

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

10

16. ÉVFOLYAM • BUDAPEST, 1964. OKTÓBER

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

\*

Főszerkesztő:

Dr. Korach Mór

\*

Szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztőbizottság:

Dr. Beke Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Kemény István

Dr. Knapp Oszkár

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

Megjelenik havonként

## TARTALOMJEGYZÉK

Oldal

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bereczky Endre: Kutatások a trikalciumszilikát keletkezésének gyorsítására és stabilizálására I. ....             | 357 |
| Lőcsei Béla: Kis mennyiségű alumíniumfluorid adagolás hatása kerámiai termékek tulajdonságainak alakulására ..... | 363 |
| Száder Rudolf: Az üvegolvasztás fejlesztésének fokozása .....                                                     | 371 |
| Szuk Géza: Porszenhamubeton szilárdulási folyamatának konduktometrikus vizsgálata .....                           | 379 |
| A Finomkerámiaipari Országos Vállalat eredményei a Budapesti Nemzetközi Vásáron .....                             | 389 |
| Zagyvai Imre: Matematikai módszerek alkalmazásának lehetőségei és akadályai a szilikátiparban .....               | 391 |
| Könyvismertetés .....                                                                                             | 398 |
| Egyesületi élet .....                                                                                             | 399 |
| Az Építésügyi Dokumentációs Iroda külföldi lapszemléje .....                                                      | 400 |

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Берецки Эндре: Исследования по ускорению образования и стабилизации трехкальциевого силиката .....            | 357 |
| Лечаи Бела: Влияние небольших добавок фтористого алюминия на свойства керамических продуктов .....            | 363 |
| Садер Рудольф: Усиление развития стекловарения .....                                                          | 371 |
| Сук Геца: Кондуктометрическое исследование процесса твердения зольного бетона .....                           | 379 |
| Задьваи Имре: Возможности и препятствия к применению математических методов в силикатной промышленности ..... | 391 |

## INHALT

Seite

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bereczky, Endre: Forschungen betreffend die Beschleunigung des Entstehens vom Trikalziumsilikat und seine Stabilisierung ..... | 357 |
| Lőcsei, Béla: Die Einwirkung kleiner Mengen Alumíniumfluorids auf die Eigenschaften keramischer Produkte .....                 | 363 |
| Száder, Rudolf: Das weitere Entwickeln des Glasschmelzens .....                                                                | 371 |
| Szuk, Géza: Konduktometrische Untersuchung des Erhärtungsprozesses vom Flugaschenbeton .....                                   | 379 |
| Zagyvai, Imre: Möglichkeiten und Hindernisse der Anwendung mathematischer Methoden in der Silikatindustrie .....               | 391 |

## CONTENTS

Page

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bereczky, Endre: Investigations into the Acceleration of Tricalcium Silicate Formation and its Stabilization ..... | 357 |
| Lőcsei, Béla: The Effect of Small Aluminium Fluoride Additions upon the Properties of Ceramic Products .....       | 363 |
| Száder, Rudolf: The Development of the Productivity of Glass Melting .....                                         | 371 |
| Szuk, Géza: A Conductometric Investigation of the Hardening Process of Fly-Ash Concretes .....                     | 379 |
| Zagyvai, Imre: The Use of Mathematical Methods in the Silicate Industry: Possibilities and Difficulties .....      | 391 |



# ÉPÍTŐANYAG

16. ÉVFOLYAM 10. SZÁM

## Kutatások a trikalciumszilikát keletkezésének gyorsítására és stabilizálására I.

BERECZKY ENDRE

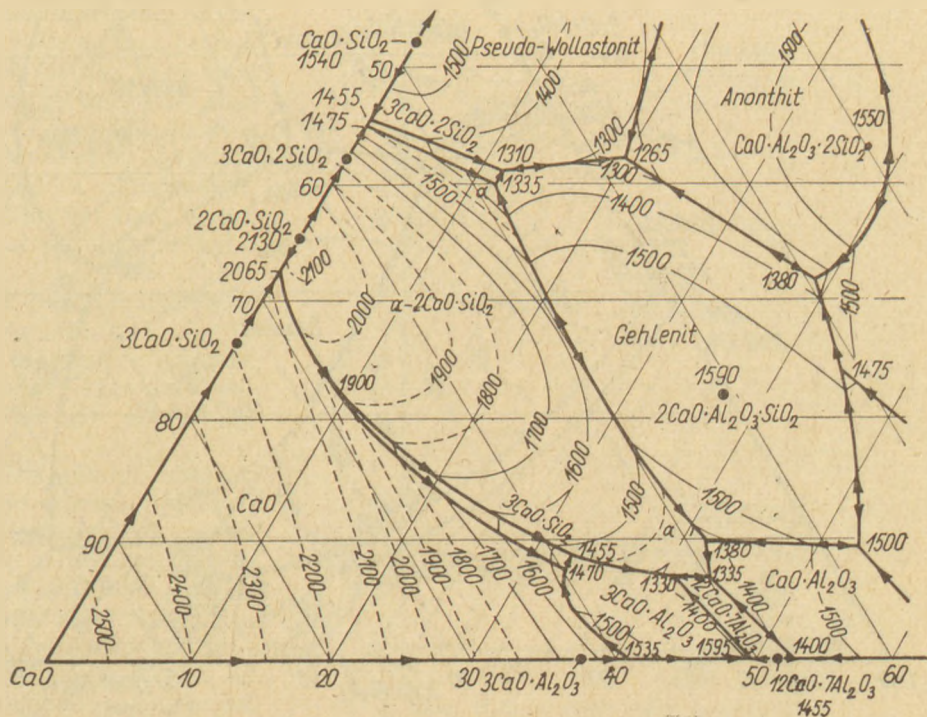
A portlandcement kémiai összetétele kényszerítően vetette fel a trikalciumszilikát összetételnek megfelelő kristályos vegyület feltételezését, azonban ennek a kristályos vegyületnek szintetikus előállítása évtizedeken át nem sikerült. Ugyancsak eredménytelennek bizonyultak azok a kísérletek is, hogy a trikalciumszilikát szerkezetét akár a klasszikus kémia módszerével, képlettel fejezzük ki, vagy ennek modern folytatásaképpen komplex kémiai szemlélettel állítsák fel ennek a kristályvegyületnek megfelelő képletet (1).

Trikalciumszilikátot  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  olvadékból kristályosítással előállítani nem sikerült (2), ezért szakkönyveink és tankönyveink szerint ezen vegyületnek megfelelő olvadásponton, vagy ezen összetétel és ezen hőfok környezetében a trikalciumszilikátot instabilnak ismerték el, amint ezt a közismert Rankin—Wright diagram is jelzi (3).

A stabilitás felső hőfokát ezen kutatók  $1900^\circ\text{C}$ -kal adták meg. Csak a legújabb kutatások bizonyították be, hogy a trikalciumszilikát tiszta  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ -olvadékból is kiválhatik (4). Hogy ezt az inkongruens olvadást, illetve kristályosodást nem ismerték fel, annak oka a nagy hőfokú vizsgálatokkal együtt járó technikai, nehézségekben keresendő. (Olyan esetről van szó, mint a mullit inkongruenciája és kongruenciája körüli vita). Érdekes, hogy Solacolu már sokkal előbb felismert  $1900^\circ\text{C}$  felett egy pertitesedett átmeneti, meta-alitnak elnevezett fázis keletkezését. A klasszikus Rankin-féle és az új, Welch és Gutt-féle egyensúlyi diagramot, ugynevezett cementsarkát (5) az alábbi 1. és 2. ábrán mutatom be.

A trikalciumszilikát tehát a kutatások mai állása szerint inkongruensen olvadó kristályvegyület, amelyik az olvadék 69,4—71,6%  $\text{CaO}$

1. ábra. A Rankin—Wright diagram cementsarka. (1915—27)





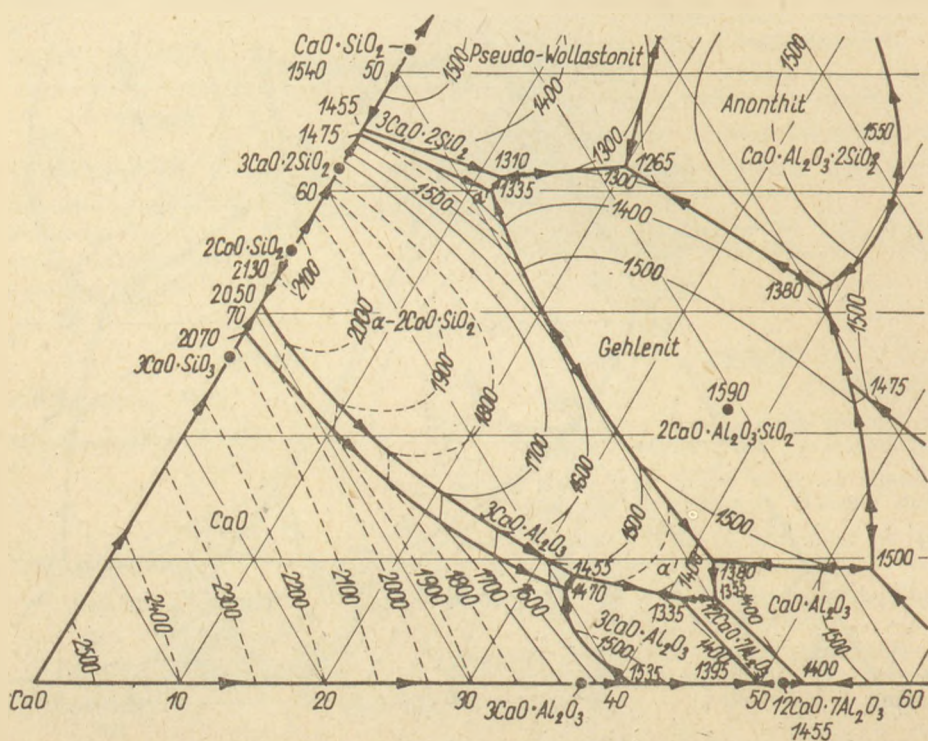
tartalma esetén 2070 C°-ig egyensúlyban van az olvadékkal; az eutektikus pont összetétele 69,4% CaO, 30,6% SiO<sub>2</sub> s az eutektikus olvadáspont 2050 C°.

60 év óta folyik vita trikalciumszilikát lehűlés közben történő széteséséről. Leduc 1901-ben közölte először azt a megfigyelését, hogy 1350 C°-on a portlandcement klinker lehűlés közben CaO-t hasít le, mely megfigyelést Michealis 1906-ban Hendric 1923-ban helyesnek talált, s mely kérdés 1930 óta élénk kutatás tárgya (6).

Ahhoz ma már nem fér kétség, hogy Le Chatelier 1904-ben valóban trikalciumszilikát kristályos terméket szintetizált hidrotermálisan 450 C°-on, hogy több kutatónak valóban sikerült trikalciumszilikátot szilárd halmazállapotba lejátszódo reakcióval előállítani (7). Ennek a kristályvegyületnek mineralógiai leírását Guttman és Gilletől kaptuk meg. (8) Az utóbbi időben trikalciumszilikát különböző, hat modifikációját ismerték fel, megállapították, hogy a C<sub>3</sub>S és C<sub>2</sub>S elegykristályokat képeznek (9). Nurse, O. Daniel és Hellner, majd Jeffery megszerkesztették a trikalciumszilikát szerkezeti modelljét (10), melyen Hahn (14) kismértékű javítást javasol. A trikalciumszilikátnak, mint önálló kristályfázisnak anyagszerkezeti sajátosságait mélyrehatóan kikütdötték. Ezen kutatások közben kiderült az, hogy szintézise azon hőfoktartományban is lehetséges, amelyiken a szétesése volna szükségzerű. Ezen ellentmondás hosszú ideig tisztázatlan kérdés maradt és ma azt az állást foglalja el több kutató, így Trömmel, Yannaquis, Möller (11), hogy a tiszta trikalciumszilikát a kritikus 1200 és 900 C° között nem disszociál. Ily módon feljogosítva érezte magát Kühl Zementchémiájának 1958-as kiadásában a trikalciumszilikát alsó stabilitási határának elhagyására (12).

Ezzel szemben rendkívül sok kutatási eredmény (Kühl és Bergt, Carlson) azt bizonyította, hogy hosszabb idő után, vagy ismételt lehűtéssel felhevítéssel 1170 C°-ra, 10–15% szabad mész keletkezik, tehát a vizsgált kristályvegyület disszociál (13). Ezen kutatásoknál is jelentősebb az az ipari tapasztalat, amelyik szerint a hosszú ideig raktározott klinker elporlódik, a klinkerporban C<sub>2</sub>S és CaCO<sub>3</sub> található. (Igaz ugyan, hogy az ilyen üzemi tapasztalatok értékelésénél nagy óvatossággal kell eljárni, mert a raktározott klinker levegőből is vehet fel vizet, ami felületi hidratizálással megbonthatja a klinkerásványokat és így nem disszociációs, hanem reakciós termékekkel van dolgunk). Ezen megjegyzés ellenére is mi nagy ipari tapasztalattal bíró cementkémikusok, meg vagyunk győződve ipari trikalciumszilikát, azaz az alit lassú széteséséről. Ezen ellentmondás oka a következő.

Amikor Guttman és Gille arra a kérdésre, hogy mi a portlandcement klinkerben mikroszkóp alatt felismert nagy mésztartalmú kristályvegyület, amelyik már 50 évvel azelőtt a svéd kutatótól, Törnebohntól „alit” megnevezést kapott, 1931-ben azt a választ adta, hogy az alit trikalciumszilikát. Voltak más nézetek is, melyekről kiderült, hogy tévedések voltak. (Ilyen volt a „Jäneckeit”). Különböző megfigyelésekből azonban arra kellett következtetni, hogy a trikalciumszilikát mégsem azonos az alittal, mert ebben a néhány százalék idegen ion is van a rácsszerkezetbe beépítve. Legismertebb a Jeffery-féle modell (14), amelyik mintegy 2% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és 1% MgO beépülését tételezi fel. Különböző kutatók ezen idegen ionok mennyiségét különböző százalékban adják meg, tény azonban az, hogy az alit nem tiszta trikalciumszilikát. A kutatók nagyrészt azon a véleményen vannak, hogy a trikalciumszilikáttól össze-

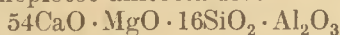


2. ábra.  
A Rankin diagram, Welch és Guith korrekciójával (1959)



tételében kismértékben eltérő alít, az amelyik 1170 C° körül szétesik. Ezt a szétesést különböző ionok jelenléte fékezheti és gyorsíthatja.

Az alít összetételére vonatkozóan Jeffery a következő képletet állította fel:



Azóta Locher, Woermann, Hahn és Eysel nagy gonddal foglalkoztak az Mg- és Al-ionok belépésével a rendszerbe, (15) figyelembe véve a japán kutatók kutatási eredményeit is a  $\text{C}_3\text{S}$  modifikációira vonatkozóan (16). Ezekből a kutatási eredményekből azt a következtetést kell levonni, hogy az alít összetétele nem fix, a beépült idegen ionok nem meghatározott rácshelyeken foglalnak helyet és tulajdonképpen az Mg-nél folyamatos elegykristályosodásról van szó, (a felső határérték nagyobb, mint azt Jeffery feltételezte, 2,2%, ami kb. megfelel Locher eredményének is), míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  belépése csak részben szubsztitúciós és a felső határérték 1% körül van. Megállapították továbbá, hogy 1170 C°-on az Mg belépése gyorsítja a szétesést (17), viszont ha MgO-n kívül  $\text{Al}_2\text{O}_3$  van a  $\text{C}_3\text{S}$ -ben, a szétesés 7 napi hevítés után sem nagyobb mértékű, mint a tiszta trikalciumszilikát.

A tiszta trikalciumszilikát előállítására több módszert javasoltak; olvadáskból a legutóbbi évtizedig nem sikerült ugyan a kutatóknak kikristályosítani  $\text{C}_3\text{S}$ -et, csupán Dickerhoff ismerte fel ennek a lehetőségét. A legtöbb kutató a Newberry és Schmidt ajánlotta szilárd halmazállapotban való hevítéssel dolgozott; erre a reakcióra a hőfoknak nagy hatása van, 1445 C°-on 1 óra alatt csak nyomokban keletkezik, 1600 C°-on már 20 perc alatt a 2/3 átalakul, 1800 C°-on néhány perc alatt végbemegy az átalakulás (18). A szilárd halmazállapotban való trikalciumszilikát előállítást gyorsítani lehet tehát a hőfok emeléssel, azonban lehet még a hőhatás időtartam növelésével, a kiindulási anyagok finomőrlésével a homogenizálás fokozásával és mészfesleg alkalmazásával. Vizsgálták a kovács kvarc, vagy koloid csapadékban való használatának, a mésznek  $\text{CaCO}_3$ , vagy CaO alakban való bevitelének előnyeit és voltak más gyorsító javaslatok is. Hansen ismételt hevítés közben aprítja a félterméket. Weyer hevítések közben aprítja és hidratizálja a félterméket. Ugyanezt ajánlja az ASTM 1961. évi 7. sz. Bulletin. Woermann és munkatársai is 3–4% mészfesleggel dolgoztak.

Kísérleteimnél accelerátork és mineralizátorok szerepére helyeztem súlyt, támaszkodva 30 év előtti üzemi tapasztalatokra és ismerve a japán és szovjet kutatók e területen elért kutatási eredményeit. E kísérletekről 1961-ben számoltam be (19).

Gyakorlatilag a különféle mineralizátorok közül a folypátnak van jelentős szerepe, bár bizonyos mértékben sikerült a világháború alatti nyersanyaghiány idejében egy, az eddigiektől teljesen eltérő elgondolás alapján a 0,5 üzemi folypát adagolást 2% gipszkő adagolással helyettesítenem.

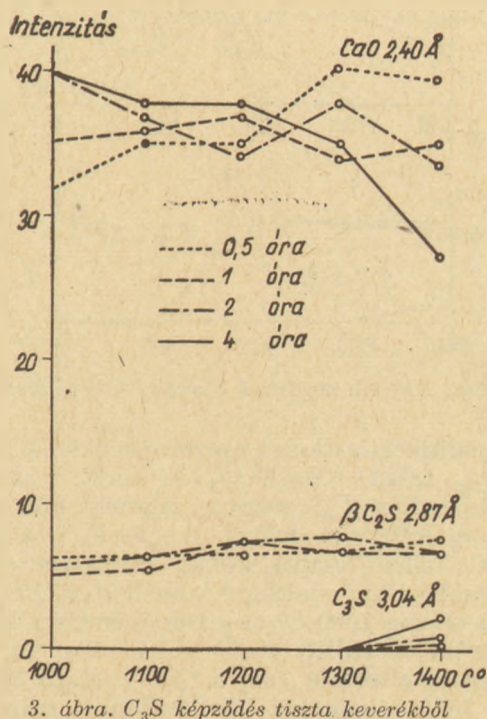
A folypát használatának cementipari jelentőségével már 80 évvel ezelőtt foglalkoztak és az akkori szakemberek nem a legjobb véleménnyel

voltak erről az adalék anyagról (20). Jellemzésül ehelyütt csak annyit említek, hogy a cement-szabványosítás alkalmával 1875-ben Michaelis elegendőnek tartotta a cementhabarcs 7 napos szilárdság-vizsgálatát, kivéve a folypát cementekét mert ezeknél „számolnunk kell 3 hónap utáni szilárdság-visszaeséssel és az ilyen cementekkel előállított beton szétesésével.” A folypát cementeknél megfigyelt jelenségekkel ehelyütt csak röviden foglalkozva számolni kell tehát szétesési folyamatokkal, dikalciumszilikát és szabad mészfellépésével, továbbá mérszduzzadási jelenségekkel, kötőidő zavarokkal és elszíneződéssel. Mindezen megfigyelések azonban legtöbbször elavult technológiával előállított cementekre vonatkoztak.

A cementkutatás jelenlegi legfontosabb feladata az igen nagy kezdőszilárdságú portlandcement típusú cement előállítása.

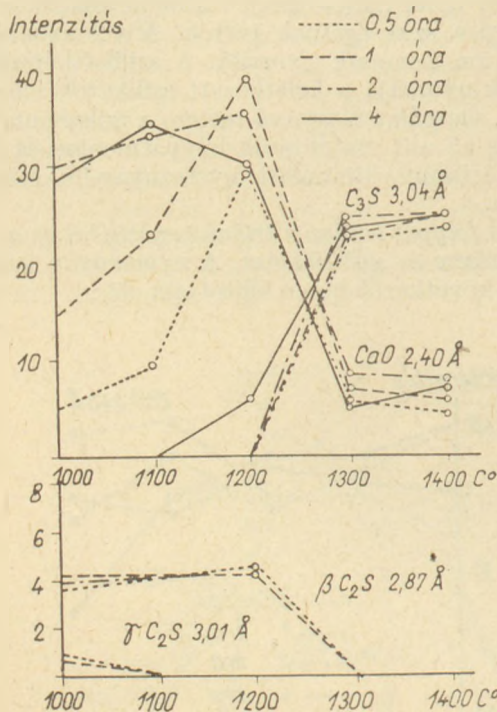
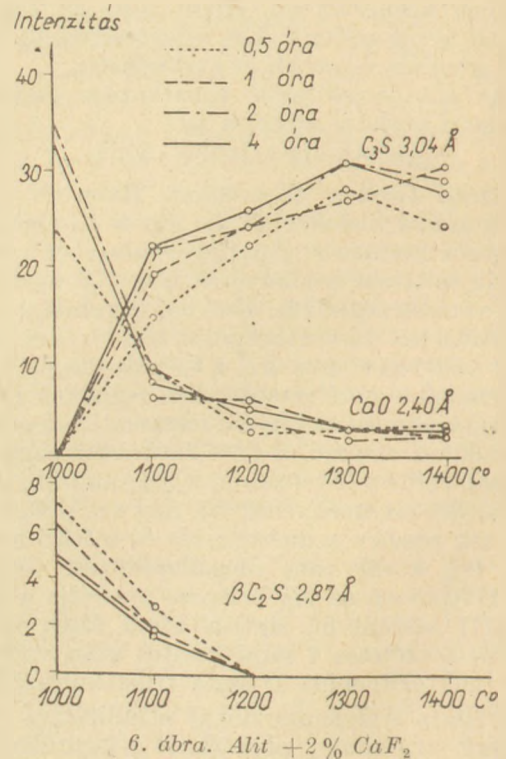
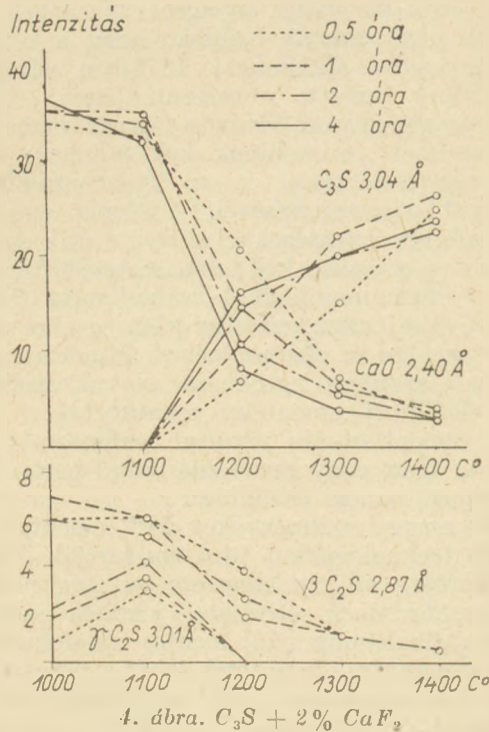
Bár a nagy eredményeket elért cementgyárak speciális technológiáikat titokban tartják és sokféle lehetőség áll rendelkezésre az igen nagy 1 napos szilárdságok elérésére, jelentős szerepet játszik a dikalciumszilikát mentes trikalciumszilikátból álló ásványi összetétel, tehát a teljes mésztelítés és a trikalciumszilikát képződés tökéletes lefolytatása. E célból újból foglalkozni kezdtek a folypát adagolással (21), melyet hazai viszonylatban én is az „alít-cement” klinker tökéletes előállítására szükségesnek tartok. Mivel azonban a fluor ion nemcsak gyorsítja a szilikátképződést, hanem gyorsítja a keletkezett szilikátok lebontását is, vizsgálat tárgyává tettem a trikalciumszilikát és az alít stabilitását folypátmentes és folypát tartalmú kiindulási nyersanyag-összetételek esetén.

A folypát hatása a trikalciumszilikát és az alít képződésére és stabilitására. A nyersanyag keverékeket következőképpen állítottam elő:



3. ábra.  $\text{C}_3\text{S}$  képződés tiszta keverékből





Analitikai tisztaságú nyersanyagokból ( $CaCO_3$ ,  $Al(NO_3)_3 \cdot 18H_2O$ ,  $Mg(NO_3)_2$  és  $CaF_2$ , valamint tetraetoxiszilán)  $C_3S$  arányú, valamint alit összetételű, a Jeffery-modellnek megfelelő igen nagy felületű kolloid csapadékokat állítottam elő, 2 súlyszázalék  $CaF_2$  adalékkal és anélkül. A  $CaCO_3$ -at platina tálban 1000  $^{\circ}C$ -on oxidáé égettem ki. Az adalékokat desztillált vízben feloldottam és ezzel az oldattal oltottam meg a  $CaO$ -t. Majd 50–60  $^{\circ}C$ -on 30% etilalkohol jelenlétében a számított

menyiségű tetraetoxi-szilánt a kolloid  $Ca(OH)_2$  csapadék felületére hidrolizáltattam. A szuszpenziót beszártíva homogenizálva kézi sajton 12 Ø mm-es pasztillákká brikettéztem kötőanyag nélkül.

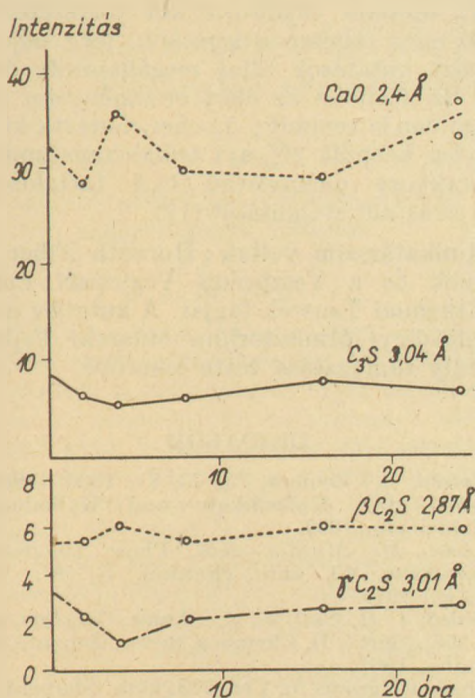
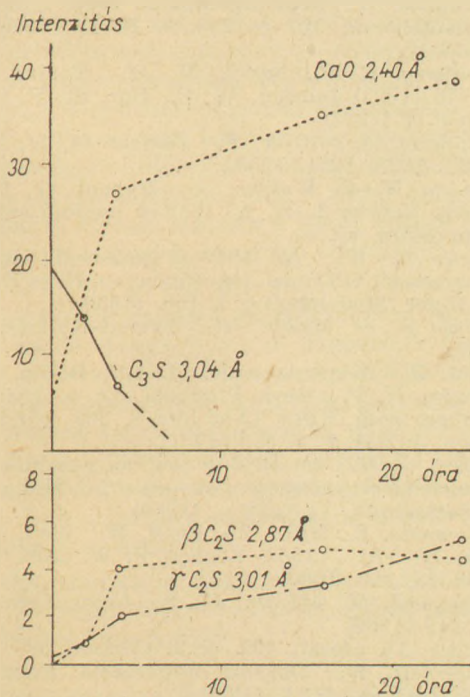
Az így előkészített négyféle nyersanyaggal platina tálban steril körülmények mellett 1000–1400  $^{\circ}C$  közti hőmérsékleten 1/2, 1, és 2, illetve 4 órás izzítással modell kísérleteket végeztem. A nyert klinkermintákat röntgendiffrakciós vizsgálatnak vetettük alá. A fázis-analízisnél a mennyiségi kiértékelést a  $C_3S$  3,04 Å,  $\beta C_2S$  2,87 Å,  $\gamma C_2S$  3,01 Å-ös reflexiók intenzitásainak összehasonlítása alapján végeztük el. A vizsgálatok eredményeit az alábbi 3–6. ábrákon összefoglalva mutatom be.

A 3. diagram minden adalék nélküli tiszta trikálciumszilikátnak megfelelő keverékekből égetett termékek röntgendiffrakciós analízisének eredményeit tartalmazza az egyes fázisok kiválasztott hőmérséklet és időtartam függvényében. Megállapítható, hogy 1300  $^{\circ}C$ -ig nem keletkezett trikálciumszilikát és csak 1400  $^{\circ}C$ -on 4 órás hevítés után volt értékelhető a  $C_3S$  mennyisége, 2 órás hevítésnél csak nyomok vannak. A szabad mész tartalom is csak az 1400  $^{\circ}C$ -on 4 órás hevítésnél csökken, jelezve a trikálciumszilikátképződés által felvett mésztartalmat.

A 4-es diagram tiszta  $C_3S$ -nek megfelelő összetétel 2 % folypát adalékkal. Megállapítható, mily nagymértékben gyorsítja a folypát a trikálciumszilikátképződését már 1200  $^{\circ}C$ -on is; a szabad mész rohamosan csökken a  $\gamma C_2S$  eltűnik és a  $\beta C_2S$  mennyisége is eltűnőben van.

Az 5. diagram adalék nélküli alit összetételnek felel meg a Jeffery képlet alapján. Az 1%



7. ábra. Tiszta  $C_3S$ -nek megfelelő keverékből készült termék  $1100^\circ C$ -on hevítve8. ábra.  $C_3S + 2\% CaF_2$ ,  $1100^\circ C$ -on hevítve

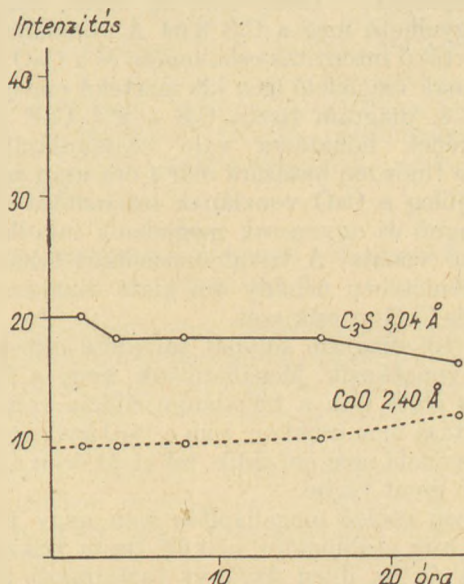
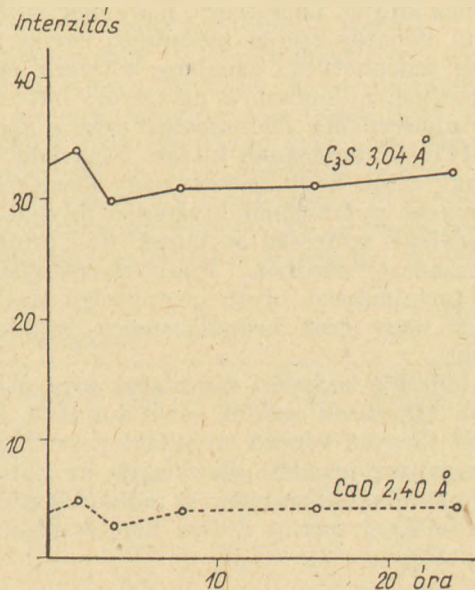
$MgO$  és  $2\% Al_2O_3$  esetén a  $C_3S$  képződés rendkívül meggyorsul, 4 órás hevítés után már  $1200^\circ C$ -on jelentős intenzitása jelentkezik,  $1300^\circ C$ -on eltűnik a larnit és a termék  $C_3S$ -ből és néhány százalék  $CaO$ -ból áll.

A 6. diagram alit összetétel  $2\%$  folypáttal. Az alit képződés igen mértékű, már  $1100^\circ C$ -on megindul és már félórás hevítésnél is jelentős mennyiségű,  $1300^\circ C$ -nál úgylátszik, hogy elértük a teljes átalakulást, további hevítésnél a  $C_3S$  vonalai nem erősödnek.

