и смеси гидрата окиси алюминия и фтористого алюминия; боксита, не содержащего железа и кварцита; каолинита, силманита и т. д. и фтористого алюминия. Последний обеспечивает оптимальный путь к получению мультита состава  $2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ , являющегося наиболее подходящей добавкой.

Мультит состава  $2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$  при добавлении в фарфоровую массу под влиянием температурного воздействия перекристаллизуется. Из стекольной фазы в его структуру вступает двуокись кремния и превращается в множество игольчатобразных мультитовых кристаллов. Переход двуокиси кремния из стекольной фазы происходит в ущерб кварцевой фазы. В случае добавления 20% мультита с большим содержанием окиси алюминия в обожженном продукте практически не может остаться кварцевая фаза. Такой механизм реакции подтверждается фотоснимками микроскопических шлифов. (П. Д.)

#### Dr. Lőcsei, Béla: Mit Mullit bereichertes Porzellan

Der zwecks Erhöhung der Festigkeit von Porzellanen angewandte Tonerdenzusatz erhöht zugleich die Heterogenität des betreffenden Silikatsystems. Durch den Zusatz gesellt sich der Quarz-, Glas- und Mullitphase auch Korund an. Es empfiehlt sich das Aluminiumoxyd in einer Weise zu vermehren, daß der Übergang des Aluminiumoxyds in die Mullitphase gesichert werde. Dreierlei Möglichkeiten erlauben dasselbe zu sichern:

1. Zusatz von Aluminiumoxyd, wenn der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt 3—6, gelegentlich 10% nicht übertrifft.

2. Anwenden von Aluminiumfluorid, oder Zusatz von Aluminiumfluorid und Aluminiumhydroxyd; diese Methode gefährdet jedoch die Porenfreiheit des Produktes und sie kann auch zu einem Kristobalitmiederschlag an der Oberfläche des Produktes führen.

3. Zusatz von synthetischem Mullit.

Synthetischer Mullit kann aus der Reaktion von Ton und Aluminiumhydroxyd — Ton, Aluminiumhydroxyd und Aluminiumfluorid — Bauxit, eisenfrei, und Quarzit — Kaolinit, Silimanit usw. und Aluminiumfluorid gewonnen werden. Letzgenannte Variation zeigt den vorteilhaftesten Weg an, auf welchem man zum Mullitzusatz mit geeignetester Zusammensetzung:  $2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$  gelangen kann.

Der Mullit mit der Zusammensetzung  $2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$  kristallisiert sich — der Porzellanmasse zugesetzt — während des Brennens um. Es gelangt  $\text{SiO}_2$  aus der glasigen Phase in sein Gewebe und es geht in einen nadelförmigen Mullithaufen über. Die glasige Phase ersetzt das eingebaute  $\text{SiO}_2$  zu Lasten der Quarzphase. Im Falle eines Zusatzes von Mullit mit großem, 20%-igem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt kann im ausgebrannten Produkt keine Quarzphase mehr rückständig bleiben. Aufnahmen von mikroskopischen Schlifffen beweisen den Reaktionsmechanismus. (S. G.)

## Lángnál formált üvegek

TASNÁDINÉ MARIK KLÁRA

Az üvegnek nyílt lángnál történő formázása nálunk kizárólag az üvegtechnika fogalmába tartozik. A technikának kémiai és fizikai kutatásokkal kapcsolatos tudományos alkalmazása 1790 körül Lavoisier korszakalkotó munkásságának hatására indult komoly fejlődésnek. Az eljárás eredete egyelőre a 15. századig követhető a múltba. Neve olaszul, ahonnan kiindult „a lume” németül „vor der Lampe geblasen”. Mindkét elnevezés utal arra, hogy a művelet nem a nagy huta olvasztókemencéjénél, a napsárgán izzó üvegfolyammal történik. Helye az üvegfúvó asztal (1. kép), eszköze kezdetben az olajlámpás, később a világítógáz megjelenésétől a nyílt gázláng. A megmunkálendő üveg sincsen nyers állapotban, hanem rendszerint vékony üvegső vagy üvegrúd. A technikát tulajdonképpen ezek az „előregyártott elemek” tették lehetővé. A vékonyfalú üvegső már az olajlámpás lángjánál is meglágyul és tetszés szerint fúvással, fogókkal alakítható, több darabból összeilleszthető. A vékony üvegrudat vagy pálcát úgy tartják állandóan forgatva a láng fölé, mint a pecsétviaszt s a lassan izzásbajövő üveg hajlítva, összenyomva, húzva ismételt újraizzítással egyszerű fogóval, csipesszel formázható.

Üvegsővek készítését a muranoi céhszabályzatok 1468-ban említik először és Sabellico Marcantonio 1495 körül írott „De Venetae urbis situ” című munkájában felsorolt muranoi készítmények közt ugyancsak megtaláljuk.

A velencei, illetve muranoi hutákban annak idején az üvegolvasztó fazékból kiemelt nyúlékony izzó üvegpamatból a fogóvas sajátos alkalmazásával a „tirador”-nak nevezett fiatal fiú gyors futással néhány méternyi vékony üvegsövet húzott. Ez lehűtés után egyenlő méretű részekre vágottan a feldolgozó műhelyekbe került, ahol eleinte kizárólag gyöngyök készítésére használták őket. A gyöngyipar és kereskedelem napjainkig jelentős helyet foglalt el Velence üvegyiparában. A 15. század végén és a 16. század elején ezek a könnyen olvadó üvegsővek jelentékeny része német műhelyekben került feldolgozásra, ahonnan gyöngyök alakjában kerültek vissza Velencei levantei kereskedelmébe. Elképzelhető, hogy a játék a lángon az üveggel mindenütt, ahová ez a nyersanyag eljutott velencei mintára meghonosodott.

A lángon formálás művészi és művészkedő, játékos formája Velencében nem önállósult számottevően. Valószínűleg azért, mert a gyöngyműveseket lefoglalta a tömeges igények, — fűzerek, olvasók, a gyarmatokra irányított szállítmányok — kielégítése, másrészt mivel a késő renaissance és az azt követő manierizmus üvegein egyre inkább elburjánzó virtuóz kiképzések — színes virágcsokrok, sarkányalakok, delfinek stb —, az öblös edényekkel együtt a hutákban jöttek létre. Ez a stílus is mindenütt meghonosodott az Alpeseken túl Velence vagy Altare mesterei révén. Ezek a hutában született szemkápráztató művészkedések legfőbb részleges technikában és méretükben

különböztek a kizárólagosan lángnál formált rokonaiktól. Az alapelv a csakis, az üvegben rejlő lehetőségeknek szinben, formában, akár természetutánzóan, akár fantasztikus formák létrehozásában való kiaknázása, a lehetőségek legvégső határáig mindkét esetben közös. A reális talajról, vagyis az üveg lényegének megfelelő forma és funkció adásáról a letérés, a mindenütt a tektonikai fel-szint mozgalmassá tenni akaró barokk szellem eredménye. Üvegben még eddig nem látott rendkívüli teljesítményeket a 16. és 17. század elismerése kísérte. Thévet André francia utazó 1583-ban Muranóban járva, útleírásában elragad-



1. kép. Üvegfúvó asztal és szerszámok. Kunckel J. *Ars nitraria experimentalis* c. művéből

tatással emlékszik meg az ott készült soktornyú váracskákról, kastélyokról. Ezt megelőzően Mathesius Johann a csehországi híres bányaváros Joachimsthal (Jachimov) nagyműveltségű prédikátora, 1562-ben Nürnbergben megjelent művében egy német huta kristályüvegből készült várait dicséri. Ezek az üvegvárak és kastélyok igen valószínűleg nagy lakomák asztaldíszül készültek. Bizonyítékul szolgál a 18. század elejéről származó s az egykori velencei Morosini palotából a muranoi üvegmúzeumba került, közel száz darabból álló körülbelül két négyzetméter területet elfoglaló, jégfém fényűző kertet ábrázoló asztaldísz, amelyet Briati Giuseppe Lorenzonak tulajdonítanak. Kecses kapuzatok, kupolás kioszkok, magas ta-



2. kép. Szoborcsoportozat színes opak (átlátszatlan) üvegből. Az olasz komédia alakjai morra játék közben (28 cm m) Velence 17. sz. e. f. Koppenhága, Rosenborg kastély gyűjteménye. (Boesen G. műve után)

lapzatos díszvázák, urnák, szökőkutak bizonyítják a nagy Briati mesteri ügyességét, fantáziáját, komponáló készségét. Ettől a munkától már csak igen kis lépés a prágai Városi Múzeumban látható két hasonló tárgyú asztaldíszig, amelyeket a 18. század végén feltételezhetően a langenau Wolf Josef készített. A lugasokat, pilonokat, virágos bokrokat, gyümölcsfákat, szökőkutakat itt már színesen látjuk kisebb méretben.

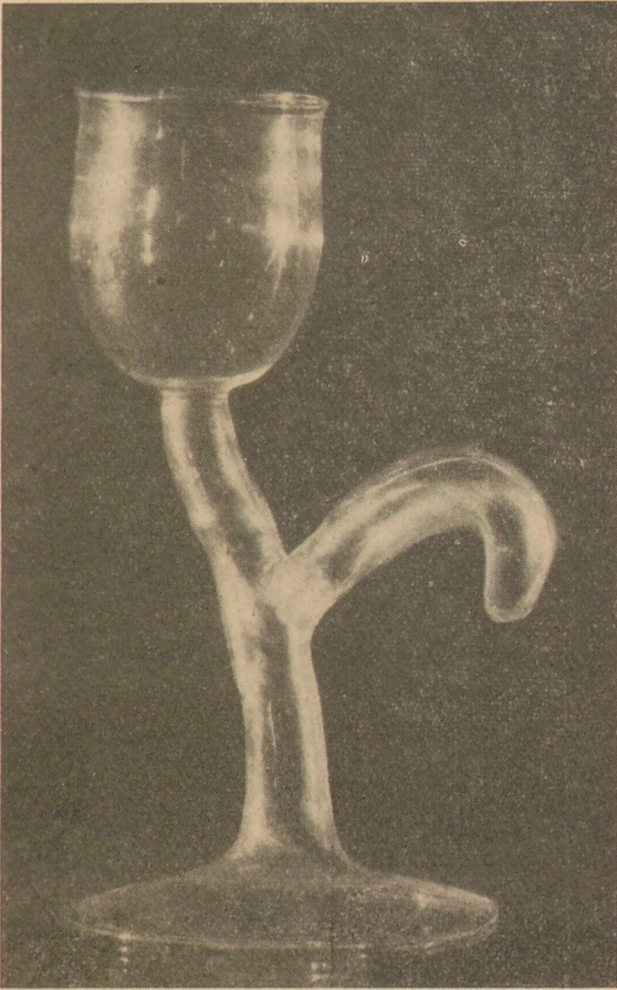
A technika tulajdonképpen művészi lehetősége az üvegplasztika vagy üvegszobrászat. Erről a 17. századtól kezdve a franciaországi Neverssel kapcsolatban maradtak feljegyzések ránk. Nevers üvegművészége itáliai eredetű s nyersanyaga eleinte üvegsó vagy üvegkalács alakjában ugyan- csak Itáliából behozott. A művesség azonban rövid időn belül az ügyes és szorgalmas franciák kezébe került s úgyszólván háziiparrá vált. Egy 17. századi úti feljegyzés szomorú képet fest az itt dolgozókról. Naphosszat ablaktalan odukban dolgoznak s lámpájukban a drága olivaj helyett lózsirt égetnek s az egészségtelen munkakörülmények következtében általában rövid életűek. A nem nagyigényű játékos csecsebecséken túl, amelyekkel már az akkori nevers-i utcai árusok megröhanthák a városukba tévedt idegent, feltételezhetően művészi darabok is készülhettek. XIII. Lajos, aki mint gyermek nevers-i üveggáttal játszott, 1622-ben a város meglátogatása

alkalmából két allegorikus üvegszoborcsoportozatot kapott ajándékba. A francia üvegkisplasztika emlékei ebből a korból sajnos elvesztek. Számos emlék maradt fenn a következő évszázadból, amelyekből visszakövetkeztethetünk a korábbiakra, mert technika tekintetében a művesség által megvont határok közt kellett maradniok, csak tárgyi ábrázolásban és stílusban követték a 18. század művészeti irányát. Pásztorjelenetek, mitológiai istenségek, allegorikus és népi alakok, vallásos tárgyú ábrázolások. Roux Jaques és de Haly személyében, akik jelezték munkáikat, már mesterek is ismertek. Kivitelezésük változatos. Az üregesen fúvottak mellett vannak ezüst vagy rézhuzalra olvasztottak, vannak tömör üvegmasszából formáltak, de ismertek színtelen üvegmagra réteges megmunkálással készültek is. Az anyag amelyből készültek, már szintén francia huták terméke s Nevers mestereinek egyik szállítója a pozsonyi származású Oppenheim, aki 1783-ban Petit Quevilliben hutatulajdonos. Bár az üvegszobrok témaválasztásukban erős rokonságot mutatnak a korukbeli porcelánszobrászattal, ezekkel szemben mindenkor keresetlen, gyakran naív friss bájt sugároznak.

Az eddig ismert egyetlen, korai és viszonylag készíteménye idejéről legpontosabban időzíthető üvegplasztikát a koppenhágai Rosenborgkastélyban őrzik 1670 óta (2. kép). A tárgy ébenfatalapzaton az olasz komédia festői színes jelmezében két álarcos férfi alakot ábrázol morra<sup>1</sup> játék közben. A két alak mozdulatának hetyke kecsességét emeli a pompás színösszeállítású ruházat dekoratív hatása, ami az átlátszatlan üveg vibráló csillogásában a rivaldafényt idézi a néző elé.

A 19. században, amikor oly sok egykor színvonalas művesség a technika fejlődésének helytelen alkalmazása következtében lehanyaglott, a lángnál formált üveg művészete is erre a sorsra jutott. Könnyen hordozható szerszámai révén az egyre szaporodó kiállítások és vásárok tömegvonzó látványosságává lett, s ami ekkor született, kevés örömet jelentett a művészet számára. A század végén a szecesszióknak nevezett stílusirány képviselői, akiknek egyik erénye többek közt az volt, hogy elfelejtett vagy hanyatlásnak indult technikákat emeljenek újból művészi szintre, ezen a téren is újat, művészt kívántak adni. A törekvések nem mindig jártak sikerrel. A berlini Köpning Karl vonagló virág alakú poharai, mint használhatatlan tévedések kudarcot vallottak. Sokkal átgondoltabb és időtállóbbak voltak Rippl Rónai József festőművész és barátja Pitcairn Knowles tervei ezen a téren. Rippl Rónai üvegeinek nagy része elpusztult. Megmaradt virág alakú terítékvázája (3. kép) az üveg anyagával kongruens szembefordulást jelent az abban az időben nagyon divatos és kedvelt, de sem művészi sem ízléses, üvegből és porcelánból készült, megtévesztően hű naturalista virágutánzatokkal. Rippl Rónai ter-

<sup>1</sup> Kedvelt olasz népi játék. A játsszók egymással szemben állva, egyik kezükkel szemüket takarják el, majd adott jelre egy számot kiáltanak 5-ig, amivel az ellenfél kezén kinyújtott ujjak számát kell eltalálni. A játékot több menetben játsszák.



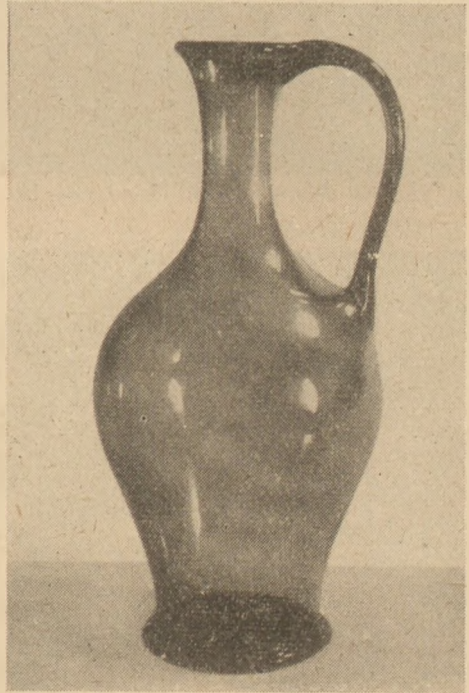
3. kép. Terítékváza, szintelen üvegből készült Rippl Rónai József terve alapján a wiesbadeni Zitzmann műteremben 1898-ban. Iparművészeti Múzeum gyűjteményében

veiben megkísérelte egy természeti formának, a lángnál fúvott technikában az üveggel lényegrokon absztrakcióját.

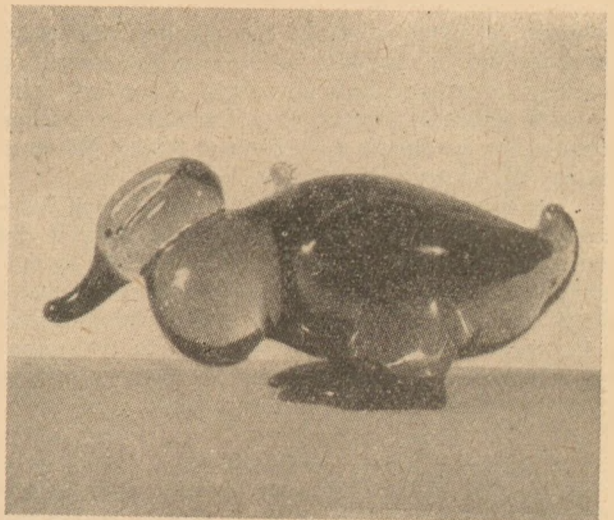
Századunk huszas éveinek elején a szobrászból üvegművésszé lett Brychta Jaroslav, a cseh-szlovákiai Zelezní Brodiban új lendületet adott a művészi üvegplasztikának. Az elmúlt évtizedek alatt világszerte ismert nagy gárdát nevelt. Utána Berlin és Bécs üvegművészeti műhelyeiből is kerültek ki érdekes tehetséges munkák, de Brychta gárdájával csak az újjáéledő, nagy-hagyományú velencei üvegplasztika tudott észrevehetően versenyre kelni. Itt számos kiváló művész foglalkozik a kis és nagy hutaplasztikával. Az olasz komédia mindenkor hálás témát adó és mindenkor vonzó alakjait modern formában Bianconi Fulvio alkotta meg. Igen tehetséges a thüringiai származású, ma Arnstadtban (NDK) dolgozó Schaedel Albin, aki az apai műhelyben elsajátított technikához klasszikus formaérzékkel, kitűnő formamemóriával és jellemzőkészséggel ad. Leginkább füstszínű üvegből készült öblösedényei, nemes formájukkal, kis méretük ellenére sem hatnak oktalan játékszernek. Állatszobráiban kitűnő érzékkel egyesíti az üveg és az állat karakterét azzal, hogy

mindig helyesen választja meg, mit formál tömör, és mit fúvott üvegből (4., 5. kép).

Az első magyar „üvegművész” név, Kossuth Lajosnak az Első Magyar Iparmű Kiállításról írott jelentéséből ismert. Medek Gergely, akinek műhelye az egykori Papnövelde utcában volt, „sodrott” üvegből készült dísz tárgyakat mutatott be technikai üvegek mellett a kiállításon. Medek Gergely után a fentebb említett Rippl Rónai féle terveket kivéve, közel egy évszázadig nem akadt művésze ennek a területnek. 1928 körül egy „Széchenyi export” néven működő vállalat üvegtechnikusának, Komáromy Istvánnak munkái jelentek meg az Iparművészeti Múzeum kiállításán (6., 7. kép). A „klasszikus” táncért és sportért rajongó évtized szellemének megfelelő, beágyazott szaldíszes talapzatú tejüveg figurinjei akkor nagy



4. kép. Kancsóváza füstszínű üvegből Schnaebel Albin Arnstadt. (Kämpfer művéből)



5. kép. Kacsa tömör üvegszobor Schnaebel Albin Arnstadt



6. kép. Táncoló aktszobrocskák Komáromy Istvántól  
1929



7. kép. Komáromy István figurínjei az Iparművészeti  
Múzeum 1929. évi kiállításában

tetszést és sikert arattak. Komáromy tehetsége szerencsésen a játékos művészkedés teréről a komoly üvegplasztikához vezette, s ma két színvonalas munkáját, amelyek a harmincas években Londonban készültek, a Victoria és Albert Múzeum üveggyűjteménye őrzi (8., 9. kép).<sup>1</sup>

Az üvegben rejlő művészi kisplasztikai lehetőségekre nálunk még mindig nem figyelt fel senki. A technika igen alkalmas korunk formadásának kifejezésére, amellyel zavartalanul beleilleszkedik a ma, akár intim vagy reprezentatív belső terébe. Könnyedségével és méreteivel azonban elsősorban új szint jelent a modern otthon számára. Nem könnyű és nem olcsó, mint prob-

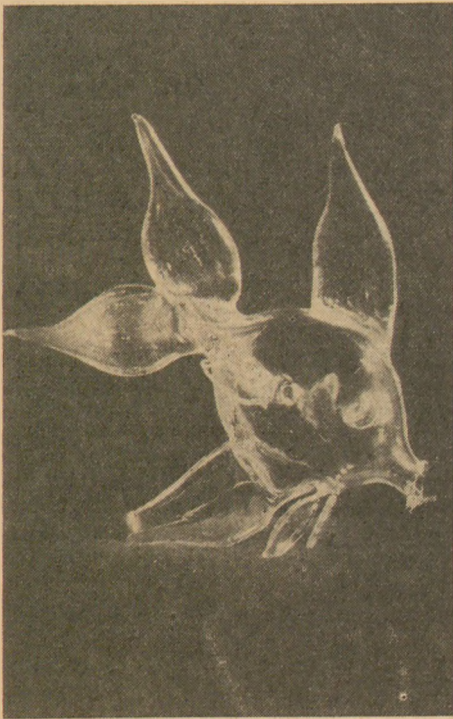
<sup>1</sup> Ezúton mondok köszönetet E. A. Lanenak, a Victoria and Albert Museum kerámiagyűjteménye vezetőjének, a főnyképek szíves átengedése és közlésének engedélyezéséért.



8. kép. Magvető, szürke és fehér márványozott  
tömör üvegből, Komáromy István London, 1937 körül.  
Victoria and Albert Museum gyűjteményében



9. kép. Tornász, sötét zöldesszürke fémfényes tömör  
üvegből, Komáromy István műve a londoni Victoria and  
Albert Museum gyűjteményében. London 1937 körül



10. kép. *Fátyolhal*, színes és kristályüvegből, Száky Sándortól (1961)

léma üvegben, ebben a nemes anyagban valóban művészt alkotni.

Nálunk ma Száky Sándor üvegtechnikus kísérletezik ezzel a technikával (10. és 11. kép). Nagy technikai tudás, kitűnő üveganyag és jó ízlés birtokában. Munkáiban egyelőre Komáromy kezdeti stílusa érvényesül, de Brychta tanítványainak munkái is erősen befolyásolják. Örvendetes lenne, ha szobrászi készséggel megáldott fiatalok, akiket vonz ez az új plasztikai anyag, tanulhatnának tőle. Megtanulni a technikai készséget, amelyen át el lehet jutni az üvegben rejlő művészi plasztikai kifejezéshez s akkor talán a lángnál formált üvegművészettől eljuthatnánk a



11. kép. Száky Sándor munka közben

külföldön már oly magas szintre fejlődött rendkívül vonzó hutaplasztikáig.