Megállapítható tehát azon, a gyakorlatból eredő feltevés tény helyessége, hogy a folypát időben meggyorsítja a  $C_3S$  és az alit képződését, továbbá, hogy már  $1250^\circ C$  alatt is, tehát az úgynevezett stabilitási hőfok alatt is keletkezhet folypát jelenlétében  $C_3S$ , illetve alit.

Már e kísérletek során a röntgendiffrakciós felvételeken több idegen vonal jelent meg, így a  $3,07 \text{ \AA}$  és  $2,83 \text{ \AA}$ , amiből arra következtettünk, hogy valamilyen fluor tartalmú átmeneti vegyület jön létre, amelyik azután  $1300^\circ C$  körül eltűnik. Ez a megfigyelés adta meg az alapot kutatásaim második részére.

A már említett ipari tapasztalatok alapján szükségesnek tartottam a termékek stabilitására vonatkozóan vizsgálatokat végezni. Az előállított termékekből porítás nélküli mintákat 24 órásszátt hevítettem  $1200$  és  $1100^\circ C$ -on, és közben 2, 4, 8 és 16 óra után gyors hűtéssel mintákat vettem ki. Ezeket a mintákat az előzőekben ismertetett

9. ábra. Folypátmentes alit  $1100^\circ C$ -on hevítve10. ábra. Alit +  $2\% CaF_2$   $1100^\circ C$ -on hevítve



módon a röntgendiffrakciós vizsgálatnak vetettem alá és kerestem, vajon fellép-e a szakirodalomban annyit emlegetett szétesési folyamat. Ennek abban kellett volna megnyilvánulnia, hogy a mintákban fokozatosan erősödni kellett volna a CaO jellemző vonal intenzitásának.

E kísérletek során nyert eredményeket a 7–10 diagram foglalja össze.

Az 1200 °C-on hőkezelt mintáknál a  $C_3S$  reflexió intenzitása valamennyi mintánál változatlan marad. Megállapítom tehát, hogy a szétesés, ha meg is történik, 1200 °C-on, 24 óra alatt, nem megy végbe. Ez a megállapítás nagyon sok irodalmi adattal egyezik, legtöbb kutató szétesést 1100 és 1175 °C közötti állapotot meg.

1100 °C-on azonban már más volt az eredmény. A 7. diagramban tiszta trikalciumszilikátot, a 9. diagramban ábrázolt eredmény tiszta alit hevítésénél elért eredményt mutatjuk be. Egyiknél sem lehet jelentős intenzitás-változást megállapítani — talán csak az utolsó négy órában figyelhető meg a  $C_3S$  3,04 Å vonalának igen kis mértékű intenzitás-csökkenése és a CaO 2,40 Å vonalának megfelelő igen kis mértékű emelkedése.

A 8. diagram tiszta  $C_3S + 2\%$  CaF égetett termékének hőhatásra való átalakulását jelzi. A  $C_3S$  a fluor ion hatására már 4 óra után szétesik, egyidejűleg a CaO vonalának intenzitása rendkívül megnő és ugyancsak megjelenik mindkét  $C_2S$  jellemző vonala. A trikalciumszilikát tehát folyópát jelenlétében néhány óra alatt dikalciumszilikátra és CaO-ra esik szét.

A 10. diagram folyópát tartalmú alit vizsgálatára vonatkozik. Megállapítjuk, hogy a 24 órás hevítés alatt sem a trikalciumszilikát vonalának intenzitása nem csökken, sem a CaO gyenge intenzitású vonala nem erősödik, tehát 24 órán át bomlás nem ment végbe.

Ezen utolsó megállapítás igen nagy jelentőségű; míg stabilizátor nélküli tiszta trikalciumszilikát és az ilyen ásványt tartalmazó klinker folyópát jelenlétében szétesik és e szétesési folyamat igen gyors, stabilizátor tartalmú alit kristályok nem esnek szét. Lehetséges, hogy még hosszabb tartalmú hőhatás esetén különböző egyéb jelenségek is felléphetnek, azonban korszerű égetési kemencékben, különösen a mai gyors hűtésnél a klinker ninesen még félórahosszat sem a kritikus 1100–1170 °C hatásának kitéve. Nem kell tehát tartanunk attól, hogy az igen nagy kezdőszilárd-ságú cement gyártásánál kívánatos folyópát adagolás szilikát szétesést és ennek következtében mészduzzadást okozhat. Ipari nyersanyagaink mindig tartalmaznak olyan mennyiségű MgO-t és  $Al_2O_3$ -at, hogy ezek beépülhessenek trikalciumszilikátba.

A teljesség kedvéért rámutatok arra, hogy a legújabb kutatások szerint csak mindkét, eddig vizsgálat tárgyát képező stabilizátor, az MgO és  $Al_2O_3$  együttes jelenléte stabilizálja az alitot. A trikalciumszilikát Woermann és munkatársai kutatási eredményei szerint 6 órai hevítés után már szétesik (17).

Az általam előállított alit összetétele nem egyezik meg teljesen a legújabb, még teljesen le sem zárt kutatások által megállapított összetétellel. Ez azonban az elért eredményeim értékéből nem von le semmit; Locher mutatta ki, hogy a tényleg beépült 2%-nyi trikalciumaluminátnál kétszerakkora mennyiségű  $C_3A$  tartalom sem rontja le az alit stabilitását (17).

Munkatársaim voltak: Horváth Tibor kutatómérnök és a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszék tagjai. A kutatási munkát az Építésügyi Minisztérium Műszaki Fejlesztési Főosztály támogatása tette lehetővé.

#### IRODALOM

- [1] Forsén, L.: Zement, 22, 73, 87, 1000. (1933)
- [2] Schott, O.: Kalksilikate und Kalkaluminat. Heidelberg. 1906.
- [3] Levin—Mc Murdia—Hill. Phase Diagrams for Ceramists. 49. ábra (Rankin, G. A.; Wright, E. E.) 1915.
- [4] Welch, I. H., Gutt W. J.: Amer. Cer. Soc. 42, 11. (1959). Bárta, R. Chemie a techn. cemente. 986. o. Praha, 1961.
- [5] Phase Diagrams for Cer, 313. ábra (Shapard, E. S.; Rankin G. A.; Wright, E. E., Geig, J. W. Továbbá: Woermann, Forschungs berichte der Zement-industrie, No 20. 19. oldal. Düsseldorf, 1961.
- [6] Michaelis, W.: Zementprotokoll, 1906. Kühl, H., Zementchemie, 101 és 263. o. Berlin, 1958. (II. kiadás.)
- [7] Newberry, S. B., Smith, M. M.: Tonind. Ztg. 27, 76 (1903) Jansen, W. C., Bur. St. P. C. A., Paper 12 (1927)
- [8] Guttman, A. és Gille, F.: Zement 16, 17, 20, 22 (1927, 1928, 1931, 1933.)
- [9] Jander, W. és Wuhler, J.: Zement 27, 73. o. (1938) Jeffery I. H. A. 1952-es londoni cement-Symposium. 30. o.
- [10] Nurse, R. W.: Az 1948-as brüsszeli vegyész-kongresszus. O'Daniel, jegyzőkönyve. H. és Hellan, E. Miner. Monatshefte, 5, 108. (1950).
- [11] Trömel G. és Moller, H.: Zement-Kalk-Gips 5, 1952.
- [12] Kühl, H.: Zementshemie. II. 101. Berlin, 1958.
- [13] Carlson, E. T.: Rock Products. 52. o. 1931. decemberi szám. Kühl, 12-es idézet, 263. oldal Bur. Stand. J. Res. 7, 5: 853 (1931).
- [14] Jeffery, I. H.: Az 1952-es londoni cementkémiai Symposium jegyzőkönyve 30–48 oldal. Hahn, Th; Silikattechnik, 11, 396. o. (1960)
- [15] Woermann, E., Hahn, Th., Eysel, W.: Zem. Kalk. Gips 16, 370— (1963) Locher, F. W. Zem. Kalk. Gips. 13, 389 (1960)
- [16] Yamaguchi G., Miyabe, H. J.: Amer. Cem. Soc. 43, 219 (1960)
- [17] Locher, 15. idézet, 392. o. 2. táblázat.
- [18] Dickerhoff, W.: Doktori disszertáció, Frankfurt, 1925 Zement, 14, 1. (1925)
- [19] Bereczky E.: Silikattechnik, 11, 475 (1960)
- [20] Erdmenger, L.: Tonind. Ztg. 6, 27, 35, 44, 55. o (1882)

Берецки Эндре : ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УСКОРЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ТРЕХКАЛЬЦИЕВОГО СИЛИКАТА.

Bereczky, Endre : Investigations into the Acceleration of Tricalcium Silicate Formation and its Stabilization.

Bereczky, Endre : Forschungen betreffend die Beschleunigung des Entstehens vom Trikalziumsilikat und seine Stabilisierung.



# Kis mennyiségű alumíniumfluorid adagolás hatása kerámiai termékek tulajdonságainak alakulására

LŐCSEI BÉLA\*

## I. Alumíniumszilikátos tűzállóanyagok szilárdságának növelése

### 1. Bevezetés

A tűzállóanyagok felhasználása szempontjából legtöbb esetben elsődlegesnek tekinthető tűzállóság mellett, a szilárdság az egyik legfontosabb élettartamot meghatározó tulajdonság. Beépítés esetén leginkább nyomó igénybevétel jelentkezik, de hajlító, illetve húzóigénybevétellel is számolni kell. Egyes esetekben nyíróerő is felléphet a tűzállóanyagból készített objektum egyes pontjain. Fontos tulajdonság a hőkésállóság is, amely szoros összefüggésben áll a szakítószilárdsággal, amelyet még a hőtágulási együttható és a rugalmassági modulus befolyásol. A fentiekhez járul még az a körülmény, hogy a szilárdsági igénybevétel nagy hőmérséklet alkalmazásával párosul.

A hideg nyomószilárdság samot-termékeknel 150—500 kp/cm<sup>2</sup> érték között mozog a termék összetételétől, az alapanyag szemcsemegoszlásától és az előállításnál alkalmazott nyomóerőtől függően. A nyomószilárdság tájékoztatást ad a tűzállóanyag szövetszerkezetének kohéziójáról, tehát ebből következtetni lehet a tűzállóanyag ellenállóképességére különböző igénybevételekkel szemben. A nyomószilárdság az e téren lefolytatott vizsgálatok szerint arányos a húzó, hajlító és kopató igénybevétellel szemben tanúsított ellenállással (1, 2, 3).

A nyomószilárdság számos anyagi és technikai tényező függvénye. A technikai tényezők között a formázási módot és a tömörítő erőt kell elsősorban megemlíteni. Az anyagi tényezők között az alapanyag szemcsemegoszlása, az ásványtani és kémiai összetétel a döntő. Az utóbbi az alapanyagok reakcióképességének és a minőségének, függvénye. Befolyásolja a szilárdságot a nyers és égetett alapanyag aránya is.

Jelen munka az alapanyagok reakcióképességének javítása útján elérhető szilárdságnövelési lehetőséggel foglalkozik.

\*Építőanyagipari Központi Kutató Intézet, Veszprémi Vegyipari Egyetem

A vizsgálatot a grossalmerodei agyag fázisátmenetének kutatása során a kis mennyiségű alumíniumfluoriddal tapasztalt jelentős mineralizáció, illetve reakciógyorsító hatás vetette fel (4).

## 2. A kísérletek leírása

### 2.1 Kísérleti anyagok

A kísérletek során az alapanyagként számításba jöhető tűzállóanyagok reakciókinetikájának alakulását vizsgáltuk. A kísérleti anyagok kémiai összetétele az 1. táblázatban található. A kísérletek során a tűzállóanyagokhoz alumíniumfluoridot adagoltunk. Vizsgáltuk az adalék hatását differenciál termoanalitikai és termogravimetrikus módszerrel. A reakciókinetikai vizsgálatok alapján ipari termékek esetében vizsgáltuk a reakcióképesség növelésével elérhető eredményeket a termékek fizikai tulajdonságainak alakulására vonatkozóan.

### 2.2 Az alapanyagok differenciál termogravimetrikus vizsgálata

Korábbi kísérleteink tisztázták azt, hogy alumíniumfluoridból és kaolinitből alacsony hőmérsékleten képződik mullit, és hogy már kis mennyiségű alumíniumfluorid jelenlétében is alacsonyabb hőmérsékleten indul meg ez a folyamat, az alumíniumfluorid reakciója következtében keletkező hidrogénfluorid mineralizációs hatására (5, 6, 7). Nagyobb mennyiségű alumíniumfluorid adagolás következtében porózus, nagy tűzállóságú termék jön létre, viszont kisebb mennyiségű adalék esetében nemcsak alacsonyabb hőmérsékleten megy végbe a kaolinit-mullit átalakulás, hanem az átalakulási folyamatok sebessége is növekszik.

Differenciális termogravimetrikus vizsgálatunk célja jelen esetben az, hogy megállapítható-e az az alumíniumfluorid mennyiség ilyen alapon, amelynél a reakciósebesség még növekszik, de a porozitás nem nő. Kérdéses tehát, hogyan alakul a reakció kinetikája tűzállóanyag és alumíniumfluorid keverékek esetében, ha az alumíniumfluorid-tartalom fokozatosan növekszik. A vizsgálat

1. táblázat

A kísérlet folyamán használt anyagok összetétele:

|                              | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CuO | MgO | Na <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | Izzítási veszteség | AlF <sub>3</sub> |
|------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-----|-----|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|
| 1. Zettlitz kaolin.....      | 46,9             | 38,5                           | 0,6              | 0,5                            | 0,3 | 0,2 | 0,4               | Ny              | 12,8               |                  |
| 2. Bánkpetényi agyag .....   | 61,5             | 24,5                           | 0,9              | 1,6                            | 0,7 | 0,5 | 0,7               | 0,6             | 8,9                |                  |
| 3. Sársápi kaolin II. ....   | 58,5             | 26,7                           | 0,6              | 1,2                            | 1,1 | 0,4 | 0,7               | 0,1             | 10,2               |                  |
| 4. Brieseni BL .....         | 44,3             | 35,1                           | 1,7              | 1,8                            | 0,8 | 0,4 | 0,9               | 0,4             | 15,4               |                  |
| 5. Szegi kaolin .....        | 45,1             | 35,3                           | 0,2              | 2,6                            | 0,7 | 0,4 | 0,4               | ny              | 15,1               |                  |
| 6. Grossalmerodei agyag..... | 72,0             | 18,2                           | 1,0              | 1,3                            | 0,3 | 0,2 | 1,0               | —               | 6,2                |                  |
| 7. AlF <sub>3</sub> .....    | —                | 1,9                            | —                | ny                             | —   | —   | —                 | —               | —                  | 97,9             |

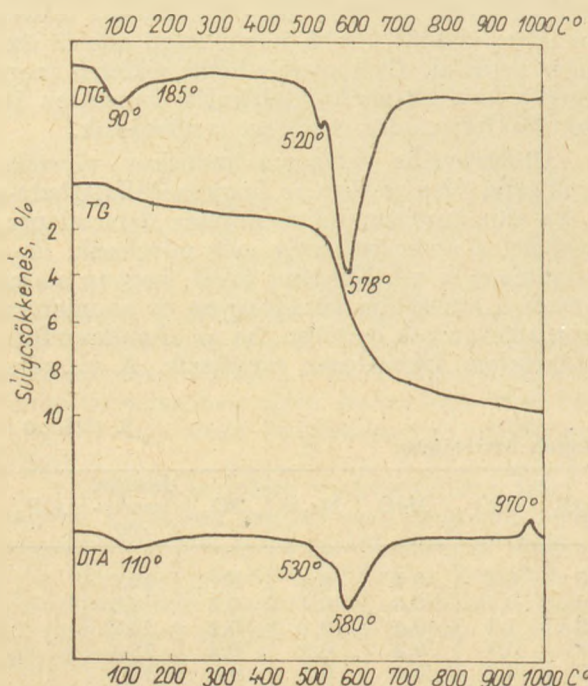


2. táblázat

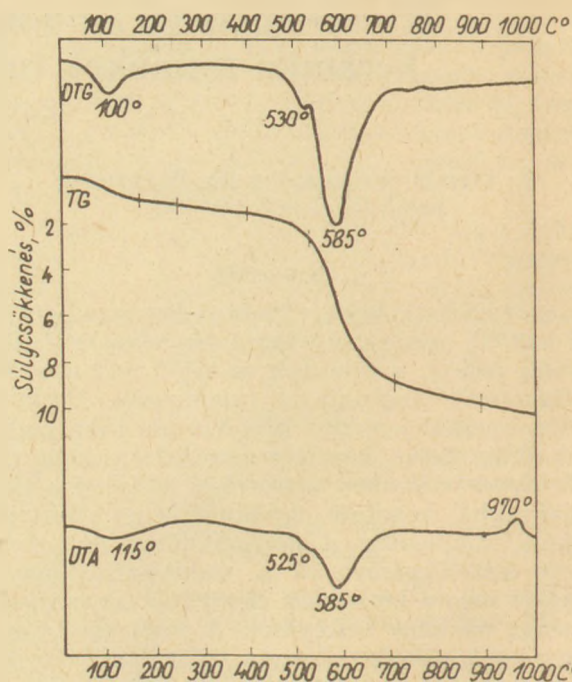
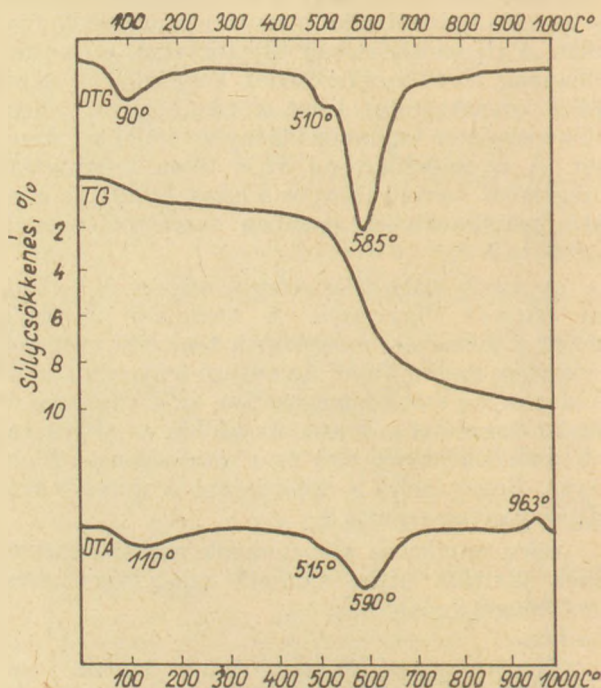
A differenciális termogravimetrikus vizsgálatra bemezt anyagok összetétele

| Jelzés<br>Ábra-<br>szám | Anyag megnevezés            |                              |                    |                         |                   |                |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|----------------|
|                         | bánk-<br>petényi<br>agyag % | grossal-<br>merodai<br>agyag | zettlitz<br>kaolin | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $(\text{AlOH})_3$ | $\text{AlF}_3$ |
| 1                       | 100                         | —                            | —                  | —                       | —                 | —              |
| 2                       | 99                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 1              |
| 3                       | 98                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 2              |
| 4                       | 97                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 3              |
| 5                       | 96                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 4              |
| 6                       | 92,5                        | —                            | —                  | —                       | —                 | 7,5            |
| 7                       | 91                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 9              |
| 8                       | 89                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 11             |
| 9                       | 75                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 25             |
| 10                      | 67                          | —                            | —                  | —                       | —                 | 33             |
| 11                      | 53,5                        | —                            | —                  | —                       | —                 | 46,5           |
| 12                      | 47,8                        | —                            | —                  | —                       | —                 | 52,2           |
| 13                      | —                           | —                            | 100                | —                       | —                 | —              |
| 14                      | —                           | —                            | 95                 | —                       | —                 | 5              |
| 15                      | —                           | —                            | 90                 | —                       | —                 | 10             |
| 16                      | —                           | —                            | 87                 | —                       | —                 | 13             |
| 17                      | —                           | 100                          | —                  | —                       | —                 | —              |
| 18                      | —                           | 97                           | —                  | —                       | —                 | 3              |
| 19                      | —                           | 97                           | —                  | —                       | 3                 | —              |
| 20                      | —                           | 97                           | —                  | 3                       | —                 | —              |

során a tűzállóanyagipar által használatos hazai nyersanyag, a bányapetényi agyag viselkedését tanulmányoztuk. Összetétele az 1. táblázatban található. Az előzően homogenizált bányapetényi agyaghoz növekvő mennyiségben adagoltunk alumíniumfluoridot. Az agyag és alumíniumfluorid keverékekről DTG felvétel készült, melyek eredménye az 1–12. ábrán látható. Az egyes vizsgált keverékek összetétele a 2. táblázatban található meg. A vizsgálat-sorozat alapján követhető a bányapetényi agyag és az alumíniumfluorid keverék, vagyis a megközelítőleg alumíniumfluorid-

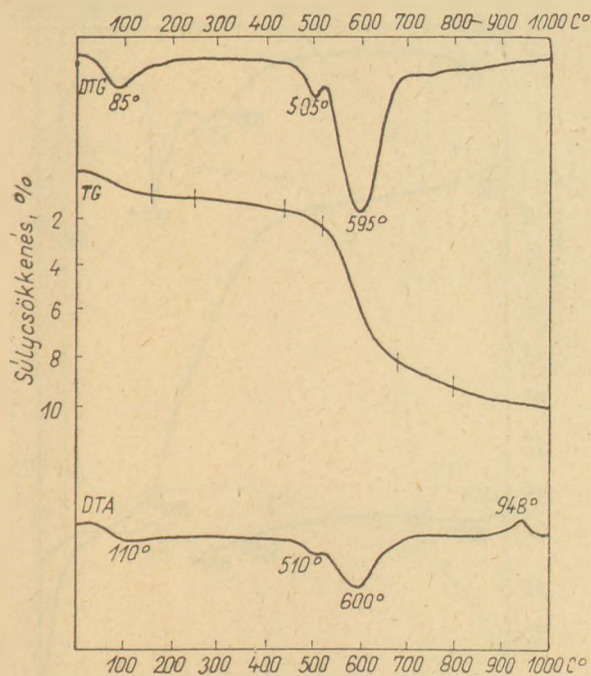


1. ábra. Bányapetényi agyag DTG, TG, DTA és dilatometrikus felvétele.

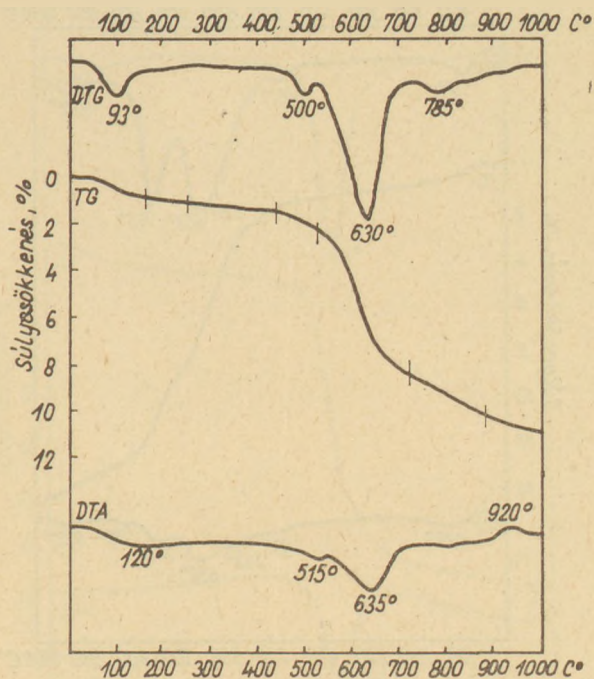
2. ábra. 99% bányapetényi agyag, 1%  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.3. ábra. 98% bányapetényi agyag, 2%  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.

agyag-ásvány- $\text{SiO}_2$  rendszernek tekinthető reakciókinetikájának alakulása az alumíniumfluorid-tartalom függvényében. A bányapetényi agyag ásványi összetételének megoszlása a következő: 50% kaolinit és illit, és kb. 50% kvarc. A vizsgált rendszer tehát bonyolult, de, hogy a kinetikai folyamatok hasonlóak, az  $\text{AlF}_3$ - $\text{SiO}_2$  és az  $\text{AlF}_3$ -zettlitz kaolin reakció vizsgálatával történő egybevetés igazolja (10., 11). A 13. ábra alumíniumfluorid nélküli, a 14. ábra 5, a 15. ábra 10 és a 16.

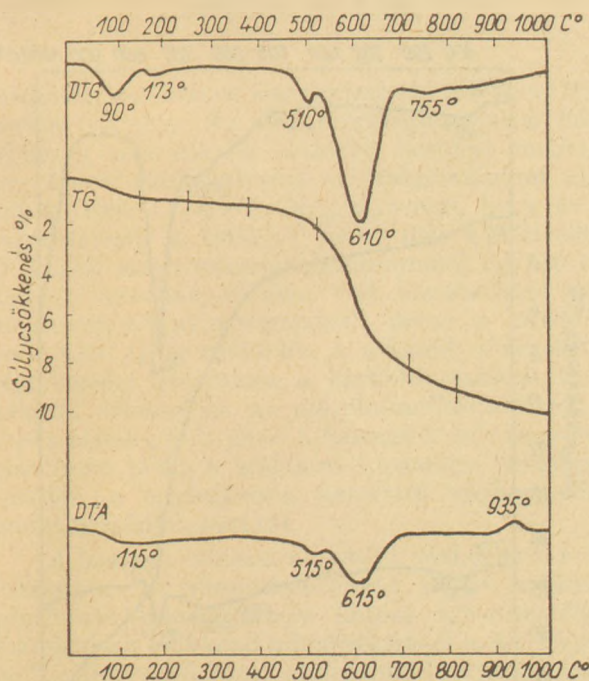




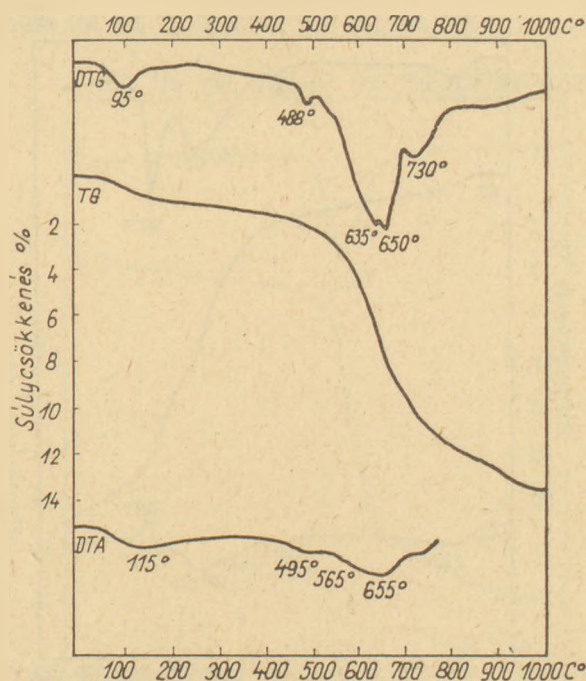
4. ábra. 97 % bányapetényi agyag 3 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



6. ábra. 92,5 % bányapetényi agyag, 7,5 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



5. ábra. 96 % bányapetényi agyag, 4 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



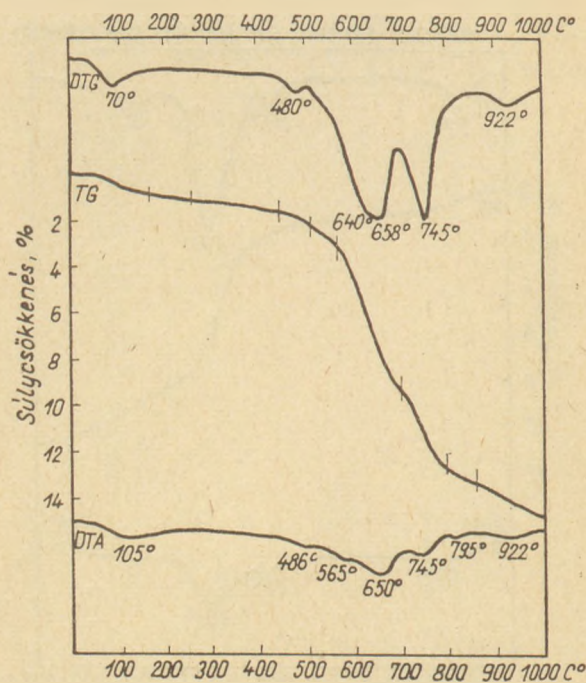
7. ábra. 91 % bányapetényi agyag, 9 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.

ábra 13%  $\text{AlF}_3$ -at tartalmazó zettlitz kaolinos keverékekről készült. Ebből a négy ábrából is látható, hogy a gyakorlatilag agyagásványnak tekinthető zettlitz kaolin esetében is tapasztalható ugyanúgy egy határérték, ahol a reakciókinetikai viszonyok alapvetően megváltoznak. A zettlitz kaolin és a bányapetényi agyag agyagásvány-tartalmának különbsége és a kérdéses alumíniumfluorid mennyiségben jelentkező eltérés azt mutatja, hogy a reakciókinetika alakulása

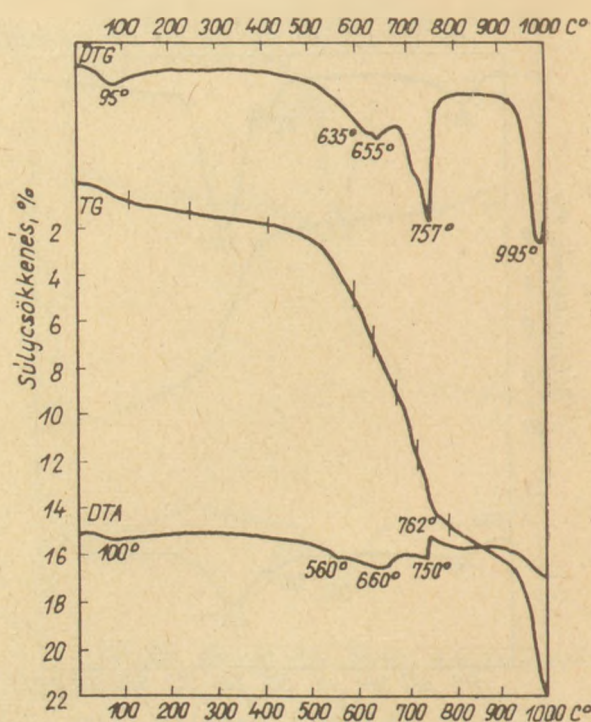
az agyagásvány és az alumíniumfluorid arányának függvénye.

A kinetikai folyamatok a DTG görbékben követhetők legjobban. Az adalékmentes anyag dehidroxilációját jelentő súlyvesztés sebességi maximum 585 °C-nál jelentkezik. Az endoterm effektus csúcsa 600 °C körül, az egzoterm effektus 1000 °C-nál található. Ez a reakciókinetikai kép lényeges változást nem szenved 4–7,5% alumíniumfluorid tartalomig. Az endoterm effektus

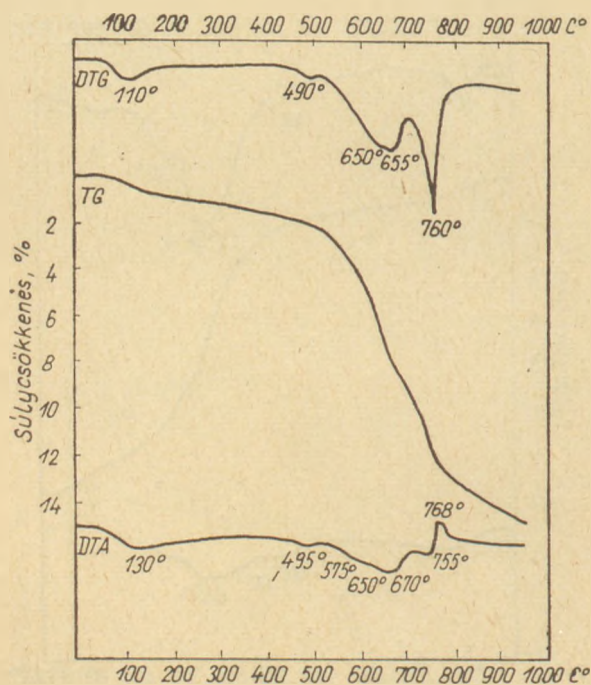




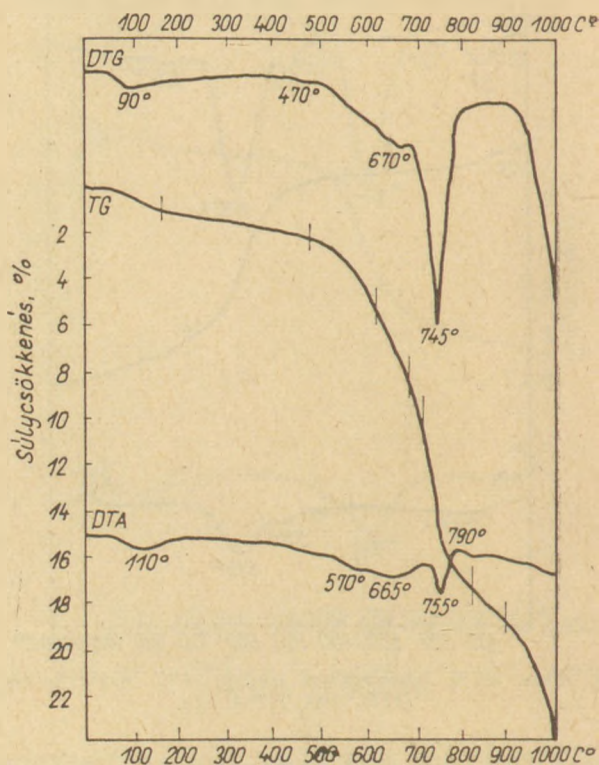
8. ábra. 89 % bányapetényi agyag, 11 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



10. ábra. 67 % bányapetényi agyag, 33 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



9. ábra. 75 % bányapetényi agyag, 25 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.

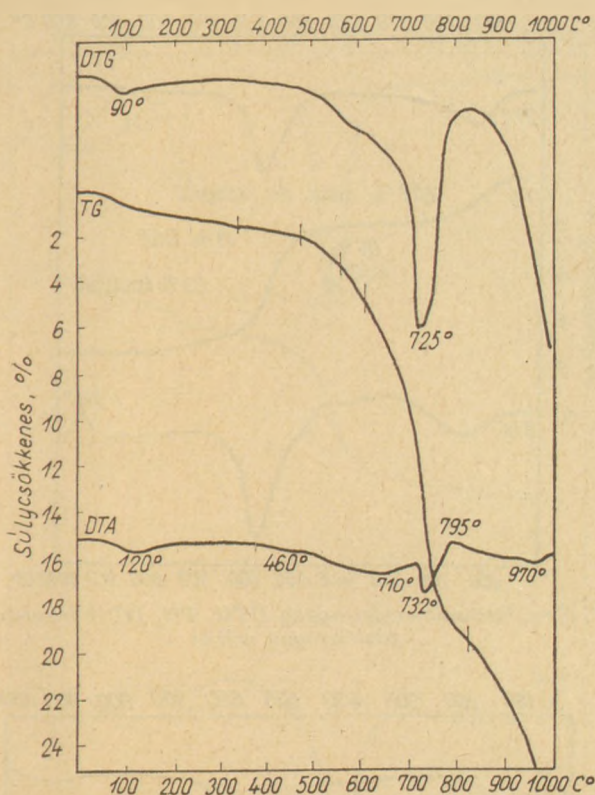


11. ábra. 53,5 % bányapetényi agyag, 46,5 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.

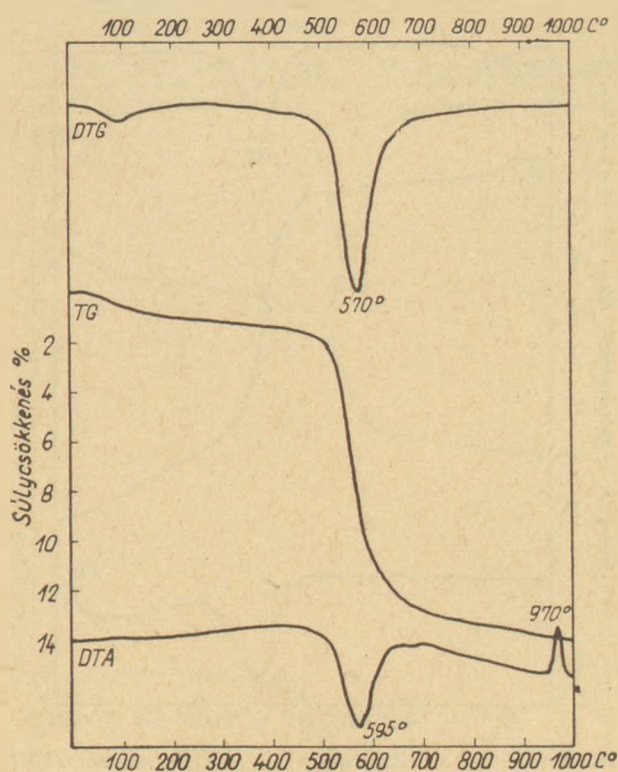
585—600 °C között jelentkezik, viszont az egzoterm effektus fokozatosan kisebb hőmérsékleten észlelhető. 4% alumíniumfluorid adalék esetében már 935 °C-on kapjuk az egzoterm effektust. A súlyvesztés sebesség maximum magasabb hőmérséklet felé kezd ennél az értéknél eltolódni. Ez még jobban megfigyelhető a 6. és a további ábrákon. Ezenkívül az alumíniumfluorid mennyiség növekedtével egy egyre definiáltabbá váló súlyvesztés sebességmaximum jelentkezik 800

°C körül. Ez a súlyvesztés sebesség egyre inkább növekszik és ezzel párhuzamosan az első, az agyag-ásványok dehidroxilációját jelentő első súlyvesztési szakasz egyre inkább visszaszorul az alumíniumfluorid növekvő mennyisége következtében, míg végül 45—50 %-os alumíniumfluorid





12. ábra. 47,8 % bányapetényi agyag, 52,2 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.

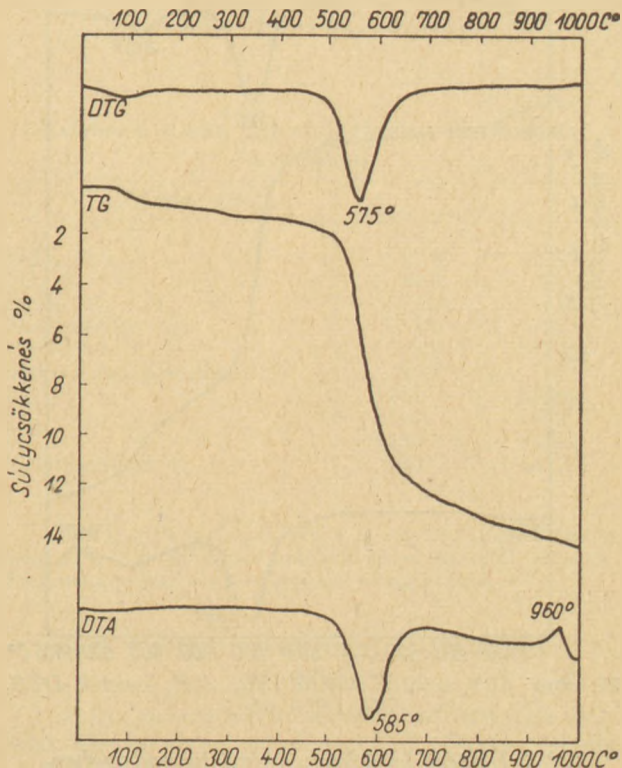


13. ábra. Zettiltzi kaolin DTG, TG, DTA felvétele adalék nélkül.

tartalom esetében ez alig mutatható már ki a DTG görbén (10, 11). Az első sebességmaximum hátterbe, a másodiknak előtérbe kerülése mellett, egy újabb súlyvesztési sebességmaximum alakul ki 1000 °C körül. Megjegyzendő, hogy ez a súlyvesztés a 1000 °C felett már a 750–800 °C körüli súlyvesztés maximummal együtt kialakult, azonban ez nem volt kimutatható termogravimetrikus vizsgálattal, mivel a készülék csak 1000 °C-ig működik. A második súlyvesztésszerű maximum a korábbi statikus vizsgálatok értelmében az alumíniumfluorszilikát, a topáz kialakulását jelzi. A harmadik súlyvesztés maximum pedig a kialakult topázfázis dekompozícióját, a topázfázison keresztül végbemenő mullitképződést jelzi (5).

A kaolinit bázison keresztül végbemenő mullitképződés az alumíniumfluorid, illetve a hidrogénfluorid mineralizációs hatása következtében fokozatosan csökkenő hőmérsékletnél megy végbe. 25%, illetve előlötti, alumíniumfluorid-tartalom esetében az egzoterm effektus 760–790 °C között észlelhető. Ehhez az is hozzájárulhat, hogy a topáz kialakulásánál  $\text{SiF}_4$  is távozik, ami a kaolin, illetve metakaolinit szerkezet megbomlását eredményezi. Hosszabb expozíció idő, statikus vizsgálat alkalmával a mullitképződés ennél sokkal alacsonyabb hőmérsékleten is megindul (9).

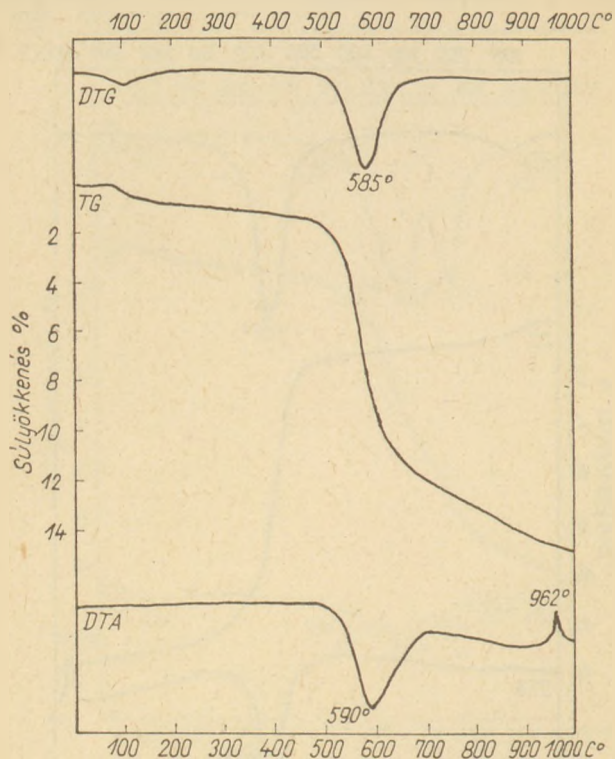
A 3%-nyi  $\text{AlF}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  reakciókinetikai hatását az adalék nélküli grossalmerodei agyaggal összevetve, a 17., 18., 19. és 20. ábrán bemutatott differenciális termogravimetrikus vizsgálatok eredménye szemlélteti. 3 %  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,



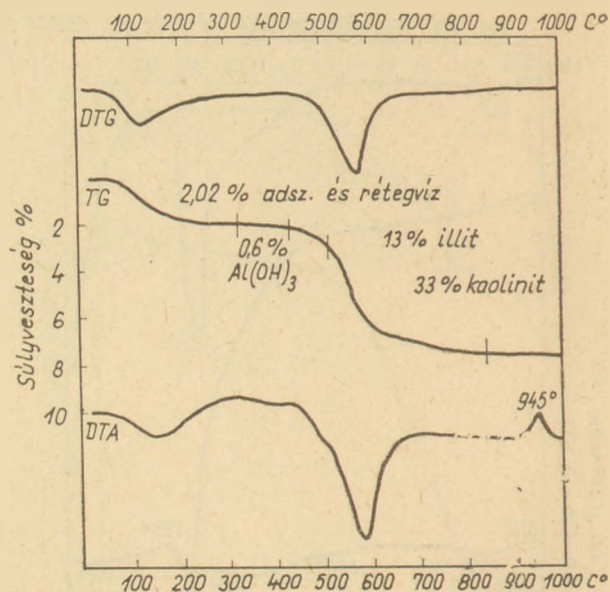
14. ábra. 95 % zettiltzi kaolin 5 %  $\text{AlF}_3$  keverék ADTG, TG, DTA felv.

illetve  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , változást nem eredményez, az  $\text{AlF}_3$  azonban jelentősen leszállítja az exoterm effektus hőmérsékletét.

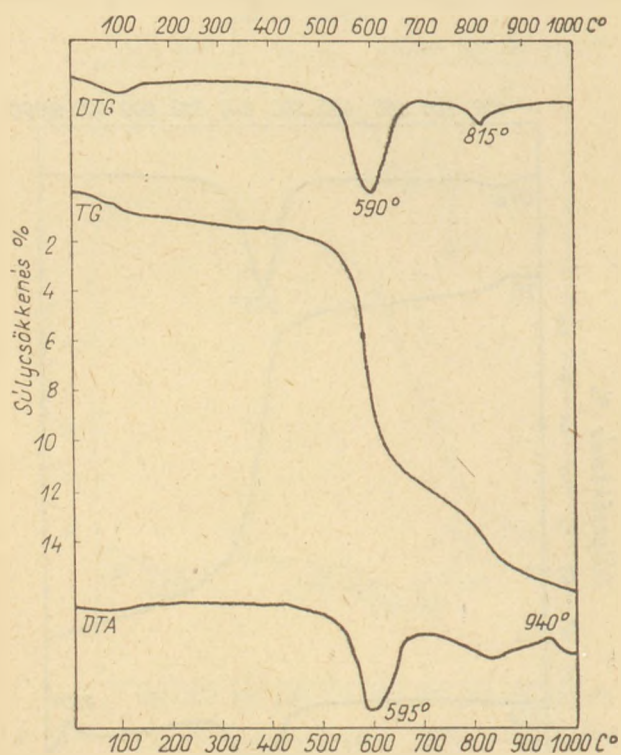




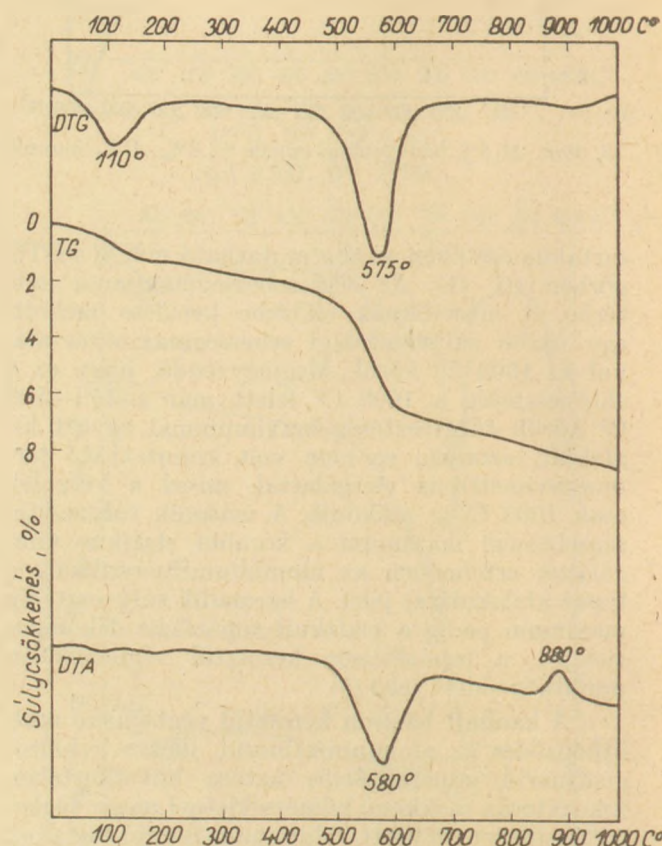
15. ábra. 90 % zettlitz kaolin 10 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



17. ábra. Grossalmerodei agyag DTG, TG, DTA felvétele adalékanyag nélkül



16. ábra. 87 % zettlitz kaolin 13 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



18. ábra. 97 % grossalm. agyag és 3 %  $\text{AlF}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.

### 2.3 Égetési kísérletek üzemi berendezésben

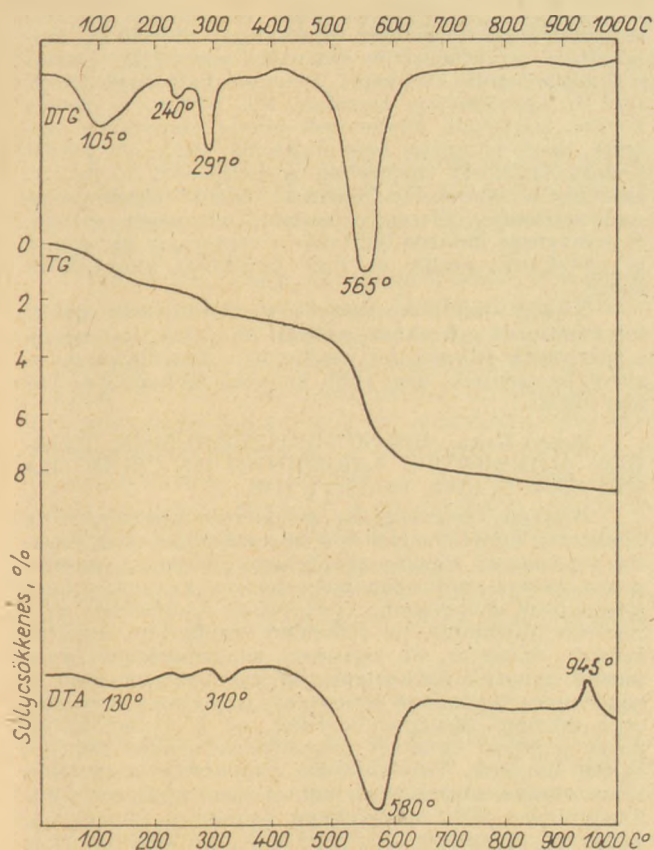
A kísérletek a Magnezitipari Művekben két-féle anyaggal folytak :

1. SK 35-ös samottégla,
2. növelt alumíniumoxidtartalmú kohótégla.

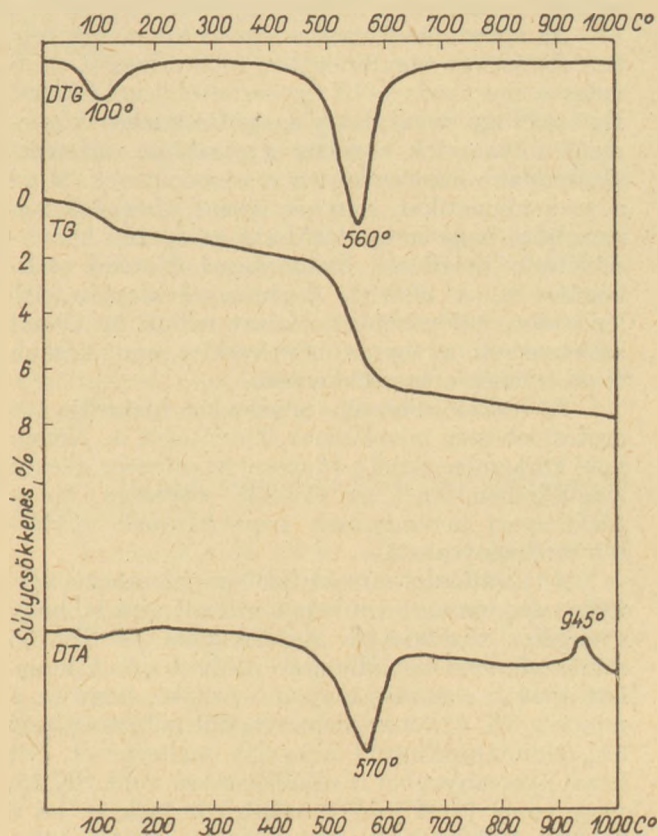
Az első esetben a gyártás 1380—1400 °C-os égetéssel történik. A kísérlet folyamán viszont

SK 35-ös téglalapanyaga normál technológiai előkészítés után adalékanyag nélkül és 3% alumíniumfluorid bekeveréssel 1280 °C-os maximális hőmérsékleten égett ki. Az égetési hőmérséklet tehát 100 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleten ment végbe, mint az üzemi szokásos technológiánál. Az anyag ugyanannak a körkemenecének, olyan részébe került berakásra, ahol a Seeger gúlával ellenőrzött hőmérséklet 1280 °C volt.





19. ábra. 97 % grossalm. agyag és 3 %  $\text{Al}(\text{OH})_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.



20. ábra. 97 % grossalm. agyag és 3 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  keverék DTG, TG, DTA felv.

A kísérleti eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat  
Az SK 35-ös üzemi samottszilárdság növelési kísérlet  
átlag eredményei

| Megnevezés                         | 1.   | 2.   | 3.   |
|------------------------------------|------|------|------|
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ %          | 40,1 | 40,0 | 41,0 |
| $\text{TiO}_2$ %                   | 0,9  | 0,8  | 0,9  |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ %          | 2,2  | 2,3  | 2,0  |
| Térfogatsúly, g/cm <sup>3</sup>    | 1,9  | 1,9  | 1,9  |
| Vízfelvétel %                      | 15,5 | 15,3 | 12,1 |
| Látszólagos porozitás %            | 29,5 | 28,3 | 22,4 |
| Nyomószilárdság kp/cm <sup>2</sup> | 160  | 92   | 365  |

A minta jelzések :

1. 1380 C°-on égetett, adalék anyag nélküli SK 35-ös samottégla.

2. 1280 C°-on égetett adaléknélküli SK 35 tégl.

3. 1280 C°-on égetett 3%  $\text{AlF}_3$  adalékot tartalmazó SK 35 samottégla.

A második esetben mind az adalék anyag nélküli, mind az adalékot tartalmazó kohótégla 1500 C°-on került alagútkemencében kiégetésre. A kísérleti adatokat a 4. táblázat tartalmazza. Az 1. jelű eredmény adalék nélküli, a 2. jelű 3% alumíniumfluoridos adalékkal készített anyagra vonatkozik.

4. táblázat  
Kohótégla üzemi szilárdságnövelési kísérletének  
eredményei

| Megnevezés                | 1    | 2    |
|---------------------------|------|------|
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ % | 47,9 | 49,8 |
| $\text{SiO}_2$ %          | 49,4 | 48,6 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ % | 1,5  | 1,3  |
| Térfogatsúly %            | 2,0  | 2,0  |
| Vízfelvétel               | 13,0 | 11,6 |
| Látszólagos porrozitás    | 25,8 | 23,2 |
| To C°                     | 1200 | 1390 |
| Ta                        | 1490 | 1520 |
| Te                        | 1580 | 1620 |
| Nyomószilárdság           | 346  | 672  |

To, Ta, Te terhelés alatti 2 kg/cm<sup>2</sup> lágyuláspont meghatározás jellemző értékeléséhez tartozó értékek. Az eredmények több vizsgálat átlagértékei.

### 3. A kísérleti eredmények technológiai jelentősége

A kis mennyiségű alumíniumfluoriddal elérhető tűzállóanyag minőségjavító eljárás-, amely szabadalmaztatásra is került-, számos technológiai előnyt biztosít.

Az egyik legfontosabb előnye, mely könnyű ipari bevezethetőséget jelent az eljárás számára az, hogy az eddig alkalmazott technológiai műveletek jellegét nem változtatja meg, csak egy mérlegelési többletet jelent az alapanyag bemérésé-



nél. Így minden nehézség, új berendezés igénye nélkül beiktatható a meglévő gyártási folyamatba.

Az alumíniumfluorid adagolás kis mennyiségben elsősorban tágabb égetési intervallumot eredményez, mert kedvezőbb égetési feltételeket teremt. Ez összefügg avval, hogy az égetés közben végbemenő folyamatok egyrészt gyorsabban, másrészt alacsonyabb hőmérsékleten is végbemennek. Mind a reakciókinetikai, mind az üzemi kísérletek azt igazolják, hogy megvalósítható az égetési hőmérsékletnek megfelelő biztonsággal történő csökkentése is. A kísérleti eredmények alapján első lépésként, különösebb kockázat nélkül 50 °C-kal csökkenthető az égetési hőmérséklet, amit később tovább lehet még csökkenteni.

A reakció-sebesség növekedés biztosítja az égetési sebesség növelésének lehetőségét is. Növelhető körkemencéknél a tűzvezetési sebesség, illetve alagút kemencéknél az előtolás sebessége. Ez a tűzállóipari berendezések kapacitásának növelését eredményezheti.

A tűzállóság növekedésében jelentkező előnyös tulajdonság lehetőséget biztosít arra is, hogy gyengébb tűzállóságú alapanyagból is SK 35 minőségű terméket állítsunk például elő. A kísérleti adatok elemzése alapján várható, hogy ez a minőség SK 32/33-as alapanyagból is biztosítható 3% alumíniumfluorid adagolás segítségével. Sőt hazai nyersanyagból is előállíthatóvá válik SK 35, vagy ennél jóval jobb minőségű termék is, ha a 2–3%  $AlF_3$  mennyiséget néhány százalékos alumíniumhidroxiddal, vagy timhidráttal is kiegészítjük. Ezek az eredmények nagyfokú minőségjavulást és önköltségsökkenést jelentenek tűzállóanyagipari alkalmazásuk esetén. Minthogy a nyomószilárdság növekedése a kohéziós erő növekedésével függ össze, az elért eredményeknek a tűzállóanyagok élettartamának jelentős növekedése lesz a következménye.

#### IRODALOM

- [1] *Harders, F., Kienow, S.*: Feuerfestkunde. Springer Verlag, Berlin, 1960.
- [2] *Szabó L.*: A vaskohászat építőanyagai. Samottok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1962.
- [3] *Sővegártó J.*: Bázikus kohászati tűzállóanyagok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960.
- [4] *Lőcsei B. P.*: Tonindustrie Zeitung. 88. 127–132. (1964). *Építőanyag*, 16. 64–74 (1964)
- [5] *Lőcsei B. P.*: Acta Chim. Ac. sci. hung. 39. 271–293. (1963)
- [6] *Lőcsei B. P.*: Acta Chim. Ac. sci. hung. 38. 59–88 (1963)
- [7] *Lőcsei B. P.*: Nature 201. 700. (1964)
- [8] *Lőcsei B. P.*: Még nem közölt adatok.
- [9] *Lőcsei B. P.*: Keramische Zeitschrift 16. 350–351. (1964) *Építőanyag* 14. 353–355. (1962)
- [10] *Lőcsei B. P.*: Acta Chim. Ac. sci. hung. 33. 197–210. (1962)
- [11] *Lőcsei B. P.*: *Építőanyag*. 15. 329–336. (1963)
- [12] *Boros J.-né*: Termogravimetrikus vizsgálati jelentés ÉaKKI (1963)

*Lőcsei Béla*: Kis mennyiségű alumíniumfluorid adagolás hatása kerámiai termék tulajdonságainak alakulására.

Az alumíniumfluoridnak különböző tűzállóanyagok égetése során végbemenő folyamataira gyakorolt hatása differenciális termogravimetrikus és analitikus vizsgálat segítségével jól követhető. Kis mennyiségű alumíniumfluorid a kinetikai folyamat jellegét nem változtatja meg, de az aktiválási energiaviszonyok

módosulnak. A dehidroxilációs folyamatot az alumíniumfluorid beépülése és részleges hidrolízise késlelteti, a mullitképződés aktiválási energiáját viszont a fluoridadagolás csökkenti. Bizonyos határérték felett, ami az agyagásvány tartalom kb. 10%-n, az égetés közben lejátszódó folyamatok jellege alapvetően változik meg és egyre bonyolultabbá válik. A jelzett alumíniumfluorid mennyiség megadja azt a határt, ameddig az alumíniumfluorid az égetési folyamatokat csak gyorsítja, illetve a termék minőségét javítja. E mennyiségi határon felül már a végtermék porozitása is növekszik, amint ez már korábban kimutatásra került.

2–4% alumíniumfluorid a tűzállóanyagok égetési folyamatának gyorsítása mellett 70–100%-kal növeli a végtermék szilárdságát, csökkenti a látszólagos porozitást és ezenfelül még több kedvező technológiai hatást fejt ki.

*Лечаи Бела*: ВЛИЯНИЕ НЕБОЛЬШИХ ДОБАВОК ФТОРИСТОГО АЛЮМИНИЯ НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ.

Влияние, оказываемое фтористым алюминием на процессы, протекающие при обжиге различных огнеупоров, можно хорошо проследить с помощью дифференциального термogravиметрического анализа и аналитических испытаний. Небольшое количество фтористого алюминия не изменяет характера кинетического процесса, но вызывает видоизменение отношений энергий активации. За счет встраивания и частичного гидролиза фтористого алюминия замедляется процесс дегидроокисления, но в то же время добавка фтора снижает реакцию активации образования мullита. При добавке фтористого алюминия выше определенного значения, соответствующего приблизительно 10% содержания глиняных минералов, характер процессов, протекающих при обжиге, полностью изменяется и становится более сложным. Указанное количество фтористого алюминия дает ту границу, в пределах которой добавка фтористого алюминия только ускоряет процессы обжига, а также улучшает качество продукта. Выше этого предела увеличивается пористость конечного продукта, как это ранее уже было показано.

Добавка 2–4% фтористого алюминия ускоряет процесс обжига огнеупоров при увеличении прочности конечного продукта на 70–100%, снижает кажущуюся пористость и, помимо этого, оказывает ряд других полезных влияний на технологию производства.

*Lőcsei, Béla*: Die Einwirkung kleiner Mengen Aluminiumfluorids auf die Eigenschaften keramischer Produkte

Die Einwirkung des Aluminiumfluorids auf die während des Brennens verschiedener feuerfester Stoffe verlaufenden Vorgänge kann vermöge differentialthermogravimetrischer und analytischer Prüfung leicht verfolgt werden. Kleine Aluminiumfluorid-Mengen verändern den Charakter des kinetischen Vorgangs nicht, doch ändern sich dann die Aktivierungs-Energieverhältnisse. Der Einbau und die teilweise Hydrolyse des Aluminiumfluorids hält den Dehydroxyliervorgang hin, während die Aktivierungsenergie der Mullitbildung durch den Fluoridzusatz vermindert wird. Über einem bestimmten Grenzwert — etwa 10% des Tonmineraliengehaltes — erleidet der Charakter der während des Brennens verlaufenden Vorgänge grundsätzliche Veränderung und wird immer komplizierter. Die angegebene Menge Aluminiumfluorids bezeichnet die Grenze, innerhalb welcher der Zusatz die Brennvorgänge nur beschleunigt, beziehungsweise die Qualität des Produktes verbessert. Über dem angegebenen Grenzwert wird — wie es schon früher bewiesen worden war — auch die Porosität des Endprodukts gesteigert.

2–4% Aluminiumfluoridzusatz steigert — neben Beschleunigung des Brennprozesses der feuerfesten Stoffe — um 70–100% die Festigkeit des Endprodukts, vermindert die scheinbare Porosität und wirkt außerdem in technologischer Hinsicht vorteilhaft aus. (S. G.)

(Folytatás a borító 3. oldalán)



## Az üvegolvasztás fejlesztésének fokozása

SZÁDER RUDOLF  
(Üvegipari Országos Vállalat)

Az üvegyártás és ezenbelül az üvegolvasztás gazdaságosabbá tétele hosszú idő óta foglalkoztatja az üvegipari technológusokat, kemenceszerkesztőket és kutatóit.

Ismeretes, hogy az üvegolvasztó kemencék rossz hatásfokkal dolgoznak, fazekas üvegolvasztó kemencék a közölt hőenergiának 5—10%-át, kád-kemencék csak 10—15%-át, egész kivételes esetekben 20—24%-át hasznosítják közvetlenül az üvegolvasztási folyamatok lefolytatására. Hasznos hőenergiának nevezzük a beadagolt nyersanyag felmelegítéséhez, a szilikát — és üvegpézsdés lefolytatásához, továbbá a technológiai szempontból szükséges maximális olvasztási hőfok biztosítására felhasznált energiát. A bevitt hőenergia nem hasznosítható része, főleg falvesztés, sugárzó- és füstgázvesztés formájában távozik a kemencéből.

A kemenceszerkezetet a nyersanyag beadagolása, az üvegidolgozás módszere, az üvegolvasztás részfolyamatainak — a szilikátképződésnek, nomogenizálódásnak, tisztulásnak — a térbeni és időbeni alakulása, továbbá a füstgáz hőhasznosító berendezések fajtái jellemzik.