#### IRODALOM

- Barrelet James*: Le verrerie en France. Páris 1953.  
*Boesen Gudmund*: Venetianske glas pa Rosenborg. Kopenhagen 1960.  
*Dillon Edward*: Glass. London 1907.  
*Gasparetto Astone*: Il vetro di Murano. Venezia 1958.  
*Honey W. B.*: Glass. London 1946.  
*Kämpfer Fritz*: Albin Schaedel. Leipzig 1957.  
*Kossuth Lajos*: Jelentés az Első Magyar Iparmű Kiállításról, Pest 1842.  
*Pazaurek G. E.*: Die Gläser der Empire und Biedermeierzeit, Leipzig 1926.  
 Magyar Iparművészet 1929.  
 Czechoslovakian Glass Review 1962.

# A kaolinit báziscseréjének néhány kérdéséről\*

HODÁNY LÁSZLÓ

## III. Deszorpció Cs (<sup>134</sup>Cs)-kaolinit/CsCl-oldat és Ag (<sup>110</sup>Ag)-kaolinit/AgNO<sub>3</sub>-oldat rendszerekben\*\*

Előző közleményemben ismertetett kísérletek szerint, a H-kaolinit/CsCl oldat és a H-kaolinit/AgNO<sub>3</sub> oldat rendszerekben igen kis töménység-tartományban is felvett izotermák két szakasza különböztethető meg. Ezek közül az első a híg oldatokban már lejátszódó ioncsere adszorpcióra, míg a második — a már az ioncsere egyensúly elérése utáni — megfelelően nagy töménységű CsCl és AgNO<sub>3</sub> oldatokban lejátszódó apoláros adszorpcióra vezethető vissza (6).

Az említett izotermák második telítési egyensúlyi szakaszának megfelelően telített s ezek szerint  $a_{\infty} = 9,5$  (m-ekv. Cs<sup>+</sup>-ion/100 g kaolinit) és  $a_{\infty} = 9,0$  (m-ekv. Ag<sup>+</sup>-ion/100 g kaolinit) polárisan és apolárisan adszorbeált kationt tartalmazó Cs- és Ag-kaolinitet meghatározott térfogatú vízben, vagy alkalmasan megválasztott koncentrációjú CsCl, ill. AgNO<sub>3</sub> oldatokban ismételt szuszpendálva pedig nyilván először az apolárisan adszorbeálódott ionoknak kell deszorbeálódniuk.

Valószínű tehát, hogy bizonyos körülmények között, azaz az oldat térfogatának és koncentrációjának alkalmas megválasztásával elérhető, hogy a második telítési egyensúlyi szakasz szerint adszorbeálódott ionok teljesen deszorbeálódjanak, míg az első telítési egyensúlyi szakasz szerint becsereződött kationok a felületen maradjanak.

A továbbiakban ismertetendő kísérleteim e körülmények meghatározását célozták.

### Kísérleti eredmények

Kísérleteimhez felhasznált Cs (<sup>134</sup>Cs) — és Ag (<sup>110</sup>Ag)-kaolinitet  $m = 0,1$  g H-kaolinit  $v = 10$  ml  $c_0 = 1 \cdot 10^{-2}$  (mol/lit)-es, cézium-134, ill. ezüst-110 izotóppal is nyomjelzett CsCl és AgNO<sub>3</sub> oldatban való szuszpendálásával állítottam elő.

Az egyes telített kaolinit mintákat közvetlenül telítés után  $v = 5, 10$  és  $20$  ml  $c_0 = 0-5 \cdot 10^{-2}$  (mol/lit) koncentrációtartományban növekvő töménységű CsCl, ill. AgNO<sub>3</sub> oldatokban ismét szuszpendáltam. A  $20$  C°-on történt 5 órai rázatás után pedig a már az előző közleményemben részletesen ismertetett módon meghatároztam a kaolinit és az oldat közötti százalékos aktivitás megoszlást (6).

Mivel a radioaktív indikátor az egyensúlyban a kaolinit és az oldat között úgy oszlik meg, mint az általa indikált inaktív izotópja, a meghatározott térfogatú CsCl és AgNO<sub>3</sub> oldat koncentrációjának, valamint ebben szuszpendált kaolinitet telítő kationok mennyiségének, és végül a százalékos aktivitásmegoszlás ismeretében a deszorpció eredményeként kialakult egyensúlyi viszonyok adatai, tehát a felületen maradt kationok a ( $m$ -ekv. Cs<sup>+</sup>, Ag<sup>+</sup>/100 g Cs-, Ag-kaolinit) mennyisége és az egyensúlyi  $c_{\infty}$  (g-ekv. Cs<sup>+</sup>, Ag<sup>+</sup>/lit) oldatkonzentráció is minden további nélkül, elemi számításokkal meghatározható volt.

A deszorpcióval kapcsolatos elektromos tulajdonságok —  $\zeta$ -potenciál, vezetőképesség — meghatározásához szükséges szuszpenziósorozat készítésekor

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

\*\* E közlemény Hodány László kandidátusi értekezésének lényeges mondanivalóit foglalja össze.

$m = 1,0$  g H-kaolinitet szuszpendáltam  $v = 100$  ml  $c_0 = 1 \cdot 10^{-2}$  (mol/lit)-es inaktív CsCl, ill. AgNO<sub>3</sub> oldatban, majd az így előállított Cs-, ill. Ag-kaolinit mintákon apolárisan adszorbeálódott sőt  $v = 100$ , ill.  $200$  ml  $c_0 = 0,1 \cdot 10^{-4}, 3 \cdot 10^{-4}, 5 \cdot 10^{-4}$  (mol/lit)-es szintén inaktív CsCl, ill. AgNO<sub>3</sub> oldatban való ismételt szuszpendálással deszorbeáltattam.

A  $\zeta$ -potenciál meghatározásáról már az előző közleményemben írtam (6), így ehelyütt csak a vezetőképesség mérését ismertettem.

E célra EMG 1432 C típusú Oripons nevű, varázsszemes null-indokátorral ellátott üzemi mérőhidat, valamint egymástól  $1$  cm-nyi távolságra levő  $1$  cm<sup>2</sup> felületű, platinakorommal bevont platinaelektrodokkal rendelkező,  $0,438$  kapacitású vezetőképességi odényt használtam.

A szuszpenzió, ill. a kaolinit kicentrifugálásával nyert tiszta oldat  $r_{sz, old}$  fajlagos ellenállását mérve, a szuszpenzió, ill. a kaolinit fajlagos vezetőképessége a

$$\lambda_{sz, old} = \frac{0,438}{r_{sz, old}} \quad (1)$$

összefüggés szerint adódott. Ez utóbbi értékek ismeretében az oldat  $c_{\infty}$  (g-ekv./lit)-el jelölt koncentrációja a

$$c_{\infty} = \frac{1000 \lambda_{old}}{u_K^0 + u_A^0} \quad (2)$$

(ahol  $u_K^0, u_A^0$  az oldatban levő kationok, ill. anionok végtelen hígítású oldatra vonatkozó relatív mozgékonyságát jelenti), míg a kaolinit részecskék okozta  $\lambda_k$  fajlagos vezetőképesség a

$$\lambda_k = \lambda_{sz} - \lambda_{old} \quad (3)$$

összefüggés szerint volt számítható.

Ez utóbbi és az elektroforetikus vándorlási sebesség

$$e_1 = \frac{\lambda_k}{u} \quad (4)$$

hányadosa pedig a szuszpenzió  $1$  ml-ében levő kaolinit részecskék coulomb-ban kifejezett elektromos töltését adta meg, amely érték a Faraday-féle számmal osztva „g-ekv.”-ra is átszámítható volt (3), (4).

Deszorpciók kísérleti eredményeimet 1—6. ábrák kapcsán közlöm.

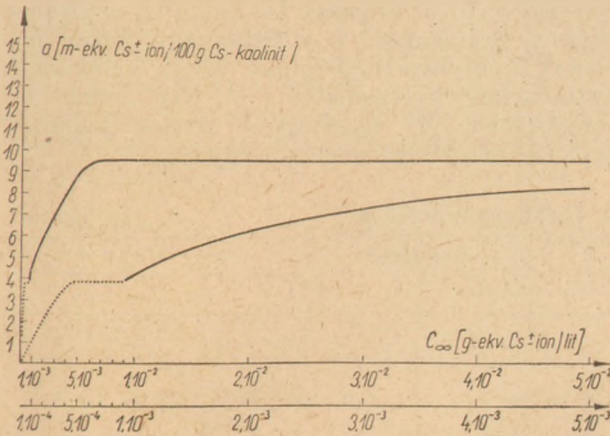
Az  $5$  ml összrendszer térfogatra vonatkozó deszorpciók izotermák, mint az 1. és 2. ábrákon látható, az oldat koncentrációjának növelésével monoton emelkednek, majd az eredeti telítettségnek megfelelő vízszintes egyenesbe hajlanak át.

$10$  ml vízben és növekvő, koncentrációjú CsCl, ill. AgNO<sub>3</sub> oldatokban szuszpendált Cs (<sup>134</sup>Cs)- és Ag (<sup>110</sup>Ag)-kaoliniten lejátszódott deszorpciók folyamatok eredményeként kialakult egyensúlyi viszonyokat a 3. és 4. ábrákon feltüntetett izotermák szemléltetik. Ez utóbbi izotermák  $c_{\infty} = 5,65 \cdot 10^{-4} - 1,04 \cdot 10^{-4}$  (g-ekv. Cs<sup>+</sup>/lit), ill.  $c_{\infty} = 6,80 \cdot 10^{-4} - 9,75 \cdot 10^{-4}$  (g-ekv. Ag<sup>+</sup>/lit) koncentrációtartományban  $a = 3,8$  (m-ekv. Cs<sup>+</sup>/100 g Cs-kaolinit), ill.  $a = 2,3$  (m-ekv. Ag<sup>+</sup>/100 g Ag-kaolinit) értéknek megfelelően először vízszintesen haladnak, majd ismét emelkedve eléri az eredeti telítettségüknek megfelelő második egyensúlyi szakaszt.

Hasonló jellegű a 6. ábrán látható 0,1 g Ag(<sup>110</sup>Ag)-kaolinit/20 ml AgNO<sub>3</sub> oldat rendszerre vonatkozó izoterma is, amelynek első s a = 2,3 (m-ekv. Ag<sup>+</sup>/100 g Ag-kaolinit) szinten húzódó

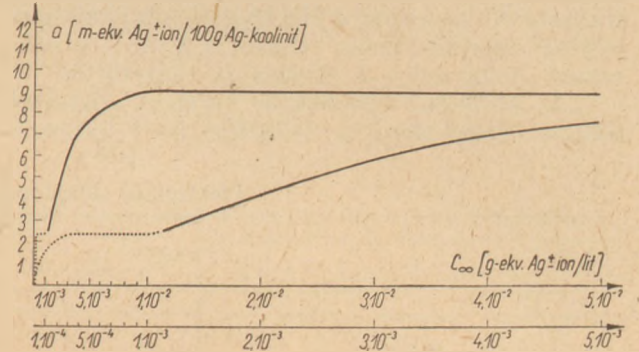
egyensúlyi szakasza  $c_{\infty} = 3,34 \cdot 10^{-4} - 8,35 \cdot 10^{-4}$  (g-ekv. Ag<sup>+</sup>/lit) tartományba esik.

A 6. ábrán látható izoterma szerint azonban 0,1 g Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit/20 ml CsCl oldat rendszerben a  $c_{\infty} = 5,85 \cdot 10^{-4} - 9,80 \cdot 10^{-4}$  (g-ekv.



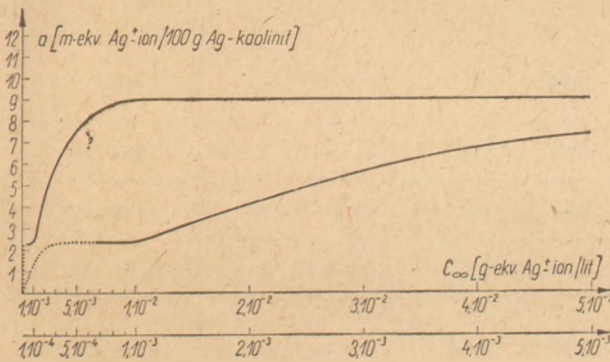
1. ábra. Deszorpció Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit/CsCl oldat rendszerben

(m = 0,1 g Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit v = 5 ml, c<sub>0</sub> = 0—3·10<sup>-2</sup>(mol/lit)-es 20 C°-ú CsCl oldatban szuszpendálva)



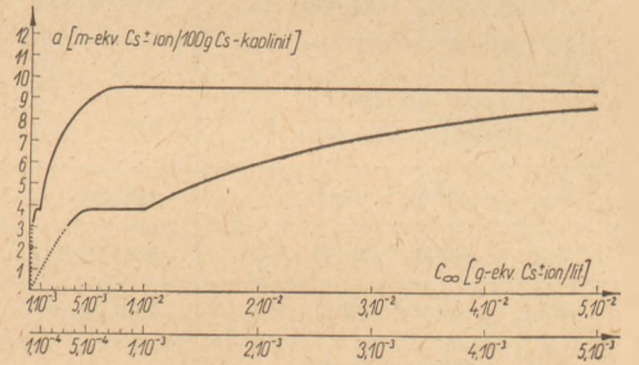
4. ábra. Deszorpció Ag(<sup>134</sup>Ag)-kaolinit/AgNO<sub>3</sub> oldat rendszerben

(m = 0,1 g Ag(<sup>110</sup>Ag)-kaolinit v = 10 ml c<sub>0</sub> = 0—3·10<sup>-2</sup>(mol/lit)-es 20 C°-ú AgNO<sub>3</sub> oldatban szuszpendálva)



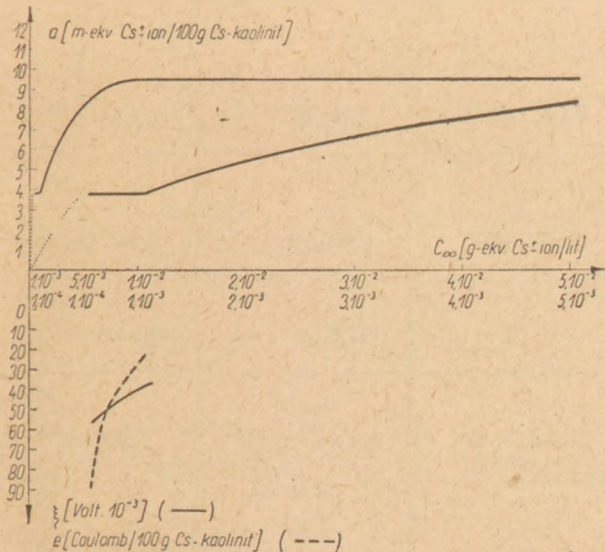
2. ábra. Deszorpció Ag(<sup>110</sup>Ag)-kaolinit/AgNO<sub>3</sub> oldat rendszerben

(m = 0,1 g Ag(<sup>110</sup>Ag)-kaolinit v = 5 ml, c<sub>0</sub> = 0—3·10<sup>-2</sup>(mol/lit)-es 20 C°-ú AgNO<sub>3</sub> oldatban szuszpendálva)



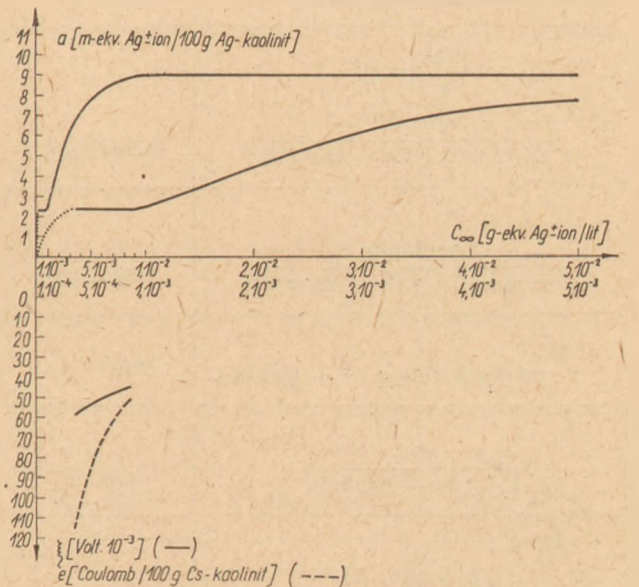
5. ábra. Deszorpció Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit/CsCl oldat rendszerben

(m = 0,1 g Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit v = 20 ml c<sub>0</sub> = 0—5·10<sup>-2</sup>(mol/lit)-es 20 C°-ú CsCl oldatban szuszpendálva)



3. ábra. Deszorpció, valamint a felületi töltés változása Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit/CsCl oldat rendszerben

(m = 0,1 g Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit v = 10 ml, c<sub>0</sub> = 0—5·10<sup>-2</sup>(mol/lit)-es 20 C°-ú CsCl oldatban szuszpendálva)



6. ábra. Deszorpció, valamint a felületi töltés változása Ag(<sup>110</sup>Ag)-kaolinit/AgNO<sub>3</sub> oldat rendszerben

(m = 0,1 g Ag(<sup>110</sup>Ag)-kaolinit v = 20 ml c<sub>0</sub> = 0—3·10<sup>-2</sup>(mol/lit)-es AgNO<sub>3</sub> oldatban szuszpendálva)

Cs<sup>+</sup>/lit) tartományra terjedő első vízszintes szakasz előtti emelkedő rész is bizonyos mértékben kialakul.

0,1 g Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit/10 ml CsCl oldat és 0,1 g Ag(<sup>110</sup>Ag)-kaolinit/20 ml AgNO<sub>3</sub> oldat rendszerre vonatkozó izotermák első egyensúlyi szakaszával kapcsolatos elektromos tulajdonságok jellemző adatait pedig részint a 3. és 6. ábrák, részint pedig a 1.—2. táblázatok tüntetik fel.

Az ábrákon, valamint a táblázat adataiból látható, hogy noha a felületen levő kationok

menyisége változatlan, a ζ-potenciál, valamint (4) összefüggés szerint számított s a kaolinit 100 g-jára vonatkoztatott coulomb-ban, valamint g-ekv.-ben kifejezett elektromos töltés csökken az oldat koncentrációjának növelésével.

Az 1. és 2. táblázat adataiból az is kitűnik, hogy a mindenkori, s a kationokra nézve már ismert koncentrációjú oldat mért, valamint a kationokkal ekvivalens Cl<sup>-</sup>, ill. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionok feltételezésével (2) összefüggés szerint számított fajlagos vezetőképessége jól egyezik.

Elektromos tulajdonságok C-jelű rendszerekben

1. táblázat

|  | Rendszer               |                        |                         |                         |
|--|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|  | C <sub>0</sub>         | C <sub>1</sub>         | C <sub>3</sub>          | C <sub>2</sub>          |
| $\frac{g \text{ — ekv. Cs}^+}{\text{liter}^3}$                             | $5,65 \cdot 10^{-4}$   | $6,75 \cdot 10^{-4}$   | $8,75 \cdot 10^{-4}$    | $1,07 \cdot 10^{-3}$    |
| $\frac{g \text{ — ekv. Cs}^+}{0,1 \text{ g Cs — kaolinit}}$                | $3,80 \cdot 10^{-6}$   | $3,80 \cdot 10^{-6}$   | $3,80 \cdot 10^{-6}$    | $3,80 \cdot 10^{-6}$    |
| $\frac{m \text{ — ekv. Cs}^+}{100 \text{ g Cs — kaolinit}}$                | 3,80                   | 3,80                   | 3,80                    | 3,80                    |
| $\lambda_{sz}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )                       | $778 \cdot 10^{-7}$    | $913 \cdot 10^{-7}$    | $1179 \cdot 10^{-7}$    | $1434 \cdot 10^{-7}$    |
| $\lambda_{old.}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )                     | $755 \cdot 10^{-7}$    | $900 \cdot 10^{-7}$    | $1170 \cdot 10^{-7}$    | $1430 \cdot 10^{-7}$    |
| $\lambda_{kaol.}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )                    | $2,30 \cdot 10^{-8}$   | $1,30 \cdot 10^{-6}$   | $0,90 \cdot 10^{-6}$    | $0,40 \cdot 10^{-6}$    |
| $\lambda_{old.}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )<br>számított*       | $754,28 \cdot 10^{-7}$ | $901,13 \cdot 10^{-7}$ | $1168,13 \cdot 10^{-7}$ | $1428,45 \cdot 10^{-7}$ |
| $u$<br>cm/sec pro volt/cm  | $2,58 \cdot 10^{-4}$   | $2,36 \cdot 10^{-4}$   | $2,14 \cdot 10^{-4}$    | $1,71 \cdot 10^{-4}$    |
| $\frac{\lambda_{kaol}}{u} = e_1$<br>coulomb<br>1 ml = 0,01 g Cs — kaolinit | $8,90 \cdot 10^{-3}$   | $5,50 \cdot 10^{-3}$   | $4,20 \cdot 10^{-3}$    | $2,34 \cdot 10^{-3}$    |
| $e_2$<br>coulomb<br>10 ml = 0,1 g Cs — kaolinit                            | $8,90 \cdot 10^{-2}$   | $5,50 \cdot 10^{-2}$   | $4,20 \cdot 10^{-2}$    | $2,34 \cdot 10^{-4}$    |
| $e_3$<br>coulomb/100 g Cs — kaolinit                                       | 89,0                   | 55,0                   | 42,0                    | 23,4                    |
| $\frac{g \text{ — ekv. Cs}^+}{0,1 \text{ g Cs — kaolinit}}$                | $9,25 \cdot 10^{-7}$   | $5,70 \cdot 10^{-7}$   | $4,35 \cdot 10^{-7}$    | $2,42 \cdot 10^{-7}$    |
| $\frac{g \text{ — ekv. Cs}^+}{100 \text{ g Cs — kaolinit}}$                | $9,25 \cdot 10^{-4}$   | $5,70 \cdot 10^{-4}$   | $4,35 \cdot 10^{-4}$    | $2,42 \cdot 10^{-4}$    |

\*  $u_{Cs^+}^0 + u_{Cl^-}^0 = 133,5$  (7)

**Kísérleti eredmények értékelése**

Kísérleteim szerint, míg az 5 ml térfogat esetén még az apolárosan adszorbeálódó só sem deszorbeálódik teljesen, addig a 20 ml  $c_0 = 0,5 \cdot 10^{-5}, 1 \cdot 10^{-4}$  (mol/lit)-es CsCl oldatokban szuszpendált mindenkor 0,1 g Cs(<sup>134</sup>Cs)-kaolinit telítő kationjainak egy része hidrolizist szenved. E rendszerek tehát a felületi disszociáció e cikksorozat első közleményében közölt felfogás szerinti mechanizmusának igazolására alkalmatlanoknak bizonyultak.