Fejlődést jelent a régebbi kemencékkel szemben, a nagy teljesítményű keresztüzelésű kád-kemence szerkezeteknél a minőségi tűzállóanyagok alkalmazása, az üvegszint ingadozásától vezérelt automatikusan működő keverékadagoló gépek beállítása, a hőfokmérés és hőfokszabályozás automatizálása, továbbá az olvasztási hő mérséklés növelése 1460—1480°C-ra, amelynek alapján az egyes üvegolvasztó kád-kemencék fajlagos olvasztási teljesítménye túlhaladta az 1000 kg/m<sup>2</sup> 24 óra értéket. Ez az eredmény azonban nem elégítheti ki az üvegipari szakembereket. A világszakirodalmat áttanulmányozva, külföldi tapasztalatokat kiértékelve, megállapítható, hogy sok olyan műszaki megoldás áll rendelkezésünkre, melynek alapján további sikereket lehet elérni az üvegolvasztás teljesítményének fokozása érdekében.

Ezek összefoglalva a következők:

1. Az üvegolvasztó kád-kemencék szerkezetének továbbfejlesztése.

2. Az üvegolvasztó kemencékhez használt tűzállóanyagok minőségének javítása.

3. Magas kalóriaértékű tűzállóanyagok felhasználására való áttérés, továbbá az olvasztási hőmérséklet növelése 1500—1550°C-ra, az előmelegített levegő hőmérséklet emelésével.

4. Az üvegolvasztási folyamatok állandó regisztrálása, automatikus hőfokmérés és szabályozó berendezések segítségével.

5. Az olvasztás teljesítményének fokozása, a levegőaláfűvási eljárások alkalmazásával.

6. Elektromos pótfűtés alkalmazása az üvegfelület alatt.

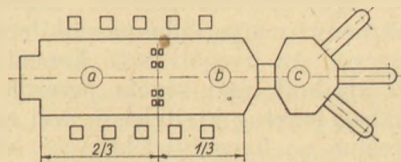
7. Kombinált elektromos pótfűtés és levegőaláfűvási eljárás bevezetése.

8. Az elektromos üvegolvasztásra való átállás a műszaki fejlesztés során.

E cikk keretén belül elsősorban a távlati műszaki fejlesztés során végrehajtandó korszerű üvegolvasztási teljesítmények elérését szolgáló megoldásokkal foglalkozom, azonban szükségesnek tartom, az egyéb lehetőségeket is röviden megemlíteni, melyek megoldása a közbeeső fejlesztés során népgazdaságunk számára további előnyöket biztosít.

### 1. Az üvegolvasztó kád-kemencék szerkezetének továbbfejlesztése

Az elmúlt évek során, sok eredményt ezen a téren nem értünk el. Ez abból adódik, hogy az ipar területén, kevés szakember az, aki ezt a kérdést szívügyének tekinti, aki a meglévő olvasztókemencéket szerkezetileg és tüzeléstechnikai szempontból összehasonlítani, kiértékelni és javaslatokat tenni, azok korszerűsítésére.



1. ábra

Az egyes üvegyárakban létrejött kutatócsoportoknak és elsősorban a kemencecsoport tagjainak feladata ezzel a kérdéssel foglalkozni.

A kemencék egyes részeinek tanulmányozásával és azok tudományos kiértékelése által — kis változtatásokkal — komoly eredmények érthetők el. Így pl. az olvasztókád megfelelő méretezése — üsztatási kísérlet alapján —, az égőfejek megfelelő méretezése — sebeségmérések alapján; — a boltozatok kiképzése — részletes tanulmányozás alapján, — a hővisszanyerő berendezések felépítményeinek, keresztmetszeteinek kialakítása és áramlások meghatározása — megfelelő mérések alapján, — továbbá a nyersanyagadagoló felépítmények megfelelő méretezése igen nagy eredményeket adhat.

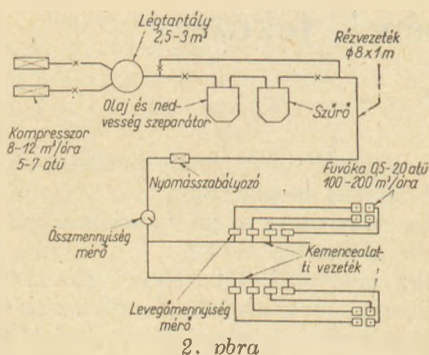
Szükséges továbbá korszerű külföldi kemence-típusok alapján, hazai nagy teljesítményű üvegolvasztó egységek létrehozása és üzembeállítása, amelyek alkalmasak 5—6 nagy teljesítményű autotagépnek üveggel való kiszolgálására.

### 2. Az üvegolvasztó kemencékhez használt tűzállóanyagok minőségének javítása

Eddig műszaki erőfeszítéseink elsősorban az üvegolvasztó kád tűzállóanyagainak minőségi javítására irányultak. Ezen a téren értünk el eredményeket. Szükséges azonban minél előbb a „KORVISIT” alumíniumoxid ömlesztett kádkő-

\* A Szilikátipari Tudományos Egyesület 1963/64. évi műszaki továbbképző tanfolyamán tartott előadás.



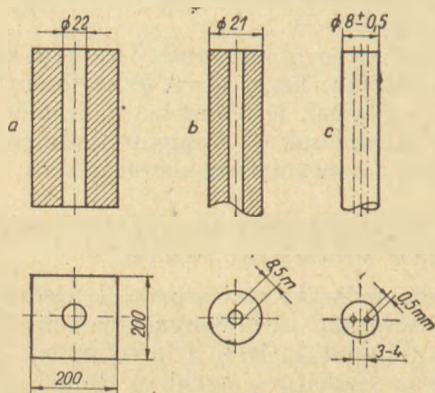


vek minőségének nagymértvű javítása, mert az üvepipari szakemberek egyrésze a nem megfelelő minőség miatt idegenkedik annak további alkalmazásától. Itt elsősorban az ÉAKKI és a Sajószentpéteri Üvegyár vezetőségén múlik, hogy mennyi idő alatt tudják a hibákat kiküszöbölni, illetve az újabb kísérleti eredményeket bevezetni és a kádkőminőséget megjavítani. A „Korvisit” kádkövek minőségi javulása után lehetővé válik, hogy a kádak oldalfalait mindenütt és a kemencefelépítményeket az égőfejekkel együtt szintén ebből a tűzálló anyagból lehessen felépíteni. Ezzel egyrészt az eddig használt szilika tűzállóanyagokból készült felépítmény nagyszámú fugái megszüntethetők, másrészt pedig a felépítmény üzemperiódus hasonló lenne a kád felépítményével. Az üvegolvasztó kemencék boltozatait az általunk már régóta javasolt „szigetelt” formában lehetne kivitelezni, ami nagymértékben növelné az üvegolvadéokra eső hőátadást és egyben csökkentené a fajlagos energiát. Ezáltal a kemencék eddigi hatásfoka 15–20%-kal növelhető. Hasonló változások eszközölhetők a hővisszanyerő berendezéseknél alkalmazott tűzállóanyagok minőségénél.

Ezekkel a változtatásokkal a jelenlegi kemenceegységek 24–26 hónapos üzemeltetésével szemben, legalább 36 hónapos üzemperiódust lehetne biztosítani.

3. Magas kalóriaértékű tüzelőanyagok felhasználására való áttérés, továbbá az olvasztási hőmérséklet növelése 1500–1550 °C-ra, az előmelegített levegő hőmérséklet emelésével.

Ez a feladat szorosan összefügg az eddig elmondottakkal, azonban jelenleg is van lehetőség



3. ábra

a hőmérséklet emelésére és az olvasztási teljesítmény fokozására. Ez elsősorban gazdaságossági szempontokból vizsgálendő meg. Még abban az esetben is gazdaságosnak mondható egy üvegolvasztó kemenceegység, ha a fajlagos olvasztási teljesítmény a jelenlegi 1000 kg/m² 24 órával szemben kb. 1500 kg/m² 24 órára emelkedik és emiatt az üzemperiódus a jelenlegi 26 hónapról 20–24 hónapra esik vissza.

A nyugati országokban ennek figyelembevételével új műszaki mutatókat állítottak fel, amelyeknek értéke meghatározza a kemenceegység teljesítményét, illetve gazdaságossági hatásfokát egy üzemperiódus alatt. A képletek a következők:

$$G \text{ ü. p. I} = \frac{G \text{ ü. p.}}{F_0}$$

ahol

$G \text{ ü. p. I}$  = egy m² kemence olvasztási felületre eső, egy kemence periódus alatt megolvasztott üvegmennyiség t/m², ü. p.  
Értéke világszínvonalon 1700–2100 t/m², ü. p.

$G \text{ ü. p.}$  = egy kemence üzemperiódus alatt megolvasztott üvegmennyiség t-ban.  
 $F_0$  = kemence olvasztási felülete m²

$$G \text{ ü. p. II} = \frac{G \text{ ü. p.}}{F_0 \cdot i}$$

ahol

$G \text{ ü. p. II}$  = egy m² kemence olvasztási felületre eső megolvasztott üvegmennyiség, egy kemence üzemperiódus napi átlagát véve figyelembe kg/m², 24 h. ü. p.  
Értéke világszínvonalon 1560–1910 kg/m², 24 h. ü. p.

$G \text{ ü. p.}$  = egy kemence üzemperiódus alatt megolvasztott üvegmennyiség kg.  
 $F_0$  = kemence olvasztási felület m²  
 $i$  = üzemperiódus napokban.

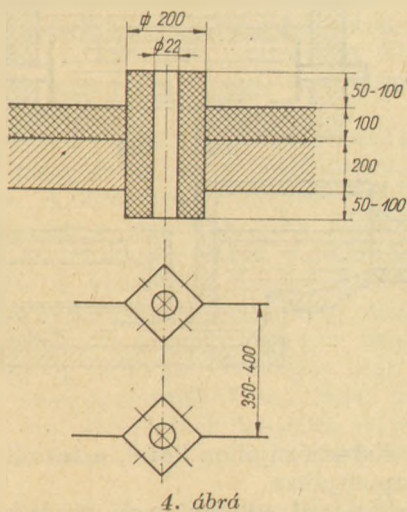
A nyugati országokban — speciális tűzállóanyagok alkalmazásával — a legjobban működő kádkemencéken 2000 to/m² ü. p. fajlagos olvasztási teljesítményt értek el 36, sőt ennél is több hónapos üzemperiódus mellett.

Az olvasztási hőmérséklet emelésével kapcsolatban biztosítani kell az üvegidolgozás feltételeit. Ez bizonyos kísérletek végrehajtását igényli és csak azután kerülhet sor több termelőgép vagy gépsor elhelyezésére, ami szorosan összefügg üzemszervezési feladatok végrehajtásával is. Azokban az üvegyárakban, ahol jelenleg már magas kalóriaértékű tüzelőanyagokat használnak fel, mint pl. a Nagykanizsai, Karcagi-, Orosházi- majd a Sajószentpéteri Üvegyárban nem lehet akadály a 1500 °C feletti olvasztási hőmérséklet állandó beállításának és megtartásának.

4. Az üvegolvasztási folyamatok állandó regisztrálása, automatikus hőfokmérés és szabályozó berendezések segítségével.

Korszerű és nagy teljesítményű üvegolvasztó kemencék folyamatos üzemeltetésének, a teljesítmény fokozásának és a minőségi üveg állandó biz-





4. ábra

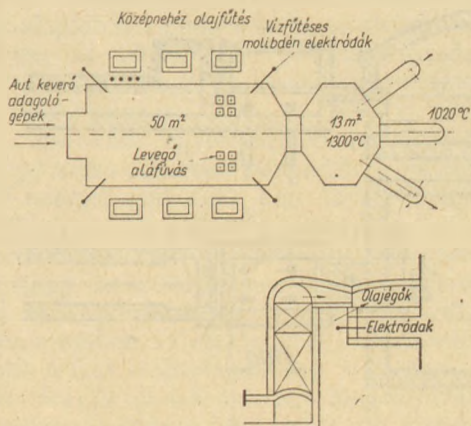
tosításának előfeltétele a gyártó berendezések tökéletes üzemeltetése. Ez bizonyos automatizálást igényel. Megfelelő automatikus hőfokmérés, regisztrálás, a tüzelőanyag — levegőáram szabályozás, a füstgáz összetételének állandó elemzése, a térfogat állandó tartása, a váltóberendezések automatikus működtetése a hőmérséklet, vagy idő függvényében, továbbá az üvegszintmérés az üvegkeverék-adagológépeknek összekapcsolása és automatikus vezérlés biztosítása stb. mindazok, amik a fenti eredményeket előnyösen befolyásolják és fokozzák.

A műszerezésről és automatizálásról már több részletes előadás hangzott el és cikk jelent meg, ennek részletezésére itt nem kívánok kitérni.

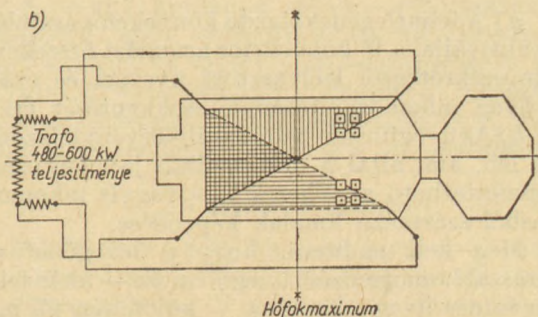
#### 5. Az olvasztás teljesítményének fokozása, a levegőaláfúvási eljárások alkalmazásával.

A levegő üvegolvadékba való bevezetésének gondolata nem új. Régi üveghutai gyakorlatból ismeretes nedvességet tartalmazó éghető anyagnak az üvegolvasztó fazék, vagy szakaszosan működő kádkemencék fenekéig való benyomása. Az ezáltal létrejövő gőz az üvegolvadékot felkeveri, ill. átfújja, miáltal az üvegolvadékban levő gázok eltávolítása meggyorsul. Később ezt a folyamatot közepméretű kádkemencékben is alkalmazták, különféle vízűtéses fúvócsövek, vagy csőkiágok segítségével. Ez az eljárás azonban a fúvóberendezések körülményes kezelése, valamint a levegő nem állandó nyomáson való tartása miatt csak kevés eredményt tudott felmutatni és emiatt csak korlátozott mértékben nyert alkalmazást. Az utóbbi években az említett eljárást további műszaki fejlesztések alapján sikerült úgy kialakítani, hogy a levegőfúvókák az üvegolvasztó kemence fenékkövein keresztül közvetlen az üvegolvadékba érve, állandó és egyenletes levegőbefúvatást biztosítsanak.

A levegő befúvásához szükséges fúvókák beépítése az üvegolvasztó kádkemenceegység nagyjavítása alatt történik meg. Vannak azonban olyan nyugati cégek, akik különleges felszerelések — gyémántfúró berendezések — segítségével vállalkoznak bármilyen nagyságú üvegolvasztó



5a. ábra



5b. ábra

kádkemenceegység üzemeltetése alatt a szerelési és üzembehelyezési munkák elvégzésére.

A levegőbefúvati eljárást ott célszerű alkalmazni, ahol az üvegolvadék homogenizálásának javítása, valamint az üvegolvasztási teljesítmény emelése szükséges. A levegő befúvati eljárás alkalmazása gazdaságos, mivel többlet hő bevezetése nélkül, az üveg minőségének javítása és az olvasztóteljesítmény 10—30%-os növelése érhető el. Bevezetéséhez szükséges beruházási, üzemeltetési és karbantartási költség nem nagy. Üzemelési és karbantartási feladatait a meglévő kemenceszerkezettől többlet létszám nélkül el tudja végezni.

Az elérhető műszaki-gazdasági eredmények részletezve az alábbiak:

#### 1. Energiacsökkentés

A levegőbefúvati eljárás alkalmazásával az üvegolvasztásra felhasznált tüzelőanyag 3—6%-os csökkenése érhető el, a hideg fenéköveg felhajtása és az üvegszint közelébe levő meleg üveggel történő összekeverés által.

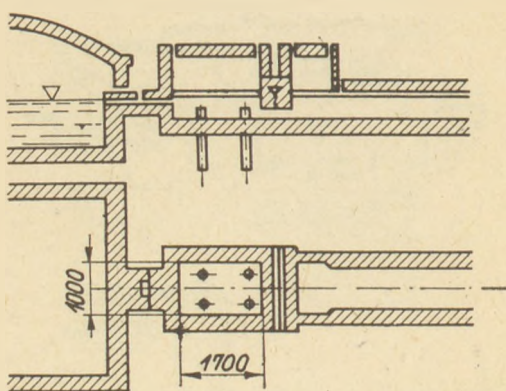
#### 2. Kemence hőmérséklet csökkentés

Levegő befúvatással, azonos olvasztási teljesítmény mellett a hideg üvegnek a kád fenéközelségéből felületre való felhajtásával a kemence hőmérséklete kb. 30—50 °C-al csökkenthető. Ezt a hőfokcsökkentési lehetőséget olvasztási teljesítmény növelésre lehet felhasználni.

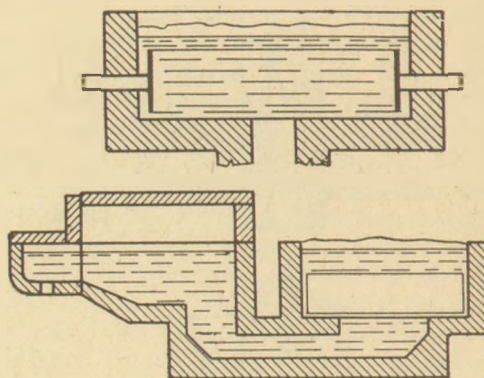
#### 3. Az üveg homogenizálásának javítása

A levegő befúvati eljárás az üveg homogenizálását két módon javítja.





6. ábra



7. ábra

a) A felmelegedés okozta konvekciós áramlásokat aktiválja, a fő konvekciós áramlást összekeveri a keverékrétegről leolvasztott üveggel és ezáltal az üveg inhomogenitásának csökkentését éri el.

b) Az üvegfürdőn belül lokális örvényképződést idéz elő, ami által a homogenitás javul és ezáltal megszüntethető a „Slierek” — vagyis inhomogenitásból származó fonalak képződése.

Meg kell említeni, hogy a levegőbefúvási eljárással homogenizált üvegolvadék — akár fehér, akár színes üveg legyen az — különösen jól megmunkálható automatagépek segítségével és rendkívül ellenállóképes termékeket biztosít.

#### 4. A kövek által okozott selejtszökkentés

A kőképződésnek fellépése elsősorban színes üvegolvasztásnál gyakori és azzal függ össze, hogy a kövek keverékből, vagy tűzállóanyagból a mélyebb, hidegebb üvegrétegekbe jutnak és az ott uralkodó hőmérsékleten megolvadni már nem tudnak. Levegő befúvás alkalmazása esetén azonban, a konvekciós áramlások hatása oly erős, hogy a meglevő kis, apró kövek már nem maradnak a kád alsó rétegeiben, hanem az üvegfelületre jutva nagyrésztben megolvadnak.

#### 5. A termelés növelése

A levegő befúvási eljárás — ha korlátozott mértékben is — növeli az üvegolvasztási teljesítményt. A keverékadagokat az olvasztótér felületén — a keverékadagolónyíláshoz közel — összetartja, a függőleges üvegáramlásokat növelni, ezáltal az olvasztási folyamatot meggyorsítja. Külföldi tapasztalatok szerint az olvasztási teljesítményt fehérüvegnél 5—15%-kal, színes üvegolvasztásnál pedig kb 30%-kal lehet növelni, olvasztókemenceegység méretének és szerkezetének, valamint az üvegösszetételnek megfelelően.

A felsorolt, várható eredményeket csak akkor lehet elérni, ha a berendezés kifogástalanul működik és a fúvókáknak a kádfenekbe való beépítése, a célnak megfelelően történik.

Vizsgáljuk meg részleteiben a levegőbefúvási eljárással kapcsolatos műszaki előfeltételeket és a berendezés beépítésének módját. Mint már említettem a levegőbefúvás az üvegolvasztókád fenékkövein keresztül történik, az olvasztótér és a

derítőtér határzónájához közel, a termikus áramlások központjában.

Az eljárásnál minden egyes fúvókának hatósugara, a kádmélységnek 6—8-szorosát teszi ki. (1 m kádmélység esetén tehát a levegő befúvás hatósugara kb 6—8 méter).

A folyamatosan működő üvegolvasztó kemencéket három részre osztjuk:

- olvasztó- és derítőtér
- pihentetőtér
- munkatér.

A levegőfúvókák elhelyezése, — külföldi tapasztalatok szerint — általában az olvasztó-pihentetőtér 2/3 részében, illetve e határvonalban történik. Újabb kísérletek pedig arra mutatnak, hogy előnyösebb ha a fúvókák közelebb kerülnek a keverékadagolónyílás felé, vagyis a hőfokzóna maximumhoz. Ezzel a pihentetőtér megnagyobbodik, ami előnyös az üveg teljes tisztulására.

A fúvókák számának alkalmazása függ a kemenceszerkezet és az olvasztókád nagyságától. Általában 4—6—8—10 fúvókát alkalmazunk a hazai üvegyárakban.

A levegőbefúvási berendezés vázlata a következő:

A berendezés legfontosabb része a fúvóka, az ehhez szükséges tűzálló idomkő, az olvasztókád fenék kiképzésével. Csakis ezek tökéletes megoldásával lehet az egész üvegolvasztókemenceegység egész üzempériódusa alatt a zavartalan üzemmenetet biztosítani.

A fúvókák a következő részekből tevődnek össze:

- tűzálló idomkő,
- tűzálló acélból fúvóka cső
- szillimanit fúvóka.

A tűzálló idomköveknek az üvegolvasztókád fenékkádköveibe való beépítését a 4. ábra mutatja:

Az üvegáramlások a levegőbefúvással közelebb kerülnek a kádfenekhez és erősebbekké válnak. Ezáltal a fenékhőmérséklet erősen emelkedik a fenékidő elhasználódása is nagyobb. Ezért előnyös a tűzálló idomkövek felső szintjét a fenékszintből kiemelni, továbbá a fúvókák környékén levő samott fenékkádköveket „korvisit” tűzállólapokkal lefedni, amennyiben a teljes olvasztófenék nincs ezzel a tűzállóanyaggal bélelve.



Az üvegfürdőben történt hőmérsékletmérések szerint a levegőbefúvás alkalmazása esetén az üveg-hőmérséklet a kádfenék környékén kb. 150—200 °C-kal magasabb, mint amelyeknél nincs levegőbefúvás.

Amint már említettem a berendezés a kemenceegység megépítése, vagy felújítás alatt kerül beépítésre. A kemence feltemperálásánál abban az esetben, ha a kemenceegység felfűtése üvegcsereppel történik, ajánlatos a levegőaláfúvást már a felfűtés kezdetétől üzemeltetni, nehogy a leolvadó üvegcserep a fúvókák eldugulását okozza. A befúvott levegő végleges beállítása a kemenceegység teljes teleolvasztása után történik meg. A levegőbuborékok nagysága maximum 150—200 mm átmérőjűek legyenek és a levegőbuborékok száma ne haladja meg a 20—50 db/percet.

Szükséges a fúvókák üzemeltetéséről és műszaki adatairól napló vezetése, hogy az üveg minőségére és az üvegolvasztó kemence teljesítményére való hatása ennek megfelelően kiértékelhető legyen.

A levegőbefúvatói eljárás széles körű bevezetése és folyamatos alkalmazása, a műszaki fejlesztés egyik alapját kell képezze, mert a várható eredmények kézenfekvőek és bizonyíthatók.

#### 6. Elektromos pótfűtés alkalmazása üvegolvasztó kádkemencékben

Az elektromos pótfűtés alkalmazásának gondolatát 1934-ben az USA-ban vetették fel és szabadalmaztatták. Ipari bevezetésére csak 1952-ben került sor, mivel ezen időpont körül valósultak meg az egyszerű és viszonylag olcsó berendezések és felszerelések, az eljárás gazdaságos üzemeltetésére vonatkozóan. Tekintettel arra, hogy az elektromos pótfűtés alkalmazása, illetve beépítése minden meglévő kemencében átépítés nélkül megoldható, az eljárás alkalmazása az európai üveggyárakban gyors ütemben történt meg.

Az elektromos pótfűtés alkalmazása esetén elérhető eredmények a következők:

##### a) Olvasztási teljesítmény növelése

Az üvegolvasztó kemenceegységek maximális kihasználásának elérése után elektromos pótfűtés segítségével további kapacitásnövelés érhető el, a kemence eredeti szerkezetének megtartása mellett.

Az elektromos pótfűtésnek nagy előnye, hogy az üvegolvadékok hőmérséklete emelhető, anélkül, hogy a kemencefelépítményben kialakított, régi beállított hőmérsékletben változás történne.

Az első elektromos pótfűtéssel ellátott kádkemenceegység eredetileg pótfűtés nélkül 1530 °C hőmérséklet mellett 51 tonna olvasztott üveget biztosított 24 óra alatt. Az elektromos pótfűtés alkalmazásával, — ami 450 kW felhasználást jelentett — sikerült az olvasztási teljesítményt 65 tonnára felemelni és egyben az olvasztási hőmérsékletet 1480 °C-ra — vagyis 50 °C-al — csök-

kenteni. A kemence olvasztási felülete 25 m<sup>2</sup>. Ennek alapján a kemence fajlagos olvasztási teljesítménye, az elektromos pótfűtés alkalmazása előtt 2000 kg/m<sup>2</sup> 24 h, ennek bevezetése után pedig 2600 kg/m<sup>2</sup> h.

A kísérletek egyértelműen bebizonyították, hogy egy tonna olvasztott többletűveg előállítására 22 kW energia szükséges, ami napi viszonylatban 22 × 24 óra = 530 kW órát jelent.

Ellenőrzési számítások alapján megállapítást nyert, hogy ez az érték megegyezik az üvegkeverékből való olvasztáshoz szükséges hőszükséglettel. Amennyiben az elektromos energiaszükséglet nagyobb a fent említetté, úgy szükséges a konvekciós áramlásoknak irányát megváltoztatni, a kemencében történő tűzvezetés és nyersanyagkeverék adagolási módjának változtatásával.

Az eddig külföldön alkalmazott elektromos pótfűtéssel elért üvegolvasztási teljesítmények növelése fehér és színes mésznatronüvegek esetén 30—40%-ot jelentett. Zöldüveg olvasztása esetén a teljesítmény még magasabb volt, tekintettel a konvekciós áramlások intenzivítására.

##### b) Minőség javítás

Elektromos pótfűtés alkalmazásával nagymértékben lehet az üvegminőséget növelni, mivel az esetleges slierek és hólyagok majdnem teljesen megszüntethetők. Ezt azáltal lehet elérni, hogy az üvegolvadék az elektródák környékén elég nagy hatósugárral elkeveredik, az üvegáramlatok intenzívebbek lesznek és ezzel a slierek megszűnnek. Továbbá az elektromos fűtés által magasabb hőmérsékletre emelt üvegolvadék jobb derítési feltételekhez jutva, megszünteti a hólyagos üveghibák fogalmát. Kísérletek bebizonyították, hogy olyan esetben, amikor az üveg hólyagosná vált, és elektromos pótfűtést alkalmaztak — 100—200 kW energia felhasználás mellett — a hólyagos üveg majdnem teljesen megszűnt. Ebben az esetben olvasztási teljesítmény növeléséről nem volt szó, kizárólag a jobb derítésre fordították a fő súlyt.

##### c) A kemence felépítményben uralkodó hőmérséklet csökkentése

Az üvegolvasztókemencék felépítményébe beépített tűzállóanyagok a magas hőmérséklet alatt gyorsabban korrodálnak és ezzel az üzemi periódus csökkenésének veszélye áll fenn. Egyes üveggyárakban az elektromos pótfűtés alkalmazásával az üvegolvadék hőmérsékletét megemelték, úgy hogy emellett sikerült a kemencehőmérsékletet a tűzállóanyagoknak megfelelően csökkenteni. A nyugati országokban általában elfogadott olvasztási hőmérséklet: 1520 °C körül van.

##### d) Az üveg kövesedésének csökkentése

Sötét színű üvegek olvasztása esetén sokszor előforduló üveghibaként jelentkezik a kövesedés. Az elektromos pótfűtés alkalmazásával az üvegolvadék mélyebb rétegei, magasabb hőmérséklettel rendelkeznek, tehát kövesedés csökkenése érhető el.



## e) Az üzempériódus meghosszabbítása

Az elektromos pótűtést külföldön sok esetben az üvegolvasztókemence-egység üzempériódusának meghosszabbítása céljából is alkalmazzák, amikor már a hővisszanyerő berendezések kamrácsai rossz állapotban vannak, a huzatviszonyok romlanak, vagy pedig a kemence felújítása az üveggyártás szezonidőszakára esik. Ilyenkor az elektromos pótűtést bekapcsolják és a kemenceegységet, az eredeti teljesítmény mellett tovább üzemeltetik.

Egy elektromos pótűtéssel és levegőaláfúvatással ellátott külföldi kemence vázlatát az 5. ábra mutatja.

Az elmondottakból világosan kitűnik, hogy sok esetben előnyös lenne a hazai üvegolvasztó kemencét is elektromos pótűtéssel ellátni. Ezáltal egyes üveggyárak meglevő kemence kapacitásait lényeges beruházás nélkül lehet megnövelni.

## 7. Kombinált elektromos pótűtés és levegő aláfúvási eljárás alkalmazása

A kombinált elektromos pótűtés — és levegőbefúvatói eljárás alkalmazása előtt az előző 5. és 6. pontok alatt elmondottakat kell mérlegelni.

## 8. Elektromos üvegolvasztásra való átállás a műszaki fejlesztés során

Az atomenergia-áramforrások fejlődésével előtérbe kerül az üvegolvasztásnak ezen energia-hordozóra való átállítása, mivel ebben az esetben a kemencék termikus hatásfoka a 60%-ot is eléri, tehát igen gazdaságos lehet.

Az elektromos olvasztóberendezések több külföldi országban jól és megbízhatóan dolgoznak. Svájcban mintegy 15 tisztán elektromos olvasztással és 2 vegyes olvasztással dolgozó kád üzemel. Franciaországban, Svédországban, Norvégiában és Finnországban több mint 200 elektromos kád működik. A Szovjetunióban is dolgoznak mind tiszta elektromos, mind vegyes módszerrel üzemelő kádak. Az ablaküveg olvasztókemencékben elektromos árammal való kísérleti olvasztás befejezésével szélesebb körben is el fog terjedni ennek bevezetése, mert az üzemi kísérletekkel igen jó eredményeket értek el.

Az elektromos olvasztás további érdekes fejlődési lehetőséget rejt magában. Már végeztek kísérleteket abban az irányban, hogy elhatárolják egymástól az olvasztási és derítési részt. Az eredmények arra mutattak, hogy az ilyen elkülönítés lehetséges, mivel az olvasztás viszonylag alacsonyabb hőfokon is lefolyhat. Az olvasztott, de még nem derített üveganyagot derítőcellába vezetik, ahol elektródák segítségével elektromos árammal hevítik. Az elektródákat ebben az esetben úgy kell elhelyezni, hogy azok nagyon intenzív konvekciós áramlást váltsanak ki. Az így előállított intenzív keverés kiválóan homogén üveget biztosít.

Bár az ilyen derítőcella térfogatilag kicsi (hossza pl. 1,7 m, szélessége pedig 1 m) annak derítőképessége mégis rendkívül nagy. Egy ilyen

cellában 24 óra alatt mintegy 24 tonna üveg deríthető, ami mellett az energiafelvétel hozzávetőlegesen 180 kW. E gyártási módszer tehát nemcsak rendkívül gazdaságos, hanem intenzív keveréssel lehetővé teszi homogén színesüvegek termelését is. A festőanyagokat közvetlenül az üveghez adagolják, még pedig a derítő, illetve homogénizáló cellába, amelyben az üveg a nagy teljesítmény ellenére is tökéletesen homogénizálódik. Ha fehér üveget olvasztó kádát két ilyen derítő-homogenizáló cellával szerelünk fel, egyszerre fehér és színes üveget is gyárthatunk. Tekintettel arra, hogy e kádak (cellák) teljesítménye kis úrtartalmukhoz viszonyítva igen nagy, a szint is gyorsan változtathatjuk és termelésünket ezáltal rendkívül rugalmasá tehetjük. Ilyen derítő, illetve festő cella a 6. ábrán látható.

A vertikális elektródák a fenéken keresztül jutnak be a kádba és ott rendkívül intenzív, függőleges irányú konvekciós áramlást idéznek elő. Egyfázisú áramot alkalmaznak. A feszültség az elektródák között 100 V, az energiafelvétel pedig 180 kW. Egy ilyen derítőegység teljesítménye 24 óra leforgása alatt mintegy 24—28 tonna üveg. A berendezést ott is alkalmazni lehet, ahol az elektromos áram viszonylag drága, mert maga az olvasztás generátorgázzal végezhető és csak a derítéshez szükséges elektromos áram.

Az új olvasztási módszer természetesen, új kádszerkezetet kíván és nagymértékben függ a tűzálló anyagok fejlődésétől is. Az elektromos árammal való olvasztást eddig olyan kádaknál vezették be, amelyeket eredetileg generátorgáz fűtésére szerkesztettek. A kutatók és szerkesztők az utóbbi időben azonban már olyan kádtípusokat keresnek, melyek tökéletesen megfelelnek az elektromos tüzelés által támasztott különleges kívánalmaknak. Számos olyan szabadalom létezik már ma, amely a szóban forgó feladatot több, kevesebb sikerrel oldja meg. A tisztán elektromos árammal fűtött kádkonstrukcióknál a törekvés a legutóbbi időben főként arra irányul, hogy a hőveszteségeket minimumra csökkentsék. Mivel a legnagyobb veszteségek a boltozattal kapcsolatban állnak elő, a tervezők erőfeszítései azt célozzák, hogy úgynevezett hideg boltozatot alakítsanak ki (hőfoka csak 400—500 °C). Ezt azzal érik el, hogy az üveg felszínét vagy egészben, vagy részben olyan keverékkel takarják le, amely ebben az esetben mint nagy hatásfokú hőszigetelő hat. Az új olvasztóberendezések konstrukciójának területén a legnagyobb sikereket eddig a P.A.M. Gell angol feltaláló érte el, aki az üveget elektromos eljárással, ún. „mélyített” kádban olvasztja. Nevezett javaslataival és konstrukciójával főként az eddig használatos elektromos kádak következő hibáit és hiányosságait akarja megszüntetni:

a) A viszonylag kis felülettel bíró elektródák között fellépő nagy áramsűrűséggel előidézett egyenlőtlen hőelosztást;

b) A buborékképződést, valamint a tűzálló anyagok (falazat) nagymértékű elhasználódását, ahol az elektródák a tűzállóanyaggal érintkeznek. Ugyanis ezen a helyen rendkívül nagy áramsűrűség lép fel;



c) Az üvegolvadék felszínének hősugárzása által előidézett lényeges hőveszteségeket (a meleget főként a grafitelektródákkal végzett olvasztás során fellépő függőleges konvekciós áramok felviszik a felszínre).

Az új kemencekonstrukciónál a feltaláló az előbbi problémákat a következő elgondolásokkal oldotta meg:

1. Az elektródát úgy rendezte el, hogy a nagy és egyenlőtlen sűrűségű áram az üvegen annak teljes keresztmetszetében egyenletesen folyjon át. (Az erővonalak párhuzamos és egyenletes elrendezésével.)

2. Az elektródák felületét oly mértékben növelte, hogy azokon keresztül elégséges energiát lehessen bevezetni az üveg maximális hőfokra való felhevítéséhez anélkül, hogy a tűzállóanyag ezt megszenvedné, továbbá, hogy ennek következtében az elektródák felületén előálló, túlságosan nagy áramsűrűség folytán gázok szabadulnának fel és így gázbuborékok (hólyagok) képződnének.

3. Az üvegbetét felszínének oly mértékű szigetelése, mint ahogy az üvegfürdőt a tűzállóanyagból készült kádfalak és fenék szigetelik.

Az első két célkitűzést azzal érte el, hogy a molibdén szalagokból kialakított elektródákat sorban egymás mellé helyezték. Az elektródák felületei ebben az esetben nagyságuk szempontjából közel állnak az olvasztó és derítő cellák egymással szembeeső falfelületeinek nagyságával, Ez teszi lehetővé, hogy egészen nagy mennyiségű elektromos áramot vezessünk az olvadékba úgy, hogy az áramsűrűség az elektródák felületein viszonylag alacsony maradjon.

Mivel az olvadt üveg keresztmetszete valamivel nagyobb az elektródalapok felületénél, ezzel csökken az erővonalaknak az üvegolvadékban függőleges irányban való terjedése. Elérte a feltaláló, hogy az elektromos áram sűrűsége az üvegfürdő egész hosszában — és keresztirányban is — egyenletesen oszolja meg (kivéve azon felszíni rétegeket, amelyek az elektródák felső csúcsai fölött helyezkednek el).

A harmadik követelményt úgy érte el, hogy a fürdő egész felszínét állandóan egy réteg üvegkeverékkel fedte el. Ezzel az üvegfürdő egész felülete fölött a keverékből gyakorlatilag konstans vastagságú, állandó szigetelőréteget alakított ki.

Annak érdekében, hogy tovább csökkentse a kád falazata és feneke által előidézett hőveszteséget, a kád alakját kockaszerűen képezte ki, mivel a kád tartalmának és felületének (felszínének) viszonya ebben az esetben a legelőnyösebb.

Ilyen elektromos szerkezet mellett, ahol az üvegkeveréket felülről adagolják a felszínre és az áramsűrűség az üvegolvadék minden szintjén azonos, a derítés akkor fog végbemenni, amikor az anyag a fenék felé süllyed, vagyis ott, ahol a legmagasabb hőfokot éri el. A derített üveget az olvasztó és derítő cellák fenekén kiképzett csatornákon vezetik ki egy kis előkemencébe, ahonnan történik az üveg kidolgozása.

Természetesen az előkemencében is szabályozni kell a hőfokot az üveg kidolgozásának meg-

felelően, hogy a gépek homogén és olyan hőfokú üveget kapjanak, amely megfelel a kidolgozásnak.

A fentiekből kitűnik, hogy e kemencekonstrukciónál, — a szokványos és eddigi elektromos tüzelésű kádakkal ellentétben, — az olvasztási folyamat nem vízszints irányban, hanem függőlegesen, lefelé játszódik le. Az üvegolvasztás kezdő fázisai itt közvetlenül a takaró keverékréteg alatt folynak le, és ugyanitt szabadul fel a gázok legnagyobb része is. A hőelosztás is eltér a szokványostól, ahol a hőelosztás hozza létre a cirkulációs konvekciós áramot.

A kádak tervezésénél — főként elektrotechnikai okokból — nem lehetett mindig betartani azt a követelményt, hogy azok kockaalakúak legyenek. Az elektródák közötti feszültségnél — biztonsági okokból — lehetőleg 600 V alatt kellett maradni. Az alkalmazott feszültséggel feltétlenül olyan árammennyiséget kell azonban bevezetni, hogy az elégséges legyen az üvegkeverék megolvasztásához. Továbbá az áramsűrűségnek az elektródák felületén nem szabad meghaladnia a megengedett mértéket, mert ennek be nem tartása ugyanis gázok elektrolitikus képződésére vezet.

Az elektródák közötti távolságot, illetve az olvasztórész elektromos szempontból vett hosszát, az adott feszültségnél az üveg fajlagos ellenállásának és az olvasztási hőfoknak az összefüggése határozza meg. Az olvasztórész szélességét, vagyis az elektróda sorral párhuzamos oldalal méretét a kád teljesítménye adja. Az olvasztórész mélysége több tényezőtől függ. Ezek közül legfontosabb az elektródák magassága. Az elektródákat az oldal falak hosszában, — alsó csúcsukkal a fenék felé helyezük el, hogy az üvegolvadék teljesen ellepje.

Az elektródák feletti olvadékréteg, valamint az üveg felszínén elterülő szigetelő keverékréteg vastagsága az olvasztott üveg fajtájától és a kívánt teljesítménytől függ.

A kádra vonatkozó számításoknál a hőmérséglegből kell kiindulni, vagyis a tűzálló falazat következtében előálló hőveszteségek, valamint azon hőmennyiség kiszámításából, amelyre az üvegkeverék megolvasztásához és az olvadéknak a derítési hőfokban való felmelegítéséhez van szüksége.

Meg kell határozni továbbá az elektródák felületén fellépő maximális áramsűrűséget is. Ha az áramsűrűség túlságosan nagy, gázbuborékok keletkeznek. Ha az üvegolvadékon egyenáram halad keresztül, a kationok a katód közelében, az oxigén anionjai pedig az anódnál koncentrálnak, miközben az anódnál oxigén szabadul fel. Ezt váltóáram alkalmazásával akadályozhatjuk meg. Amikor a megfelelő frekvenciájú (esetleg elég az 50 normálfrekvencia is) elektromos áram sűrűsége az elektródák területén túllépi a maximális megengedett értéket (amely az üveg összetételétől függően változó), az anódnál egy fél ciklus tartama alatt olyan nagy mennyiségű gáz fejlődik, ami a második félciklus alatt nem szívódhat fel és ez az üvegben mint egészen finom buborék jelentkezik. Az egyes kádaknál az ilyen finom



légbuborékok képződése korlátozza az üvegen át folyó áram mennyiségét és ezzel az egyes üveg-fajtáknál a kád olvasztási teljesítményét.

Az olvasztás során az üvegkialakulási reakció főrése a keverékreteg alsó részében, továbbá a már megolvadt, de még nem derített üveganyag legfelső rétegében játszódik le. Ha az olvadék felső rétegeinek viszkozitása megfelelően alacsony, a felszabadult gázok könnyen távoznak. Az olvasztásnál erre tehát mindig ügyelni kell.

A hőelosztás az olvasztótérben — a szokásos gázzal, vagy elektromos árammal fűtött kádakkal ellentétben — olyan, hogy nem áll be nagyobb mértékű rendszeres cirkuláció. A hideg üveg fent helyezkedik el, a hőfok pedig a fenék felé haladva egyenletesen emelkedik. A hőingadozás az egyes üvegrétegekben ugyanekkor egészen kisméretű. A különböző hőfokú üvegkeverék fajsúlyaiban mutatkozó eltérések azonban az egész rendszert ingadozóvá (instabillá) teszik, amit bizonyos mértékig az ellensúlyoz, hogy az egész réteg emelkedik annak következtében, hogy a hőgradiens az egész térségben egyirányú. Mindezek ellenére mégis előállnak kisebb hőingadozások, amelyek az üveganyagot lefelé, vagy felfelé mozgatják (természetes örvénylés) és így biztosítják az anyag tökéletes átkeveredését. Ezek a hőmérsékletek biztosítják az olvadéküveg tökéletes elkeveredését, úgyhogy nincs szükség arra, hogy az elkeveredést azon gázok segítsék elő, amelyek a normális gáztűzelésű vagy elektromosan fűtött kádaknál az üvegkeverék olvadása közben keletkezve annak összekeverődéséhez szükségesek.

A kádat háromfázisú áramból letranszformált egyfázisú elektromos váltóáram fűti. Az áramfeszültségnek feltétlenül szabályozhatónak kell lennie, hogy az áram mindig lehetőleg szinuszellegű legyen. A tapasztalat ugyanis azt mutatja, hogy elektrolitikus jelenség fellépése esetén a gázalakulást nem annyira a sűrűség középértéke, mint inkább annak maximumai befolyásolják.

A kádat úgy helyezik üzembe, hogy leeresztik a segédboltozatot és az üvegcserepet tartalmazó kemencét generátorgázzal olyan hőfokra fűtik fel, amelyen az üveg vezetővé válik. A tovább hevítés már elektromos árammal történik. A kemence temperálása hat napot vesz igénybe. Ennek elteltével a boltozatot ismét felemelik.

A kád üzemét úgy állítjuk le, hogy az alsó csatornában elhelyezett segédelektrodákat rákapcsolják az áramforrásra és az üveget — kikapcsolt főelektrodák mellett — a kád alatt levő segéd tartályba leeresztik. Hogy a még forró molibdén-elektrodák ne oxidáljanak, leeresztik a segéd boltozatot és a kádteret éghetetlen gázzal töltik ki.

A kemence megépítéséhez mindössze kb. 1/9 rész tűzállóanyagmennyiségre van szükség, mint amilyen mennyiségű tűzállóanyagot az azonos teljesítménnyel dolgozó gázzal fűtött kemencék megkövetelnek. A kemencékkel normális palacküveg olvasztásnál 1 m<sup>2</sup> olvasztófelületre mintegy 5 tonna teljesítményt érnek el. 1 m<sup>2</sup> kemencetérfogatra pedig 24 óra alatt kb. 37 tonna termelés esik. Ezzel szemben a szokásos kemencék-nél az eddig ismert legnagyobb teljesítményű

kemence, olvasztófelületének 1 m<sup>2</sup>-én kb. 2 tonna üveg olvasztható, ami 1 m<sup>2</sup>-re vetítve kb. 7,5 tonna. Fehér üveg olvasztásánál az elektromos olvasztásnak az az előnye, hogy lényegesen szebb színű üveget kapunk és a szintelenítő anyagnak alig egy nyolcad része, sőt még annál kevesebb is elegendő, mint ami a gázfűtésű kemencéknél.

Bórszilikát üveg olvasztás esetén a kád teljesítményei alacsonyabbak, mint a szokásos Na-Ca összetételű palacküvegek olvasztásánál. Egészen jelentős előny ebben az esetben viszont az, hogy a bórsav veszteség lényegesen alacsonyabb, mint a hagyományos kádaknál.

## IRODALOM

- [1] Über die Vorteile der elektrischen Zusatzbeheizung und das Einblasen von Gasen in Flammöfen. Glastechnische Berichte (1959) Heft 6. 240—442 S
- [2] Smery vyvoje techniky ve sklárském průmyslu (Dr. Ing. Jaroslav Stanek) Sklar a Keramik (1959) IX. 131—134 old.
- [3] Az üvegolvasztás technológiájának fejlesztési lehetőségei Dr. Lőcsei Béla Építőanyag (1957) 4. sz.

### Száder Rudolf: Az üvegolvasztás fejlesztésének fokozása.

A cikk részletesen foglalkozik mindazokkal a műszaki lehetőségekkel, amelyekkel további eredmények érhetők el a kemencék teljesítményének fokozásánál. Tárgyalja továbbá az üvegolvasztó kád-kemencék szerkezeti fejlesztési lehetőségeit, az alkalmazott tűzállóanyagok minőségének javítását, az olvasztási hőmérséklet növelését, az elektromos pót-fűtés és a levegő aláfűtés alkalmazásának lehetőségeit. A javasolt megoldások elősegítik az üvegipar távlati műszaki fejlesztését.

### Садер Рудольф: УСИЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СТЕКЛОВАРЕНИЯ.

Статья занимается подробно всеми теми техническими возможностями, с помощью которых можно достигнуть дальнейших результатов на пути увеличения производительности печей. В статье рассматриваются возможности конструктивного совершенствования стекловаренных печей, улучшения качества применяемых огнеупоров, повышения температуры стекловарения, а также возможности применения электрического дополнительного отопления и нижнего дутья воздуха. Предлагаемые мероприятия будут способствовать перспективному техническому развитию стекольной промышленности.

### Száder, Rudolf: Das weitere Entwickeln des Glassehmeltens.

Es werden alle Möglichkeiten besprochen, vermöge welcher weitere Erfolge betreffend die Steigerung der Ofenleistungen zu erwarten sind. Es werden auch die Entwicklungsmöglichkeiten der Konstruktion von Wannenöfen, das Verbessern der angewandten feuerfesten Stoffe, das Erhöhen der Temperatur des Schmelzens besprochen, wie auch die Fragen des elektrischen Nachheizens und des Unterblasens von Luft. Die angeführten Vorschläge fördern die perspektivisch-technische Entwicklung der Glasindustrie. (S. G.)

### Száder, Rudolf: The Development of the Productivity of Glass Melting.

A detailed survey is given on the technical possibilities which may bring a further development in the productivity of glass melting kilns. The following possibilities are discussed: structural developments of glass tank furnaces, the increase of melting temperature, the application of an additional electric heating and of blowing air subdraft. The proposed solutions support the perspectival development of glass industry.



# Porszénhamubeton szilárdulási folyamatának konduktometrikus vizsgálata

S Z U K G É Z A  
(Építéstudományi Intézet)

Cementpép és cementhabarcs lekötési jellegeinek, valamint hidraulikus kötőanyagokkal készült építőanyagok szilárdulási folyamatának konduktometrikus módszerrel végzett vizsgálata során (1) egyértelműen világosan látszott, hogy a vizsgált szakaszok alatt létrejött szerkezetváltozások a módszerrel jól követhetők. A szerkezetátalakulások, kristályosodási jelenségek és az újabb hidratációs termékek megjelenése ugyanis szoros összefüggésben van az anyag elektromos ellenállásának változásával, mely jelenség az idő függvényében felvett ellenállásgörbén szinguláris pontok alakjában jelentkezik, vagy a görbét jellegzetes hullám alakúvá formálja.

A szilárdulási folyamat konduktometrikus vizsgálatánál, mely 1956 óta tart (3) azt tapasztaltuk, hogy a próbatetek ellenállása az idő függvényében nem valamely folytonos matematikai összefüggés szerint változik, hanem szakaszokra tagolódik, mely minden valószínűség szerint szoros összefüggésben van a hidratációs termékek képződésével és átalakulásával. A mérés adatait számos kutatómunkájával összehasonlítva, sikerült is összefüggést találni a reakciók mechanizmusát visszatükröző konduktogramok lefutása és a hidratációs termékek képződési szakaszai között (2). Ismeretes, hogy a beton szilárdsága az idő függvényében szintén szakaszokra tagolódik (Weisz 4, Klieger 5, és mások). A szilárdságnövekedés görbéjének időbeni lefutása igen hasonló az elektromos ellenállás-idő összefüggésben kapott görbe hullámalakjához. Itt meg kell azonban jegyezni, hogy a konduktogramból a reakciók lefolyására lehet csak következtetni, de effektív szilárdsági értékek megállapítása nem lehetséges (3).

Cement és beton szilárdulási folyamatának konduktometrikus vizsgálatának kezdeti eredményei után a vizsgálatot kiterjesztettük egyéb hidraulikus kötőanyagokkal készült építőanyagokra is, melyek közül a következőkben porszénhamubeton próbatetekeken végzett vizsgálatokat ismertetjük.

## Kísérleti módszer

A konduktometrikus módszer a próbatetek elektromos ellenállásváltozásának valamely változó, jelenleg idő, függvényében végzett mérésén alapul. A mérésekhez elektronikus ellenállásmérőhidat alkalmazunk, váltóáramú híd feszültséggel. Egyenáram a polarizációs és elektrolitikus jelenségek miatt nem alkalmazható. Hidraulikus kötőanyagokkal készült építőanyagok nemcsak erősen higroszkóposak, hanem elektromos ellenállásuk hőfokfüggő is. E tulajdonságok miatt a méréseket mindig azonos környezeti körülmények közt kell végezni. Méréseinknél ezért a 20 °C környezet hőmérséklettel és 50% relatív nedvességtartalommal jellemzett izohigrotermikus állapotot tartottuk be. A mérőelektródpárt, mely vörösrézlemezről készült, a próbatest készítése folyamán

építettük be. Gőzkezelés után a testeket kiszalasztuk és atmoszferikus körülmények között ilyen állapotban tároltuk. A mérések előtt 4–5 nappal a próbatesteket az említett izohigrotermikus állapotba hoztuk.

A méréseket az első időben naponta, majd a szilárdulás előrehaladásával mind ritkább időközben végeztük.

## Próbatetek

A próbatetek összetétele adott volt. Kétségtelen, hogy módszertani szempontból helyesebb lett volna ismert tulajdonságokkal rendelkező gerjesztőanyagot alkalmazni, mert a jelenleg alkalmazott összetett gerjesztési módnál több olyan tényező játszhat szerepet, mely az egyértelmű konduktogram jelleg kialakulására károsan hathat. A kísérletsorozat beindításakor azonban éppen az a szempont merült fel, hogy az akkor kísérlet alatt álló összetételek szilárdulási folyamatát vizsgáljuk konduktometrikusan.

A próbatetek a következő méretekben készültek:  $4 \times 4 \times 16$  cm-es hasáb: 7, 10, 15 és 20 cm élhosszúságú kocka. Az elektródok felülete és a mérési távolság az összes próbateteknél azonos volt. Az ellenállásméréseket két sorozat próbatesten párhuzamosan végeztük, mely értékeket az átlagértékkel együtt jelöltük a konduktogramokon. A szilárdsági adatok 5–5 db  $4 \times 4 \times 16$  cm-es hasáb átlagértékeire vonatkoznak. A kísérlet kezdeti szakaszában csak ellenállás mérést végeztünk, melyet későbbben etalonkockán végzett súlyváltozásméréssel és szilárdság vizsgálattal egészítettünk ki. Kivételt képez a későbbben beindított *S* sorozat, melynél kezdettől fogva az említett összes vizsgálatot elvégeztük.

A vizsgálat kiegészítésére a négy fajta porszénhamubetonnal 2200 napos kor körül mikroszkópos vizsgálatot is végeztünk. A vizsgálat a következő módon történt. A próbatestestekből mintát vettünk, az anyagot porítottuk, melyből 1:20 arányú vizes szuszpenziót készítettünk és zárt polietilén edényben tároltuk. A szuszpenzióból időnként mintát vettünk, melyből egy cseppet szobahőmérsékleten beszárítottunk. A mintákat mikroszkópos vizsgálatra előkészítettük és vizsgáltuk.

A vizsgálatához Zeiss laboratóriumi és Polmi A polarizációs mikroszkópot, a mikrogramok készítésére IHAGEE Exakta Varex II. fényképezőgépet, MOM fototoldattal és Agfa Isopan F filmet alkalmaztunk.

A kísérlet alatt vizsgált próbatetek összetételét az 1. táblázat szemlélteti.

## Eredmények

Mint az 1. táblázathoz látjuk az *A* és *S* jelű sorozat mátrai pernye felhasználásával, míg a *P* és *R* sorozat azonos receptúrával, de más hőkezeléssel készült.



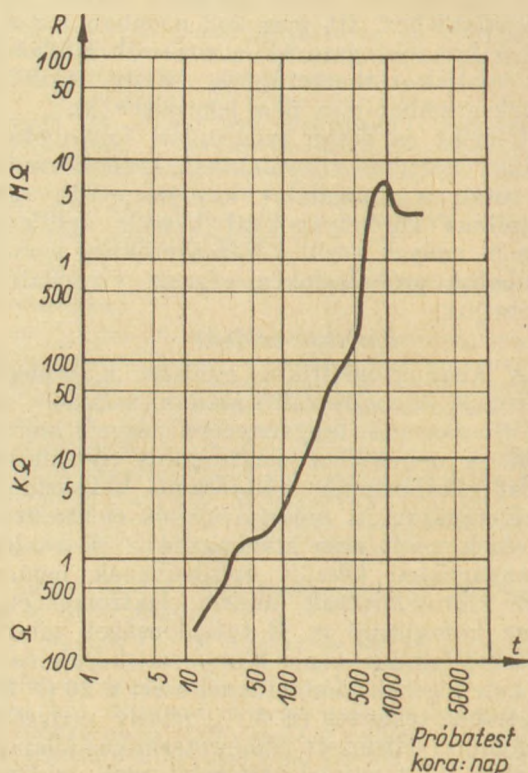
1. táblázat

| Anyag                                 |                      | Próbatest jele           |                       |                       |                    |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
|                                       |                      | A                        | P                     | R                     | S                  |
| Mátrai                                | pernye               | 70                       | —                     | —                     | 70                 |
| Csepeli                               |                      | —                        | 77                    | 77                    | —                  |
| Ajkai                                 |                      | —                        | —                     | —                     | 15                 |
| Cement                                | 500 p. c. tатаi      | 20                       | —                     | —                     | —                  |
|                                       | 300 p. c. hejőcsabai | —                        | 10                    | 10                    | —                  |
| Mészhidrát                            |                      | 10                       | 10                    | 10                    | 6                  |
| Trisógipsz                            |                      | —                        | 3                     | 3                     | 3                  |
| Örölt kohósalak                       |                      | —                        | —                     | —                     | 6                  |
| CaCl <sub>2</sub> 20% oldat           |                      | 2,5                      | —                     | —                     | —                  |
| Hőkezelés                             | előérlelés           | —                        | 85 C°-ra<br>4 óra     | 30 C°-on<br>12 óra    | 30 C°-on<br>12 óra |
|                                       | főérlelés            | —                        | 85—90 C°-on<br>12 óra | 85—90 C°-on<br>12 óra | 80 C°-on<br>26 óra |
| Nedves szekrény<br>Készítés időpontja |                      | 12 napig<br>1957. VI. 7. | 1957. XI. 18.         | 1957. XI. 28.         | 1958. I. 23.       |

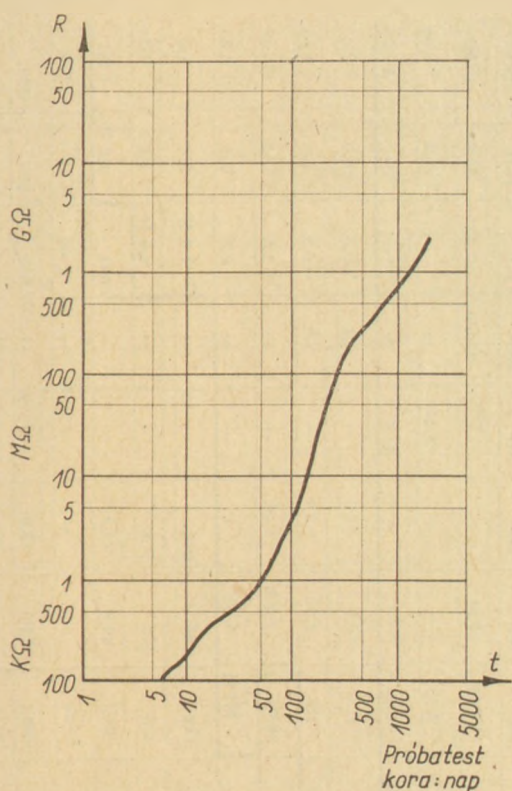
Összehasonlítva az *A* és *S* jelű kísérlet konduktogramját (1. és 8. ábra) azonnal észrevehető a lefutási alak különbözősége. Mindkettő mátrai pernyével készült, de míg az *S* jelű kísérlet konduktogramja pernyetestre jellemző (mint a *P* és *R* sorozat. 4. és 6. ábra). Az *A* jelűé 1000 napig jellegzetes cementpép, illetőleg beton szilárdulási görbét mutat. Ezeknél a vizsgálatoknál ugyanis a görbe első nagy ellaposodása 22—50 nap között, míg a második 500 nap táján volt észlelhető (2. ábra). Az *A* sorozat konduktogramja szintén ebben a tartományban mutat rendellenességet. Ez nyilvánvalóan a 20%-ban jelenlevő tatabányai 500-as pc.-nek tulajdonítható. Feltűnő, hogy a konduktogramban az ellenállásértékek alacsonyok. Ezt a jelenséget a jelenlevő CaCl<sub>2</sub> okozza. A konduktometriai méréseknél azonban nem az ellenállás abszolút értéke lényeges, hanem a hullámalak. A bekövetkezett átalakulásokról ugyanis ez nyújt felvilágosítást. Az ellenállásértékek 1000 napig nőnek, majd csúcserő után csökkennek. A konduktogram ezután 1200 nap környékén állandó értéket vesz fel, mely az utolsó vizsgálat időpontjáig, 2400 napig sem változik. Az 1. ábrán látható görbe kétszer logaritmikus léptékű, így talán nem is tűnik fel azonnal, hogy az eddig végzett mérési idő felével a próbatest ellenállásértéke már állandósult. Hasonló jelenség észlelhető a különböző habszikát vizsgálatoknál is (3. ábra). Az 1000 nap körüli maximum ezeknél is jelentkezik, mely után csekély mértékű visszaesés észlelhető. Cementpépeknél habarcsoknál s betonoknál az ellenállásnövekedés azonban még mindig tart, bár a próbatestek kora 3000 naphoz közeledik. Porszénhamubeton esetében úgy látszik, hogy a szilárdulási folyamat egy szakasza 1000 nap körül befejeződik. Hogy a szerkezet

ezután állandósul-e, azt csak a későbbi időpontban végzendő mérések fogják majd eldönteni.

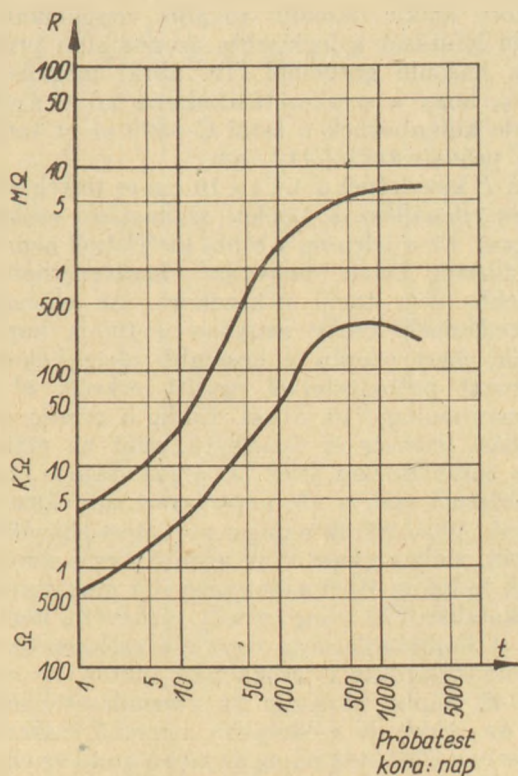
A *P*, *R* és *S* jelű kísérleteknél különböző méretű próbatest sorozatot vizsgáltunk. Az azonos méretű elektródok, mint említettük, a kocka középső részében uralkodó állapotot mérték, így a kockák méretének növekedésével felvilágosítást

1. ábra. *A* jelű porszénhamubetontest szilárdulása





2. ábra. 10 cm élhosszúságú betonkocka szilárdulása



3. ábra. 10 cm élhosszúságú habszilikát próbatesszt szilárdulása

kaphattunk a mind mélyebben fekvő rétegekről. Az összesített konduktogramokból (5, 7, 9 ábra) azonnal megállapítható, hogy a próbatesszt mérete erősen befolyásolja a szilárdulási folyamatot jellemző görbék lefutását. Az ábrákon látható I-es jelzésű görbe a  $4 \times 4 \times 16$  cm-es hasáb, a II-es a 7 cm, a III-as a 10 cm, a IV-es a 15 cm és az V-ös a 20 cm élhosszúságú kocka eredményét tünteti fel.

A görbék lefutása mindhárom kísérletnél közel azonos. Különösen jellemző az I-es görbék lefutásának jellege (10. ábra).

Tűzetesebb vizsgálattal az egymásután következő sorszám szerinti görbénél nagyon hasonló hullámalakot találunk. Az azonos hullámalak a próbatesszt méretének növekedésével párhuzamos, időbeni eltolódása világosan arra utal, hogy az azonos folyamatok nagyobb testeknél vagy a próbatesszt mélyebb rétegeiben később következnek be. A hullámalak kisebb eltérései azonban más folyamatok jelenlétét is jelentheti.

A pernyebetonok szerkezetében végbemenő változások és átalakulások tekintetében még ma is sok bizonytalanság uralkodik. Ugy látjuk, hogy a konduktometria alkalmazásával közelebb kerültünk e folyamatok megismeréséhez azért, hogy a konduktogramok egyértelműen igazolják a vizsgált próbatesszt méreteitől függő szerkezet-átalakulást.

Kísérleteknél felhasznált próbatesszt összehasonlító Schütz által vizsgáltakéval, aki annak idején megállapította (6), hogy minél kisebb a kísérleti elem vastagsága, annál nagyobb a bekövetkező szilárdságcsökkenés (id. 16. oldal).

Ez a csökkenés átlag a legtöbb pernyével 3—5 év alatt

- 27 cm vastag panelnél  $\sim 0\%$
- 20 cm élhossz. kockánál  $\sim 15\%$
- $4 \times 4 \times 16$  cm-es hasábnál  $\sim 33\%$

A próbatesszt mesterseges, széndioxidban végzett öregítésével továbbá bebizonyosodott, hogy a szilárdságcsökkenést a levegő széndioxid tartalmának a kalciumszilikáthidráttal kötőanyagra gyakorolt hatása okozza. Szerinte a  $\text{CO}_2$  hatása a szabad levegőn csak kb. 2 cm mély rétegre korlátozódik, mert a diffúzió azon belül már kicsi, amit az is bizonyít, hogy a belső rétegek nem száradnak ki. Azt találta ugyanis, hogy a próbatesszt átlagos víztartalma 29,6%. Ugyanakkor azonban az elemek belsejében a nedvesség 35,4%. Kimutatta továbbá azt is, hogy a szilárdság csökkenés még a  $\text{CO}_2$  hatásának kitett próbatessztteken is 1—2 éven belül megáll és a szilárdság stabilizálódik. A belső  $\text{CO}_2$ -től nem érintett rétegben utószilárdulási folyamat megy végbe.