A  
 $m = 0,1 \text{ g Cs}^{(134}\text{Cs)}\text{-kaolinit}/v = 10 \text{ ml}, c_0 = 0, 1 \cdot 10^{-4}, 3 \cdot 10^{-4}, 5 \cdot 10^{-4}$   
 (mol/lit)-es CsCl oldat s a továbbiakban  $C_{0,1,3,5}$ -el jelölt, valamint  
 $m = 0,1 \text{ g Ag}^{(110}\text{Ag)}\text{-kaolinit}/v = 10 \text{ ml}, c_0 = 0, 1 \cdot 10^{-4}, 3 \cdot 10^{-4}, 5 \cdot 10^{-4}$  (mol/lit)-es  $\text{AgNO}_3$  oldat  
 és végül:  
 $m = 0,1 \text{ g Ag}^{(110}\text{Ag)}\text{-kaolinit}/v = 20 \text{ ml}, c_0 = 0, 1 \cdot 10^{-4}, 3 \cdot 10^{-4}, 5 \cdot 10^{-4}$  (mol/lit)-es  $\text{AgNO}_3$  oldat

**Elektromos tulajdonságok A-jelű rendszerekben**

2. táblázat

|  | Rendszer               |                        |                        |                        |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|  | $A_0$                  | $A_1$                  | $A_2$                  | $A_5$                  |
| $e_{\infty}$<br>$\frac{g - \text{ekv Ag}^+}{\text{liter}}$                   | $3,34 \cdot 10^{-4}$   | $4,35 \cdot 10^{-4}$   | $6,30 \cdot 10^{-4}$   | $8,35 \cdot 10^{-4}$   |
| $\alpha$<br>$\frac{g - \text{ekv Ag}^+}{0,1 \text{ g Ag} - \text{kaolinit}}$ | $2,3 \cdot 10^{-6}$    | $2,3 \cdot 10^{-6}$    | $2,3 \cdot 10^{-6}$    | $2,3 \cdot 10^{-6}$    |
| $u$<br>$\frac{m - \text{ekv Ag}^+}{100 \text{ g Ag} - \text{kaolinit}}$      | 2,30                   | 2,30                   | 2,30                   | 2,30                   |
| $\lambda_{nz}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )                         | $406,0 \cdot 10^{-7}$  | $517,0 \cdot 10^{-7}$  | $743,0 \cdot 10^{-7}$  | $972,0 \cdot 10^{-7}$  |
| $\lambda_{old}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )                        | $390,0 \cdot 10^{-7}$  | $505,0 \cdot 10^{-7}$  | $735,0 \cdot 10^{-7}$  | $967,5 \cdot 10^{-7}$  |
| $\lambda_{kaol}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )                       | $1,60 \cdot 10^{-6}$   | $1,20 \cdot 10^{-6}$   | $0,80 \cdot 10^{-6}$   | $0,55 \cdot 10^{-6}$   |
| $\lambda_{old}$ (ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )<br>számított*          | $387,64 \cdot 10^{-7}$ | $504,86 \cdot 10^{-7}$ | $731,18 \cdot 10^{-7}$ | $969,10 \cdot 10^{-7}$ |
| $u$<br>cm/sec pro volt/cm  | $2,79 \cdot 10^{-4}$   | $2,58 \cdot 10^{-4}$   | $2,36 \cdot 10^{-4}$   | $2,14 \cdot 10^{-4}$   |
| $\frac{\lambda_{kaol}}{u} = e_1$<br>coulomb<br>1 ml = 0,005 g Ag — kaolinit  | $5,750 \cdot 10^{-3}$  | $4,650 \cdot 10^{-3}$  | $3,400 \cdot 10^{-3}$  | $2,560 \cdot 10^{-3}$  |
| $e_2$<br>coulomb<br>20 ml = 0,1 g Ak — kaolinit                              | $11,50 \cdot 10^{-2}$  | $9,30 \cdot 10^{-2}$   | $6,80 \cdot 10^{-2}$   | $5,12 \cdot 10^{-2}$   |
| $e_3$<br>coulomb/100 g Ag — kaolinit   | 115,0                  | 93,0                   | 68,0                   | 51,2                   |
| $a_1$<br>$\frac{g - \text{ekv Ag}^+}{0,1 \text{ g Ag} - \text{kaolinit}}$    | $1,190 \cdot 10^{-6}$  | $9,625 \cdot 10^{-7}$  | $7,050 \cdot 10^{-7}$  | $5,300 \cdot 10^{-7}$  |
| $a_1$<br>$\frac{g - \text{ekv. Ag}^+}{100 \text{ g Ag} - \text{kaolinit}}$   | $1,190 \cdot 10^{-3}$  | $9,625 \cdot 10^{-3}$  | $7,050 \cdot 10^{-3}$  | $5,300 \cdot 10^{-3}$  |

\*  $u_{\text{Ag}^+}^{\circ} + u_{\text{NO}_3^-}^{\circ} = 116,06$  (7)

s a továbbiakban  $A_{0,1,3,5}$ -el jelölt rendszerekben azonban az apolárosan adszorbeálódott ionok teljes mértékben deszorbeálódnak, míg az ioncsere révén felületre került ionok változatlanul a kaolinit felületén maradnak.

Az a tény, hogy a C és A jelű rendszerekben, melyek egyensúlyi viszonyait jellemző adatok a 3. és 6. ábrákon látható izotermák első telítési egyensúlyi szakaszát határozzák meg, az oldat koncentrációjának növelésével a felületi töltés monoton csökken, nyilván azzal magyarázható, hogy ha a felületen lévő kationok mennyisége változatlan is, de disszociációjuk fokozatosan visszaszorul (1), (2), (3).

Könnyű belátnunk továbbá, hogy ha a kaolinit részecskék negatív töltését kizárólag a kicserélhető kationok felületi disszociációja okozza, úgy az 1. és 2. táblázatokban közölt  $s$  g-ekv.-ben megadott  $a_1$  ill.  $a_1$  negatív töltésnek egyenlőnek kell lennie a felületről ledisszociált és a külső fegyverzetet alkotó hidratált kationok mennyiségével (2).

Mivel a mindenkori oldat mért és az említett feltételezéssel számított fajlagos vezetőképessége igen jól egyezik, nem lehet vitás, hogy a C- és A-jelű rendszerekben valóban a telítéskor apolárosan adszorbeálódott ionok deszorpciója játszódott le. Következésképpen a H-kaolinit/CsCl oldat és H-kaolinit/AgNO<sub>3</sub> oldat rendszerekben meghatározott és előző közleményemben részletesen is ismertetett izotermák második egyensúlyi szakasza valóban az oldat ionjainak apoláros adszorpcióját fejezi ki (6).

A C- és A-jelű rendszerekben tehát a felületen lévő hidratált és dehidratált kationok tartanak dinamikus egyensúlyt az oldatban lévő kationokkal, amely egyensúly mechanizmusa már elképzelhető az IMRE-féle adszorpció fokozatok alapján, s így e rendszerek már alkalmasak az előbb

említett felfogás kizárólag radioaktív indikátorok segítségével elvégezhető kinetikai igazolására (5).

E további kísérleteim részletes ismertetésére azonban már a következő közleményemben térek ki.

#### IRODALOM

- (1) *Buzágh A.*: Kolloidika, Budapest (1946).
- (2) *Buzágh A.*: Kolloidika II. Egyetemi jegyzet. Budapest (1951)
- (3) *Buzágh A.*: Kolloidika Praktikum, Budapest (1954).
- (4) *Erdey-Gruz—Proszt J.*: Fizikai Kémiai Praktikum. Budapest (1955).
- (5) *Hodány L.*: *Építőanyag*, 1963. 1. sz. 11. old.
- (6) *Hodány L.*: *Építőanyag*, 1963. 4. sz. 105. old.
- (7) *Preisitsch M.*: *Vegyészek Zsebkönyve*, Budapest (1959).

#### *Hodány László: A Kaolinit báziscseréjének néhány kérdéséről*

A kísérletek szerint bebizonyosodott, hogy az oldat térfogatának, valamint koncentrációjának alkalmas megválasztásával elérhető, hogy a telítéskor apolárosan adszorbeálódott ionok teljesen deszorbeálódnak, megakadályozva az ioncsere révén adszorbeálódott ionok hidrolízisét. E rendszerek pedig már alkalmasak a felületi disszociáció kinetikai tanulmányozására.

#### *Ласло Ходань: О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ (РЕАКЦИИ) ОБМЕНА ОСНОВЫ КАОЛИНИТА.*

Согласно опытам было доказано, что при соответствующем выборе объема и концентрации раствора можно достичь, чтобы ионы, аполлярно адсорбированные при насыщении, полностью десорбировались, препятствуя этим гидролизу ионов, адсорбированных при обмене ионов. Эти системы уже пригодны для изучения кинетики поверхностной диссоциации. (П. Д.)

#### *Hodány, László: Kationen-Austausch des Kaolinitis*

Versuche haben bestätigt, daß die entsprechende Wahl des Volums und der Konzentration der Lösung zur völligen Desorption der bei der Sättigung apolar adsorbierten Ionen führt, und verhindert zugleich die Hydrolyse der beim Austausch adsorbierten Ionen. Auch sind diese Systeme zum Studium der Kinetik der Oberflächendissociation geeignet. (S. G.)

# Elővizsgálatok uránoxid kerámiák előállítására vonatkozóan

Dr. KACSALOVA LIDIA — FODOR MIKLÓS\*

## Bevezetés

Az atomreaktorok üzemanyagát tartalmazó fűtőelemeknek a legellenetesebb követelményeket kell kielégíteni. A fűtőelemek anyagainak megfelelő szilárdsággal kell rendelkezniük a legellenetesebb hőmérsékleti-, sugárzási-, külső terhelési körülmények között és a kiegészítő követeltében fellépő gyengülések után; neutrongazdálkodás szempontjából előnyös tulajdonságokkal rendelkezzenek, azaz minél több hasadó anyagot és minél kevesebb neutronelnyelő anyagot tartalmazzanak; üzemi körülmények között fizikai tulajdonságaik és méreteik állandóak maradjanak; jó hővezetőknek kell lenniük; az érintkező szomszédos anyagokkal és levegővel ne korrodeáljanak; sugárstabilisak legyenek; könnyen gyárthatók, alkalmazhatók és visszanyerhetők legyenek.

A fémurán fűtőelemek előnyös tulajdonságai a nagy fajlagos urántartalom, ( $\alpha$ -kristálystruktúrából számított elméleti sűrűség  $19,04 \text{ g/cm}^3$ , gyakorlati sűrűség  $18,95 \text{ g/cm}^3$ ) viszonylag jó hővezetőképesség és a hirtelen hőváltozásokkal szembeni ellenállóképesség. Viszont alacsony olvadáspontja ( $1129,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ), magasabb hőmérsékleten a fázisátalakulásokkal kapcsolatos fizikai tulajdonságokban beálló változások, és különösen kis szilárdsága, valamint kis sugárstabilitása erősen korlátozzák felhasználását a nagy követelményeket kívánó erőmű reaktorokban.

Ezzel szemben a kerámikus üzemanyagok jelentős előnyökkel rendelkeznek. A kerámikus üzemanyagok közül a leginkább használatos az urándioxid kerámia. Az urándioxid magas olvadáspontú ( $2760 \text{ }^\circ\text{C}$ ), izotrop szerkezetű anyag, mely fázisátalakulásoktól alacsony hőmérsékleten is mentes. Magas hőmérsékleten is megfelelően szilárd, azaz hő- és sugárhatásokkal szemben dimenzionálisan stabilis. Az urándioxidnak ugyanis kicsi a hőkiterjedése és kristályrácsába idegen atomokat — pl. hasadási termékeket — képes befogadni jelentős méretváltozás nélkül. Az urándioxid ezért magas hőmérsékleten is nagy kiegészítő fokig használható. Magas hőmérsékleten is jó korrózió ellenálló, különösen azokkal az anyagokkal szemben, amelyekkel a leggyakrabban érintkezik, mint pl. a reaktorhűtőanyagok (víz,  $\text{CO}_2$ , hidrogén), fém, tokanyagok, szerkezeti anyagok.

Neutrongazdálkodás szempontjából azonban hátrányosabb, mint a fémurán, mivel a fémhez képest kis fajlagos urántartalma van (az  $\text{UO}_2$  kristályrácsállandóiból számolt sűrűség  $10,97 \text{ g/cm}^3$ ). Viszont az urán mellett oxigén komponens termikus neutronbefogási hatáskeresztmetszete viszonylag kicsi ( $0,0002 \text{ barn}$ ) és könnyebben és tisztábban állítható elő, mint a fémurán. Komolyabb hátránya, hogy vezetőképessége — különösen magas hőmérsékleten — kicsi, és ami ezzel összefüggés-

ben van, hogy hirtelen hőváltozásokkal szemben kis ellenállású.

Ezen összehasonlításból következik, hogy a figyelem egyre inkább az urándioxid, de általában a kerámikus és diszperziós típusú fűtőelemek felhasználására irányul. Ebből kiindulva, elővizsgálatokat végeztünk urándioxid kerámiák előállítására vonatkozóan. Elővizsgálataink célja az irdalomban vázolt technológiák kipróbálása, a vizsgálati módszerek beállítása, valamint nagysűrűségű urándioxid pasztillák előállítási lehetőségeiről tájékoztatást nyújtó technológiai paraméterek kimérése volt.

## $\text{UO}_2$ kerámiák előállítási technológiájának áttekintése

Kerámikus hasadóanyagok reaktorfűtőelemként való felhasználása annál kedvezőbb, minél nagyobb a kerámiai anyag sűrűsége, azaz fajlagos urántartalma. Nagysűrűségű urándioxid kerámiák előállítására igen alkalmasak a porkohászati módszerek. Az urándioxid kerámiák a szokásos oxidkerámiai, ill. porkohászati módszerekkel állíthatók elő, azonban az urándioxid néhány különleges tulajdonsága, és a speciális felhasználás miatt a technológiai folyamatokat gondosan ki kell választani, és pontosan betartani.

Az urándioxidpor feldolgozásánál ugyanis még a kiindulási termék sztöchiometriai összetételét is figyelembe kell venni, mivel az urán az oxigénnel széles határok közt képes szilárd oldatokat, ill. vegyületeket alkotni. Ezeknek összetétele erősen befolyásolja a zsugorítás folyamatát. Ezenkívül meg kell még említeni, hogy az urándioxidporok levegőn oxidálódnak, sőt az igen finom szemcseméretű urándioxidpor piroforos és  $\text{U}_3\text{O}_8$ -dá oxidálódik. Nehézségeket okoz még, hogy az urándioxidnak kémiai toxicitása mellett sugártoxicitása is van. Mivel a természetes urán főleg  $\alpha$  sugárzó, külső sugártoxicitása elhanyagolható, viszont bekerülve a szervezetbe, erős roncsolóhatást fejt ki, azért minden poros műveletet zárt berendezésben, vagy elszívás alatt álló, zárt rendszerben kell végezni.

A végső kerámiai termék minősége nagymértékben függ az urándioxidpor tulajdonságaitól. Az urándioxidporok jellemzésére szolgáló legfontosabb adatok: az anyag tisztasága és összetétele, azaz O/U aránya: a por szemcseméret eloszlása, fajlagos felülete, porozitása, faj-súlya, térfogatsúlya és mikrostruktúrája. Az urándioxid porok tulajdonságait viszont nagymértékben befolyásolja az előállítás módszere és körülményei.

Urándioxidport igen sok módszerrel lehet előállítani, és ezen poroknak különböző a szemcsemérete, O/U aránya, fajlagos felülete stb. Ezen előállítási módszerek között számos oxidációs és redukációs módszer található.

A módszerek egyik csoportja magában fog-

\* Központi Fizikai Kutató Intézet, Magkémia II. Laboratórium.

lalja a nem kémiai lecsapással, hanem főleg termikus megbontással előállított magasabb oxidok ( $U_3O_8$ ,  $UO_3$ ,  $UO_3 \cdot H_2O$  stb.) 500—1200 °C hőmérsékleti tartományban történő hidrogénes redukcióját éppúgy, mint az uránhidrid és uránfém levegővel vagy vízgőzzel történő oxidációját. Az ilyen módszerekkel nyert  $UO_2$  nem piroforos, azonban szemcsemérete viszonylag nagy.

Az előállítási módszerek másik nagy csoportja a kémiai lecsapáson alapszik. Részletesen tanulmányozták az ammóniumdiuranátnak (ADU) ammóniagázzal, ammóniumhidroxiddal, karbamiddal és ammóniumkarbonáttal történő lecsapását, valamint az uránperoxid és uraniloxalát alakban történő lecsapást. Ezen csapadékokból származó porok közvetlenül is átalakíthatók urándioxidporra 500—1000 °C-on hidrogénben történő hevítéssel, vagy közvetve úgy, hogy először levegőn  $U_3O_8$ -cá pörkölik, majd hidrogénben urándioxidá alakítják. Az így nyert urándioxid a legtöbb esetben finomszemcsés piroforos anyag.

Az urándioxidpor tulajdonságait azonban egyazon előállítási módszer mellett az előállítás körülményei is befolyásolják. Így pl. a lecsapásos módszereknél az oldat koncentrációja, a lecsapószer koncentrációja, a lecsapás hőmérséklete, a lecsapás sebessége, a szárítás, ill. kalcinálás hőmérséklete; a redukciónál a redukció ideje, hőmérséklete stb. befolyásolja az urándioxid O/U arányát, fajlagos felületét, szemcseméretét stb.

Az urándioxidporral szemben támasztott követelmények között még meg kell említeni, hogy nagy neutronbefogási keresztmetszetű anyagokat csak minimális mennyiségben tartalmazhat (pl. bört és kadmiumot csak  $2 \cdot 10^{-5}$  %-ban), és azok a technológiai folyamatnál sem kerülhetnek bele.

A végső kerámiai termék sűrűsége szempontjából igen lényeges, hogy milyen az urándioxidpor szemcsemérete. Abból a célból, hogy az urándioxidpor a kívánt nagysűrűségű anyaggá legyen képes zsugorodni, a kapott terméket a legtöbb esetben őrlni kell. Ez az őrlés történhet a redukció előtt vagy a redukció után. Az őrlés finomságának azonban határt szab az a tény, hogy minél kisebb az urándioxidpor szemcsemérete, annál inkább piroforos tulajdonságú. Az O/U arány növekedése nagymértékben függ az őrlés módszerétől és idejétől. Ezeket a tényezőket figyelembe véve az őrlést úgy kell beállítani, hogy optimális szemcseméret eloszlást kapjunk. A termikus megbontással kapott termékeknél hosszú őrlés, sőt megfelelő szemcseméret eléréséhez nedves őrlés, míg a lecsapásos módszereknél előállított anyagoknál rövid őrlés szükséges. Az urándioxidpor aktiválása még úgy is történhet, hogy az urándioxidport többszöri oxidációs és redukációs kezelésnek vetik alá, mely előnyösen befolyásolhatja a zsugorítási tulajdonságokat.

Amikor a megfelelő urándioxidport előállították, következik a másik fontos technológiai művelet, annak tömörítése, amely a pormetallurgiában ismert módszerek szerint történhet; nyomás alkalmazásával, vagyis egyirányú sajtolással, izosztatisztikus sajtolással, csősajtolással, hengerléssel vagy

forgó kovácsolással; nyomás alkalmazása nélkül a laza por zsugorításával, öntéssel vagy vibrációs tömörítéssel. Hideg és meleg sajtolást is alkalmaznak. Az urándioxid kerámiák üzemi előállítása ma még többnyire hideg száraz sajtolással történik. Az urándioxidpor sajtolásához wolframkarbidből készült prészszerzőt alkalmaznak. A sajtolás előtt a porhoz kötő- és képlékenyítő-anyagokat adnak. A használatos kötőanyagok, pl. a polietilén-glikol, kámfor, polivinilalkohol, és általában hosszú szénláncú alkoholok 10—20%-os vizes, alkoholos vagy széntetrakloridos oldata, melyet 2 súly %-ban adnak a sajtolandó porhoz, míg a képlékenyítő anyagok általában sztearát típusú vegyületek (Sterotex, glicerin-trisztearát) vagy lágy viaszok, melyeket 0,1—0,2 súly %-ban adnak a porhoz.

A sajtolási és zsugorítási tulajdonságokat, és így a végső termék sűrűségét az urándioxidpor tulajdonságain kívül a sajtolási körülmények, így pl. a sajtolási módszer, a sajtolási nyomás — hőmérséklet és — idő, valamint a kötő- és képlékenyítőanyagok minősége és mennyisége is befolyásolja.

A sajtolási nyomás általában 1—10 t/cm<sup>2</sup>, az anyag tulajdonságaitól és a sajtolás módszerétől függően. A részecskeméret növelésével a sajtolási sűrűség nő, viszont a finomabb porszemcsék általában sokkal gyorsabban és nagyobb sűrűségűvé zsugorodnak. Ezért előnyösebb finomabb port használni, még ha a sajtolási sűrűség kisebb is, vagy pedig a préselés előtt a port granulálni.

A meleg sajtolásos módszer kivételével a sajtolás után az anyagot hőkezelésnek kell alávetni. A zsugorítás rendszerint jól szabályozható hőmérsékletű, szennyező atmoszférát nem tartalmazó — és az uránidoxid kis hővezetőképességét figyelembe véve — molibdén ellenállásos kemencében hidrogén vagy argon atmoszférában 1400—1700 °C-on történik. Vízgőznyomok és bizonyos adalékanyagok pl.  $TiO_2$  és  $Nb_2O_5$  elősegítik a zsugorodást.

### Kísérleti rész

#### *Kiindulási anyagok*

Nagysűrűségű urándioxid kerámiák előállítási technológiájának tanulmányozása céljából kétféle módszerrel előállított urándioxidporból indultunk ki.

Az egyik módszer szerint az urándioxidpor előállítása úgy történt, hogy reaktortisztaságú uranilnitráthexahidrátot 400 °C-on termikusan megbontottunk, azaz denitráltunk, amikor is  $UO_3$  keletkezett. Az urántrioxidot 30 percig laboratóriumi kalapácsos malomban őrltük, majd hidrogénben 700 °C-on redukáltuk. Bizonyos kísérleteknél 600, 700, 800 és 900 °C-on redukált porokat használtunk fel.

Részletesebb vizsgálatokat végeztünk a lecsapásos módszerrel előállított urándioxidpor zsugoríthatóságára vonatkozóan. A lecsapásos módszerek közül az ammóniumdiuranátos módszert választottuk, mely azon alapszik, hogy az uranilnitrát oldatból ammóniumhidroxiddal történő hirtelen lecsapással 9-es pH-nál ammóniumdiuranátot választunk le, melyet szűrés, majd 300 °C-on

történő kalcinálás és 10—30 percig kalapácsos malomban történő őrlés után közvetlenül hidrogénben urándioxidá redukáltunk.

Részletesen megvizsgáltuk a lecsapás és a redukció körülményeit.