A három sorozat vizsgálatánál a  $4 \times 4 \times 16$  cm-es hasábok diagramjában (10. ábra) a kezdeti emelkedő szakasz után az ellenállás növekedés hirtelen abba marad. Ez a P és R kísérleteknél 100, míg az S-nél 70 nap körül történik (lásd a II., III. és IV. táblázatot is).

2—300 napos kor után újra emelkedést tapasztalunk, mely 1000 nap körül maximumot ér el. Az 1200 és 2300 nap közötti mérések már lényegesen kisebb értékeket mutatnak.

A hasábokról felvett görbék hullámalakjai rendkívül hasonlóak. Az S kísérlet, a jai pernyét tartalmazó próbatessztjeinek görbéje (9. ábra) kissé



nyújtott alakú. Mielőtt tovább vizsgálnánk a görbék lefutását a legkisebb, azonos alkú próbatetek hasonló görbéiből (10. ábra) megállapíthatjuk, hogy a szerkezetalakulások közel azonosak, de különböznek a tatai C—500 pc-et tartalmazó probatetestektől (1. ábra).

A *P* kísérletnél a  $4 \times 4 \times 16$  cm-es testek elektromos ellenállása a kezdeti szakaszban csökken (4. ábra). Ez a jelenség a többi kísérletnél nem tapasztalható. Lehet, hogy ez visszavezethető a rövidebb ideig tartó hőkezelésre. Az ellenállás növekedésének késése azonban a 100-ik napnál eltűnik, mert ezután a hosszabb ideig hőkezelt *R* sorozat probateteivel együtt érkezik el az első maximumig (10. ábra). Eddig a pontig erős száradási jelenség is észlelhető, amit az etalonkocka súlyváltozása jelez (4. ábra). Sajnos ennél a kísérletnél csak a 75. naptól van súlyváltozási görbénk. 100—200-ik napig a probatest ellenállása csökken, mely szakasz után azonban erős emelkedésnek indul az 1000 napos második maximumig. E szakaszban 270 napig csekély vízfelvétel mutatkozik a hajlítószilárdság egyidejű csökkenésével. A nyomószilárdság is csökkenést mutat, de csak a 200-ik napig, ameddig az ellenálláscsökkenés tart. Az újabb de csekélyebb mértékű száradási szakaszban 370—488 napig azonban mind az ellenállás, mind a szilárdsági értékek nőnek.

Az 1000 nap körüli ellenállásmaximum után 2230 napig az értékek csökkennek, de az etalonkocka vízfelvétele mellett a törési eredmények is nagyobbak.

Áttérve a nagyobb probatetek vizsgálatára (5. ábra) látjuk, hogy a II-es ( $7 \times 7 \times 7$  cm) és III-as ( $10 \times 10 \times 10$  cm) kockák görbéi a szilárdulás első szakaszában szintén homorú hullámot mutatnak. Ezeknél a probateteknél az erőteljesebb emelkedési szakasz az 50. ill. 150-ik napban tapasztalható. A IV-es ( $15 \times 15 \times 15$  cm) és V-ös ( $20 \times 20 \times 20$  cm) kockák görbéinél egyenletesebb emelkedő szakaszt találhatunk. A II. és III-as görbék maximumai után úgy tűnik, hogy ezek ellenállásai közel azonos értékekkel stabilizálódni fognak. Ez a feltevés további vizsgálattal bizonyításra vár. Feltehető, hogy a IV-es kocka görbéje szintén maximum felé halad, mely után csatlakozik az előbbi görbékhöz. Az V-ös görbe egyenletes emelkedéséből arra következtethetünk, hogy itt, mint ezt Schütz is mondja, a probatest közepében valóban más a szerkezetátalakulás. Feltételezhető, hogy az utóbbiakban a jelenlévő C—300 cement hidratációs termékeinek keletkezése jobban tudja befolyásolni a görbe hullámalakját, mint a vékonyabb falú probateteknél a széndioxid hatása.

A súlyváltozás görbét vizsgálva (4. ábra) megállapítható, hogy a 100 napig tartó szakaszban nagymértékű a vízleadás. Az ellenállás visszaesésével némi súlygyarapodást észlelünk 300 napig. Ennek természetes folyamánya az ellenálláscsökkenés, tehát ebben a szakaszban a szerkezet további alakulása stagnál.

A következő szilárdulási szakaszban a két görbe ismét ellenkező értelemben fut. Ettől a ponttól fogva azonban szilárdságnövekedést észlelünk.

2. táblázat

P—kísérlet

| Próbatest kora, nap               | 1 | 23     | 53   | 75     | 99     | 129   | 142   | 213   | 369   | 386   | 484  | 487  | 488   | 830   | 1276  | 2231  |
|-----------------------------------|---|--------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Súly, N                           | — | —      | —    | 27,41  | 27,60  | 27,58 | 27,59 | 27,59 | 27,62 | 27,6  | —    | —    | 27,56 | 27,59 | 27,64 | 27,66 |
| $\sigma$ hajl. kp/cm <sup>2</sup> | — | —      | —    | —      | —      | 3,6   | —     | 2,73  | 2,68  | —     | —    | 3,11 | —     | —     | —     | 6,58  |
| $\sigma$ törő kp/cm <sup>2</sup>  | — | —      | —    | —      | —      | 45,3  | —     | 35,69 | 41,45 | —     | —    | 45,3 | —     | —     | —     | 77,75 |
| I                                 | 1 | 8,32 K | 31,2 | 1,32 M | 1,86   | 1,53  | 1,53  | 1,1   | 2,37  | 2,7   | 3,65 | —    | 3,4   | 9,5   | 10,0  | 3,2   |
|                                   | 2 | 10,6 K | 16,2 | 397    | 1,14 M | 1,03  | 970 K | 1 M   | 1,9   | 2,36  | 2,7  | —    | 3,0   | 6,5   | 4,8   | 1,85  |
| II                                | 1 | 3,42 K | 3,31 | 8,97   | 13,5   | 20,3  | 30,1  | 273   | 880   | 1,5 M | 1,93 | —    | —     | 2,5   | 2,6   | 1,58  |
|                                   | 2 | 355 K  | 146  | 267    | 307    | 365   | 303   | 526   | 3,7 M | 3,63  | 4,4  | —    | —     | 9,5   | 9,5   | 2,35  |
| III                               | 1 | 5,85 K | 6,07 | 10,8   | 13,1   | 14,2  | 17,3  | 32,3  | 112   | 165   | 202  | —    | —     | 1,4 M | 1,8   | 1,2   |
|                                   | 2 | 4,92 K | 4,53 | 9,66   | 12,2   | 13,7  | 17,2  | 36,8  | 253   | 402   | 752  | —    | —     | 2,5 M | 1,6   | 1,7   |
| IV                                | 1 | 6,17 K | 5,37 | 10,7   | 12,3   | 13,1  | 14,0  | 17,7  | 32,7  | 38,8  | 42,8 | —    | —     | 500   | 1,2 M | 2,1   |
|                                   | 2 | —      | —    | —      | —      | —     | —     | —     | —     | —     | —    | —    | —     | —     | —     | —     |
| V                                 | 1 | 8,35 K | 5,29 | 10,7   | 12,3   | 12,8  | 14,1  | 16,6  | 30,2  | 34,5  | 32,5 | —    | —     | 220   | 260   | 228   |
|                                   | 2 | 3,77 K | 5,72 | 11,0   | 12,6   | 13,1  | 14,2  | 17,9  | 31,7  | 35,9  | 33,6 | —    | —     | 230   | 180   | 780   |

Próbatest jele



## R—kísérlet

| Próbatest kora nap                |     |   | 2      | 18   | 43   | 89     | 119   | 132   | 203   |
|-----------------------------------|-----|---|--------|------|------|--------|-------|-------|-------|
| Súly, p.                          |     |   | —      | —    | —    | 25,85  | 25,86 | 25,87 | 25,91 |
| $\delta$ hajl. kp/cm <sup>2</sup> |     |   | —      | —    | —    | —      | 2,94  | —     | 2,7   |
| $\delta$ törő kp/cm <sup>2</sup>  |     |   | —      | —    | —    | —      | 112,4 | —     | 65,78 |
| Próbatest jele                    | I   | 1 | 9,24 K | 72,0 | 373  | 1,5 M  | 1,42  | 1,41  | 1,0   |
|                                   |     | 2 | 2,87 K | 4,14 | 13,6 | 1,37 M | 3,29  | 2,98  | 2,98  |
|                                   | II  | 1 | 2,63 K | 2,73 | 4,56 | 13,3   | 23,3  | 67,8  | 1,0 M |
|                                   |     | 2 | 5,96 K | 6,38 | 11,1 | 53,3   | 151   | 3,11  | 2,9 M |
|                                   | III | 1 | 1,95 K | 1,99 | 2,79 | 51,0   | 5,77  | 6,8   | 13,7  |
|                                   |     | 2 | 1,91 K | 1,89 | 2,61 | 4,7    | 5,27  | 6,32  | 12,4  |
|                                   | IV  | 1 | 1,78 K | 2,05 | 3,06 | 5,19   | 5,49  | 6,21  | 8,54  |
|                                   |     | 2 | 1,57 K | 1,81 | 2,62 | 4,37   | 4,37  | 5,1   | 6,92  |
|                                   | V   | 1 | 1,71 K | 2,2  | 3,47 | 6,12   | 6,57  | 7,14  | 9,8   |
|                                   |     | 2 | 1,57 K | 2,06 | 3,11 | 5,54   | 5,83  | 6,42  | 8,84  |

## S—kísérlet

| Próbatest kora, nap               |     |   | 2      | 7     | 28    | 33    | 63     | 76    | 147    |
|-----------------------------------|-----|---|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Súly, p.                          |     |   | —      | 21,92 | 21,74 | 21,74 | 21,70  | 21,69 | 21,58  |
| $\delta$ hajl. kp/cm <sup>2</sup> |     |   | —      | 5,81  | 6,9   | 15,0  | 7,25   | —     | 3,55   |
| $\delta$ törő kp/cm <sup>2</sup>  |     |   | —      | 108,8 | 107,9 | 85,4  | 149,58 | —     | 94,23  |
| Próbatest jele                    | I   | 1 | 11,9 K | 17,8  | 88,0  | 150   | 6,6 M  | 5,9   | 5,9    |
|                                   |     | 2 | 8,25 K | 13,4  | 51,8  | 85,4  | 3,0 M  | 3,7   | 4,85   |
|                                   | II  | 1 | 19,3 K | 29,7  | 61,9  | 78,3  | 218    | 365   | 3,66 M |
|                                   |     | 2 | 23,0 K | 35,0  | 67,3  | 87,2  | 243    | 390   | 3,67 M |
|                                   | III | 1 | 6,2 K  | 10,9  | 14,6  | 16,8  | 21,1   | 26,6  | 63,7   |
|                                   |     | 2 | 5,58 K | 10,2  | 12,8  | 14,7  | 18,6   | 23,4  | 57,8   |
|                                   | IV  | 1 | 3,67 K | 8,84  | 10,8  | 12,3  | 13,7   | 15,3  | 20,8   |
|                                   |     | 2 | 9,8 K  | 10,7  | 13,2  | 14,5  | 16,7   | 18,7  | 28,9   |
|                                   | V   | 1 | 2,29 K | 8,62  | 11,2  | 12,3  | 14,1   | 15,6  | 20,8   |
|                                   |     | 2 | 1,84 K | 6,34  | 7,99  | 8,91  | 10,2   | 11,2  | 14,7   |



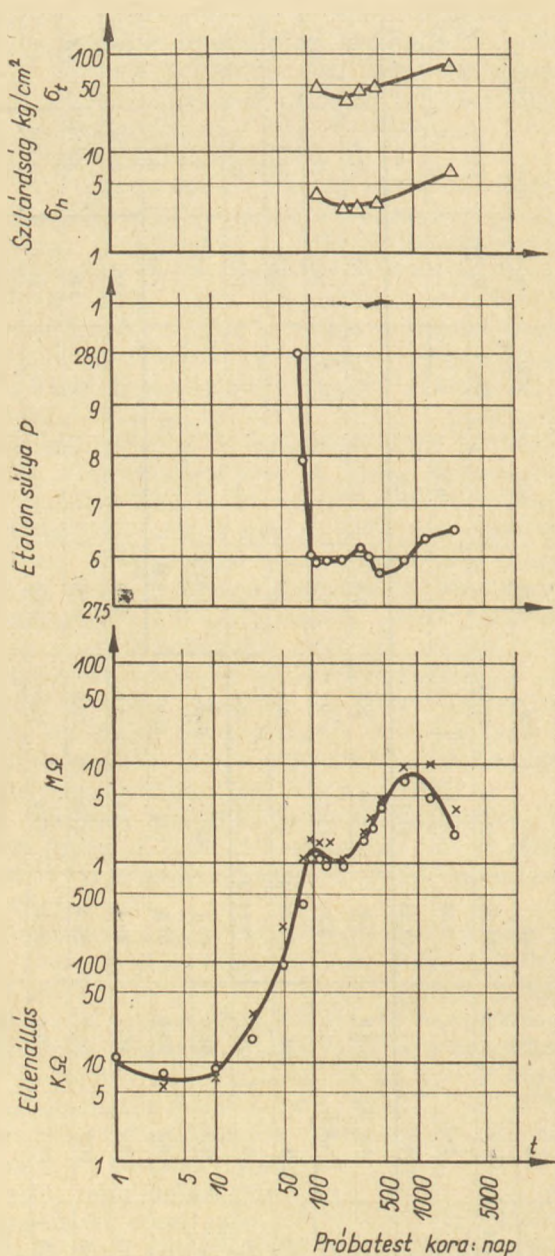
3. táblázat

| 359   | 376   | 454  | 477  | 478   | 820   | 1266  | 2221  |
|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 25,97 | 25,95 | —    | —    | 25,92 | 25,95 | 25,99 | 25,99 |
| 3,26  | —     | —    | 2,7  | —     | —     | —     | 2,42  |
| 65,55 | —     | —    | 70,3 | —     | —     | —     | 51,62 |
| 1,65  | 2,3   | 2,6  | —    | 3,0   | 3,0   | 3,8   | —     |
| 6,5   | 5,45  | 5,6  | —    | 5,6   | 20,0  | 17,5  | 4,6   |
| 3,0   | 4,55  | 5,45 | —    | —     | 15,0  | 13,5  | 6,8   |
| 8,0   | 6,9   | 9,0  | —    | —     | 20,0  | 25,0  | 7,8   |
| 147   | 224   | 570  | —    | —     | 4,5M  | 5,4   | 3,4   |
| 157   | 277   | 470  | —    | —     | 4,0M  | 4,4   | 2,44  |
| 18,4  | 21,0  | 215  | —    | —     | 340   | 3,0 M | 2,6   |
| 14,1  | 16,3  | 15,7 | —    | —     | 100   | 1,2 M | 1,62  |
| 18,4  | 22,3  | 22,2 | —    | —     | 172   | 650   | 1,0 M |
| 17,1  | 20,0  | 29,5 | —    | —     | 146   | 550   | 1,4 M |

4. táblázat

| 303   | 320   | 398    | 421  | 422   | 814   | 1210  | 2165   |
|-------|-------|--------|------|-------|-------|-------|--------|
| 21,58 | 21,57 | —      | —    | 21,54 | 21,55 | 21,60 | 21,61  |
| 5,12  | —     | —      | 6,26 | —     | —     | —     | 2,69   |
| 81,5  | —     | —      | 91,3 | —     | —     | —     | 41,41  |
| 8,95  | 6,5   | 6,6    | —    | 7,5   | 15,0  | 17,0  | 4,1    |
| 11,1  | 5,7   | 8,5    | —    | 8,5   | 15,0  | 17,0  | 3,4    |
| 10,0  | 8,6   | 8,0    | —    | —     | 20,0  | 20,0  | 5,1    |
| 9,9   | 16,0  | 7,5    | —    | —     | 17,0  | 20,0  | 5,1    |
| 454   | 695   | 2,34 M | —    | —     | 6,5   | 8,5   | 2,5    |
| 435   | 653   | 2,2 M  | —    | —     | 5,0   | 6,0   | 1,8    |
| 45,6  | 53,6  | 57,5   | —    | —     | 150   | 3,2M  | 1,8    |
| 57,3  | 70,0  | 87,0   | —    | —     | 140   | 3,8 M | 1,7    |
| 37,5  | 44,3  | 42,5   | —    | —     | 33,0  | 1,6 M | 1,6    |
| 26,3  | 30,0  | 30,7   | —    | —     | 23,7  | 900   | 1,38 M |





4. ábra. P-jelű  $4 \times 4 \times 16$  cm porszénhamubeton hasáb szilárdulása

Izohigrotermikus méréseinket alapul véve a görbék lefutását új szerkezet, esetleg kristályosodási szakasz befolyásolhatja. Mint látni fogjuk, e jelenség a többi kísérletnél is észlelhető.

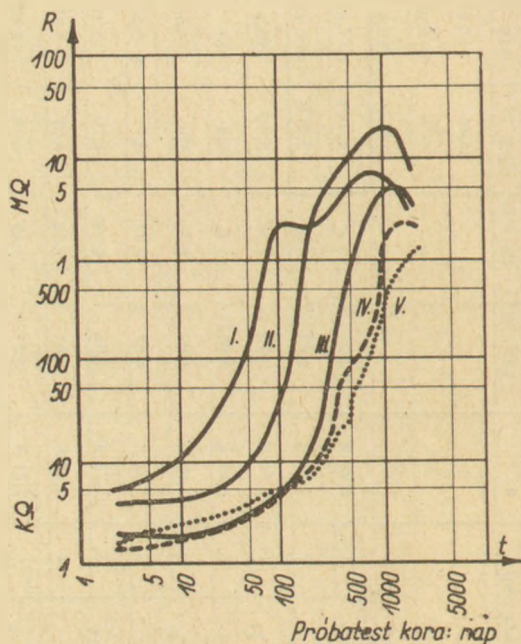
Az  $R$  kísérlet a  $P$ -től csak a próbatestek gőzkezelési módjában különbözik. A  $4 \times 4 \times 16$  cm-es próbatestek görbéje (6. ábra) 100 nap körül éri el az első, míg 1000 nap körül a második csúcserőértéket. E két érték közt a görbe élénkebben változó hullámalakot mutat, mint a  $P$  kísérlet görbéje. Az etalonkocka vízfelvételi szakasza a 90–359 nap közé esik. Ezen szakaszon a 203-ik napig esik a próbatest ellenállása, majd emelkedni kezd. A szilárdsági értékek, melyek sajnos csak a 119-ik naptól állnak rendelkezésünkre egy értéktől eltekintve végig esnek olyannyira, hogy a nyomószilárdság a 2221-ik napon a 119-iknek csak 46%-a. Ez messze meghaladja a kockáknál tapasztalt

33%-os átlagos szilárdságcsökkenést. Az ellenállásgörbe az 1000 napos maximum után ebben az esetben is erőteljesen csökken, míg az etalonkocka vízfelvételt jelez. Valószínű, hogy e jelenségek az igen hosszú gőzkezelés eredményeképpen jelentkező szerkezetváltozásokban kereshetők.

A nagyobb méretű próbatestek konduktometrikus diagramjai hasonló hullámalakot mutatnak (7. ábra). Ebben a kísérletben a  $15 \times 15 \times 15$  cm-es IV. jelű kockák is elérik a második maximumot. Az összesített diagram szemlélésénél itt is úgy tűnik, hogy az összes ellenállások a stabilizálódás felé haladnak, vagyis a szerkezet stabilizálódik.

A kísérletek folyamán oly összetételű porszénhamubetontestet is vizsgáltunk, amely annak idején rossz eredményeket adott. Így készültek el az  $S$  sorozat próbatestei, melyek ajkai pernyét és örölt kohósalakot is tartalmaznak.

A  $4 \times 4 \times 16$  cm-es próbatestek konduktometrikus görbéje az 50. napig meredeken fut fel (8. ábra), ahol éri az első maximumot. A görbe lefutása gyors szilárdulási szakaszra utal. Ezt a törési kísérletek eredményei is alátámasztják. Ebben az időben ugyanis a szilárdsági értékek maximumot mutatnak. A konduktogram következő, 1100 napig tartó szakasza a többi kísérletekhez képest elé lassú emelkedésű, míg a vízleadás az etalonkocka szerint kb. 500 napig majdnem egyenletes ütemben halad előre. Csökkenést észlelünk a szilárdsági értékek alakulásában is, mely a két utolsó megfigyelés időpontjában még tart. Különösen szembeeső a hajlítószilárdság erős visszaesése, ez azonban nem folyamatos. A 33-ik napon a hajlítószilárdság ennek 23,66%-a, a 303-ik napon 34,13%-a, a 421-iken 41,73%-a, míg a 2165-ik napon csak 17,93%-a. A nyomószilárdság csökkenésének alakulása kedvezőbb, ugyanis a 63-ik napon mért  $149,58 \text{ kg/cm}^2$  maxi-



5. ábra. P-jelű porszénhamubetontestek szilárdulása I.  $4 \times 4 \times 16$  hasáb II. 7 cm élhosszúságú kocka III. 10 cm élhosszúságú kocka IV. 15 cm élhosszúságú kocka V. 20 cm élhosszúságú kocka



mumhoz viszonyítva a későbbi időpontokban mért értékei százalékban a 147-ik napon 62,99%, a 303-ik napon 54,61%, a 421-iken 61,7%-ra emelkedik, végül a 2165-ik napon a 63 napnak csak 27,67%-át éri el. Mint látjuk az értékek ebben az esetben is hullámzóak. De hogyan változik az etalonkocka súlya az 500-ik nap után? Mint a diagramon látjuk a kocka súlya lassú ütemben növekszik és konstans érték felé stabilizálódik. E szakaszban tehát újabb vízfelvétellel van dolgunk, mely az elektromos ellenállás esésében is jelentkezik. Nagyjából erre a szakaszra esik a szilárdság csökkenése is.

A különböző méretű próbatestek összesített diagramját vizsgálva (9. ábra) úgy tűnik, hogy a görbék konstans érték felé haladnak. A hullámalakok erősen hasonlóak egymáshoz. Az V. sz.

20 cm élhosszúságú kocka próbatest ellenállásértéke még növekedőben van, sőt hullámalakja is különböző. Ez arra enged következtetni, hogy nagyobb falvastagság esetén a próbatest belsejében létrejött változások nem azonosak a vékony falúaknál bekövetkezett átalakulásokkal. Ez a megállapítás alátámasztja Schütz nézetét is.

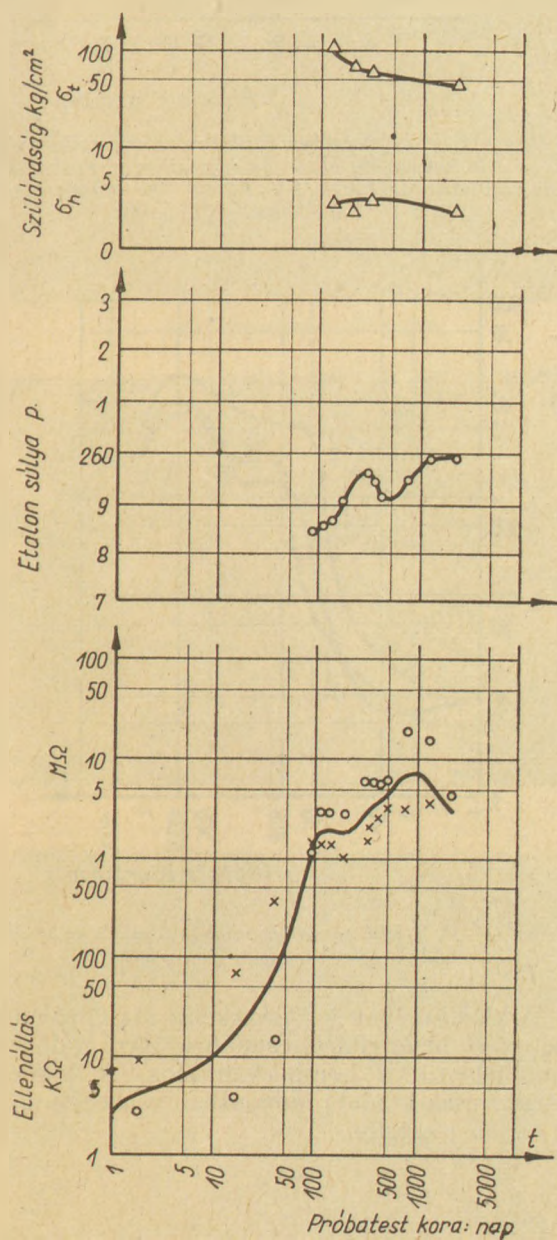
A *P*, *R* és *S* sorozat számszerű adatait a II., III. és IV-es táblázat tartalmazza.

### Mikroszkópos vizsgálat

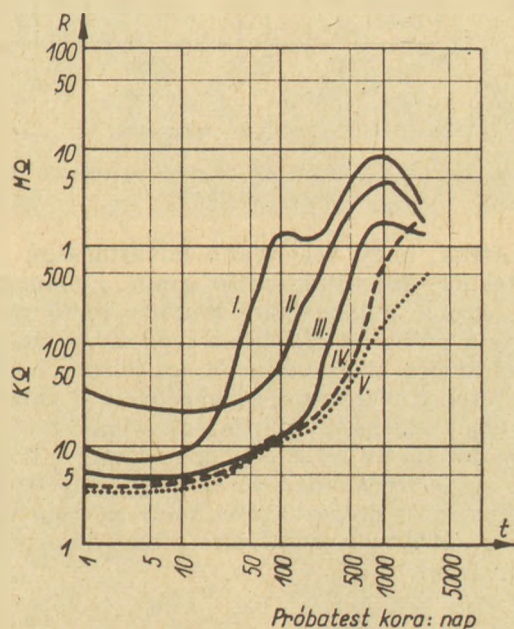
Az ismertetett vizsgálati szakasz végén, mint említettük, mikroszkópos vizsgálatot is végeztünk az ismertetett módon. A mikrogramok a különböző összetételű próbatestekből készült preparátumokban talált, kikrisályosodott anyagot szemléltetik. A mikrogramok értékelésére az összetételekben eredetileg is jelenlevő anyagokból — tirsógipsz, méshidrátt — hasonló módon készültek preparátumok. Az *A*, *P*, *R* és *S* sorozathoz készült mikrogramok azt mutatják, hogy a vizsgálat idején (2250 napos korban) még nagy mennyiségű higroszkópos anyag van a próbatestekben. Ezek gipsz és  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kristályok. Összehasonlításként szolgál az eredeti tiszta anyagból képződött kristályos termék.

A talált higroszkópos kristályok, melyek szabad állapotban vannak jelen a testekben, indokolják Schütz által észlelt magas víztartalmat.

A konduktometrikus eljárás, mely porszénhamubetonok szilárdulási folyamatának vizsgálatánál tudomásunk szerint első ízben került alkalmazásra, igen jól alkalmazható a szilárdulási folyamat előrehaladásának megfigyelésére. A kísérletek egyértelműen igazolják a vizsgálati időm méreteitől függő szerkezetátalakulást.

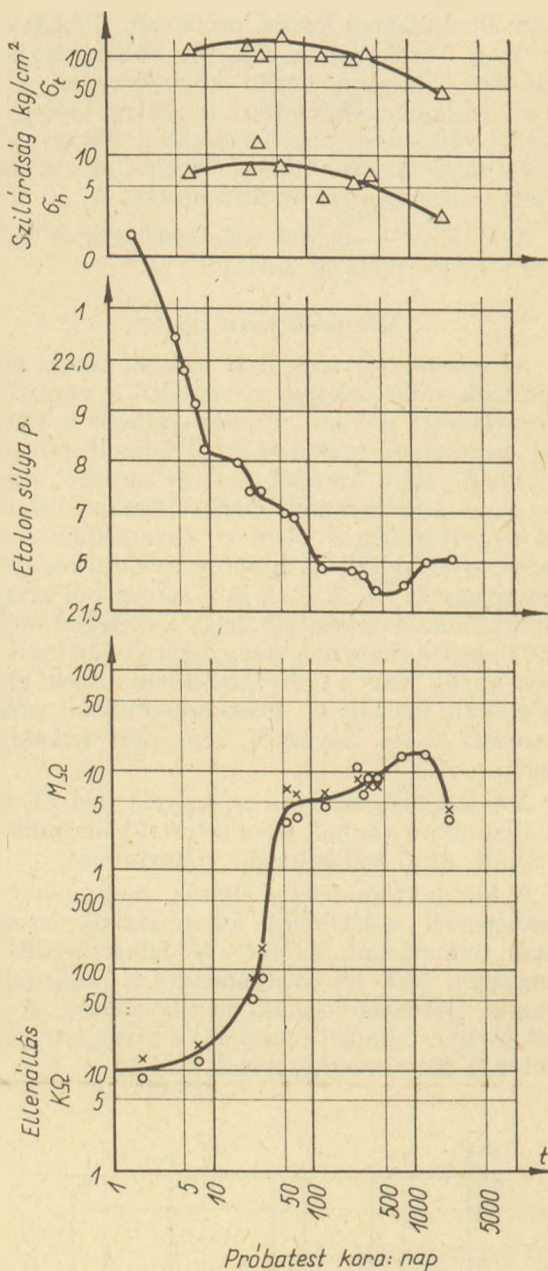


6. ábra. K-jelű  $4 \times 4 \times 16$  porszénhamubeton hasáb szilárdulása



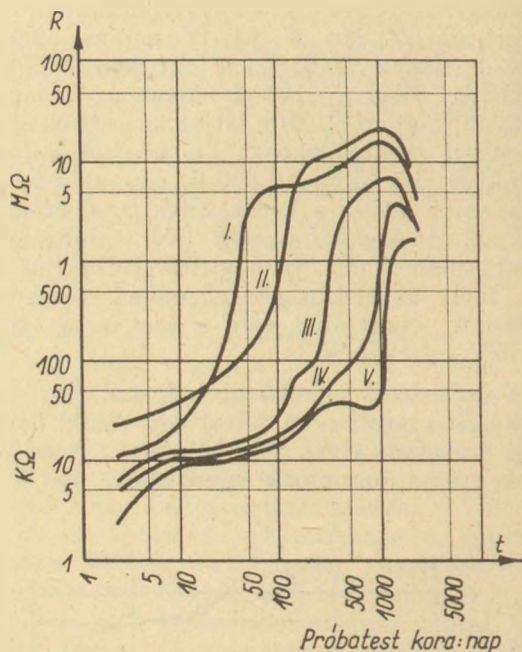
7. ábra. R-jelű porszénhamubetonok szilárdulása I.  $4 \times 4 \times 16$  cm hasáb, II. 7 cm élhosszúságú kocka, III. 10 cm élhosszúságú kocka, IV. 15 cm élhosszúságú kocka V. 20 cm élhosszúságú kocka



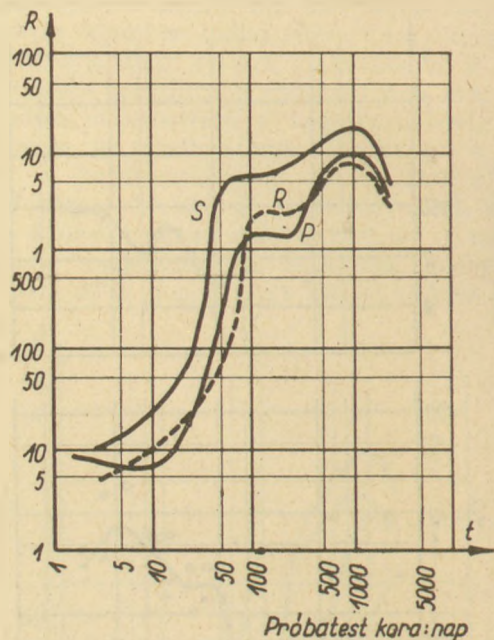


8. ábra. S-jelű  $4 \times 4 \times 16$  cm porszénhamubeton hasáb szilárdulása

Láttuk, hogy vékonyabb falvastagságú próbatesteknél kapott konduktogram hullámalakjához hasonló hullámalakot mutat a mind vastagabb falú próbatest. Ezek a falvastagság növekedésével időben eltolódnak. Ez azt jelenti, hogy a külső rétegek mérésével, ismerve az idő paraméter értékét következtetni tudunk a belső rétegekben lejátszódó változások időpontjára. A próbatestek mesterséges öregítésével így gyorsított vizsgálati módszer dolgozható ki, mely minden valószínűség szerint cementalapú építőanyagoknál is alkalmazható.



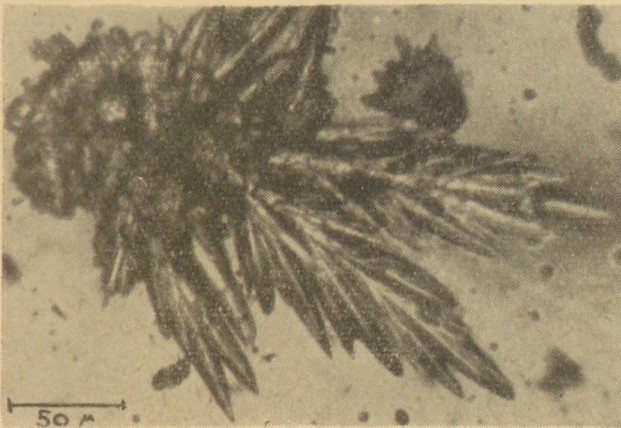
9. ábra. S-jelű porszénhamubeton testek szilárdulása  
I.  $4 \times 4 \times 16$  cm hasáb, II. 7 cm élhosszúságú kocka, III. 10 cm élhosszúságú kocka, IV. 15 cm élhosszúságú kocka  
V. 20 cm élhosszúságú kocka



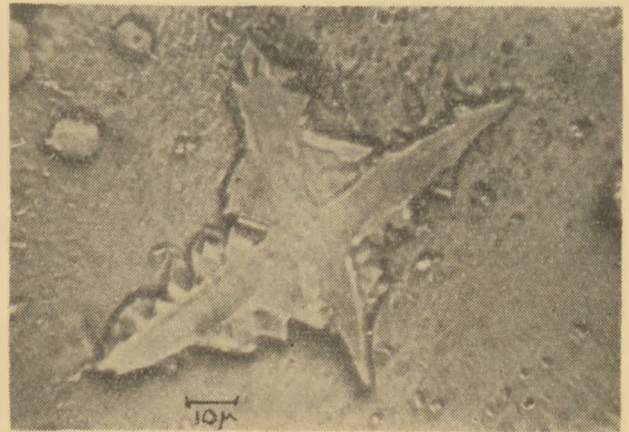
10. ábra. P, R, S-jelű porszénhamubeton hasáb szilárdulásának összehasonlító diagramja

A kialakulóban levő szerkezet stabilizálódása nem nyert bizonyítást, csupán az erre való hajlamot jelentik a konduktogramok. A kérdésre a választ csak későbbi időpontban végzendő mérések fogják megadni.

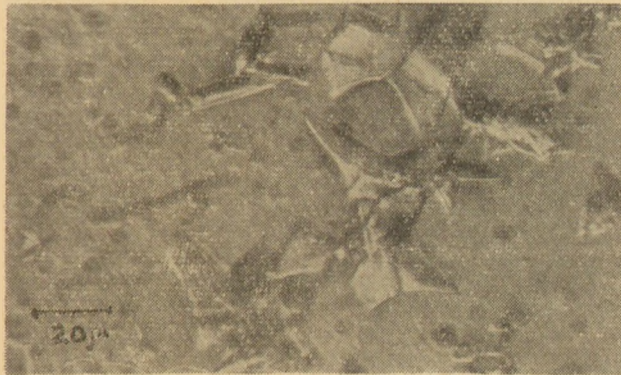




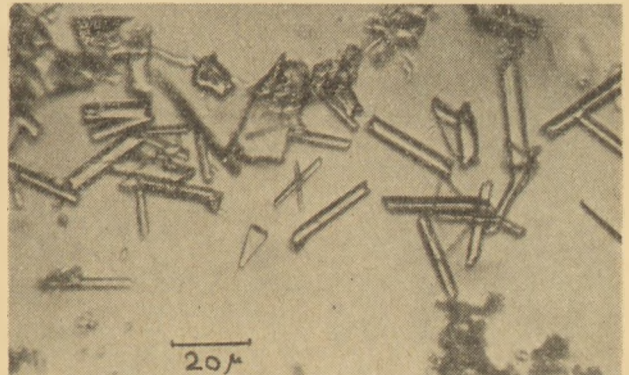
1. kép. Mészhidrát, 2 napos



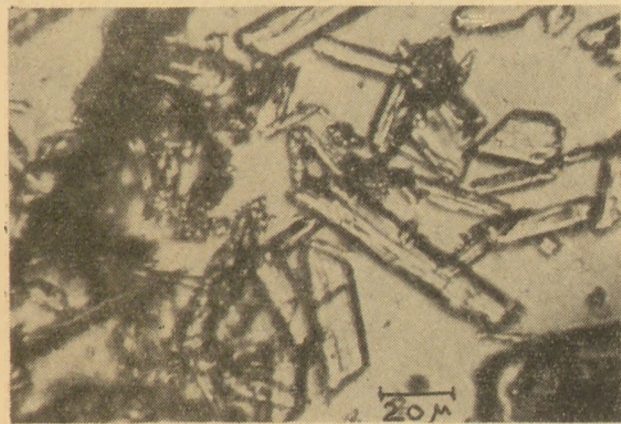
5. kép. A-pernye, 10 napos



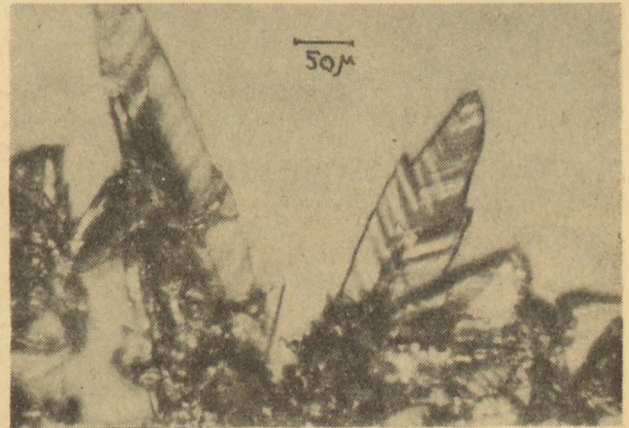
2. kép. Trisógipsz, 2 napos



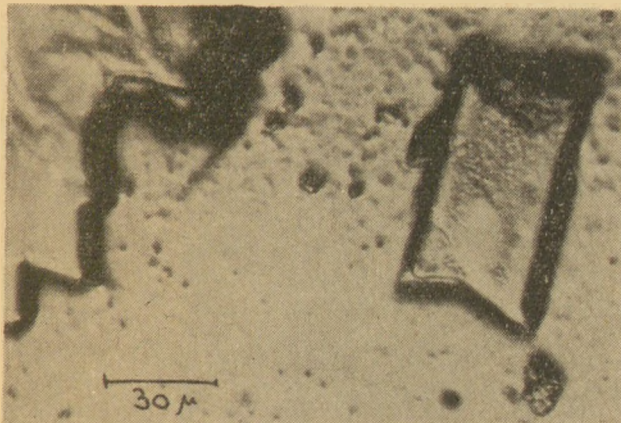
6. kép. P-pernye, 6 napos



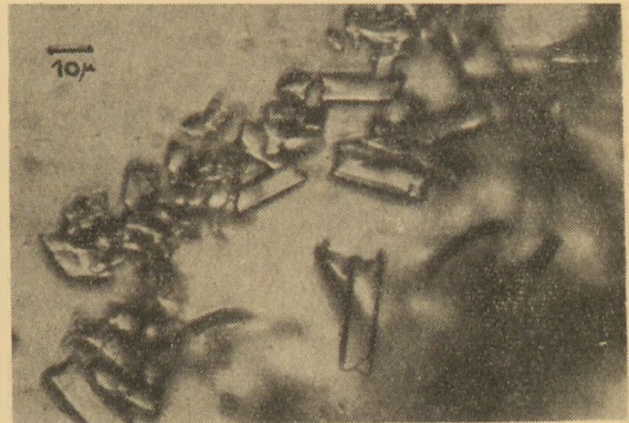
3. kép. Trisógipsz, 4 napos



7. kép. P-pernye, 10 napos

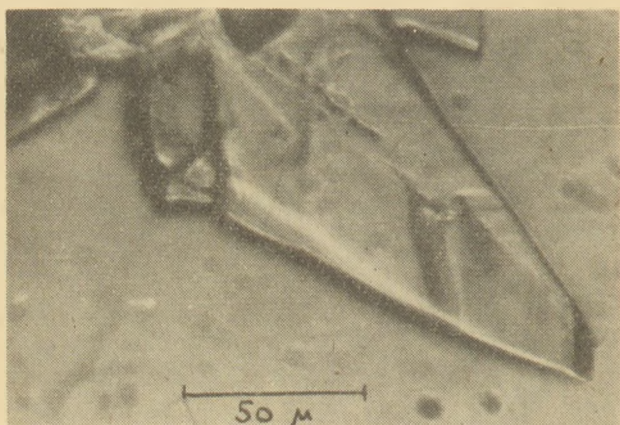


4. kép. A-pernye, 7 napos

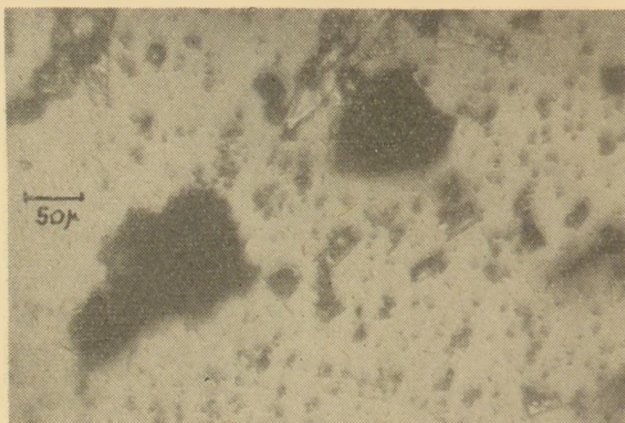


8. kép. R-pernye, 1 napos





9. kép. R-pernye, 3 napos



10. kép. S-pernye, 1 napos

## IRODALOM

- [1] Szuk Géza, Náray Szabó I. dr.: Conductometric Analysis of Setting of Cement Pastes under Iso-thermic conditons. Act. Techn. Hung. Tom. XXII. Fasc. 1—3. 1958.
- [2] Szuk Géza: Konduktometrikus módszerrel végzett cementpép és betonszilárdulás vizsgálat elemzése. Épitőanyag 11. sz. 1962.
- [3] Szuk Géza: Setting and Hardening of Hydraulic Materials. VI. Ac. Techn. Hung. Tom. 46. Fasc. 1—2. pp. 317—329. 1964.
- [4] Weisz György: A beton tömörítése. Mérn. Tov. Int. 2794. 20. oldal. 1954.
- [5] Klieger P.: Long-Time Study of Cement Performance in Concrete. Chapter 10. Progress Report on Strength and Elastic Properties of Concrete. ACI Jour. Title No. 54—27. pp. 481—503. dec. 1957.

Szuk Géza: Porszénhamubeton szilárdulási folyamatának konduktometrikus vizsgálata.

2400 napos korig vizsgált porszénhamubeton próbatestek konduktogramjai (elektromos ellenállás-változásai az idő függvényében) jellemzőek az anyagban lejátszódott fizikokémiai jelenségekre a szilárdulási folyamat előrehaladásának megfigyelésére.

A különböző méretű és falvastagságú próbatestek mérési eredményeiből következtetni lehet a távolabbi időpontban a próbatestek belsejében bekövetkezendő változásokra.

Igy gyorsított vizsgálati módszer dolgozható ki.

Сук Геза: КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТВЕРДЕНИЯ ЗОЛЬНОГО БЕТОНА.

Кондуктограммы (изменение электрического напряжения в зависимости от времени) образцов золь-

ного бетона, исследованных до 2400-дневного возраста, являются характерными для физико-химических явлений, происходящих в материале, и могут служить для наблюдения за ходом процесса твердения.

На основании результатов измерения образцов различных размеров, с различной толщиной стенки можно сделать заключение о тех изменениях, которые произойдут внутри образцов в будущем.

Таким образом, можно разработать ускоренный метод испытания.

Szuk, Géza: Konduktometrische Untersuchung des Erhärtungsprozesses vom Flugaschenbeton.

Die Konduktogramme von bis zu einem Alter von 2400 Tagen untersuchten Probekörpern—die elektrischen Widerstandsänderungen in Funktion der Zeit—sind charakteristisch für die im Stoffe verlaufenden physiko-chemischen Erscheinungen, geeignet zur Beobachtung des Fortschreitens vom Erhärtungsprozeß.

Aus den bei Probekörpern verschiedener Abmessung und Dicke erhaltenen Meßergebnissen kann man auf die Veränderungen folgern, die späterhin im Inneren der Körper eintreten werden.

Also kann eine Schnellmethode bearbeitet werden. (S. G.)

Szuk, Géza: A Conductometric Investigation of the Hardening Process of Fly-Ash Concretes.

Conductograms (i. e. the change of electric conductivity vs. time) of fly-ash concretes cured up to 2400 days show characteristic changes by which the hardening process can be followed. Tests made on specimens of different sizes and wall thicknesses are suitable to predict the internal changes taking place in the inside of the sample. The method may serve as a base of an accelerated testing technique.

Az Építőipari Tudományos Egyesület kéthavonta megjelenő lapja a

**VÁROSÉPÍTÉS**

A lap városrendezési és regionális tervezési szakfolyóirat, mely felöleli e témakörben valamennyi társtudomány témáját is.

Minden szám külföldi lapszemlét tartalmaz, és vitafóruma lesz e szakterületnek.

A lap előfizetési ára: 1 évre 36,— Ft, ½ évre 18,— Ft. Előfizethető a Posta Központi Hirlapirodánál (Budapest, V. kerület József nádor tér 1.)

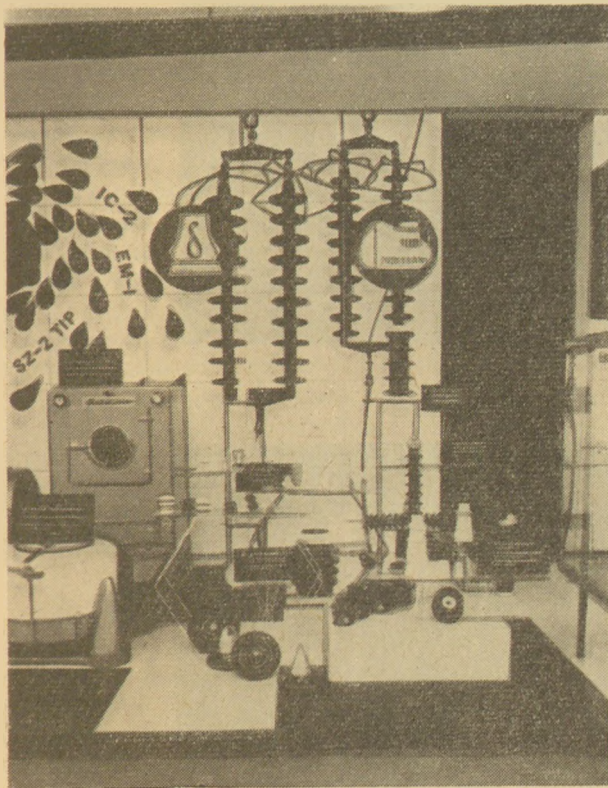
Egyéni csekkszám: 61252, közületi csekkszám: 61066.



## Finomkerámiaipari Országos Vállalat eredményei a Budapesti Nemzetközi Vásáron

A Finomkerámiaipar gyáregységei termékeik sokféleségét 1964. évig az Építésügyi Minisztérium pavilonjában mutatták be az előző vásárok alkalmával. Az ÉM pavilont elsősorban az építészeti problémákkal foglalkozó egyének keresték fel, így termékeink bemutatásával nem értük el a kívánatukat

Célszerűnek látszott a híradástechnikai kerámiák tapasztalata alapján, hogy a termékeinket a felhasználási területnél állítsuk ki. Így a kis- és nagyfeszültségű porcelán szigetelőket a villamossági pavilonba (1. kép) a kerámikus bakelit és gumikötés csiszolókorongokat a szerszámgépek pavilonjába (2. kép) a híradástechnikai







kerámiákat a már hagyományos helyen a Híradástechnikai pavilonban kíváncsítottuk (1. kép) és az 1964. évi Nemzetközi Vásáron a termékeket már a fentemlített helyeken állítottak ki. A porcelán díszmű termékeinket a Bútor pavilonban mutatták be, kihangsúlyozva a fennállásának 125. évét ünnepli Herendi Porcelángyár világhírű termékeit (4. kép)

Külön asztalon egy 12 személyes Herendi étkészletet terítettünk meg, és az étkészlet óriási közönség-sikert aratott. Az étkészlet méltón kapta meg a Budapesti Nemzetközi Vásár nagydíját (3. kép).

A Vásár bezárta kapuit és leszűrve a tapasztalatokat megállapíthatjuk, hogy igen kedvező körülmények között a nagyközönség széles rétegeinek megelégedésre mutattuk be a termékeinket.

*Terényi László*



# Matematikai módszerek alkalmazásának lehetőségei és akadályai a szilikátiparban

ZAGYVAI IMRE

## Bevezető

A szilikátipar az ipar azon ágazatai közé tartozik, amelynek a termékeit széles területen használják fel. A szilikátipari termékek építőipari, lakossági, export, villamos és híradástechnikai stb. igényeket elégítenek ki. Figyelembe véve a gyártmányok előállításánál alkalmazott technológiát is, a szilikátipar fejlődése újabb és újabb feladatok megoldását követeli meg a közgazdasági munka területén is.

A szilikátipar termelés-tervszerűségét vizsgálva megállapítható, hogy jelenleg a tervszerűség foka nem kielégítő. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a szilikátipar termelését tervszerűtlenség jellemzi, csupán arról van szó, hogy szükséges a jelenlegi tervezési és szervezési módszereket a népgazdaság ezen területén is továbbfejleszteni.

A szilikátipar fejlődése, termékeinek széles területen történő felhasználása, valamint az előállított gyártmányok száma követeli meg elsősorban, hogy az eddig alkalmazott irányítási módszereket a fejlettebb matematikai módszerek felhasználásával továbbfejlesszük.

## I. A jelenlegi termelés-tervezési módszerek főbb hiányosságai

Mint ismeretes, valamely iparág, illetve vállalat termelési tervét a termékeivel szemben jelentkező igények és a termelési lehetőségek határozzák meg.

A termelés célja egyrészt a termelői és lakossági fogyasztásnak, másrészt az export igényeknek a kielégítése. Az igények nagyságát a felhasználók többé-kevésbé pontos bejelentései határozzák meg. Ma még a jelentkező igények bizonytalanságai, illetve ingadozásai is akadályozzák sok esetben a termelés tervszerűségét. Ennek oka, hogy a szükségletek felmérésére nem állnak rendelkezésre megfelelő módszerek a felhasználás területén. Általános jelenség, ha valamely termék hiánycikk, a bejelentett igények többszörösét tesz ki a reális szükségleteknek. Abban az esetben pedig, ha valamely termékből felesleg áll rendelkezésre, úgy a felhasználók a készletek minimális szintre való lecsökkentésére töreksenek.

A vállalatok termelési lehetőségét egyrészt a rendelkezésre álló berendezések, gépek stb. volumene és műszaki színvonala, másrészt a vállalat szervezettsége, szakkáderekkel való ellátottsága, valamint az alkalmazottak és munkások munkához való viszonya határozza meg. Ennek megfelelően a termelési lehetőségeket lényegében két úton tudjuk növelni:

a) a különféle technikai jellegű intézkedések végrehajtása útján. Ilyen lehet pl. az új beruházásoknak a megvalósítása, technológiai folyamat javítása és a technikai színvonal emelése.

b) a termelés szervezésének és tervezésének javítása útján. Ide tartozik a termelés programozása, a dolgozók szakképzettségének rendszeres emelése.

Hangsúlyozni kell, hogy a különböző technikai jellegű feladatok megoldása mellett egyenrangú szereppel bír a termelés tervezése és szervezése, mivel lényegében befektetések nélkül jelentős terméktöbbletet lehet elérni.

A szilikátiparban a termelés tervezésére a bázisalapon való módszer volt a jellemző. Ezt ki szoktuk egészíteni bizonyos részletterületekre vonatkozó műszaki és gazdasági számításokkal. Ennek legfőbb hibája az volt, hogy egy elért termelésszínvonal teljes egészében nem adhat alapot egy következő időszak előirányzatának és a részterületekre vonatkozó számítások sok esetben csak a legproblematisabb területekre korlátozódtak le.

A cikkenkénti termelési terv főbb cikkesoportokra természetes mértékegységben írja elő valamely időszakra vonatkozóan a feladatokat. A cikkesoporton belüli termékösszetételt csak korlátozott mértékben lehetséges figyelembe venni a gyártmányok nagy száma miatt. Ugyanakkor a választékösszetétel lényegesen befolyásolja a termelés nagyságát mind természetes mértékegységben, mind értékben. Például a Sajószentpéteri Üveggyárban a Linch automatagépeken előállított 1 kg-os és 1/2 kg-os konzerves üvegeknél az eltérés:

|                               | db/perc | kg/db | kg/perc |
|-------------------------------|---------|-------|---------|
| 1 kg-os konzervüveg           | 19—20   | 0,43  | 8,2—8,6 |
| 1/2 kg-os konzervüveg         | 21—22   | 0,28  | 6,0—6,2 |
| A termelés arányszáma: 138 %. |         |       |         |

Ugyanakkor az egységár a 1/2 kg-os konzerves üvegnél csupán 15%-kal magasabb, mint az 1 kg-os üvegnél, ami azt eredményezi, hogy a termelési érték mintegy 20%-kal változik az 1 kg-os konzervüveg termelésre való áttérésekor.

Az előzőekből egyenesen következik, hogy a tervezési rendszer fejlesztése érdekében egyrészt nélkülözhetetlen a termelési lehetőségek és a szükségletek az eddiginél jobb felmérése, másrészt olyan tervmetodikát kell kialakítani, amely fokozottabb mértékben figyelembe veszi a mindenkor gyártmányösszetételt.

1962. évben lényegében befejezést nyert, majd 1963. évben továbbvezetésre került a szilikátipari termelőegységek kapacitás és áthocsátóképesség felmérése. Az üzemek kapacitásszámításai és azok kihasználásának megtervezése ma már alapját képezi a trösztök és vállalatok termelési tervmegállapításának. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a kapacitás felmérés komoly segítséget ad a műszaki fejlesztési intézkedések és a beruházási elgondolások pontos megvalósításának is.



## II. Matematikai módszerek felhasználása a tervezésben

A fejlett matematikai módszerek gazdasági életben való felhasználásának kérdése az utóbbi években előtérbe került. A gazdasági élet fejlődésével az összefüggések áttekintése és meghatározása egyre nehezebb feladatot jelent. Elmezní kell a gazdasági folyamatok mennyiségi oldalát, mert helyes minőségi értékelést adni mennyiségi összefüggések feltárása nélkül nem lehetséges.

A gazdasági életben fennálló mennyiségi összefüggéseket jelenleg csak a matematika magasabb fejezeteinek felhasználásával tudjuk kimutatni. A matematikai módszerek felhasználásának területei egyre jobban kiszélesednek. Hangsúlyozni kell viszont, hogy továbbra is fennmarad a szükségessége a közgazdasági „becsléseknek”. Természetesen nem azokat a szempontokat kell „becsléssel” meghatározni, amelyek matematikailag kielégítő mértékben kifejezhetők, hanem egyéb olyan tényezőket, amelyeket még egzakt formában nem tudunk kifejezni.

A matematikai módszerek közül elsősorban a programozás került előtérbe. Ennek elsősorban az is az oka, hogy a gazdasági vezetés lényegében folyamatos programozást jelent. A definíció szerint programozás alatt olyan tevékenységet értünk, amely bizonyos meghatározott gazdasági cél elérése érdekében az adott lehetőségek legracionálisabb kihasználására törekszik.

Fejlett gazdaságban a programozást matematikai apparátus nélkül nem tudjuk kielégítően elvégezni. Viszont matematikai apparátusra csak akkor van szükség, ha az adott körülmények több különböző választást tesznek lehetővé. Ugyanakkor a matematikai apparátus felhasználásának előfeltétele, hogy a programozás feltételeit és a programozás célját matematikai formába lehessen önteni.

Jelenleg általánosan kidolgozott algoritmusok lényegében csak a lineáris esetekre állnak rendelkezésre. Abban az esetben, ha a cél-függvény és a feladat feltételei lineáris formák segítségével megadhatók, akkor lineáris programozással állunk szemben.

A lineáris programozáson kívül a matematikai-statisztikai módszerek közül a trendszámítással, valamint a korreláció számításával foglalkozom. Ezeket a matematikai módszereket lényegesen rövidebben tárgyalom, mint a lineáris programozást, mivel a gyakorlatban való felhasználhatóságuk kisebb jelentőségű, mert elsősorban ellenőrző, illetve kontroll számításaként alkalmazhatók.

A trend- és a korrelációs számítások felhasználására azért van szükség, mert ezek a számítási módszerek alkalmasak arra, hogy a gazdasági életben meglévő tendenciákat és kapcsolatokat illetve kölcsönhatásokat kimutassák. A tervezés az eddigiek során is nagymértékben támaszkodott a statisztikára, de közel sem használta ki a matematikai-statisztikai módszerek adta lehetőségeket.

A következőkben a lineáris programozás, a trendszámítás, valamint a korrelációs számítás egyes fontosabb felhasználási területeit ismertetem.

### A lineáris programozás

Vektoranalitikai felfogásban a lineáris programozás feladata, a térben meghatározni egy bizonyos halmazt, amelynek a vektorai közül ki kell választani egy  $x$  vektort, amely a maximális, illetve a minimális eredményt adja. Ezen definíció alapján a lineáris programozás a termelés, elosztás, a forgalom és a fogyasztás legkedvezőbb összetételének meghatározására alkalmas.

Az utóbbi években több területen kísérleti jellegű számítások történtek a lineáris programozás gyakorlatban való felhasználására. Hazánkban az első időszakban elsősorban a népgazdasági szintű feladatok megoldását igyekeztek elvégezni. Egyes népi demokratikus országban ezzel ellentétben iparági, illetve az üzemi szintű problémák megoldását végezték elsősorban e módszer segítségével.

A matematikai módszerek alkalmazásának első lépése a modell megkonstruálása. A modell nem más, mint a valóság valamilyen célszerűen leegyszerűsített képe. A modell megszerkesztésénél kénytelenek vagyunk bizonyos egyszerűsítő feltevésekhez folyamodni. Ugyanakkor követelmény, hogy a modell egyrészt könnyen kezelhető legyen, másrészt pedig a valóságot kielégítően reprezentálja.

Általában a matematikai módszerek gyakorlati alkalmazásával szemben azt szokták ellenérvként felhozni, hogy a termelésnek a szükségleteket kell kielégíteni és így nincs különösebb értelme az optimum számításoknak. Az önmagában igaz, hogy a termelés nem öncél, viszont egy adott szükséglet kielégítése többféleképpen történhet, amelynek a kielégítési foka függ a termékek összetételétől is.

Ezzel kapcsolatban meg kell említeni azt is, hogy nem helyes az „arányosságot” és a „gazdaságosságot” egymástól elszakítva vizsgálni. Olyan komplex mutatószámot kell kialakítani, amely feleletet ad arra is, hogyan termeljünk, illetve hol termeljünk és arra is, hogy mit termeljünk és milyen mennyiségben.

Külön kell foglalkozni a lineáris programozás alkalmazásának egyik, elméletileg legfontosabb alapfeltételével a lineáris kapcsolat kérdésével. A lineáris kapcsolat fennállása azt jelenti, hogy a feladatokban előforduló, — az egymással összefüggésben lévő — mennyiségek kapcsolata lineáris. Meg kell jegyezni, hogy a gyakorlatban ez a feltétel csak a termelés volumenének bizonyos szakaszainál van meg.

A termelés programozásánál felmerül az a kérdés is, hogy milyen célt válasszunk optimalizálási feladatnak. Attól függően változik a termelési program, hogy mit maximalizálunk, illetve minimalizálunk. Itt felmerül az a probléma, hogy sok esetben a választott optimalizálási cél nem fejez ki népgazdasági érdeket, de hangsúlyozni kell, hogy ez nem a matematikai módszer hibája, mert az attól függetlenül is fennáll.



A termelés optimalizálásának lehetőségei.

1. A hazai termelésre vonatkozó mutatószámok maximalizálása, illetve minimalizálása.

a) a termelés maximalizálása, amely természetes mértékegységben és értékben is történhet. Ennek legfőbb hibája, hogy nincs tekintettel a ráfordítások mértékére,

b) a gyártási programot a termelési költségek minimalizálása szempontjából is meg lehet határozni. Ezzel kapcsolatosan az egyik probléma, hogy nem veszi figyelembe a termelés nagyságát. A másik felmerült probléma technikai jellegű, ugyanis a költségek akkor a legkisebbek, ha nem történik termelés,

c) az előző két pontban felmerült legfőbb hiányosságokat küszöböljük ki akkor, ha a nyereséget maximalizáljuk. A nyereség maximalizálása természetesen ellentétes lehet a népgazdasági érdekekkel, inkább vállalati érdeket fejez ki,

d) a népgazdasági szintű gazdaságosság növelésére törekszünk, ha a társadalmilag szükséges munka ráfordításokat megközelítő reálönköltséget, illetve az ennek megfelelő nemzeti jövedelmet választjuk az optimalizálás alapjául.

2. Amennyiben nemzetközi méretekben kívánjuk a gazdaságosságot érvényesíteni, a gyártási programot külkereskedelmi szempontból kell optimalizálni. Feladatként tűzhetjük ki a leggazdaságosabb külkereskedelmi viszonylati megoszlást, valamint áruösszetétel meghatározását egy adott rendelkezésre álló termelési teljesítőképesség mellett. Erre lehetőséget adnak a szilikátiparban elkészített kapacitásfelmérések, valamint exportgazdaságossági számítások. Az eddigiekben elkészített exportgazdaságossági számításoknak a gyártás programozása szempontjából a következő hiányosságai vannak:

a) Az exportgazdaságossági számítások az export teljesítését követően jelentős késedelemmel utólag készülnek. Ebből kifolyólag a külkereskedelem áruszerkezetére és viszonylati megoszlására irányuló döntések rendszeresen elmaradnak a gazdasági mutatót befolyásoló paraméterek ingadozásai mögött és így nem ad kiindulási alapot a megfelelő termelési és exporttervek összeállításának.

b) Nem elégséges a konkrét termékekből számított reprezentáció mértéke az exportgazdaságossági számításoknak a programozás szempontjából. Jelenleg a tárca exportvolumenének csupán 65,8%-a van exportgazdaságossági számításal reprezentálva. Ezen belül a fontosabb exportot képviselő iparágaknál a reprezentáció mértéke:

|                        |       |
|------------------------|-------|
| üvegipar .....         | 76,1% |
| finomkerámiaipar ..... | 70,9% |
| cementipar .....       | 74,9% |
| téglaipar .....        | 59,8% |

Ha figyelembe vesszük azt a tényt, is, hogy a konkrét termékek exportgazdaságossági számítása milyen volument képvisel az összes exporthoz viszonyítva, ebben az esetben a reprezentáció mértéke 40–45%.

c) Az exportgazdaságossági számítások csupán a ráfordítások és a netto devizabevétel viszo-

nyát vizsgálják. Ugyanakkor a termelés optimalizálásánál lehetőség nyílik a ráfordítások és a devizabevétel abszolút összegének vizsgálatára is.

d) Amíg a beruházás-gazdaságossági számításokat a távlati fejlesztési döntések alapjának tekintjük, addig az exportgazdaságossági számításokat rövidebb időszakok operatív döntéseinek megalkotására használhatjuk. Ez felveti azt a gondolatot, hogy egy adott tárgyidőszakra vonatkozó optimumszámításoknál — amikor lényegében a termelés feltételei változatlanok — csupán a változó jellegű ráfordításokat, vagyuk figyelembe. Ezzel a kérdéssel a jelenlegi exportgazdaságossági számítás metodikája nem számol.

e) Az eddigi exportgazdaságossági számítások alapján történtek intézkedések a gazdaságosabb áruösszetételek kialakítására, de a feladat nagysága miatt ezen a téren adódó lehetőségek maximális kihasználása csakis lineáris programozással oldható meg. Kísérletek történtek az ún. „többszörös „G” mutató” felhasználására, de azokon a területeken, ahol nagyszámú termék termelésének konvertálására van lehetőség, ez a módszer nem alkalmazható.

f) A jelenlegi exportgazdaságossági számításoknak hibája az is, hogy egy átlagos exportárból kiindulva határozza meg a „G” mutató nagyságát. Ez a módszer elfedi a különböző országoknál elérhető exportár eltéréseket.

g) Az előző pontokban megemlített problémák miatt a „G” mutatók jelenlegi számítási módja nem jelent optimális megoldást sem a külkereskedelmi viszonylati megoszlása, sem pedig az áruösszetétel szempontjából, csupán sorrendiséget állapít meg az egyes termékek és cikkek között az exportgazdaságosság vonatkozásában.