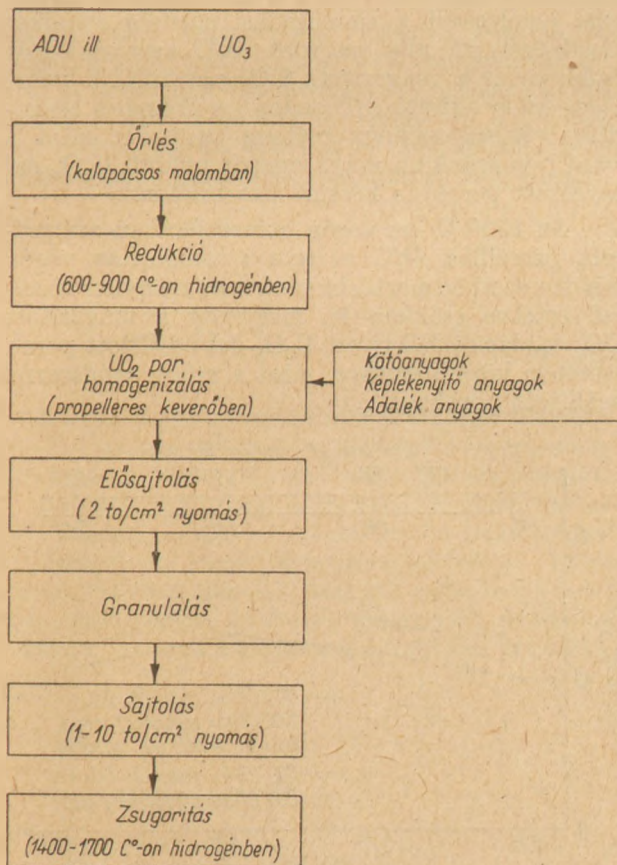
Meghatároztuk a porok sűrűségét, térfogatsúlyát, szemcseméret eloszlását, fajlagos felületét és O/U arányát.

### Kísérleti technológia

Vizsgálataink során az 1. ábrán vázolt hidegsajtólasos technológiát alkalmaztuk.

Préselés előtt a préselés és zsugorítás elősegítése céljából a megfelelően előkészített  $UO_2$  porhoz kötő-, képlékenyítő- és adalékanyagokat adtunk. Kötőanyagként tiloz és polivinilalkohol 1—5%-os oldatát próbáltuk ki úgy, hogy a massa nedveségtartalma 5—6% volt. Legszilárdabbnak az 5%-os polivinilalkohollal nedvesített pasztillák mutatkoztak. Képlékenyítő anyagként széntetralokloridban oldott cetilalkoholt és 8%-os alkoholos kámfort is használtunk. A zsugorodást elősegítő adalékanyagok hozzáadása is ebben a fázisban történt.

A redukció folyamán a por bizonyos zsugorodása és a szemcsék agglomerátumokká történő összeállása megy végbe. Ezen agglomerátumok szétosztatása és a kötő-, képlékenyítő-, valamint adalékanyagokkal való homogenizálás propelleres őrlőberendezésben történik.



1. ábra.  $UO_2$  kerámiák kísérleti technológiájának folyamataábrája

Az előkészített urándioxidporok sajtólasát hidraulikus présrel, egyoldalú sajtólasással végeztük. Az előkészített port előzetesen 15 mm magas és 15 mm átmérőjű hengeres formává  $2 \text{ t/cm}^2$  nyomással előszajtoltuk, majd 1,0—0,5- és 0,3 mm-es szitán át granuláltuk. A kapott granulátum a présforma egyenletes kitöltését biztosítja a végleges préselés előtt. A végleges sajtólas 0,8 mm átmérőjű prészsorszámában kb. 3 mm magas pasztillák formájában  $1-10 \text{ t/cm}^2$  nyomással történt.

A pasztillák zsugorítását indukciós, valamint molibdén ellenállásos kemencében, argon és hidrogén atmoszférában  $1400-1700 \text{ C}^\circ$ -on végeztük. A felhevítés sebessége kb.  $300 \text{ C}^\circ/\text{óra}$ , a műveleti hőmérsékleten tartás 0,5 óra, míg a lehűtés 1 óra volt.

### Kísérleti eredmények

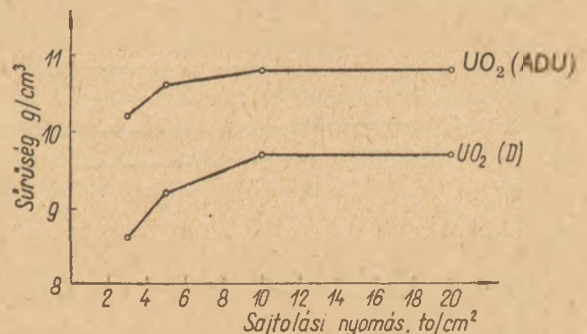
Megvizsgáltuk a denitrálással és ammóniumdiuranátos lecsapáson keresztül előállított  $UO_2$  porok  $1700 \text{ C}^\circ$ -on argon atmoszférában történő zsugoríthatóságát a sajtólasási nyomás függvényében.

Amint a 2. ábrából látható, az ammóniumdiuranátos (ADU) lecsapáson keresztül előállított  $UO_2$  por zsugoríthatósága számottevően jobb, mint a denitrálás útján előállított  $UO_2$  poré:  $10 \text{ t/cm}^2$  fajlagos sajtólasási nyomásnál és  $1700 \text{ C}^\circ$ -on történő zsugorításnál 98,36%-os elméleti sűrűségű  $UO_2$  pasztillát, míg a denitrálás útján nyert terméknel ugyanolyan körülmények között csak 88,42%-os elméleti sűrűségű terméket kaptunk.

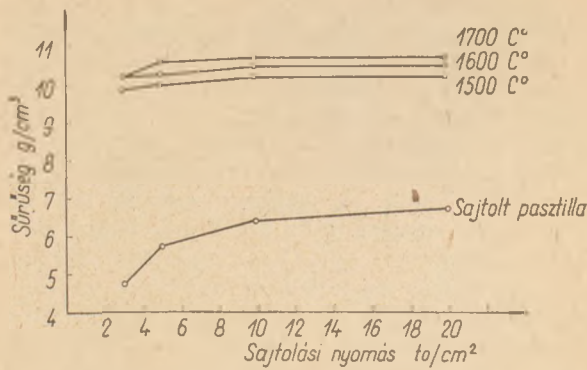
A grafikonból látható, hogy  $10 \text{ t/cm}^2$  fajlagos sajtólasási nyomás felett a zsugorított pasztilla sűrűsége gyakorlatilag már nem változik, úgyhogy ennél nagyobb nyomást már nem célszerű alkalmazni. Megfigyelhető még, hogy  $10 \text{ t/cm}^2$  nyomásig a denitrálás útján nyert  $UO_2$  esetében a préselési nyomás erősebben befolyásolja a zsugorítási sűrűséget, mint ADU-típusú  $UO_2$  esetében.

Megvizsgáltuk az ADU- $UO_2$  zsugorítási tulajdonságait a sajtólasási nyomás függvényében különböző zsugorítási hőmérsékleten.

Amint a 3. ábrából látható, azt tapasztaltuk, hogy a sajtólasási nyomás növelésével a sajtolt nyers pasztilla sűrűsége jelentősen nő, azonban  $10 \text{ t/cm}^2$  fajlagos sajtólasási nyomás felett ez a zsugorított pasztilla sűrűségére már nincs nagy befolyással. A zsugorítási hőmérsékletnek  $1600$



2. ábra. Denitrálással és ammóniumdiuranátos (ADU) lecsapáson keresztül előállított  $UO_2$  porok  $1700 \text{ C}^\circ$ -on argon atmoszférában történő zsugoríthatósága a sajtólasási nyomás függvényében



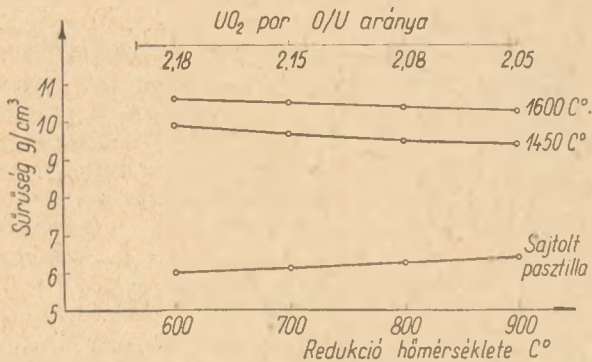
3. ábra.  $UO_2$  (ADU típusú) zsugorítási tulajdonsága a sajtolási nyomás függvényében különböző zsugorítási hőmérsékleteken

$C^\circ$ -ról  $1700 C^\circ$ -ra való növelésével a zsugorított pasztilla sűrűsége kb. 3%-kal nő.

Az ammóniumdiuranátnak  $UO_2$ -dá történő hidrogénes redukciójánál a redukció hőmérséklete is kismértékben befolyásolja az urándioxidpor zsugoríthatóságát, amint az a 4. ábrából látható. A redukció hőmérsékletének növelésével az urándioxidporokból azonos nyomás mellett sajtoló pasztillák sűrűsége nő, viszont a zsugorítási sűrűség csökken. Ez annak tulajdonítható, hogy magasabb redukció hőmérsékleten az  $UO_2$  por szemcsemérete nagyobb lesz, és egy kezdeti felületi zsugorodás is megindul, ezáltal a por nagyobb sűrűségű terméké sajtolható. Viszont az alacsonyabb hőmérsékleten redukált por fajlagos felülete nagyobb, a zsugorítás szempontjából aktívabb, és így nagyobb sűrűségű terméké képes zsugorodni.

Meg kell azonban említeni egy másik tényezőt is, amely szintén befolyásolhatja a zsugorodás folyamatát, mégpedig azt, hogy a redukció hőmérséklet növelésével az O/U arány lecsökkent, mivel a nagyobb szemcseméretű por a levegőn kisebb sebességgel oxidálódik.

Az urándioxid porszemcsék mind nyílt, mind zárt porozítással rendelkeznek. A porszemcsék összepréselése folyamán a porszemcsék között újabb nyílt pórusok keletkeznek. A zárt és nyílt pórusok eltűnésének, tehát a zsugorodásnak mechanizmusa tulajdonképpen egy szilárd fázisban végbemenő diffúziós folyamat. A felületi diffúzió, a rács- vagy térfogati-diffúzió és a kristályszemcsék határfelületi diffúziója egy anyagi mozgást okoz,



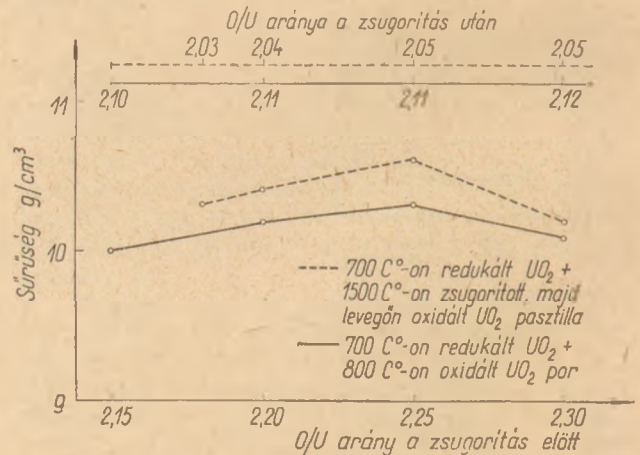
4. ábra. Különböző hőmérsékleten redukált urándioxidporok zsugorítási tulajdonsága

amelynek eredményeképpen először a porszemcsék között kötés jön létre, majd a portömeg pórus-térfogatában beálló csökkenés által sűrűsödés, illetve tömörödés történik; ezzel egyidőben rekristallizáció és kristályszemcse növekedés megy végbe. Minthogy a zsugorítási hőmérsékleten az oxigén ionok diffúziójának sebessége az urándioxidban sokkal nagyobb, mint az uránionoké, ezért a zsugorodás sebességét meghatározó egyik fontos tényező az oxigénnek a sztöchiometriai viszonyoktól való eltérése, vagyis a kristályrács hibahelyek száma. Amint azt a 4. ábrából láthatuk, a különböző hőmérsékleten redukált urándioxidporok különböző O/U aránnyal rendelkeznek, és az urándioxid minta zsugorodott a legjobban, amelynek O/U aránya viszonylag a legmagasabb: 2,18 volt. Lehetséges, hogy nemcsak a por szemcsemérete, hanem az oxigénfelesleg is szerepet játszott, úgyhogy elősegítette a gyorsabb aktív diffúziót.

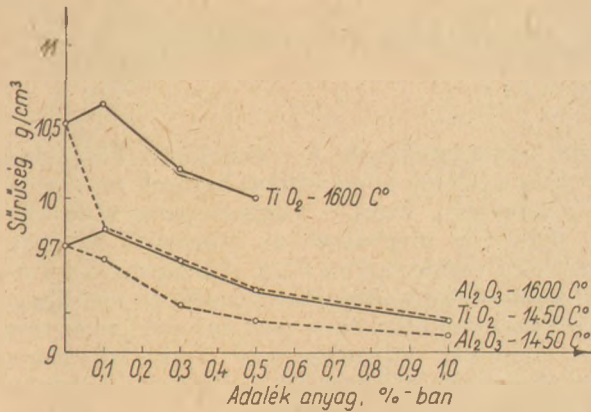
Az O/U arálynak a zsugorított  $UO_2$  pasztillák sűrűségére való befolyását egy másik kísérlet-sorozatban is megvizsgáltuk.

A kísérletsorozat egyik részénél olyan — különböző O/U arányú — porokból indultunk ki, melyet  $700 C^\circ$ -on redukált  $UO_2$  és ugyanezen  $UO_2$ -nek  $800 C^\circ$ -on  $U_3O_8$ -dá oxidált keverékéből állítottunk elő. A kísérletsorozat másik részénél az O/U arányt olyan  $U_3O_8$ -dal állítottuk be, melyet  $1600 C^\circ$ -on zsugorított  $UO_2$  pasztilla levegőn történő oxidációjával nyertünk. Amint az 5. ábrából láthatjuk, a por O/U arányának 2,25-ig való emelésével a zsugorodási sűrűség mindkét kísérletnél nő, míg nagyobb O/U aránynál már csökken, és a zsugorított  $UO_2$  pasztillából nyert  $U_3O_8$ -dal beállított O/U arányú poroknál a zsugorítási sűrűség minden esetben nagyobb, mint a  $700 C^\circ$ -on redukált, majd levegőn oxidált  $U_3O_8$ -dal beállított porokból készült pasztilláknál.

Az  $1500 C^\circ$ -on argon atmoszférában zsugorított pasztillák O/U aránya a zsugorítás végén minden esetben a sztöchiometrikus arányhoz közeli értékre csökken le, mégpedig a zsugorított  $UO_2$  oxidációjából nyert  $U_3O_8$ -dal beállított porok esetében kisebb értékre, mint a másik módszerrel beállított poroknál.



5. ábra. Az oxigénfelesleg szerepe az  $UO_2$  porok zsugorításánál



6. ábra. TiO<sub>2</sub> és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalékanyagok hatása az UO<sub>2</sub> zsugoríthatóságára

Ezekből a kísérletekből azt a következtetést lehet levonni, hogy az egyszer már redukált és zsugorított, majd oxidált uránoxidban az oxigén kevésbé szorosan kapcsolódik az uránhoz, és a következő zsugorítási folyamatnál könnyebben vesz részt a térfogati diffúzióban, ezzel elősegítve a jobb zsugorodást, ill. a sűrűség növekedését. Ezt bizonyítja az is, hogy a zsugorítás végén a zsugorított pasztilla O/U aránya jobban lecsökken, mint a másik módszernél. Feltételezhető, hogy 2,25 O/U arány felett az oxigén diffúziója az urán-dioxidban már oly nagy, hogy gátolja a kristályok növekedését, és így csökkenti a zsugorodás mértékét.

Megvizsgáltuk TiO<sub>2</sub> adalékanyagok az irodalomban leírt, zsugorodást elősegítő hatását az ammóniumdiuranát típusú UO<sub>3</sub> zsugoríthatóságára, és összehasonlítás képpen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalékanyag hatását. Azt tapasztaltuk, hogy a TiO<sub>2</sub> 0,1 súly %-ban ugyan elősegíti a zsugorodást, ez a hatás azonban minimális, és a kisebb hőmérsékle-

ten történő zsugoríthatóságot számottevően nem segíti elő. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalékanyag egyenletesen csökkenti a zsugorított UO<sub>2</sub> sűrűségét. Az összefüggések a 6. ábrán találhatóak.

#### Kacsalova Lídia és Fodor Miklós: Elővizsgálatok urándioxid kerámiák előállítására vonatkozóan

Megvizsgáltuk különböző tényezők hatását az urándioxid zsugoríthatóságára. Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy legnagyobb sűrűségű terméket akkor nyerünk, ha kiindulási anyagként ammóniumdiuranátot használunk, és a redukció hőmérséklete 700 C°. A sztöchiometrikus urándioxid összetételnél nagyobb oxigéntartalmú anyagok zsugoríthatósága jobb, viszont a TiO<sub>2</sub> adalékanyag alkalmazása a zsugorítási hőmérsékletet számottevően nem csökkenti.

#### Лидия Качалова и Миклош Фодор: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ОКИСИ УРАНА.

Нами было исследовано влияние различных факторов на спекаемость окиси урана. На основе наших исследований можно определить, что продукт наибольшей плотности может быть получен в том случае, если в качестве исходного материала применяется диуранат аммония и при температуре восстановления равной 700° С. Материалы с большим, по сравнению с стехиометрическим составом двуокиси урана, содержанием кислорода спекаются лучше, однако добавка TiO<sub>2</sub> существенно не снижает температуру спекания. (П. Д.)

#### Kacsalova, Lídia—Fodor, Miklós: Vorprüfungen betreffend der Herstellung von keramischen Gegenständen auf Uraniumdioxid-Basis

Es wurde die Wirkung verschiedener Faktoren in Bezug auf das Sintern des Uraniumdioxids untersucht. Auf Grund der Versuche hat man festgestellt, daß das dichteste Produkt entsteht, wenn man vom Ammoniumdiuranat ausgehend die Temperatur der Reduktion bei 700 C° hält. Das Sintern von Sauerstoffhaltigen Stoffen, in welchem der O-Gehalt den des stöchiometrischen Uraniumdioxids übertrifft, verläuft vorteilhafter, hingegen vermindert ein Zusatz von TiO<sub>2</sub> die Temperatur der Sinterung nur unbedeutlich

(S. G.)

## A világ cementtermelése

A világ cementtermelése állandóan nő: 1929-ben 75 millió tonna volt, 1959-ben 292 millió tonna, azóta nyilvánvalóan elérte, sőt túlhaladta a 300 millió tonnát.

Érdekesek a közbeeső adatok is: 1933-ban, a tőkés világgazdasági válság következtében 50 millió tonna alá csökkent, de azóta folytonosan emelkedik: 1938-ban 85, 1948-ban 103, 1951-ben 152 millió tonna volt. Az emelkedés üteme különösen meggyorsult az utóbbi években: 1955-ben a termelés 217, 1957-ben 247 millió tonna.

A világ legnagyobb cementtermelője 1960-ban az Egyesült Államok volt, 56 millió tonnával, ezt követte a Szovjetunió 45 1/2 millió tonnával. Érdekes azonban, hogy míg az Egyesült Államok termelése nagyjából azonos szinten mozog, a Szovjetunió erősen emelkedik; így például 1955-ben az Egyesült Államok termelése 53 millió tonna, a Szovjetunió termelése 22 millió tonna volt. A magyar cementipar termelése 1960-ban valamivel több, mint egy és félmillió tonnát ért el.

(Statiztikai időszaki Közl. 1962)

-1/-

# Aknás- és forgócsőkemencék optimális falvastagsága

BALÁZSOVICS GÉZA

A műszaki gyakorlatban előadódó problémák és feladatok általában nem oldhatók meg egyértelműen, ha tisztán műszaki feltételek alapján kívánunk eredményt elérni. A legtöbb esetben a műszaki feltételek mellett, azokkal összefonódva mindig jelentkeznek gazdaságossági megfontolások is. Napjainkban mind nagyobb mértékben lép fel az a kíváncsi, hogy a műszaki szakemberek gazdaságossági problémákkal is foglalkozzanak, műszaki munkájukban a gazdaságossági szemléletet fokozottan érvényesítsék.

Ez a törekvés jut kifejezésre például abban a szokásos eljárásban is, hogy a hasonló gépeket és berendezéseket jellemző fajlagos értékeket egymással összehasonlítják és ennek alapján értékelik azokat. A kemencék legfontosabb gazdasági jellemzője — a termelékenységi mutatók mellett — a fajlagos hőfelhasználás mértéke.

A különböző üzemekben működő azonos típusú kemencék fajlagos hőfelhasználási mutatói erősen különböznek egymástól (1). A mutatók közötti különbségek nyilvánvalóan nem csupán az üzemeltetés különbözőségében lelik magyarázatukat, hanem az egyes kemencék eltérő konstrukciójában is.

A fajlagos hőfelhasználás csökkentésének leghatásosabb módja — az adott technológiai eljárásnál — a falazat szigetelő hatásának megnövelése, azaz a falvesztés csökkentése. A jelenleg használatos szigetelőanyagokkal számolva a falvesztés annál kisebb lesz, minél vastagabb a falazat. A falazat vastagságának minden határon túl való növelését azonban nemcsak műszaki, hanem gazdaságossági megfontolások alapján is el kell vetnünk.

A kemenceteljesítmény, a kihozatal a kemence belső méretével és az egyéb technológiai jellemzőkkel teljesen meg van határozva. A kemence falazata — amennyiben a technológiai követelményeknek megfelel — a kihozatalra nem gyakorol hatást. A gazdaságossági cél ezáltal adva van: a kívánt teljesítményt a lehető legkisebb anyagi ráfordítással akarjuk elérni.

A falazattal kapcsolatos költségkihatásokat azonban nemcsak a fajlagos hőfelhasználás, hanem a fajlagos tűzállóanyag felhasználás is befolyásolja. A kemencefalazat vastagságának és összetételének helyes megválasztása tehát nem egyszerű feladat. A szilárdsági és technológiai követelmények, valamint a helyi megkötöttségek ismeretében a tervező rendszerint minőségi megfontolások és tapasztalati adatok alapján alakítja ki a kemence falazatát. Legtöbb esetben csak a fal hővesztését határozzák meg számítás útján. Olyan gazdaságossági számításokat, melyek a falazat élettartamát és felújítási költségeit is figyelembe veszik, csak ritkán végeznek (2). Ezek a számítások is csak minőségi megfontolások alapján ötletszerűen kialakított falazatok között mutatnak összehasonlítást. A fa-

lazat anyagminőségét a technológiai követelmények és a fellépő hőmérsékleti hatások rendszerint determinálják. Ezért a gazdaságosság elsősorban az ily módon megválasztott minőségű fal, vagy szigetelés vastagságától függ. A kemence falazatával kapcsolatos költségekre vonatkozó összefüggéseket azonban célszerűen nem egy-egy önkényesen megválasztott falvastagságra írjuk fel, hanem függvényyszerű kifejezésben az összes lehetséges falvastagságra érvényesen (3).

Az aknás- és forgócsőkemencék általában folyamatos üzeműek. Folyamatos kemenceüzem esetén a kemencefalazat leggazdaságosabb vastagságát az jellemzi, hogy a beruházási, illetve felújítási költség valamint az átépítések közötti időben fellépő falvesztés pénzben kifejezett értéke együttesen a lehető legalacsonyabb lesz. E tényezők figyelembevételével felírt összköltség-függvényből szélsőérték-számítással meghatározható az az optimális falvastagság, amelynél az előállítási és üzemeltetési költségek összegére minimális érték adódik.

Szakaszos üzemű kemencéknél természetesen a gazdaságosság követelményéhez még egyéb körülményeket is figyelembe kell venni. Ez a cikk csak folyamatos üzemű kemencék falának optimális kialakításával foglalkozik.

A kemencefalazat átépítései közötti időszak, vagyis a falazat élettartama fontos tényezője a gazdaságossági számításoknak. Ennek értékét konkrét esetben üzemi, tapasztalati alapon állapítjuk meg. A számítás feltételezi, hogy a kemence élettartama az optimális falvastagság esetén is azonos lesz a tapasztalati alapul szolgáló, jelenleg is üzemelő kemence eltérő vastagságú falazatának élettartamával.

Konkrét kemence ismerete híján a gazdaságossági számítást egységnyi falfelületre, pl. sík fal esetén  $1 \text{ m}^2$ -nyi területre végezzük el. Ez ugyanolyan mértékben jellemző a kemence viszonyaira, mint a teljes kemence. A technológiai követelmények által meghatározott anyagminőség és falösszetétel megválasztása után  $1 \text{ m}^2$  falazat beruházási költsége és műszaki jellemzői ismertté válnak. Amennyiben többféle anyagminőség vehető számításba, minden egyes esetre külön gazdaságossági számítást kell végezni és az összehasonlítás dönti el, melyik lesz megfelelőbb.

## 1. Szigetelés nélküli sík fal optimális vastagsága

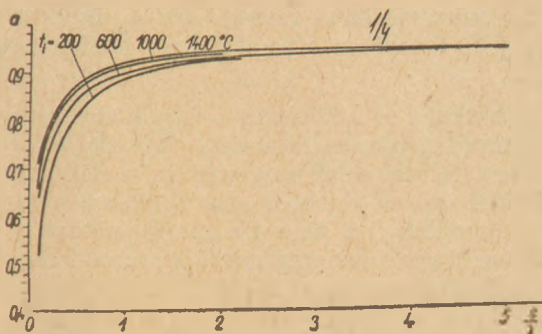
A számítás menetének könnyű áttekinthetősége céljából először a szigetelés nélküli sík falazat gazdaságossági számítását mutatjuk be.

A falazat felújítási költsége:

$$K_i = s \cdot i \text{ Ft/m}^2$$

ahol „s” a falazat vastagsága méterben

„i”  $1 \text{ m}^3$  falazat ára beépítve Ft/ $\text{m}^3$ .



1. ábra

Az üzemeltetési költségre a kemence falvesztésege lesz mértékadó. 1 m<sup>2</sup> fal hővesztésege:

$$q_v = a \cdot \lambda \cdot \frac{t_i - t_L}{s} \text{ kcal/m}^2, \text{ ó,}$$

ahol  $a$  korrekciós tényező, mely a belső falhőmérséklet és az  $\frac{s}{\lambda}$  érték függvénye (4) Értékét

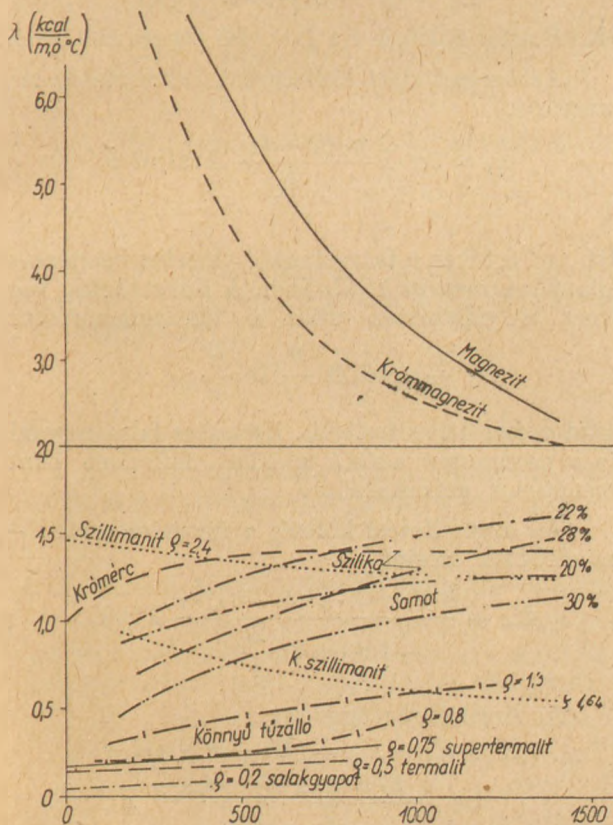
az 1. ábrából határozhatjuk meg „ $s$ ” előzetes, becslésszerű felvételével.  $\lambda$  a fal hővezetési tényezője (kcal/m, ó, C°). A különböző tűzálló és szigetelő anyagok hővezetési tényezőinek alakulását a hőmérséklet függvényében a 2. ábra mutatja.

$t_i$  a fal belső felületének hőmérséklete C°.

$t_L$  a környezet hőmérséklete C°.

Ha a kemence élettartama  $\tau$  üzemóra, akkor az ez idő alatt fellépő hővesztés:

$$Q_v = a \cdot \lambda \cdot \frac{t_i - t_L}{s} \cdot \tau \text{ kcal/m}^2$$



2. ábra

Ezt a hővesztéséget a kemencébe bevitt tüzelőanyaggal kell fedezni. Azonban nem hanyagolhatjuk el azt a körülményt, hogy a kemencéből adott hőmérsékleten távozó füstgázok jelentős hőmennyiséget visznek magukkal. Ezt a tényt a tüzeléstechnikai hatásfok ( $\eta_f$ ) segítségével szokás figyelembe venni. A falazat hővesztésének fedezésére a tüzelőanyaggal beviendő hőmennyiség az alábbiak szerint fejezhető ki:

$$Q_B = \frac{a \cdot \lambda \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{\eta_f \cdot s} \text{ kcal/m}^2 \text{ falfelület}$$

A tüzelőanyag árának és fűtőértékének ismeretében meghatározható annak egységnyi (pl. 10<sup>6</sup> kcal-ra) vonatkoztatott költsége:

$$b \text{ Ft/10}^6 \text{ kcal.}$$

Az üzemeltetési költség:

$$K_u = \frac{b \cdot a \cdot \lambda \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot s} \text{ Ft/m}^2$$

A felújítási és üzemeltetési költség összege adja az összkiadást:

$$K = K_i + K_u = s \cdot i + \frac{b \cdot a \cdot \lambda \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot s} \text{ Ft/m}^2 \quad (1)$$

Az optimális falvastagságot szélsőérték számítással határozzuk meg.

A fenti kifejezést  $K = f(s)$  függvénynek fogjuk fel. Képezzük a  $\frac{dK}{ds}$  differenciálhányadost.

$$\frac{dK}{ds} = i - \frac{b \cdot a \cdot \lambda \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot s^2}$$

A differenciálhányadost 0-val egyenlővé téve és „ $s$ ” értékét kifejezve kapjuk:

$$s = \sqrt{\frac{b \cdot a \cdot \lambda \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot i}} \text{ m} \quad (2)$$

Természetesen a fenti kifejezés pozitív értékének van csak értelme a jelen esetben és ez a költségfüggvény minimum értékéhez tartozik. Ugyanis a második differenciálhányados csak ez esetben lesz pozitív:

$$\frac{d^2K}{ds^2} = + 2 \cdot \frac{b \cdot a \cdot \lambda \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot s^3}$$

A 2. jelű képlet alapján kapjuk sík falazat esetén a leggazdaságosabb szigetetlen falvastagságot.

## 2. Összetett, sík falazat optimális vastagsága

Ha a kemencefal több különböző minőségű rétegből áll, minden egyes réteg vastagságára vonatkozóan nem végezhetünk szélsőérték számítást. Azonban ez esetben más megszorítást is kell alkalmaznunk. Ugyanis a szigetelőanyagok csak bizonyos hőmérsékleti határ alatt alkalmazhatók. Ez a hőmérsékleti határ minden szigetelőanyagra más.

A számítást egy tűzálló és egy szigetelő rétegből álló falazatra vonatkozóan mutatjuk be.

A felújítási költség 1 m<sup>2</sup> falfelületre:

$$K_i = s_1 \cdot i_1 + s_2 \cdot i_2 \text{ Ft/m}^2$$

ahol  $s_1$  a tűzálló és  $s_2$  a szigetelőréteg vastagsága.

A falveszteség ez esetben:

$$q_v = a \cdot \frac{t_i - t_L}{\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2}} \text{ kcal/m}^2, \text{ ó}$$

Az üzemeltetési költség  $\tau$  óra élettartam esetén:

$$K_u = \frac{b \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot \left( \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} \right)} \text{ Ft/m}^2$$

Az összköltség:

$$K = K_i + K_u = s_1 \cdot i_1 + s_2 \cdot i_2 + \frac{b \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot \left( \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} \right)} \text{ Ft/m}^2 \quad (3)$$

Mivel az egyenletben két ismeretlen falvastagság szerepel, a megoldáshoz még egy alapvető összefüggés ismeretére van szükségünk. Ezt az összefüggést szolgáltatja az a megszorítás, mely szerint az alkalmazott szigetelőanyag csak egy bizonyos hőmérséklet határ alatt vehető igénybe. A szigetelőrétegben fellépő hőmérséklet maximális értéke a tűzálló és a szigetelőréteg határán áll elő. A tűzálló és szigetelőréteg határán a hőmérséklet:

$$t_{12} = t_i - a \cdot \frac{t_i - t_L}{\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2}} \cdot \frac{s_1}{\lambda_1} \text{ C}^\circ.$$

Az egyenletből kifejezzük  $s_2$  értékét:

$$s_2 = s_1 \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left[ a \cdot \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right] \text{ m} \quad (4)$$

$s_2$  értékét a (3) jelű egyenletbe behelyettesítve:

$$K = s_1 \cdot \left[ i_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \cdot \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) \cdot i_2 \right] + \frac{b \cdot \lambda_1 \cdot (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot s_1} \text{ Ft/m}^2$$

Fenti egyenletet  $s_1$  szerint differenciálva kapjuk:

$$\frac{dK}{ds_1} = i_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \cdot \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) \cdot i_2 - \frac{b \cdot \lambda_1 \cdot (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot s_1^2}$$

A differenciálhányadost 0-val egyenlővé téve és  $s_1$  értékét kifejezve kapjuk a tűzállóréteg optimális vastagságát:

$$s_1 = \sqrt{\frac{b \cdot \lambda_1 \cdot (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot \left[ i_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \cdot \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) \cdot i_2 \right]}} \text{ m} \quad (5)$$

A szigetelőréteg vastagságát  $s_1$  ismeretében a (4) jelű összefüggés segítségével határozhatjuk meg.

Az aknás és különösen a forgócsökemencék nem sík hanem hengeres falazattal vannak határolva. Az ilyen falban a hő terjedése és a falveszteség alakulása az előbbiektől eltérő alakot vesz fel. Ennek megfelelően az optimális falvastagságra is más összefüggéseket kapunk. Hengeres falazatnál célszerűen az egységnyi falfelületet úgy választjuk meg, hogy aránylag egyszerűen kezelhető összefüggéseket kapjunk. Ezért 1 m hosszúságú, hengeres falszakaszra vonatkozóan végezzük el a számítást.

Konkrét esetben az összköltség értékének megállapításánál az adódó eredményt a teljes kemencehosszal be kell szorozni. Természetesen csak abban az esetben, ha a hőmérsékleti és egyéb feltételek a kemence teljes hosszában végig azonosak. Ez a feltétel többnyire nem áll fenn. Ilyenkor a kemencét olyan szakaszokra osztjuk, melyeken belül ez a követelmény még nagyjából teljesítettnek látszik. Ahány ilyen szakasszal van dolgunk, annyi esetre kell a gazdaságos falkialakítási számítást elvégezni.

### 3. Szigetelés nélküli, hengeres fal optimális vastagsága

Egyes kemencék bélése technikai okokból szigetelés nélkül, egy rétegből készül. Vizsgáljuk meg ezt az aránylag egyszerű esetet. Az 1 m hosszú kemencefal beruházási költsége:

$$K_i = (R^2 - r^2) \cdot \pi \cdot i \text{ Ft/m}$$

ahol  $R$  a fal külső, és  $r$  a fal belső sugara méterben.

Az üzemeltetési költségre a falveszteség lesz mérvadó.

$$q_1 = 2\pi \cdot \lambda \cdot \frac{a \cdot (t_i - t_L)}{\ln \frac{R}{r}} \text{ kcal/m} \text{ ó}$$

Itt „ $a$ ” értékét a falvastagság előzetes becslésével állapítjuk meg az 1. ábrából. A falvastagság végleges megállapítása után a visszaellenőrzésnél

$$\frac{s}{\lambda} \text{ értékét } \frac{R}{\lambda} \ln \frac{R}{r}$$

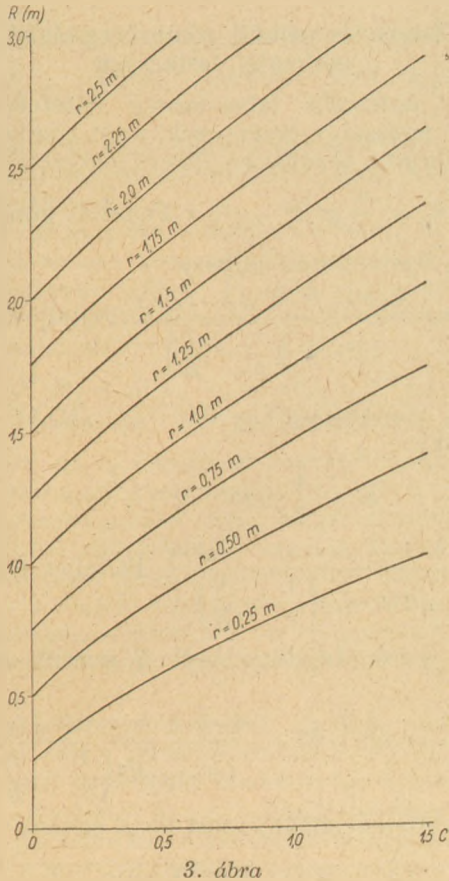
kifejezéssel helyettesítjük. Hengeres falra ugyanis ez a parameter adódik a külső falfelület hőátmenetének számításakor.

Az üzemeltetési költség  $\tau$  üzemóra esetén — az előbbiek szerint —

$$K_u = \frac{b \cdot 2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot \ln \frac{R}{r}} \text{ Ft/m}$$

Az összköltségfüggvény:

$$K = K_i + K_u = (R^2 - r^2) \cdot \pi \cdot i + \frac{b \cdot 2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot \ln \frac{R}{r}} \text{ Ft/m}$$



3. ábra

Mivel a kemence belső mérete ( $r$ ) a technológiai méretezés által determinálva van, a kemence külső méretét ( $R$ ) kell meghatározni. Ezért képezzük a költségfüggvényt  $R$  szerinti differenciálhányadosát.

$$\frac{dK}{dR} = 2\pi \cdot R \cdot i - 2\pi \frac{b \cdot \lambda \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \gamma_f \cdot R \left( \ln \frac{R}{r} \right)^2}$$

A differenciálhányados 0-val egyenlővé téve:

$$R \cdot \ln \frac{R}{r} = \sqrt{\frac{b \cdot \lambda \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \gamma_f \cdot i}} \quad (6)$$

Mivel a kapott összefüggés transzcendens,  $R$ -re vonatkozó megoldást grafikus úton állítjuk elő.  
Legyen

$$C = \sqrt{\frac{b \cdot \lambda \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \gamma_f \cdot i}}$$

$C$  és  $R$  között az összefüggést a 3. ábra mutatja.

A 3. ábra adatai alapján az optimális falvastagságot a  $C$  paraméter függvényében közvetlenül is ábrázolhatjuk.

#### 4. Kétrétegű, hengeres falazat optimális vastagsága

A kemencek belső tűzálló rétege mögé rendszerint szigetelő falazatot is építenek. 1 m hosszú kemencefalazat beruházási, illetve felújítási ér-

téke:

$$K_i = (R^2 - r^2) \cdot \pi \cdot i_1 + (R_a^2 - R^2) \cdot \pi \cdot i_2 \text{ Ft/m,}$$

ahol  $R$  a tűzálló réteg külső- és a szigetelőréteg belső sugara

$R_a$  a szigetelés külső sugara.

A falvesztés értéke:

$$q_1 = 2\pi \frac{a \cdot (t_i - t_L)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R}{r} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{R_a}{R}} \text{ kcal/mó}$$

A falvesztés egyenletében szereplő két ismeretlen ( $R$  és  $R_a$ ) meghatározásához szükséges második egyenletet ez esetben is a tűzálló és a szigetelőréteg határán megengedhető hőmérsékletre vonatkozó összefüggés adja.

$$t_{12} = t_i - \frac{a \cdot (t_i - t_L)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R}{r} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{R_a}{R}} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R}{r}$$

A fenti összefüggésből  $R_a$  értékét kifejezzük

$$R_a = R \cdot \left( \frac{R}{r} \right)^{\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right)} \quad (7)$$

Az üzemeltetési költség az előbbiek szerint:

$$K_u = 2\pi \frac{b \cdot \lambda_1 (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \gamma_f \cdot \ln \frac{R}{r}} \text{ Ft/m}$$

Az összköltséget leíró egyenletbe  $R_a$  fenti értékét behelyettesítve:

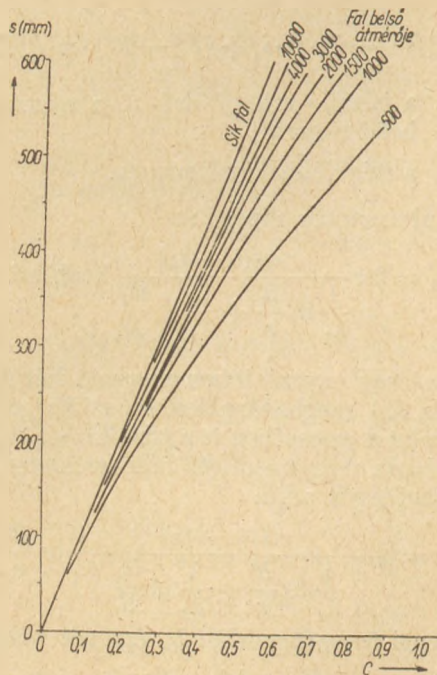
$$K = (R^2 - r^2) \cdot \pi \cdot i_1 + \left[ \left( \frac{R}{r} \right)^2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) - 1 \right] R^2 \pi i_2 + 2\pi \frac{b \cdot \lambda_1 (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \gamma_f \cdot \ln \frac{R}{r}} \quad (8)$$

A költségfüggvényt  $R$  szerint differenciálva:

$$\frac{dK}{dR} = 2R\pi i_1 + 2R\pi i_2 \cdot \left[ \left( \frac{R}{r} \right)^2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) - 1 \right] + 2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{R}{r} \right)^{\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right)} \cdot \pi R^2 \cdot i_2 - 2\pi \cdot \frac{b \cdot \lambda_1 \cdot (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \gamma_f \cdot R \left( \ln \frac{R}{r} \right)^2}$$

A differenciálhányados 0-val egyenlővé téve:

$$R \cdot \ln \frac{R}{r} = \sqrt{\frac{b \cdot \lambda_1 \cdot (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \gamma_f \cdot \left[ i_1 + i_2 \cdot \left[ \left( \frac{R}{r} \right)^2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) - 1 \right] \cdot \left[ 1 + r \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) \right] - 1 \right]}} \quad (9)$$



4. ábra

Első közelítésben feltételezzük, hogy

$$\left(\frac{R}{r}\right)^{2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1}} \left(a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1\right) = A$$

„A” értékét  $r$  függvényében megközelítő pontossággal előre felvesszük. (Lásd 5. ábrát.)

Fentiek alapján a keresett  $R$  sugár a 4. ábrából meghatározható. Csupán  $C$  értéke lesz a jelen esetben:

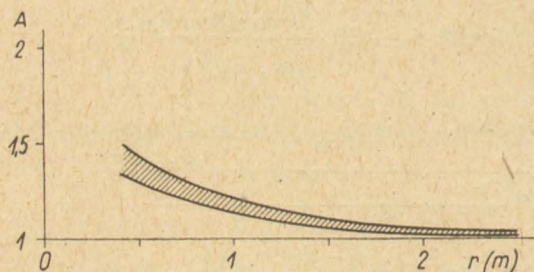
$$C =$$

$$\sqrt{\frac{b \cdot \lambda_1 \cdot (t_i - t_{12}) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \left[ i_1 + i_2 \left\{ A - 1 + A \cdot r \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \left( a \frac{t_i - t_L}{t_i - t_{12}} - 1 \right) \right\} \right]}}$$

Az így kapott  $R$  sugár segítségével visszaellenőrizzük  $A$  értékét  $s$  ennek helyesbítése után  $C$ -t újra meghatározzuk. A 4. ábrából kapott korrigált  $R$  sugár megfelelő pontossággal adja az optimális értéket.

A szigetelő réteg külső átmérőjét a 7. jelű képlet alapján határozhatjuk meg.

Némelyik kemence boltozata, esetleg oldal-fala gömbsüveg alakú. Teljesség kedvéért állapítjuk meg a gömbsüveg alakú fal optimális vastagságát.



5. ábra

### 5. Szigetelés nélküli gömbsüveg-alakú fal optimális vastagsága

Az optimális falvastagság feltételei teljes gömbre ugyanúgy érvényesek, mint gömbsüvegre. Ezek szerint a beruházási, illetve felújítási költség:

$$K_i = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) \cdot i \text{ Ft/teljes gömb}$$

Az üzemeltetési költség:

$$K_u = \frac{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot b \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)} \text{ Ft/teljes gömb}$$

Az összköltségfüggvényt az alábbi alakot veszi fel:

$$K = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) \cdot i + \frac{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot b \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)} \text{ Ft/teljes gömb}$$

Az összköltségfüggvényt  $R$  szerint differenciálva:

$$\frac{dK}{dR} = 4\pi \cdot i \cdot R^2 - \frac{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot b \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot R^2 \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)^2}$$

A differenciálhányadost 0-val egyenlővé téve:

$$R^2 \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right) = \sqrt{\frac{b \cdot \lambda \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot i}}$$

Legyen

$$B = \sqrt{\frac{b \cdot \lambda \cdot a \cdot (t_i - t_L) \cdot \tau}{10^6 \cdot \eta_f \cdot i}}$$

Ez esetben az alábbi másodfokú egyenlet adódik:

$$R^2 - r \cdot R - B \cdot r = 0$$

A keresett külső sugár optimális értéke:

$$R = \frac{r + \sqrt{r^2 + 4B \cdot r}}{2} \text{ m.} \tag{10}$$

### 6. Különböző kialakítású falazatok gazdaságossági összehasonlítása

Az optimális falazat kialakításánál a kemence élettartamát az üzemeltetés módja és az alkalmazott falazóanyagok határozzák meg. Ezért azonos feladatra építendő kétféle anyagminőségű falazat esetén nem lehet az összehasonlítást az eddigiekben meghatározott költségfüggvények abszolút értékének egybevetése alapján elvégezni. Különböző anyagminőségek esetén a célszerűen megválasztott drágább anyag rendszerint nagyobb kemencetartósságot eredményez. (Ha  $t_1 < t_2$ , akkor  $\tau_1 < \tau_2$ )

Az összehasonlításban figyelembe kell venni, hogy a hosszabb ideig üzemelő kemence egy adott hosszabb időperióduson belül kevesebb átépítést igényel, mint a rövidebb élettartamú. Ezért az összehasonlítás csakis azonos időtartamra pl. 1 órára vonatkoztatott fajlagos költségek egy-

bevetésén alapulhat. Azaz összehasonlítási alapul nem „ $K$ ”, hanem  $\frac{K}{\tau}$  értékét kell figyelembe venni.

Ezenkívül nem hanyagolható el az átépítés, illetve kemencejavítás következtében kieső termelési érték sem.

Ha az átépítés időszükséglete  $\tau_u$ , és a kemence termelése által előálló nyereség  $G$ , valamint a kemence felülete  $F$ , akkor megállapítható, hogy az 1. jelű falkialakítás gazdaságosabb a 2. jelűnél, ha az alábbi feltétel fennáll:

$$\frac{F \cdot K_1 + G \cdot \tau_u}{\tau_1 + \tau_u} < \frac{F \cdot K_2 + G \cdot \tau_u}{\tau_2 + \tau_u}$$

Ezért, ha  $\tau_1$  jelentősen nagyobb  $\tau_2$ -nél és  $K_1$  csak kisebb mértékben nagyobb  $K_2$ -nél, a drágább falazat gazdaságosabb lesz. Magas hőmérsékletű kemenceknél előfordulhat, hogy a szigetelt falazat élettartama jóval alacsonyabb a szigetetlen-nél azonos tűzálló minőségek alkalmazása esetén is. Ez esetben szintén a fenti összehasonlító számítás dönti el, hogy melyik megoldás a gazdaságosabb.

A kidolgozott számítási módszer természetesen csak olyan kemencefalazati részek méretezésére szolgál, melyeknek hővesztesége a hőfelhasználásra kihatással bír. A mellékhőrendszerek pl. a mészégetőkemence előmelegítő zónájának falazata elsősorban mechanikai igénybevételre méretezendő.

A bemutatott szempontok és megoldások ismertetésével nem kívánjuk azt állítani, hogy ez az eljárás az egyetlen módja a gazdaságosabb kemencekonstrukció kialakításának. Nyilvánvaló, hogy egyéb — főleg technológiai — észszerűsítések így elsősorban azonos kemenceméreték melletti nagyobb kihozatal) jelentősen javíthatják az üzem gazdaságosságát. Azonban ezen lehetőségek mellett további gazdasági előnyt érhetünk el a kemence falazatának optimális kialakításával, az itt ismertetett számítási módszer értelemszerű alkalmazásával.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Anhaltzahlen für die Wärmewirtschaft. (1957.)
- [2] Wührer, J.: Erfahrungen an hochisolierten Kalkschachtofen. Zement—Kalk—Gips. (1959.) 141—151 o.
- [3] Traustel, S.: Über die wirtschaftliche Ofenwandstärke. Tonindustrie-Zeitung (1959). 121—124. o.
- [4] Heiligenstaedt, W.: Wärmetechnische Rechnungen für Industrieöfen. (1951.)

Balázsovics Géza: Aknás- és forgócsökemencék optimális falvastagsága

Egy műszaki feladat megoldása annál gazdaságosabb, minél kisebb ráfordítással érjük el a kívánt eredményességet.

Adott technológiai folyamatnál a kemence teljesítményét belső méretei határozzák meg. Az ilyen módon kiadódó falfelülethez kell a lehető leggazdaságosabb falkialakítást meghatároznunk. A kemencék falazatával kapcsolatos költségek folyamatos üzemű aknás- és forgócsökemencéknél két részből tevődnek össze.

Egyrészt a falazat időnkénti felújítási költségből, másrészt a falazaton keresztül fellépő hőveszteség fedezésére szolgáló tüzelőanyag költségből az üzemeltetés során.

Mivel az anyagminőséget a technológiai követelmények és a fellépő hőmérsékleti igénybevételek meghatározzák, a falazat optimális vastagságának meghatározására korlátozódik. A falazattal kapcsolatos költségek alakulását a falvastagság függvényében kifejezve, a minimális költséghez tartozó falvastagság meghatározható.

A fenti gondolatmenetnek megfelelően kidolgoztuk a sík, hengeres és gömbsüveg-alakú, egyszeres és összetett falazatokra vonatkozó összefüggéseket, valamint az egyes különböző élettartamú falazatok közti gazdaságossági összehasonlítás módját.

G. Балажович: ОПТИМАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА ФУТЕРОВКИ ШАХТНЫХ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ.

Решение какой-нибудь технической задачи является экономически тем более выгодным, чем меньше составляют расходы ее осуществления. При данном технологическом процессе производительность печи определяются ее внутренними размерами. К получаемой, таким образом, поверхности обмуровки нужно определить ее экономически наиболее выгодный профиль. Расходы, связанные с футеровкой непрерывно действующих шахтных и вращающихся печей, складываются из двух частей. Это, с одной стороны, расходы на периодическое обновление футеровки, с другой стороны, расходы на топливо, израсходованное на покрытие потерь тепла через стенку печи во время ее работы.

Т. к. качество материала предопределяется технологическими требованиями и температурными условиями, задача ограничивается определением оптимальной толщины футеровки. Выражая образование расходов на футеровку в зависимости от ее толщины, можно определить толщину стены, относящуюся к минимальным расходам.

Соответственно вышензложенному ходу мыслей, нами разработаны зависимости, относящиеся к плоским, цилиндрическим и сегментным поверхностям футеровки, а также методика экономического сравнения футеровок различной долговечности. (П. Д.)

Balázsovics, Géza: Die optimale Wandstärke der Schacht- und Drehöfen.

Die Lösung einer technischen Aufgabe ist umso wirtschaftlicher, je kleiner sich der Kostenaufwand, mit welchem das erwünschte Ziel zu erreichen ist, gestaltet.

Bei gegebenem technischen Prozeß bestimmen die Leistung eines Ofens seine inneren Abmessungen. Als dann hat man zur gegebenen Oberfläche die meistökonomische Wandausbildung zu bestimmen.

Die Kosten der Ofenwände von fortlaufend tätigen Schacht- und Drehöfen können in zwei Gruppen verteilt werden. Einerseits muß die Wandung von Zeit zu Zeit erneuert werden; andererseits aber sind die Kosten, die zum Ersetzen der mittendurch die Wand auftretenden Wärmeverluste während des Betriebs erforderlich sind, recht beträchtlich.

Indem die Stoffqualität durch die technologische Forderung und thermische Inanspruchnahme bereits festgestellt ist, beschränkt sich die Aufgabe auf die Bestimmung der optimalen Wandstärke. Bezieht man die mit der Wandung zusammenhängenden Kosten auf die Dicke der Wand, so läßt sich auch die dem Minimal-kostenaufwand entsprechende Wandstärke berechnen.

Im erörterten Sinne wurden die Zusammenhänge für flache, zylindrische und kugelhaubenförmige Wandungen ermittelt, ferner das Vorgehen beim Vergleich von Wandungen verschiedener Lebensdauer, von der Seite der Ökonomie aus betrachtet. (S. G.)

# Porlasztószárító rendszerek alkalmazása finomkerámiai présporok előállítására

MONOSTORI ENDRE

A finomkerámiai ipar egyik gyakran alkalmazott technológiája a porsajtolás. A préspor előkészítését jelenleg általában korszerűtlen technológiával, alacsony termelékenységgel végezzük. A jelen cikkben tárgyalta eljárás egy korszerű, nagyteljesítményű és magas termelékenységű préspor előállítási módot ismertet, melynek bevezetése világszerte terjedőben van.

## 1. A cseppképződés elmélete

A kis viszkozitású folyadék-sugár cseppekre bomlását először Rayleigh vizsgálta. Elmélete szerint, ha a folyadéksugár kis sebességgel mozog, akkor külső zavarás hatására (pl. levegő súrlódás) egy kritikus hosszúság után a sugár felbomlik. A felbomlás — elmélete szerint — akkor következik be, ha a zavarás amplitudója eléri a sugár felét. Vizsgálta a különböző átmérőjű folyadéksugarak felbomlási hosszát.

A kritikus hossz és a folyadéksugár átmérője között  $\lambda/d_0 = 4,5$  értéket határozott meg. Elmélete szerint a sugár felbomlását egyedül a felületi feszültség okozza, a folyadék viszkozitását figyelmen kívül hagyta.

Weber és Hauelien a vizsgálataikat kiterjesztették viszkózus folyadékokra is. Ők figyelembe vették, hogy a folyadék növekvő viszkozitása növeli a folyadéksugár felbomlási hosszát.

Az eddigi vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a sugár felbomlása függ:

1. a sugár átmérőjétől
2. a sugár sebességétől
3. a folyadék felületi feszültségétől,
4. a folyadék viszkozitásától.

A folyadéksugár felbomlása a következő módon játszódik le:

Az első szakaszban a folyadéksugár a nyíláson kilépve egy bizonyos hosszúság után a Rayleigh-elmélet szerint cseppekre bomlik. Mivel adott folyadékról van szó, az előbb említett négy pont közül adott hőfokon csak a sugár átmérőjét, ill. a sugár sebességét tudjuk változtatni. Ennek eredménye a sugáron végigfutó szimmetrikus spirális lengés. A zavarást fokozva fellép a tulajdonképpeni porlasztás, mikor a folyadék a nyíláson kilépve rögtön cseppekre szakad.

## 2. A porlasztó típusok

A porlasztás módjai szerint megkülönböztetünk:

- a) folyadék nyomásos,
- b) forgótárcsás és
- c) pneumatikus porlasztókat.

A finomkerámiai présporok nyersanyagait általában nedves őrlésű golyósmalmokban megőrlik, majd szitálás után kapnak egy kolloid állapotú vizes szuszpenziót. A folyadékban szuszpendált anyagok legtöbbször kemény, erősen koptató hatású

(pl.  $\text{SiO}_2$ , vagy különböző fénoxidok). A porlasztó típusok megválasztásánál ezeket a szempontokat is figyelembe kell venni.

### a) Folyadék nyomásos porlasztók

A legelterjedtebb típus ezek közül a perdítőkamrás porlasztó. A nyomásos porlasztók esetében a porlasztáshoz szükséges energia folyadéknyomás alakjában van jelen. A nagy nyomású folyadék nyomási energiájának — egy kamrába érintőlegesen belépve — tangenciális és axiális sebességi energiává kell alakulnia. A kamra alján levő nyíláson kilépve a sugár kúp alakban cseppekre bomlik. E típus energiaszükséglete a legkisebb, előnye még egyszerű szerkezete. Hátránya, hogy a kilépő nyílás csak mm nagyságrendű lehet, egy fej teljesítménye kicsi, másrészt — szuszpenzióról lévén szó — könnyen eltömődhet. A folyadék sebessége a kilépő nyílásnál a legnagyobb, ezért a koptatás is ott jelentkezik a legnagyobb mértékben. Alkalmazása ezért a kerámia iparban nem kedvező.

### b) Forgótárcsás porlasztó

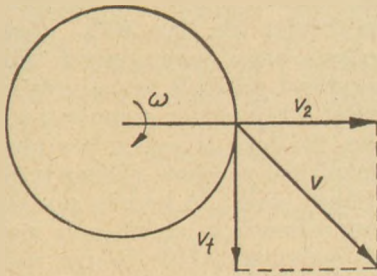
A forgótárcsás porlasztók között 2 típust különböztetünk meg:

síktárcsás porlasztót és  
küllös, vagy furatos tárcsás porlasztót.

A forgótárcsás porlasztók közös sajátossága az, hogy a porlasztáshoz szükséges nagy kilépési sebességet a folyadék a centrifugális erőterben való mozgásból nyeri. A síktárcsás porlasztónál a tengelynél beadagolt folyadékot csak a folyadék és a tárcsa között létrejövő súrlódás kényszeríti forgásra, míg a küllös tárcsánál a folyadék kényszer-mozgást végez. Mindkét típus alkalmazásának nagy lehetőségei vannak a kerámiaiparban.

A tárcsás porlasztó kutatásában és gyakorlati alkalmazásában világviszonylatban kiemelkedő munkát végzett a dán NIRO cég, amelynek berendezései világszerte a kerámiai ipar területén is sikerrel működnek.

A forgótárcsás porlasztó porlasztási energiaszükséglete szintén csekély, a nyomásos porlasztóéval azonos, vagy csak kis mértékben haladja meg azét. Alkalmazásuk a kerámiai iparban porlasztószárítóknál elterjedt, mert a koptató hatás itt nem olyan veszélyes. Emellett nagykeménységű kerámiai betéttel is elláthatják a tárcsák folyadékkal érintkező részét, melyek könnyen cserélhetők. Ezáltal a tárcsák kopása jelentősen csökkenthető. A porlasztószárító üzemének gazdaságosságát erősen befolyásolja a folyadék szárazanyag-tartalma. Ennek növelésére itt csak a folyadék szállíthatósága szab határt, mert pl. a síktárcsás porlasztók már kifejezetten paszterszerű anyagok porlasztására is alkalmasak. A tárcsás porlasztóknál a porlasztás úgy jön létre, hogy a furatokban a folyadék felgyorsul, és a furatból a tárcsa síkjában a sugárhoz képest kb.  $45^\circ$ -os szögben lép ki.



1. ábra

A kilépési sebességet a  $v_r$  radiális és a  $v_t$  tangenciális komponensből a következő módon határozhatjuk meg (1. ábra):

$$v_t = r \cdot \omega \text{ (m/sec)}$$

ahol  $r$  = a porlasztó tárcsa rádiusza méterben  
 $\omega$  = a porlasztó tárcsa szögsebessége 1/sec-ben

$v_t$  = a kilépő folyadéksugár tangenciális sebessége.

A folyadéksugár radiális sebességét a forgórendszerre felírt Bernouilli-egyenlethől határozhatjuk meg (2. ábra).

A levezetésben a jelölések a következőket jelentik:

$p_0$  = a 0 pontban a folyadék nyomása  $\text{kg/m}^2$ -ben

$p_1$  = az 1 pontban a folyadék nyomása  $\text{kg/m}^2$ -ben

$\gamma$  = a folyadék fajsúlya  $\text{kg/m}^3$

$h_0$  = a folyadék magassága az alapszinttől számítva m-ben

$h_1$  = az 1 pontban a folyadék magassága az alapszinttől számítva m-ben

$g$  = nehézségi gyorsulás  $\text{m/sec}^2$

$v_0$  = a folyadék belépési sebessége  $\text{m/sec}$ -ben

$v_r$  = a folyadék kilépési (radiális) sebessége  $\text{m/sec}$ -ben

$$\frac{p_0}{\gamma} + h_0 + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{p_1}{\gamma} + h_1 + \frac{v_r^2}{2g} - \frac{r^2 \cdot \omega^2}{2g}$$

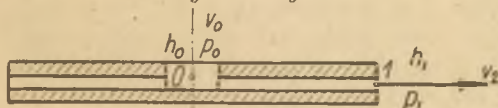
Mivel a tárcsa vízszintes síkban forog,  $h_0$  és  $h_1$  magasságokkal egyszerűsíthetünk, ugyanígy a folyadéknak belépéskor is és kilépéskor is légköri nyomása van, ezért a

$$\frac{p_0}{\gamma} \text{ és } \frac{p_1}{\gamma}$$

értékekkel egyszerűsíthetünk. A folyadéknak a tárcsába való belépési sebessége a kilépési sebességhez viszonyítva nagyságrendekkel kisebb, ezért értéke elhanyagolható.

Az egyszerűsítéseket elvégezve az egyenlet a következő alakú lesz,

$$\frac{v_r^2}{2g} = \frac{r^2 \cdot \omega^2}{2g}$$



2. ábra

tovább egyszerűsítve; a radiális sebességre a következő kifejezést kapjuk:

$$v_r = r \cdot \omega \text{ (m/sec)}$$

A radiális és tangenciális sebesség-komponensből a kilépési sebességet a következő módon határozhatjuk meg:

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2}$$

$$v = \sqrt{2} \cdot r \cdot \omega$$

A radiális sebesség az elméletileg meghatározott értéknél mindig kisebb, mert a folyadék a tárcsa furataiban súrlódással mozog.

A forgótárcsás porlasztóknál a porlasztás mechanizmusa a következő módon játszódik le:

Kis fordulatszámnál és kevés folyadéknál a tárcsa kerületén cseppek, majd a fordulatszám és a folyadék mennyiség növelésével folyadéksugarak, később összefüggő film alakul ki. A fordulatszám növelésével a film cseppekre szakad (kritikus hossz), majd a film visszahúzóódik egészen a tárcsaig.

A forgótárcsás porlasztók előnyei a nagy teljesítmény — melyet fokozni lehet több tárcsa egy tengelyre szerelésével — a kis energiaszükséglet, finom porlasztás, a cseppméret könnyű szabályozási lehetősége. Hátránya, hogy a porlasztás síkban történik, ezért a kamraátmérő nagyra adódik.

### c) Pneumatikus porlasztó

A pneumatikus porlasztók esetében a folyadék cseppekre bontását a nagysebességű levegősugár végzi. A porlasztáshoz szükséges levegő (gőz) nyomása 1,5—6 atm. között mozoghat. Egy kg folyadék elporlasztása 1—12 kg levegőt igényel. A sűrített levegő előállításához tetemes energia szükséges, ezért energiaszükséglete többszöröse az előbbi két porlasztó típusénak. Alkalmazása ezért nagy mennyiségek esetén nem gazdaságos, csak ott használják, ahol követelmény a kis cseppméret és a feldolgozandó mennyiség nem sok (pl. mázolásnál).

### 3. A porlasztószárító rendszerek ismertetése

A porlasztószárítás elve az, hogy a folyadékot apró cseppekre bontva a felülete nagyságrendekkel megnövekszik. A megnövekedett felületen igen gyors felületi szárítás, ill. elgőzölögtetés jön létre, így a folyadék szárazanyag-tartalma apró gömböként visszamarad. A porlasztószárító tulajdonképpen egy zárt kamra, ahol egy porlasztóberendezés a folyadékot cseppekre bontva, érintkezésbe hozza a meleg levegővel. A szárítóból a lehűlt levegő és a száraz por távozik. A berendezéshez tartozik még a folyadékot mozgató szivattyú, a meleglevegőt előállító kalorifer és ventilátortelep, és a porleválasztó berendezés. A folyadék-csepp és a levegő haladási iránya szerint megkülönböztetünk:

- egyenáramú,
- ellenáramú és
- vegyesáramú szárítókamrákat.

A gyakorlatban, főleg az egyenáramú kamra terjedt el számos előnye miatt. Az ellenáramú szárító fő hibája, hogy a már száraz szemcse találkozik a száraz forró levegővel, ezért feleslegesen túlhevül, megpörkölődik. Nem lehet a végtermék nedvességtartalmát sem olyan könnyen beállítani ellenáramnál, mint az egyenáramú szárításnál. Végül az ellenáramnál nagyobb a végtermék fajtázódása is.

A NIRO cég is egyenáramú kamrát alkalmaz, a NIRO-rendszerre jellemző levegő-belépő és kilépő nyílásokkal.

A berendezés lelke a porlasztó tárcsa, melyre középen a tengelynél vezetik be az anyagot és innen az a körkörös elhelyezkedő ovális furatokba jut. A tárcsa rozsdamentes acélból készül, pontosan kiegyensúlyozva. Koptató hatású anyagok porlasztása esetén a csatornába kopásálló kerámiai betéteket tesznek, melyek cserélhetők. A kopás így kisebb, másrészt a fémszennyeződés sem kerülhet az anyagba. A tárcsa tengelyét egy nagy menet-emelkedésű csigakerék hajtja meg elektromotorral. Kisebb típusoknál alkalmaznak légturbinát is. A tárcsa fordulatszáma 10—13 000/perc, nagyobb teljesítmények esetén egy tengelyre több tárcsát is felfűznek egymás alá.

A folyadékot a táptartályból egy adagoló szivattyú szállítja a tárcsához. Anyagszuspenziók esetén membrán szivattyút, vagy MONO-szivattyút lehet alkalmazni.

A meleg levegő előállítását alacsonyabb hőfok esetén gőzfűtésű kaloriferben végzik. Mivel a kerámiai szuszpenziók nem oly érzékenyek a hőfokra és a szárító közegre, ezért alkalmazhatnak kerámiai szárításnál direkt olaj- vagy gáztüzelést is. Egyes esetekben a füstgázok levegővel hígítva alkothatják a szárító közeget. A levegő hőfoka 80—500 °C között mozoghat. A levegő szállítását egy ventilátor végzi, mely a kalorifer előtt nyer elhelyezést. A szárítóba a levegő a tárcsa alatt egy kúpos végződésű, a forgási irányban lamellázott csővégen lép be. A cseppek a kamra fala felé haladva a meleg levegőben megszáradnak. Kinetikai energiájukat elvesztve lehullanak a kamra kúpos fenekére. A lehallást a lefelé áramló levegő is elősegíti. A kamra átmérőjét úgy kell meghatározni, hogy a cseppek ne csapódjanak a falnak, mert ott összefüggő kérget képeznek és már csak lekaparással távolíthatók el. A kamra alja ciklonhoz hasonlóan van kiképezve. A perdülettel rendelkező levegő a kúpos részben kiejti a szilárd szemcséket. A kamra alján eltávolítható a száraz termék 85—90%-a. A maradék port a nedves levegő viszi magával. A forrólevegő vezeték a kamrában egy hűtőcsővel van körülvéve, hogy az anyagnak a forró csőre sülése kiküszöbölhető legyen.

A kamrából a por elszállítása pneumatikusan történik. A por végső nedvességtartalmát a folyadék betáplálás és a levegő bevezetés mértékével szabályozhatjuk. A kilépő levegő hőfoka kb. 80—90 °C a kamrából egy porleválasztó berendezésbe jut.

Ez állhat zsákos porszűrőből, ciklon, ill. multiciklon telepből. A NIRO megoldásnál 1—4

ciklont alkalmaznak a por leválasztására. Mivel a ciklon határfoka kb. 90—95% körül mozog, ezért különösen nagy mennyiségek feldolgozása esetén — egyrészt jelentős anyagvesztéség keletkezik, másrészt a kijutó por szennyezi a környezet levegőjét. Az eltávozó levegő teljes portartalmát nedves porleválasztón lehet visszanyerni, melyet a cég kívánságra szállít. A nedves porleválasztóba folyadékként célszerű a szárítandó szuszpenziót felhasználni, melynek kettős előnye van: egyrészt a folyadék előmelegszik, így viszkozitása csökken, másrészt a megkötött por újra visszakerülhet a porlasztó-toronyba.

A berendezés alkalmas csempeprépor készítésére, 6—8% víztartalmú, feritmassza szárítására, és olajos préporok készítésére is.

#### 4. A porlasztószárítás összehasonlítása egyéb szárítási módokkal

A porlasztószárítás előnyei:

1. A szárítás gyors (másodperc nagyságrendű).
2. A termék paraméterei (nedvesség, szemcseméret stb.) könnyen változtathatók.
3. Utólagos aprításra nincs szükség.
4. Technológiai rövidítés lehetséges.
5. Nagy teljesítményű.
6. A berendezés falára nem kenődik az anyag.
7. A szárító közeg nagy hőfok-határok között alkalmazható (80—800 °C).
8. Tapadó anyagokra is alkalmazható, mely más módszerrel nem szárítható.
9. Több komponens kívánt arányú keveréke egyidejűleg szárítható.

10. A szárítás zárt rendszerben történik (az üzemekben fenálló szilikózis-veszély megszűnik).

A kerámiai anyagok szárításánál, különösen a 2, 3, 4, 5, 7, 9 és 10-es számú pontokban foglalt előnyöknek van nagy jelentősége. A szárító egyenletes szemcseméretet, állandó nedvességtartalmat produkál, amivel felülmúlja az eddig alkalmazott technológiákat. A szárítóból az anyag a kívánt szemcseméretben kerül ki, így elmarad a szárítást követő koller-járaton való aprítás. A technológia egyszerűsége jó példát mutat a csempeprépor (előkészítésből, kezdve onnan, hogy a megőrölt, szitált „slikker” rendelkezésünkre áll, a jelenlegi technológia a következő gépeket és műveleteket igényli :) előállításának hagyományos és porlasztó szárítással kialakított technológiájának összehasonlítása. A hagyományos technológia szerint a megőrölt és szitált masszaiszap elkészítése után az alábbi műveleteket kell elvégezni. Nagynyomású membrán szivattyúval az iszapot a szűrőprésre kell szállítani. Szűrőprézelés, a présből kiszedés, a kiszedett masszalepények kocsiakra rakása. A kocsirol a szárítóalagút kocsijaira átrakás, szárítás szárító alagútban, a megszáradt lepények leszedése a kocsirol. Ezután kézi nedvesítés, átszállítás a pormalomba ahol kollerjáraton megőrlik a masszát és a présport szállítócsiga szállítja a présgépek fölé.

A porlasztásos szárítási technológia egy lépésben elvégzi az egész műveletsorozatot, a pontosan

beállított nedvesség-tartalmú port pneumatikus úton szállítja a présgépek fölé. A berendezés kiszolgálásához műszakonként 1 fő szükséges, akinek feladata csak a berendezés ellenőrzése. Ebből látható, hogy termelékenysége többszöröse a hagyományos technológiának. Helyigénye sem akkora, mint az előbb említett technológiai folyamaté, másrészt a berendezés szabadba is telepíthető, épületet nem igényel.

A porlasztószárító hátrányai:

1. Alacsony belépő hőmérséklet esetén nagy kamratérfogat adódik.
2. Drága a porlasztó és porleválasztó berendezés.
3. A többi szárítási módoknál energia-igényesebb.
4. A termék térfogatsúlya kicsi.

Vizsgáljuk meg ezeket a hátrányokat a kerámiai anyagok szárításánál:

A belépő levegő hőfokával itt sokkal feljebb lehet menni, mint pl. szerves gyógyszerek, élelmiszerek esetében, mert hőre nem oly érzékenyek. Ez a szárítás hatásfokát javítja, másrészt a ventilátorok energiaszükségletét is jelentősen csökkenti.

A beruházást vizsgálva valóban fennáll a berendezés költséges volta, mert pl. a Budapesti Porcelángyár csempe kapacitásának megfelelő 87 tonna/24 óra, 40% szárazanyag-tartalmú agyagiszap feldolgozására alkalmas berendezés értéke nedves portalanítóval együtt 3 600 000 folyó Ft-ot tesz ki és energiaszükséglete 81 kW villamos teljesítményt, valamint 180 kg/ó olaj fogyasztást képvisel.

Ha ezen berendezés árát összehasonlítjuk a hagyományos technológiai folyamat gépeinek, épületeinek az árával, a technológiai egyszerűsítés miatt sokkal kedvezőbb képet kapunk a porlasztószárító javára.

Üzemköltségek szempontjából összehasonlítva a hagyományos technológiával az alábbiakat tapasztaljuk.

A gazdaságos üzemeltetést lényegében az 1 kg masszára jutó energia-fogyasztás dönti el, mert

a munkabér költségek tekintetében sokkal kedvezőbb a porlasztó szárítás.

A mechanikai víztelenítés sokkal kevesebb energiát igényel és a préslepenyek kb. 20—24% víztartalommal kerülnek a szárítóba. A porlasztószárítóba 60% víztartalmú anyag kerül, így — bár hatásfoka jobb — a nagyobb vízmennyiség elpárologtatása miatt — energiaszükséglete mégis többszöröse (2—2,5) a szárítóalagúténak. Ha azonban az egész technológiai folyamat — szűrőpréselés, szárítás, kollerozás, szállítás — energiaigényét vesszük figyelembe, a helyzet sokkal kedvezőbb.

A folyamatban energiatakarékosságot az agyagiszap töményebbre készítésével lehet elérni. Elektrolit adagolásával 60% szárazanyag-tartalomig is felmehetünk, így 30%-os hőenergia megtakarítást lehet elérni.

*Monostori Endre: Porlasztószárító rendszerek alkalmazása finomkerámiai présporok előállítására*

A porlasztószárító energiafogyasztás tekintetében sem marad el a hagyományos technológia mögött. A végtermék térfogatsúlyát tekintve a kis térfogatsúly itt követelmény, nem hátrányos, mert csak elszállításnál — mint késztermék — jelentene problémát (pl. tejpor, kávépor).

*Эндре Моноштори: ПРИМЕНЕНИЕ РАСПЫЛИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ СИСТЕМ В ТОНКОЙ КЕРАМИКЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕССОВОЧНЫХ ПОРОШКОВ.*

Распылительная сушилка с точки зрения расхода энергии не отстает от классической технологии. Принимая во внимание объемный вес конечного продукта, небольшой объемный вес здесь является требованием, а не недостатком, т. к. он лишь при транспорте — готового продукта — означал бы проблему (например молочный, кофейный порошки). (П. Д.)

*Monostori, Endre: Zerstaubungstrockenanlagen bei der Herstellung von Preßpulvern der feinkeramischen Industrie*

Der Zerstaubungstrockner ist — verglichen mit der üblichen Technologie — auch in Hinsicht des Energieaufwands nicht minderwertig. Was das Raumgewicht des Endproduktes betrifft: ein niedriger Wert desselben ist hier eine Forderung, kein Nachteil, indem es nur beim Transport des Endproduktes (Kaffeepulver, Milchpulver usw.) in Betracht gezogen werden muß. (S. G.)

## A világ téglatermelése

A világ legnagyobb téglatermelője a Szovjetunió: 1960. évi több mint 35 milliárd darabos termelésével messze megelőzött minden országot. A többi ország termelési adatai 1960 évben:

|                    | millió db. |
|--------------------|------------|
| Magyarország       | 1812       |
| Ausztria           | 928        |
| Belgium            | 2257       |
| Csehszlovákia      | 1976       |
| Dánia              | 412        |
| Egyesült Királyság | 7267       |

|                                | millió db. |
|--------------------------------|------------|
| Franciaország                  | 4072       |
| Hollandia                      | 1617       |
| Jugoszlávia                    | 1374       |
| Lengyelország                  | 3442       |
| Német Demokratikus Köztársaság | 2285       |
| Német Szövetségi Köztársaság   | 6198       |
| Norvégia                       | 78         |
| Svédország                     | 349        |
| Egyesült Államok               | 6943       |

(Statistikai időszaki Közl., 1962) -tf-

## Beszámoló a VI. Porcelánkonferenciáról

Karlovy Vary 1962. szept. 26—28.

A Csehszlovák Szilikátipari Tudományos Egyesület Karlovy Varyban rendezte a VI. Porcelánkonferenciát, amelyen a cseh szakembereken kívül angol, bolgár, magyar, lengyel, keletnémet, nyugatnémet és román szakemberek is résztvettek.

A konferencia programja a következő volt:

szept. 26. Plenáris ülés a Moszkva szálló dísztermében.

szept. 27. A szekciók előadásai a Karlovy Vary kerámiai iskolában.

Az „A” szekció két csoportban a műszaki, a „B” szekció pedig a háztartási és egészségügyi porcelángyártás problémáit tárgyalta.

szept. 28. A Louny porcelángyár meglátogatása. A konferencián összesen 22 előadás volt, kettőt filmvetítés egészített ki.

A plenáris ülés prof. Dr. R. Barta megnyitóbeszédével kezdődött, ezután az alábbi előadások hangzottak el.

### 1. prof. dr. Konta (NDK)

„A zettlitzzi kaolinból készült égetési próbakon mutató színfoltok okai és azok kiküszöbölésére irányuló javaslatok.”

1410 °C-os égetésnél a zettlitzzi „la” jelű izsapolt kaolinból készített próbatestek felületén lilásszürke, vagy kékesszürke, a próbatestek belsejében okkersárga foltok keletkeztek.

A vizsgálat megállapította, hogy a foltosodást a kaolin tartalom csökkenése, ezzel egyidejűleg a csillámtartalom növekedése okozza.

A csillám vastartalma égetéskor a felületen részben vagy egészen  $Fe^{++}$ -vé redukálódik, amely a jelenlevő túlzott alkália mennyiséggel lilásszürke vagy kékesszürke foltokat alkot.

A próbatest belsejében a vas nem tud redukálódni, ezért ott okkersárga foltok jelentkeznek. Ezek a jelenségek 88% kaolinit tartalom alatt fordulnak elő.

Egy hozzászóló dr. Konta előadása kiegészítéseként elmondotta, hogy a zettlitzzi nyerskaolin szárász mikroszeparálására Angliában kísérleteket végeztek. Az eredmények azt mutatják, hogy az így nyert finom frakció a nedves fajtázás finom frakciójához képest kedvezőbb tulajdonságokat mutat. A kaolinit tartalom 89%-ról 91%-ra nőtt, a vastartalom csökkent, a viszkozitás és a nyerstörési szilárdság emelkedett.

### 2. S. Ribagin (Bulgária)

„Tapasztalatok háztartási porcelán elektromos kemencében való égetésével kapcsolatban.”

A „SZIDA” gyárban két Kerabedarf típusú elektromos alagútkemence üzemel.

A zsengező kemence 53 m, az erőstűzű kemence 92 m hosszú. A zsengező kemence fűtőelemei Kanthal ellenálláshuzalok, a mázas égetőkemence fűtőelemei 1200 °C-ig Kanthal huzalok, a felett szilitrudak.

A mázas kemence max. égetési hőmérséklete 1350 °C. A redukiót kezdetben úgy kívánták

megoldani, hogy a redukálózónában a kemence falát grafittéglával burkolták, de ez a módszer nem vált be.

Most faszénből nyert generátorgázzal redukálnak 6—8% CO tartalom és 1—2 v.o. túlnyomás mellett.

A kemence teljesítménye 4—5 to/nap energia szükséglet 4—5 kWo/kg porcelán.

### 3. Prof. dr. Vinogradov (LNK)

„Földpát előkészítése finomkerámiai célra”.

Finoman örölt nyers földpátot 14 kV feszültségű elektrosztatikus berendezésben szeparáltak. A nyers földpát alkáli tartalma a 0,1—0,5 mm-es frakcióban 8,7% dúsítás után 10,17%.

A bemutatott minták alapján a kísérlet eredményesnek mondható. Fontos követelmény, hogy a nyers földpát teljesen száraz legyen.

### 4. J. Ráth mérnök (CSSZK)

„Rendkívüli időjárás viszonyokra tervezett szigetelők oszcillografikus jellemzői”.

Oszcillográffal vizsgálták a szigetelőket. Megállapították, hogy átütéskor az oszcillográfon látható görbe deformálódik. Ez a folyamat megfelelő eljárással fényképezhető, sőt magnetofonra vehető.

Megállapítja, hogy az elektromos tulajdonságok nagymértékben függenek a máz tulajdonságaitól. Fontos, hogy a mázfelület sima és fényes legyen.

### 5. Dr. K. Novák (CSSZK)

„A SiC tokgyártásra való felhasználása.”

Vizsgálták különböző SiC fajták oxidációs tulajdonságait, az eredmények azt mutatták, hogy a SiC oxidációval szembeni ellenállása a FeO tartalom növelésével javítható.

A „B” jelű SiC, amely 0,36% FeO-t tartalmazott 5 égetés után 5,9%  $SiO_2$ -t, az „A” jelű, amelynek FeO-tartalma 0,98% volt, 14 égetés után 5,5%  $SiO_2$ -t tartalmazott. Ha a FeO tartalom 1% körüli értéket elér, ugrásszerűen javítja a SiC oxidációval szemben való ellenállását, a 0,3—0,5% körüli FeO tartalom nem fejt ki lényeges javító hatást.

A szerkezeti vizsgálatok azt mutatják, hogy az FeO rácsba épül be. Javasolta, hogy finomkerámiai célra 2—2,5% FeO tartalmú SiC-t állítsanak elő.

6. Szepesi Károly—Majer József mérnökök (magyar)

„A 20 mikron alatti szemcséket tartalmazó kerámiai nyersanyagok szedimentációs analízisének elméleti és gyakorlati alapjai.”

### 7. V. Jezek mérnök (cseh.)

„Steatit máz 1350 °C hőmérsékletre.”

Kísérleteket végeztek különböző technológiai eljárással előállított steatit termékek közvetlen mázzal való égetésére, ennek során mintegy 30 féle mázat próbáltak ki. Megállapították, hogy a plasztikus formázási eljárásokkal készült steatit-termékek közvetlenül mázasan égethetők. A száraz sajtózási eljárással előállított steatit termékek

közvetlen mázas égetése a nagy selejteződés miatt nem gazdaságos.

8. Dr. Lőcsei Béla kandidátus (magyar)

„A mullitképződés kinetikája.”

Az előadás során a szerző az  $AlF_3$ -kaolinit rendszerben végbemenő mullitképződéssel foglalkozott.

9. Prof. J. Grzymek (LNK)

„Finomkristályos  $Al_2O_3$  kinyerése egyéb, nem bauxit tartalmú anyagokból.”

10. M. Potancok mérnök (CSSZK)

„Kerámiai anyagok mint hővezetők tulajdonságai.”

Az előadás a csehszlovák kerámiai üzemekben előállított hőtechnikai kerámiai anyagok (mullit, korund elektroporcelán) hőingadozás ellenállás mérésének eredményeit ismertette.

11. J. Kraval mérnök (CSSZK)

„Feszültséglökés jelenségek észlelése a szigetelők kombinált vizsgálata során.”

12. J. Koukal mérnök (CSSZK)

„A porozitás hatása a kerámikus szigetelők villamos tulajdonságára.”

Elméletileg fejtegette a porozitásnak a villamos tulajdonságokra gyakorolt hatását. A kísérleti részben a mérési módszereket ismertette.

13. B. Zbuzek mérnök (CSSZK)

„A granuláció módjának befolyása a sajtolt steatit tulajdonságaira.”

Száraz sajtólásra alkalmas présporok előállítási módjait ismerteti. Foglalkozik a mérési módszerekkel. Részletesen tárgyalja a granuláló eljárást, amely abból áll, hogy poralakú anyagot kevés víz hozzáadásával egy ferdén elhelyezett forgó tányéron szabályos gömbalakúra formálnak, ezt hasonlítja össze a többi présprelokkészítési móddal.

14. O. Vlachovsky mérnök (CSSZK)

„Szlovák nyersanyagok alkalmazása elektrotechnikai porcelán gyártásához.”

Néhány szlovák nyersanyag kémiai és raciónális elemzését DTA görbéjét és egyéb tulajdonságait ismerteti.

15. J. Chmelicék mérnök (CSSZK)

„A terhelés időtartamának és befolyásának hatása a sapkás szigetelők szilárdságára.”

Mind a mechanikai, mind az elektromos igénybevétel az egysapkás szigetelők fejrészét támadja legerőteljesebben. Ilyenkor ugyanis a fejben apró repedések támadnak, amelyek előbb utóbb átütéshez vezetnek.

A repedések képződése a terhelések nagyságtól és időtartamától függ.

Mérési eljárásokat dolgoztak ki, ezen szigetelők minősítésére.

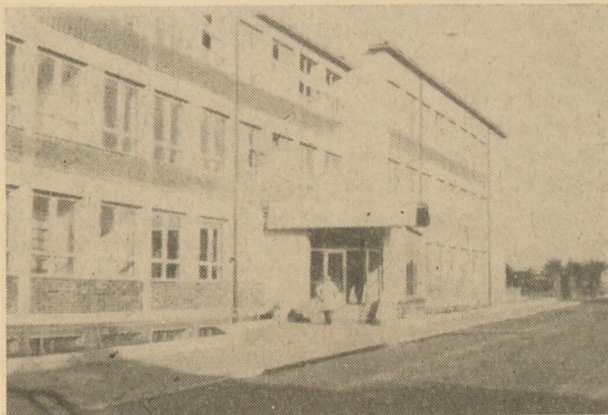
16. O. Balcar mérnök (CSSZK)

„Új kerámikus anyagok erősáramú és technikai alkalmazás céljaira.”

Az előadás ismertette a klasszikus elektroporcelán és a steatit mellett mostanában megjelent új kerámiai anyagok (nitrid, karbid, szilicid) tulajdonságait és alkalmazási területeit.

17. T. Sabacek mérnök (CSSZK)

„A gipsz pótlása használati kerámiák korongolásánál.” A gipsz pótlására két lehetőség van.



1. A gipsz tulajdonságának javítása adalékanyagokkal (Sorel cement, samottliszt, üvegszál stb.) vagy vákuumozással.

2. teljes helyettesítése más anyagokkal (kerámiai fém, műanyag).

A gipszformák helyettesítését több kísérlet-sorozat után egy csekély zsugorodású jó szívóképes-ségű, nagy szilárdságú samott-tal oldották meg.

A kerámikus formák 600 beformázás után sem mutattak kopást.

18. C. Richter mérnök (NDK)

„Korongolt kerámiai gyártmányok szövet-szerkezetének vizsgálata.”

Többszínű masszából készített bögrék és Roller automatán korongolt tányérok szövet-szerkezetét vizsgálta. Megállapította, hogy az előzetes lapsodrás Roller automatánál is kedvezőbb struktúrát biztosít, mint a közvetlen korongolás. Közvetlen korongolásnál ugyanis a massa a tányér szélénél és lábánál erősen meggyűrődik. Előzetes lapszedés esetén ez a gyűrődés minimálisra csökken.

19. J. Malesevsky mérnök (LNK)

„Műanyagok használata a kerámiaiparban.”

20. G. Rataj mérnök (CSSZK)

„Kvarcos homok alkalmazása porcelángyártáshoz.”

Kvarcnak kvarcoshomokkal való helyettesítésének lehetőségeit tárgyalja.

21. F. Pfuhl és F. Müller mérnökök (NSZK)

„Új kerámiai gépek és futószalagra való alkalmazásuk.” A Zeidler cég edénygyártó gépeinek ismertetése után, azok működéséről készített rövidfilmet vetítettek le.

22. K. Büttner mérnök (NSZK)

„A korszerű edénygyártás”.

Az előadás a Netsch cég edénygyártó gépeinek alkalmazási lehetőségeit tárgyalta.

A gépek működését rövid mozgófilm mutatta be.

A konferencia utolsó napján meglátogattuk a Louny Porcelángyárat. A tapasztalatokat összegezve megállapíthatjuk, hogy a konferencia és az azt követő gyárlátogatás igazolta a cseh porcelánipar magas műszaki színvonalát. Az a véleményünk, hogy a konferencia résztvevői sok hasznos tapasztalatot szereztek.

A konferencia jó szervezéséért dicséret illeti a vendéglátókat.

Molnár Gyula  
Kemény István

# Üvegipari formák mykologiailag kezelt fából

SOMODY ÁRPÁD mérnök, Tokodi Üveggyár

Hazánk erdőiben meglehetősen szegény. Különösen kevés az ipari célokra megfelelő faféleség, szükséges méretben és minőségben.

Az üvegipar jó minőségű, csomóktól mentes bükk rönköket használ, elég nagy mennyiségben. A nyers bükkfából készült formák gyorsan elégnek; az üvegelosztás és a felületi igénybevétel szerint egyenetlenül. Az erősebben igénybevett részek gyors elégeése miatt az egész formát le kell selejtezni.

A fafelhasználás és a minőségi faféleségek importjának a csökkentésére a NDK-ban jelentős kísérleteket végeztek. W. Luthardt irányításával kidolgozták a „myko-fa” előállítás technológiáját, amelyet az ipar sok területén sikerrel alkalmaznak (cipő-, gyufa-, ceruza- stb. gyártás).

A „myko-fa” mesterségesen tenyésztett penész-kultúrákkal kezelt fa. A kezelés abból áll, hogy a fa külső felületére telepített penészkultúra a rönk belseje felé növekszik. Növekedése közben oldja a fa egyes anyagait, amely után a rönkben apró furatok tömege keletkezik. A mykológiai kezelés a kívánt eredménytől függően 1—2 évig is eltart. A kezelés idején biztosítani kell a penészkultúra behatolásához szükséges életfeltételeket: a fa és a környezet változatlan nedvességtartalmát, állandó hőmérsékletet és a szükséges oxigént.

A NDK-ból a Tokodi Üveggyár két farönköt kapott üvegipari felhasználhatóságuk megvizsgálására.

A rönkök „befulladt” fa benyomását keltik. Szakszerű vizsgálat után látható, hogy a myko-fa szövete egyenletesen fehér és szilárdsága sokkal nagyobb, mint a befulladt fapé. A fajsúlya a kezelés előtti fajsúlyának cca  $\frac{2}{3}$ -ára csökken, ez az alkalmazott penészkultúra természetétől és a kezelés idejétől függ. A kezelés alatt a fa elveszti belső feszültségét, nem vetemedik, porózussá válik, szilárdsága csökken, amellet új tulajdonságokat nyer, amelyek ipari felhasználhatóság szempontjából kedvezőek.

A rendelkezésünkre bocsátott farönkökből 20 cm-es exikátor és G-307-es opálbúra formáját

készítettük el. A megmunkálás kézi előtolással történt  $n = 450$  ford/perc fordulatszámmal. A rönköt karmokra fogtuk fel, ezért nagyobb fordulatszámmal való megmunkálás munkavédelmi szempontból nem biztonságos. A száliránnyal párhuzamos felületeket sikerült jól elkészíteni, míg a szálirányra merőleges felületeken a vágószerszám a rostokat összenyomta és feltépte.

A formákat ezután használatba vételükig víz alatt tároltuk. A gyártásnál a szokásos technológiától nem térünk el.

Megfigyeléseink szerint a mykologiailag kezelt fából készült forma 4—6-szor tartósabb, mint a bükk. Erős nedvszívó képessége miatt a forma elszenesedése lassú; az első műszak végén a belső felületek fehérek voltak. Csupán az élek mentén látszott kis mértékű szenesedés. Az üveg könnyebben forgatható, a termelékenység emelkedik. Az exikátor gyártásakor az üvegfenék közepén hűtési repedések keletkeztek. Ennek az volt az oka, hogy a vízbemártás után felszívott víz a forgatásakor gyakorlatilag egy helyben forgó üveget gyorsan hűtötte le. A formafenék közepére 20 mm átmérőjű nyers bükkfa betétet tettünk, ezután az üveg repedése megszűnt.

További kísérleteket végeztünk a myko-fa fűrészporával. Megszitált állapotban a formák kenéséhez használt parafalisztet helyettesítettük vele. Kötőanyagként gyantás lenolajat használtunk. A kísérlet eredményesnek bizonyult. Az üveg forgatása sokkal könnyebbé vált, az áru felülete simább és fényesebb lett.

## Összefoglalás

A myko-fa eredményesen alkalmazható az üvegiparban. Előnyei legjobban a nagyfelületű és nagy súlyú gyártmányoknál jelentkeznek.

A myko-fa fűrészporát is fel lehet használni, alkalmazási területét még további kísérletekkel szélesíteni lehet.

## IRODALOM

Walter Luthardt: Was ist Myko-Holz.

## Helyreigazítás

Az *Építőanyag* 15 évf. 1. sz. 7. oldal

Opoczky Ludmilla és Gatiák József „Forgókemencék szálló porának alkalmazása szilikátermék előállításánál” c. cikkében a granulometrikus összetételt közlő táblázat hibásan jelent meg. A táblázat utolsó sorában a 10—5  $\mu$ -os frakció mennyisége helyesen 1,59, az 5  $\mu$ -nál kisebb frakció mennyisége helyesen 2,36%.

Szerkesztőség

## Lapszemle és könyvismertetés

**Az adalékanyagok hatása a rutilkeramiák zsugorodási magatartására** *G. Stefanov, Kr. Szimeonov és I. Jamakov*, *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft*, 1962. 11. sz., p. 527—529.

A szerzők megvizsgálták a különböző adalékanyagok hatását a 40% anatázból és 60% rutilból álló, az 1100 °C és 1300 °C közötti hőmérséklet-tartományban előzsugorított keverék zsugorodási magatartására. A 300 kp/cm<sup>2</sup> nyomással sajtolt és 1320 °C-on zsugorított próbatestek zsugorodásának és vízfelvételének változásai alapján az adalékanyagokat a következő három csoportba sorolták: 1. nagyméretű mineralizáló hatással rendelkezők a ZnO, CdO, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2. kisméretű mineralizáló hatást fejt ki a CaO, BaO, SrO, MgO, PbO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3. késlelteti a zsugorodást a B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MoO<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Az adalékanyagok különböző hatású eltérő elektronegativitásukkal magyarázzák.

**Az alumíniumoxid-keramiák dielektromos állandójának és veszteségének szabályozása** *Leon M. Atlas, Hikaru Nagao és H. Henry Nakamura* *Journal of the American Ceramic Society*, 1962. 10. sz., p. 464—471.

A dielektrikumként alkalmazott alumíniumoxid tökéletesítésének hagyományos módja szerint csökkentik az alkálikus szennyeződések. Nem fordítottak azonban kellő figyelmet sok esetben a tömörödés elősegítése végett hozzáadott, kis koncentrációban jelenlevő kationok lehetséges hatására. A cikk szerzői kimutatták a Si fontosságát, amely 0,1 súlyszázaléknyi és ennél kisebb mennyiségben a tiszta alumíniumoxid veszteségszögének tangensét (10<sup>6</sup> Hz és 500 °C esetén) tízszeres vagy ennél nagyobb szorzóval emeli meg. A megvizsgált hat kation-féleség közül a Si rendelkezett messze a legnagyobb minőségromló hatással; ezt követte a Mg és Ti, majd a Ca; a sort a Fe és a Cr zárta be. Az említett szennyeződések fokozzák a dielektromos veszteséget a szabad töltéshordozók számának növelése révén, így hozzájárulnak a határfelületi polarizációhoz és különösen a Mg esetében növelik a dielektromos állandó szóródását. Ezek a hatások a frekvencia növekedésével csökkennek és a mikrohullámú tartományban elhanyagolhatókká válnak. A dielektromos állandó hőmérséklet hatására bekövetkező változása hatásosan kiegyenlíthető 10—20% SrTiO<sub>3</sub> hozzáadásával, a dielektromos veszteség túlzott mértékű növekedése nélkül.

**Zsugorított testek előállítása titán-dioxidból és TiO<sub>2</sub> tartalmú vegyes-oxidokból** *dr. Spiess Sprechsaal für Keramik, Glas, Email*, 1963. 1. sz., 1—12. oldal.

A szerző a rutilkeramiák dielektromos tulajdonságaival foglalkozó tanulmánya keretében behatóan megvizsgálta a gyártás folyamán fellépő technológiai problémákat, különös tekintettel a zsugorításra. Ismerteti a módszert, melynek segítségével egyszerűen meghatározhatók a magas olvadáspontú oxidok egyértelmű zsugorítási diagramjai. A különböző TiO<sub>2</sub>-preparátumok, valamint TiO<sub>2</sub> és ZrO<sub>2</sub> alkotta keverékek példáján kimutatja, hogy a meghatározott zsugorítási izotermák tájékoztatással szolgálnak a technológiai intézkedések (a legkedvezőbb zsugorítási hőmérséklet megállapítása) és a szövetszerkezeti különbségek (közbenső vegyületek kialakulása) tekintetében.

**Keramiai szigetelőanyagok fröccsöntése** *Strivens, M. A.* *American Ceramic Society Bulletin*, 1962. 12. sz., 13—19. oldal.

A cikk írója ismerteti a kerámiai anyagok fröccsöntésének elméletét és technológiai folyamatát. Ez a formázási módszer lényegében a következő műveletekből áll: 1. A kerámiai por ideiglenes szerves adalékanyagokkal való elkeveredése a hőrelágyuló massza előállításáig végett. 2. A meleg massza befecskendezése a kétrészes öntőformába. 3. A forma szétnyitása és a kiformázott munkadarab eltávolítása. 4. A gyártmány hőkezelése a szerves adalékanyagok eltávolítása végett,

majd a kerámia tömörreégetése. A fröccsöntési eljárással igen nagy méretpontosságú, bonyolult idomok tömeggyártása válik lehetővé. A szerző körvonalazza a maximális méretpontosság elérése érdekében teendő intézkedéseket (a kerámiai massza-összetétel kalcinálása, a szemcsék szorosabb illeszkedésének biztosítása a megfelelő szemcsenagyságeloszlás révén, a zsugorodás izotoppá tétele a massza homogenizálása által). A továbbiakban rámutat az ideiglenes szerves adalékanyagok megválasztásának fontosságára és közli a megfelelőnek talált massza-összetételek egy jellemző példáját:

|                         |      |              |
|-------------------------|------|--------------|
| Keramiai por            | 63   | súlyszázalék |
| Epoxygyanta             | 7,3  | súlyszázalék |
| Kumaron-indéngyanta     | 3,2  | súlyszázalék |
| Fenolformaldehid-gyanta | 2,2  | súlyszázalék |
| Viasz                   | 24,3 | súlyszázalék |

Végezetül röviden ismerteti a hőkezelési eljárás egyes szakaszait.

**Az adalékanyagok hatása az ólomtitanát tulajdonságaira** *Tien, T. Y. és Carlson, W. G.* *Journal of the American Ceramic Society*, 1962. 12. sz., 564—571 oldal.

A cikk szerzői megvizsgálták a különböző adalékanyagoknak az ólomtitanát tulajdonságaira gyakorolt hatását. Eredményeik összefoglalásaként a következőket állapították meg: 1. A legtöbb, kis mennyiségben hozzáadott anyag szilárd, tömör PbTiO<sub>3</sub> keramiákat eredményezett, melyek sűrűsége meghaladta az elméleti sűrűség 90%-át. 2. A szobahőmérsékleten érvényes dielektromos állandó lényegesen változott az alkalmazott adalékanyagok hatására, általában azonban az adalékanyagokkal vagy ezek nélkül készített PbTiO<sub>3</sub>-ra vonatkozólag előzően közölt tartományon belül maradt. A szobahőmérsékleten mért szóródási tényező meglehetősen nagy volt valamennyi megvizsgált összetétel kis dielektromos állandójú PbTiO<sub>3</sub> keramiát eredményezett és jelentősen javította a d<sub>33</sub> piezoelektromos együtthatót. 4. A kiértékelt összetételek fajlagos ellenállása kismértékű volt, így viszonylag nagy szóródási tényezőket eredményezett. Ez a körülmény bizonyos mértékben lerontotta a piezoelektromos és dielektromos tulajdonság javulása révén elért előnyöket. 5. A kiértékelt összetételek némelyikéből készült próbatestek jobban elviselték az átalakulási hőmérséklet közbeiktatásával eszközölt ismételt hevítési és hűtési folyamatokat, mint a tiszta PbTiO<sub>3</sub>. Ez részben a kisebb hőátadási együtthatóknak tudható be (tetragonális tartomány).

**Elektroforézis útján létesített báriumtitanát-bevonatok** *Vernon A., Lamb és Harry I. Salmon* *American Ceramic Society Bulletin*, 1962. 11. sz., p. 781—782.

A piezoelektromos tulajdonságai és nagy dielektromos állandója miatt az elektronikus berendezésekben alkalmazott báriumtitanát igen vékony hártya formájában történő felhasználása további lehetőségeket nyújt a mikrominiatürizálás terén. Az elektroforézis útján létesített bevonatokat következőképpen készítik el: 2 g BaTiO<sub>3</sub>-por, 100 ml dietilén-glikol-dimetiléter és 0,1 g nedvesítőszert keverékéből, szuszpenziót készítenek kisméretű, flintkőrölköttekkel rendelkező malomban. Az optimális örlési idő 4 óra. A szuszpenziót kis üveg-főzőpohárba töltik, amely 1 × 6 cm méretű, 3 cm távolságban elhelyezett, vékony fémlemezről álló elektródákkal rendelkezik. A szuszpenzió óvatos felkeverése után rákapsolják a 600 voltos egyenfeszültséget. A báriumtitanát 45 másodperc alatt 38,1 μ vastagságban rakódik le az anódra. A bevonatot levegőn, vagy keencében 100 °C-on megszártják, majd zsugorítják. Alapfém gyanánt a nikkel és a platina vált be, mivel a többi fémek túlzottan oxidálódnak vagy reakcióba lépnek a báriumtitanáttal a zsugorítási folyamán. A kísérletek eredményei szerint az elektroforézis útján az említett fémeken létesített bevonatok meglehetősen jó elektro-

mos tulajdonságokkal rendelkeznek, további kutatómunkára van szükség a fellépő helyi hibák kiküszöbölése és az alapfém oxidációjának minimumra csökkentése végett.

Volarik Sándorné

Alexandru Steopoe: **Betonminőség, építéshelyi betonvizsgálat.**

A beton immár sok évtizedes építőanyaga az építőiparnak. Jelentősége ennek ellenére egyáltalán nem csökkent, sőt a közelmúlt évtizedekben még fokozódott. Elősegítette ezt a különböző betonfajták, könnyűbetonok, sejtbetonok megjelenése is. Az előregyártás fokozódása az építőiparban ugyancsak fokozza az igényt a betontermékek iránt, nemcsak mennyiségileg hanem a minőség terén is.

A jó minőségű beton készítésével és ehhez kapcsolódóan a beton minőségének vizsgálatával világszerte behatóan foglalkoznak. A minőségvizsgálaton belül külön jelentősége van a beton építéshelyi vizsgálatának, mellyel a Román Népköztársaságban is behatóan foglalkoztak. Így jelent meg Steopoe professzor is, amely

most magyar fordításban is kapható. A könyv foglalkozik a beton alapanyagaival, mint a kötőanyagokkal és adalékanyagokkal, ezen belül a természetes és mesterséges adalékokkal, érintve a könnyű adalékanyagokat is. A beton anyagai között tárgyalja a különböző kiegészítőanyagokat, a szilárdulásgyorsító és plasztifikáló anyagokat is.

A könyv második részében a betonkeverékekkel, friss és megszilárdult betonokkal, ezek vizsgálati módjával foglalkozik. Tárgyalja a friss és megszilárdult beton különböző jellemzőinek meghatározási módját, figyelemmel az építéshelyi körülményekre. Végül módszereket ad meghatározott tulajdonságú betonok tervezésére. A módszereken kívül közli az építőipari munkahelyi anyagvizsgáló laboratórium ajánlott felszerelését is.

A román szakkönyv természetesen a romániai szabványok és előírások figyelembevételével készült. A fordítók azonban a magyar kiadásban igyekeztek az egyes részeket a hazai előírásoknak megfelelően átalakítani. Így a könyv sikerrel használható hazánkban is a betonok építéshelyi vizsgálatánál.

Borbély Imre

## Egyesületi élet

### Közgazdasági Szakosztály

A múlt év utolsó napjaiban — december 20-án — a Finomkerámiai Szakosztállal közösen rendezett ülésen Fehér Ferenc tartott előadást „Kapacitátszámítások tapasztalatai és eredményei a finomkerámiai iparban” címmel. Részletesen ismertette az iparág kapacitátszámításainak módszertani kérdéseit és az elért kézzelfogható eredményeket. Az előadást követő hozzászólások méltatták azt a jelentős munkát, amelyet az Iparigazgatóság Ipargazdasági Csoportja a kapacitásfelmérések területén végzett.

F. év január 25-én — a Cementszakosztállal közös rendezésben — Tajmel Ferenc tartott előadást „Kapacitásfelmérés a cementiparban” címmel. Ismertette a felmerült problémákat, a megoldás módozatait és részletesen foglalkozott az átbocsátóképesség normájának megállapításakor alkalmazott matematikai-statistikai módszerrel.

### Kőbányász Szakosztály

A szakosztály keretében az esztendő kezdete óta élénk tevékenység folyt. Első szakülését a Magyarhoni Földtani Társulattal közösen rendezte a Szakosztály 1963. január 7-én, dr. Papp Ferenc egyetemi tanár elnöklésével. Dr. Kertész Pál ismertette „A Kőzetek alakváltozása” című előadásában az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tan-székén végzett kísérleteket. Tárgyuk a szilárd kőzetek műszaki és közzettani sajátságai összefüggésének kutatása volt. Vizsgálták a kőzetet alkotó ásványok alakváltozása és az ásványok közötti kötés módosulását, és pedig szilárdsági, víz- és fagyhatások nyomán. A kísérletek eredményeit az előadó grafikusan is szemléltette.

A népes — mintegy 50 főt számláló — hallgatóság érdeklődéssel követte az előadást, amelyhez a Szakosztály tagjai közül dr. Jugovics Lajos professzor és Erdély Imre szóltak érdemlegesen.

A január 28-án tartott ülésen a távozó Gyurián Lajos Szakosztályvezető beszámolt a szakosztály elmúlt évi munkájáról, mintegy 30 főnyi hallgatóság előtt. Csala Kálmán, a Szakosztály újonnan megválasztott vezetője ismertette az 1963. évi programot, amelynek vitájában hozzászólásaikkal és javaslataikkal alábbiak vettek részt: Erdély Imre, Simon Miklós, dr. Jugovics Lajos, Hajnal Lajos, Ferenczi Pál, Reznák László, Bíró Béla, Szabó Elek, Vajda László, Herendi György és Gyurián Lajos.

A Szakosztály Február 18-án következő klubestjén — amelynek rendezésében a Közgazdasági Szakosztály is résztvett — Szabó Elek tartott előadást „A kőbányászat kapacitásfelmérésének eredményei” címmel. A közérdeklő tájékoztatást élénk vita követte, amelyben Erdély Imre, Pollák József, Tyukodi Ferenc, dr. Jugovics Lajos, Szőke György, Gyurián Lajos és az elnöklő Csala Kálmán szakosztályvezető vettek részt.

Március 2-án közös munkabizottságot alakított a Szakosztály a Közlekedéstudományi Egyesület Közüti Szakosztályával. A munkabizottság — amely tevékenységét azonnal megkezdte — feladatául a hazai és külföldi utépitési kőanyagokra vonatkozó szabványok és kivitelezési előírások összegyűjtését, értékelését és a hazai viszonyokra vonatkozó alkalmazási lehetőségek tanulmányozását tűzte ki. A Szakosztályt Vajda László képviseli a bizottságban. A munkában résztvesz az Ütűgyi Kutató Intézet is (Reznák László) és a Közlekedési és Építőipari Műszaki Egyetem (dr. Kertész Pál).

(S. G.)

## É P Í T Ő A N Y A G

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hlinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V. Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450  
Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1500 példányban  
63-14782-689/2-Réval-nyomda Budapest V., Vadász utca 16.

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

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

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

## Tájékoztató

1. Kérjük munkatársainkat, hogy közleményeiket tömören fogalmazva írják meg. Öncélú történeti áttekintés mellőzendő, a bevezetés csak olyan terjedelmű legyen, hogy a cikket nehézség nélkül lehessen értelmezni. A közlemények tartalmaért és publikálhatóságáért a szerzők felelősek.
2. A kéziratot jól olvasható géppírással, kettős sorközzel, soronként körülbelül ötven betűhellyel, két példányban végleges alakban kell beküldeni. Csak a papír egyik oldalára gépeljünk.
3. A kézirat tagolása: A munkán belül csak kétféle címet, főcímet és alcímet használunk. A főcímet a papír közepére írjuk, kétszeres aláhúzással jelölve; az alcímet, ugyancsak a papír közepén, egyszeres aláhúzás jelöli.
4. Ábrák: Az „Építőanyag” hasábszélessége 8 cm. Kérjük a szerzőket, hogy az ábrák nagyságát ennek figyelembevételével tervezzék meg. Kéthasábos ábrák csak indokolt esetben közölhetők. Vonalas rajzokat gondosan rajzolt ceruzavázlatok vagy tusrajz alakjában kérünk; fényképanyagot és fehér-fekete másolatok alakjában kell mellékelni. Az ábrák eredeti nagyságúak, vagy a végleges nagyság többszörösei lehetnek; utóbbi esetben meg kell adni a szükséges kicsinyítési méretet is és a vonalvastagságokat ennek megfelelően kell tervezni. Minden ábrának adjunk címet is; csak ábraszámmal jelölt ábrák nem fogadhatók el. Kérüljük azonban a terjedős ábraalíráásokat; ilyen esetben helyesebb a „magyaráz-
- zat a szövegben” aláírás megadása. A kézirat megfelelő helyének margóján jelöljük meg az ábra elhelyezését.
5. Táblázatok: A táblázatokat folyamatosan, arab számokkal sorszámozva, külön lapokra kell gépelni. Minden táblázatot feltétlenül lássunk el címmel is. A lehetőség szerint kerüljük a túlságosan széles és terjedelmes táblázatok közlését. A kézirat megfelelő helyének margóján jelöljük meg a táblázat elhelyezését.
6. Az irodalmi hivatkozások rendszere: A szövegben zárójelben adjuk meg a hivatkozott szerző vagy szerzők nevét és az eredeti publikáció évszámát. A munka végén megadott irodalomjegyzékben pedig az első helyen említett szerző vezetékneve szerinti ABC-rendben, azonos szerző esetén ezen belül időrendben adjuk meg a közlemény bibliográfiai adatait az alábbi minták szerint:  
*Folyóiratcikk esetén*  
Fáy Gy.—Zselev B. (1962):  
*Építőanyag* 14 209  
*Könyv esetén*  
Náray-Szabó I. (1962): A szilikátüvegek fizikai tulajdonságai, Akadémiai Kiadó, Budapest. Ettől eltérő esetekben értelemszerűen, a fenti alapelvek figyelembevételével adjuk meg az irodalmi hivatkozásokat. Cirill betűvel írt nevek és folyóiratok esetében latin betűs átírást használunk a MSZ 3394. sz. szabvány szerint.
7. A munkához feltétlenül adjunk kivonatot; amennyiben lehetséges, adjuk be a kivonat orosz és német nyelvű fordítását is. A kivonat nem feltétlenül azonos az összefoglalással. A csak tartalomjegyzékszerű kivonatot kerüljük, helyette a munka legfontosabb eredményeit ismertessük. A kivonat terjedelme ne haladja meg az egy gépelt oldalt.
8. A teljes kézirat tehát a következő részekből áll: szövegrész — irodalomjegyzék — kivonat — ábrák — ábrajegyzék — táblázatok — táblázatjegyzék.
9. Ismertetések nagyobb mértékű, rendszeres közlésére van szükség, ezért kérjük munkatársainkat hogy az általuk elolvasott, az „Építőanyag” profiljába tartozó fontosabb művekről adjanak áttekintést. Az ismertetés azonban csak a figyelem felkeltését szolgálja, ezért csak rövid foglalatot adhat.
10. Az eddiginél nagyobb mértékben kívánunk üzemi, egyesületi híreket, érdekességeket stb. közölni. Az ilyen jellegű kéziratokat a Szerkesztőbizottság az üzemi összekötők és a szakosztályvezetők útján kéri.
11. A kefelevonatokat a legsürgősebben kérjük vissza. A kéziratból eltérő átszövegezések szerzői korrektúrának tekintendők, ezek költségét kénytelenek vagyunk a szerzőre hárítani. Feltétlenül ellenőrizzük az ábrákkal, táblázatokkal kapcsolatos anyagot és az irodalmi hivatkozásokat, kivonatot stb. is.
12. A szerzők nevét és szükség esetén munkahelyét a cikk élén, minden tudományos cím, vagy fokozat (Prof. Dr., kandidátus stb.) nélkül, több szerző esetén egymástól kötőjellel elválasztva kérjük megadni.

# Pályázati felhívás

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

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet az alább felsorolt tanulmányok kidolgozására:

### 1. A finomkerámiaipar területén

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

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

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

### 2. A durvakerámiaipar területén

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

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

### 3. A kőbányaipar területén

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

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

### 4. A cementipar területén

- a) Béléstartósság a forgókemencében az üzemi viszonyok és a kéregképződés függvényében;
- b) mészégetés maximális hőmérsékleten (égetendő mész kő szemcsenagyság és megoszlás a mészminőség figyelembevételével).

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

### 5. Az üvepipar területén

Üvegyártásnál a kemencéből kidolgozott üvegtárgyak további megmunkálásához, üzemi közli szállításához, csomagolásához, vagonbarakásához korszerű gépsorok kialakítása.

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

### 6. A közgazdaság területén

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

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

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

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

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

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

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

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

A pályázat benyújtásának határideje:

1963. június 30.

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

1963. november 30-ig nyilvánosságra hozza.

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

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt.

A pályadíjban és jutalomban részesített pályamunkák az Egyesület tulajdonát képezik.