A külkereskedelmi szempontokat előtérbe helyezve, a gyártási programot az alábbiak figyelembevételével lehet optimalizálni.

a) A bruttó devizabevétel szempontjából. Ezzel kapcsolatos fő probléma — hasonlóan a termelési értékhez — hogy nincs tekintettel a ráfordításokra.

b) Az optimalizálás történhet a devizaráfordítások és a belföldi bérjellegű ráfordítások minimalizálása szerint is. Ennek legfőbb hiányossága, hogy nem veszi figyelembe a devizabevétel nagyságát.

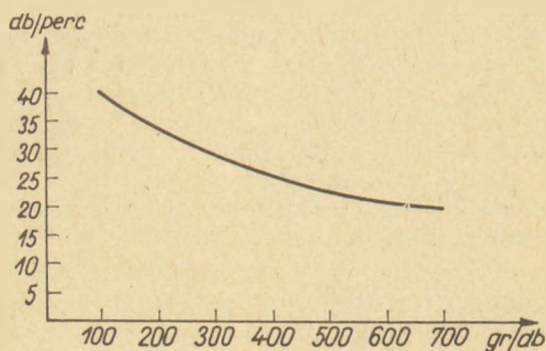
c) A népgazdaság devizamérlegének javítása érdekében helyesebbnek látszik, ha a nettó devizabevétel és a hazai bérjellegű ráfordítások deviza egyenértékének különbségét maximalizáljuk.

A matematikai programozás bevezetése feltételezi, hogy a jelenlegi kapacitás és áthocsátóképesség felméréseket is továbbfejlesszük.

Ugyanis a lineáris programozást csak abban az esetben tudjuk alkalmazni, ha rendelkezésre állnak az áthocsátóképességre vonatkozó normák. Ezek a normák nagyon sok esetben csak cikkcsoportokra lettek megállapítva. A programozás szempontjából szükséges, hogy az áthocsátóképesség normákat a kapacitás kihasználás szempontjából képzett kisebb termékcsoportokra, vagy pedig konkrét gyártmányokra állapítsuk meg.



A Sajószentpéteri Üvegyárban üzemelő Lynch konzervüvegeket gyártó automata gépekre a kapacitás és az átbocsátóképesség norma a termék nagyság függvényében lett kialakítva. A norma grafikusán ábrázolva:



1. ábra

A lineáris programozás alkalmazása feltételezi, hogy rendelkezésre álljanak gyártmányonként, illetve kisebb termékcsoportonként az anyag- és munkanormák, gyártmánykalkulációk, valamint, hogy a felhasználók igényeiket a szállítási alapfeltételekben rögzített határidőkre megadják.

A programozás matematikai módszerrel történő bevezetése érdekében meg kell oldani a pontos termelés számbavételének módszerét, az áruátadás-átvételét, valamint a selejtnyilvántartásokat üzemenként.

A tervezés és programozás alapját képező technikai koefficiensek — kapacitás és átbocsátóképesség norma, anyagnorma, munkanorma, önköltség stb. — kiszámítását sokszor olyan problémák is akadályozzák, hogy nincs megfelelő technológiai utasítás, illetve hiányzik a technológiai fegyelem és nem megoldott az üzemek műszerezettség. Elsősorban az üveg- és finomkerámiaiparban az előállított termékek száma és ezek változásai nehezítik a gyártmányösszidő szükséglet felméréseket. Így pl. a finomkerámiaiparban — ahol kedvezőbb a helyzet, mint az üvegiparban — az egyes cikkekben belül a gyártmányösszidő szükséglet felméréssel rendelkező termékek száma az összes előállított termékhez viszonyítva:

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| falburkoló csempe    | 77%                      |
| eü. köedény          | 54%                      |
| nagyfesz. függőszig. | 85% (Kőbányai Porc. gy.) |
| nagyfesz. függőszig. | 51% (Pécsi Porc. gy.)    |
| háztartási köedény   | 71%                      |

Ugyanakkor a finomkerámiaiparban kedvezőtlenebb a helyzet az utókalkuláció vonatkozásában, mert az önköltség megállapítás nem gyártmányonként, hanem cikkesoport mélységben történik.

A szilikátiparban viszonylag kedvezőbb a helyzet az anyagfelhasználási normák megállapítása tekintetében. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy ezen a területen nincs javítani való. A kedvezőbb eredmény oka, hogy a szilikátiparban érvényesülő bizonytalansági tényezők a leg-

kisebb mértékben hatnak ki a fajlagos anyagfelhasználási mutatók alakulására.

A lineáris programozás felhasználása vonatkozásában az eddigiek során a legkedvezőbb eredmények születtek, az egyes alapvető építőanyagok szállításának programozásakor. A hagyományos programozási módszer nem érhet el kielégítő eredményt, mert az építőanyagok a termelőhelyekről a felhasználó helyekre történő szállításának több száz viszonylatát manuális erővel a gazdaságosság maximális érvényesítése mellett nem lehet kellőképpen érvényesíteni.

Jelenleg egyes építőanyagok szállításának programozását — elsősorban a meglevő közepes teljesítményű elektronikus számológép kapacitása miatt — olyképpen végzik, hogy a szállítási viszonylatokat blokkokra osztják és az ott kapott eredményekből egy közös programozással nyert eredmény adja az optimális szállítási tervet.

**Matrix műveletek.** A vállalatok cikkenkénti termelési tervének elkészítésére fel lehet használni a lineáris programozásnál alkalmazott matrix műveleteket. Ennek előnye, a jelenlegi módszerrel szemben, hogy könnyen áttekinthető, kezelhető és gépesíthető. Ezt a módszert az alábbi séma szerint lehet jellemezni:

a) első lépésként meg kell állapítani a termelési lehetőségeket keresztmetszetenként. (pl. A, B és C.)

b) össze kell állítani egy olyan technológiai matrixot, amely a szűk termelési keresztmetszetenként és gyártmányonként tartalmazza a ráfordításokat. ( $q_{11} \dots q_{nm}$ )

c) a tárgyidőszak előtt be kell kérni teljeskörűen a felhasználók igényeit gyártmányonként. ( $a_1 \dots a_m$ )

d) a technológiai matrixot megszorozva a termékenként igényelt mennyiségekkel, megkapjuk a szükséges erőforrásokat. (E)

$$E = q \cdot a$$

e) a matrix műveletek alkalmazásának további teendője, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokat termelési keresztmetszetenként össze kell hasonlítani a szükséges erőforrások mértékével és meg kell teremteni az összhangot.

A tervezésnél felhasználásra alkalmas matrix módszer csak kismértékben tud számolni azaz a körülménnyel, hogy az előállításra kerülő termékek vállalatonként, gyáregységenként égető, illetve olvasztó kemencénként és gépenként más és más effektussal történik. A ráfordítások színvonalra függ a berendezések és gépek technikai színvonalától, konstrukciójától és állagától, valamint a dolgozók szellemi felkészültségétől és begyakorlottságuktól.

A gyártmányok programozásánál tehát olyan feladattal állunk szemben, hogy egy nagyszámú termék termelését úgy kell programozni vállalatonként, gyáregységenként, kemencénként és gépenként stb., hogy a termelés a lehető leggazdaságosabb legyen. Ennek a problémának a megoldására eredményesen fel tudjuk használni a lineáris programozást.



A szilikátipari gyártmányok programozásához az alábbi táblázatban jelzett adatok szükségessé, amely táblázat egyben a lineáris programozás alkalmazásának alapját is képezi.

| Erőforrások                       |                |                 | Technikai<br>együtthatók<br>termékenként |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------------------|
| Megnevezése                       | Mért.<br>egys. | mennyi-<br>sége |                                          |
| Anyagelőkészítés .....            |                |                 |                                          |
| Anyagok (részletezésben is lehet) |                |                 |                                          |
| Nyersgyártás .....                |                |                 |                                          |
| Égetés, illetve olvasztás .....   |                |                 |                                          |
| Feldolgozás .....                 |                |                 |                                          |
| Stb. ....                         |                |                 |                                          |

A program optimalizálásának célfüggvény együtthatói termékenként.

**Hulladékok minimalizálása.** Az építőanyagok közül is sok termék olyan egységekben kerül forgalomba, amelyeket közvetlenül a felhasználáskor kell a szükséges méretekre feldarabolni. Ilyen termékek síküvegek, faanyagok, betongömbvas, gerendák, vaslemezek stb.

Az anyagok feldarabolása során hulladék keletkezik, ami legtöbb esetben is csak csökkentett értékben hasznosítható. Az irodalmi adatok szerint a feldarabolás során keletkező veszteség népgazdasági szinten mintegy 5–10%-ot tesz ki.

Figyelembe véve a felhasználók megrendeléseit, a minimális vágási veszteséget az alábbi programozás alapján tudjuk elérni.

Megállapítjuk a lehető legjobb feladrolási módokat — amiket eltérő technológiáknak is nevezhetünk — és feltételezzük, hogy az egyes technológiákat  $x_1, x_2, \dots, x_m$ -szer kell alkalmazni ahhoz, hogy a vágási veszteség a lehető legkisebb legyen.

A felhasználók igényei  $a_1, a_2, \dots, a_n$

Az alkalmazásra kerülő egyes technológiák mellett elérhető kész gyártmányok száma

$q_{11}, q_{12}, \dots, q_{nm}$

A veszteség  $c_1, c_2, \dots, c_m$

Az előzőek alapján a minimális vágási veszteség elérése érdekében az alábbi egyenlőtlenségi rendszert kell megoldani:

$$q_{11}x_1 + q_{12}x_2 + \dots + q_{1m}x_m \geq a_1$$

.

$$q_{n1}x_1 + q_{n2}x_2 + \dots + q_{nm}x_m \geq a_n$$

A fenti egyenlőtlenségi rendszert úgy kell megoldani, hogy

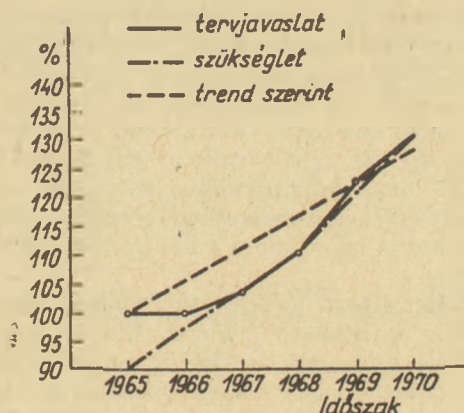
$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m \rightarrow \text{minimális legyen.}$$

A vágási veszteséget annak alapján is minimalizálni tudjuk, hogy a megoldásnál a kiinduló termékek számát vesszük fel a célfüggvényben.

### Matematikai statisztika

Mint ismeretes, a matematikai statisztika a statisztikai adatok rendszerezésével, feldolgozásával és értékelésével kapcsolatos matematikai módszerekkel foglalkozik. Minél fejlettebb matematikai eszközökkel dolgozzuk fel a statisztikai adatokat a közgazdasági elemzés során, annál mélyebbre tudunk hatolni a jelenségek vizsgálatában.

### Cement



2. ábra

Jelenleg a trendszámítás és a korrelációszámítás egyes felhasználási területeire mutatott rá a szilikátipar területén.

**Trends számítás.** Azt az eljárást, amellyel a véletlen okozta ingadozásokat matematikai módszerekkel küszöböljük ki, trendszámításnak nevezzük. A gazdasági élet elemzésekor sok esetben van szükség arra, hogy az egyes gazdasági mutatók időbeli alakulásánál kiküszöbölést nyerjen a véletlen okok hatása és csak a fejlődés alapvető tendenciáját kell kimutatni.

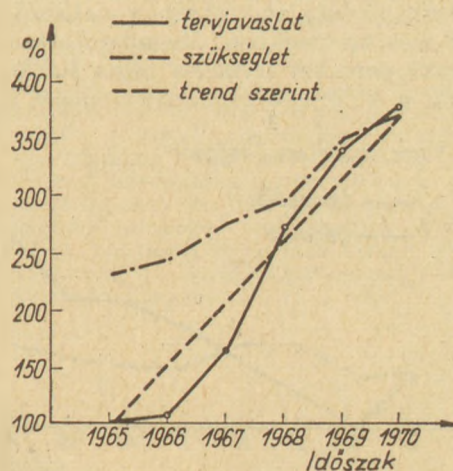
A trendszámítás egyszerűbb és gyorsabb, de nem elég pontos eljárási módja a grafikus és a mozgó átlagolás. Fejlettebb módszer az analitikus kiegyenlítés, amikor a fejlődést egy analitikus függvénnyel szemléltetjük.

Az analitikus kiegyenlítés lehet lineáris és nem lineáris. Például a lineáris kiegyenlítés egyenlete:

$$y = a_0 + a_1x$$

A lineáris kiegyenlítés módszerével ellenőrző számításokat végeztem a távlati tervben előirányzott egyes építőanyagokra vonatkozóan. Megállapítottam, hogy megfelelő elemzés esetén kontrollszámításként eredményesen fel tudjuk használni a távlati tervezésben. A trendszámításnak itt a szerepe az, hogy egy elmúlt hosszabb időszak

### Falburkoló csempé



3. ábra



fejlődését kimutatja és ennek alapján megfelelő következtetést vonhatunk le a jövőre nézve.

**Korreláció számítás.** A korreláció számítás két változós együttes eloszlásával foglalkozik. Feladata, hogy a kétméretű eloszlásoknál szereplő két változó kapcsolatát kimutassa. A kétméretű eloszlásokban az egyik változó egy kiválasztott értékéhez nincs hozzárendelve a másik változó határozott értéke. Ennek ellenére bizonyos következtetéseket le lehet vonni a két változó kapcsolata nézve.

A két változó kapcsolatát többek között a korrelációs együttható jellemzi. Értéke a  $+1$  és a  $-1$  közé esik.  $+1$  esetén egy emelkedő,  $-1$  esetén csökkenő a két változó között a kapcsolat. Ha a változók között nincs kapcsolat, illetve ha függetlenek egymástól, akkor a korrelációs együttható értéke 0. (Ha a korrelációs együttható értéke 0, nem biztos, hogy a változók függetlenek egymástól.)

A gazdasági életben sokszor van szükség arra, hogy két gazdasági mutató kapcsolatát kimutassuk. A korrelációs együttható kiszámítására szükség van pl. a termelés és az önköltség alakulásának a vizsgálatánál, a termelékenység és az átlagbér kapcsolatának a megállapításánál stb. Nélkülözhetetlen a korrelációs együttható kiszámítása a programozási feladatok megoldásakor.

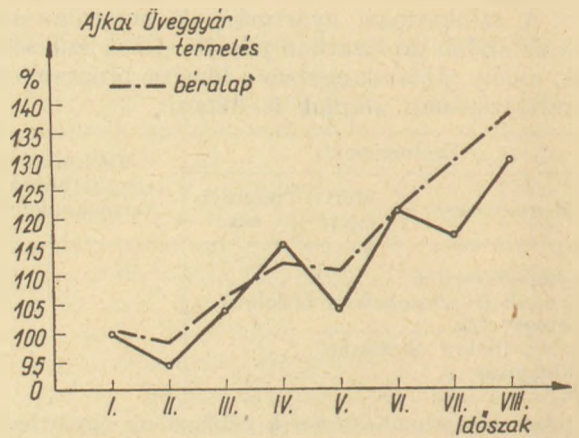
Hosszabb időszak adatainak feldolgozása alapján megállapítható, hogy a termelés és a beralap felhasználás a kézi kidolgozású vállalatoknál ugyanolyan ütemben változik, ugyanakkor a gépesített üzemeknél a termelés változását csak kismértékben követi a bérfelhasználás. Ezt a megállapítást jellemzi az Ajkai Üveggyár — amely kéziüveg-kidolgozást folytat — és a Sajószentpéteri Üveggyár — amely gépesített üzem — termelési értékéből és beralapjából számított korrelációs együtthatói.

Ajkai Üveggyár ..... 93%

Sajószentpéteri Üveggyár .. 30%

Ugyanezt a kapcsolatot grafikusan szemléltetve:

A korrelációs számítást fel tudjuk használni az egyes cikkek termelésének és a felhasználók kapcsolatainak a vizsgálatára is. Ezzel kapcsolatban számításokat végeztem a műszaki porcelán, valamint a villamosenergia-ipar kapcsolatára, illetve termelésének alakulására vonatkozóan 1949 és 1962 közötti években. Megállapítottam, hogy a műszaki porcelán termelés nincs lineáris kapcsolatban a villamosenergiaipar-termelés alakulá-



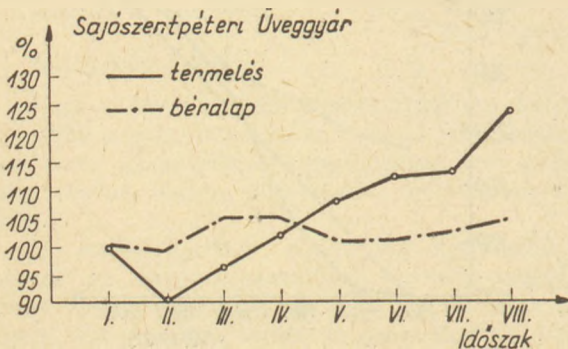
5. ábra

sával, csupán kisebb mértékben követi a villamosenergiaipar-termelését. Erre utal a kiszámított 44%-os korrelációs együttható. A villamosenergiaipar és a műszaki porcelán termelésének alakulását a 6-os ábrában reprezentálom:

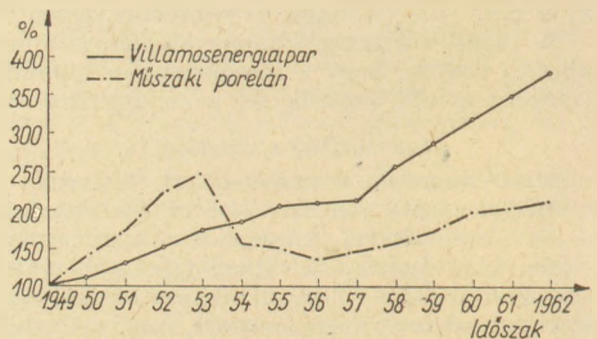
Végezetül hangsúlyozom, hogy az előzőekben leírtak nem azt jelentik, hogy a matematikai módszerek a szilikátipari tervezés és szervezésben már megoldott kérdések. Csupán a felhasználhatóság egyes lehetőségeit igyekeztem bemutatni. A matematikai módszerek gyakorlati felhasználása csak akkor valósul meg, ha megteremtjük annak alapfeltételeit.

Ma a tervezési módszerek továbbfejlesztése a szilikátiparban igen aktuális kérdés. A továbbfejlesztéssel kapcsolatos vita döntően a bevezetésre kerülő 1964. évi részletterv készítéskor éleződött ki. Egyébként eredményes részletterveket többen a tervezési rendszer visszafejlődéseként értékelték. Ennek okát abban látom, hogy a részletterv feldolgozása manuális erővel történt.

Véleményem szerint a tervezési rendszer továbbfejlesztése csak akkor lesz eredményes, ha olyan metodikát alakítunk ki, amely figyelembe veszi a fejlett elektronikus számológépek igénybevételét is. A matematikai módszerek felhasználása a tervezésben fokozott mértékben feltételezi a modern számológépek, számolóeszközök létezését. Természetesen addig, amíg nincsen megteremtve a matematikai módszerek felhasználásának elméleti és gyakorlati — itt a szervezeti, személyi és anyagi feltételekre is gondolok — feltételei, elsősorban kísérleti jellegű számításokat kell végezni összefüggésben a más területeken végzett ezirányú kutatással.



4. ábra



6. ábra



## IRODALOM

V. Sz. Nyemcsinov akadémikus: A matematika alkalmazása a közgazdasági kutatásban. (Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Bp. 1962.)

Bankay—Krekó: Matematikai zsebkönyv közgazdászok számára. (Közp. és Jogi Könyvkiadó Bp. 1957.)

Krekó Béla: Lineáris Programozás. (Közp. és Jogi Könyvkiadó Bp. 1962.)

Zagyvai Imre: Matematikai módszerek alkalmazásának lehetőségei és akadályai a szilikátiparban

A népgazdaság fejlődése előtérbe helyezte a matematikai módszerek fokozottabb felhasználását a közgazdasági munkában. A matematikai módszerek felhasználása aktuális kérdés a szilikátiparban is, mert a jelenleg alkalmazott tervezési és programozási módszerek már nem lehetnek alkalmasak a meglevő bonyolult összefüggések kimutatására. A matematikai módszerek közül egyre szélesebb területen használják fel a lineáris programozást, amely alkalmas arra, hogy segítségével nagyszámú lehetséges változat közül, kiválasztjuk a valamilyen szempontból optimális változatot. Lineáris programozás módszerével pl. elkészíthető az építőanyagok optimális szállítási programja, a legkedvezőbb termelési terv, valamint az anyagok feldarabolásakor a hulladékot a minimálisra tudjuk csökkenteni.

A szilikátiparban eredményesen fel tudjuk használni a matematikai-statisztikai módszereket is. A trendszámítást felhasználhatjuk a távlati tervezésben. A korrelációs számítás segítségével a gazdasági életben fennálló kapcsolatokat ki tudjuk mutatni: pl. a termelés és a ráfordítás, illetve a felhasználás és a termelés kölcsönhatásait.

Hangsúlyozni kell, hogy a matematikai módszerek gyakorlatban történő felhasználhatóságának alapfeltételeit az elkövetkezendő években a szilikátiparban meg kell teremteni. A legfontosabb alapfeltételek: elektromos számológépek beszerzése, szakkáderek biztosítása, valamint megbízható alapadatok megteremtése.

Задьваи Имре: ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕПЯТСТВИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Развитие народного хозяйства выдвинуло на передний план необходимость широкого использования математических методов в плановой работе. Вопрос использования математических методов является актуальным также и для силикатной промышленности, так как методы проектирования и программирования, используемые в настоящее время, не применимы для расчета существующих сложных зависимостей. Среди математических методов все более широкое применение находит метод линейного программирования, который пригоден для того, чтобы с его помощью выбрать из большого количества возможных вариаций оптимальную с какой-либо точки зрения вариацию. Например, с помощью метода линейного программирования может быть подготовлена программа оптимальной транспортировки строительных материалов, наиболее благоприятный производственный план, а также возможность снижения до минимума отходов, образующихся при измельчении материалов.

В силикатной промышленности с успехом можно использовать такие математико-статистические методы. Тренд-расчет может быть применен при перспек-

тивном планировании. С помощью корреляционного расчета можно показать связи, имеющиеся в экономической жизни: например, производство и затраты, а также взаимное влияние использования и производства.

В будущем необходимо заложить основы практического применения математических методов в практике. Основные предпосылки этого: поставка электронных вычислительных машин, обеспечение спецкадрами, а также создание надежных основных показателей.

Zagyvai, Imre: Möglichkeiten und Hindernisse der Anwendung mathematischer Methoden in der Silikatindustrie.

Der Fortschritt der Volkswirtschaft stellte die Anwendung mathematischer Methoden für die Wirtschaftstätigkeit in gesteigertem Maße in den Vordergrund. Die Frage der Anwendung ist auch vom Standpunkt der Silikatindustrie aus betrachtet zeitgemäß, sind doch die z. Z. bei der Planung und bei der Programmbereitstellung angewandten Verfahren zur Klärung der bestehenden komplizierten Fragen nicht mehr geeignet. Von den mathematischen Methoden wird die lineare Programmbereitstellung immer mehr angewandt, indem sie sich zur Auswahl in bestimmter Hinsicht optimalen Möglichkeit aus der großen Anzahl von Varianten eignet. Es kann zum Beispiel vermittels der linearen Programmbereitstellung das optimale Transportprogramm in der Baustoffindustrie aufgestellt werden, auch der günstigste Plan für die Produktion, wie auch eine Verminderung des Abfalls bei der Zerstückelung auf ein Minimum ermöglicht wird.

Es können in der Silikatindustrie auch die Methoden der mathematischen Statistik vorteilhaft verwendet werden. Die Trendkalkulation kann bei der perspektivischen Planung angebracht werden. Mit Hilfe der Korrelationsberechnung lassen sich die in der Wirtschaft bestehenden Zusammenhänge nachweisen, so die Wechselwirkung zwischen Produktion und Kostenaufwand, resp. Anwendung und Produktion.

Es sei betont, daß die Grundprinzipien der Anwendung von mathematischen Methoden in der Silikatindustrie in den kommenden Jahren festgesetzt werden müssen. Am wichtigsten zu nennen sind: die Anschaffung von elektronischen Rechenmaschinen, die Sorge des Nachwuchses von Fachleuten, wie auch das Erlangen von verlässlichen Ausgangsdaten. (S. G.)

Zagyvai, Imre: The Use of Mathematical Methods in the Silicate Industry: Possibilities and Difficulties.

Mathematical methods are widely used by economists; these methods are important in silicate industry too, because older methods are unable to solve complex problems of planning are programming. Linear programming can be often used if an optimum solution must be chosen from a wide variety of possibilities. Optimum transport program, most advantageous production plan, cutting with minimum rejects and similar questions can be easily solved by linear programming. The methods of mathematical statistics are also well suitable in the silicate industry: trend calculus can be utilized in perspective planning, correlation calculus for the determination of interconnections between e. g. production, costs, utilization, etc. The application of mathematical methods developed very pressing in the silicate industry. The most important tasks: the purchase of computers, education of experts and a constant search for reliable base data.



## AZ ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

CEMENT-WAPNO-GIPS 1964. 3. sz.

Detko, W.—Ziberon, W.: Kötőanyagok homogenitásának és minőségének statisztikus becslése. (p.: 59—68, á.: 8, t.: 5.)

Hidraulikus kötőanyagok és beton minőségének és homogenitásának értékelése statisztikai adatok alapján. Hogyan kell kiértékelni az anyagok homogenitását a variációs együttható segítségével és mi a homogenitás hatása a biztonsági együtthatókra? Az egyes statisztikus paraméterek értékelésének kérdése.

Pociej, J.: A levegő portartalmanak meghatározása különféle módszerekkel. (p.: 54—59, á.: 6, t.: 4, b.: 10.)

A különböző módszerekkel és készülékekkel végzett pormeghatározások eredményeinek összehasonlítása.

CEMENT-WAPNO-GIPS 1964. 4. sz.

Beben, A.: A BSN-25 és a PBS-118 fűrógép. (p.: 103—107, á.: 5, t.: 3.)

Összehasonlítás a két fűrógép munkamódja és teljesítménye között. A BSN-25 fűrógép előnyei és teljesítménye fokozásának további lehetőségei. Mindkét teljesítőképessége nagymértékben függ a segéd munkák időtartamától.

OGNYEUPORŰ 1964. 4. sz.

Cibin, I. P.—Trojb, Sz. G.: A szilikatégglák gyorsított égetése. (p.: 153—159, á.: 7, t.: 4, b.: 14.)

A szilikatégglák mechanikai és termikus tulajdonságainak tanulmányozása alapján megállapították, hogy a jelenleg alkalmazott 200—240 órás égetési idővel szemben elegendő 160—170 órás égetési idő, miközben az 500—650 °C-os tartományban különös gondossággal végzik az égetést. A cikkben javasolt felfűtési grafikon 35 kg súlyig alkalmazható. Nagyüzemi kemencében a módszert nem próbálták ki.

Popov, V. Sz.: Fehér öntöttvasból készült sajtolóformák alkalmazása. (p.: 160—164, á.: 5, n.: 5.)

Krómmagnezittégglák sajtolásánál az 51 Rockwell keménységű fehér öntöttvasból készült sajtolóformák tartóssága 2,5-szer nagyobb, mint a 20H jelű edzett krómaccél, melynek keménysége HRC=60—62. A cikk részletesen elemzi a különböző széntartalmú öntött fajták kopási jellegét. Legnagyobb tartósságot a 3,80% C, 0,14% Si, 0,37% Mn, 0,63% Cr, összetételű öntöttvas mutatta. Egy kokillában 42 to krómmagnezitet lehetett sajtolni 1140 kg/cm<sup>2</sup> sajtolási nyomás mellett. A nagy Si tartalom rendkívül károsan hat és 1,68% Si esetén a tartósság az optimálissal szemben huszonötödre esett.

Goldberg, I. A.—Tütünik, F. P.: Szállítótartályok falához történő agyagrafagyás megakadályozása. (p.: 165—167, á.: 3.)

Télen nagy gondot okoz az agyagrafagyása a szállítótartályok falához. A szerzők javaslata szerint a tartályok munkafelületét 3%-os, petróleumos parafinoldattal permetezik be, ami 20—22 fordulóhoz elegendő. A szükséges anyagmennyiség: 80 g oldat 1 m<sup>2</sup> felületre. Az eljárás alkalmazása igen gazdaságos.

Ceulin, L. A.: Foszfátkötésű torkrét masszák. (p.: 177—182, á.: 5, t.: 4, b.: 8.)

A tűzálló falazatok üzemközbeni meghibásodásainak javítására jelenleg különböző javító torkrét masszákat alkalmaznak. Ezek tartóssága azonban nem kielégítő. Különösen nagy szerepe van a koxoló kemencék üzemközbeni javításának. A jelenleg alkalmazott vízüveges torkrét masszák tartóssága kb. 1 hónap. A szerzők által javasolt foszforsavkötésű, samottalapú torkrét masszák tartóssága 7—9 hónap. A 40%-os foszforsav mennyisége kb. 15%.

Guzman, I. Ja.: Ca F<sub>2</sub> kerámiák zsugorítása és egyes tulajdonságai. (p.: 182—185, t.: 4, b.: 5.)

Vizsgálat tárgyává tették a technikai és a p.a. tisztaságú CaF<sub>2</sub>-ből készült kerámiák gyártástechnológiáját és a késztermékek tulajdonságait. A technikai CaF<sub>2</sub> (96,4%) már 1000 °C-on teljesen bezugorodik. Előzetes égetés nem nyújt javulást sem szilárdság, sem tömörség vonatkozásában. A tiszta CaF<sub>2</sub> minták (99,4%) jóval nehezebben zsugoríthatók (1150—1250 °C), de a szilárdság és tömörség még így is elmarad a technikai tisztaságú anyagétól. A mintákat 92—97% koncentrációjú F<sub>2</sub> gázban 750 °C-on vetették alá korróziós vizsgálatnak, 16 órán át. Az elért korróziós ellenállás 5,5—19 g/m<sup>2</sup> óra. Érdek, hogy a korróziós vizsgálat során a minták szilárdsága emelkedett.

Szlagvodoroszka, E. J.: Könnyített tűzállóanyagok gyártása felszűrész masszákából. (p.: 151—153, á.: 2.)

Antracit adagolású samottégglák gyártástechnológiájának ismertetése. A téglák tűzállósága 1740 °C, szilárdsága 35—50 kg/cm<sup>2</sup>, térfogatsúlya 1,21—1,33, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub> 39,08%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,5%.

A keverék összetétele: 30% soványító, 35% agyag, 35% antracit. Az égetési idő — 144 óra.

OGNYEUPORŰ 1964. 5. sz.

Kamencsik, A. E.: Bázikus masszák-ból készült nyerstégglák szilárdulása és égetése szárítás nélkül. (p.: 194—199, á.: 1, t.: 8.)

3,0—3,3% CaO-tartalmú magnezit sinterből készítették magnezit, magnezitkróm, krómmagnezit és PS téglákat.

A téglákhoz 1,4—2,0% szulfitlúgot adagoltak szárazanyagra átszámolva. A sajtolási nyomás 1000—1250 kg/cm<sup>2</sup>. A téglákat közvetlenül sajtolás után rakták kemencekocsira, majd az egyébként szokásos hőmérsékleten égették. A szárított és a nyerstégglák égetési selejtje nem különbözött lényegesen.

Sudrin, D. V.: Tűzállóanyagok hővezetőképessége és hőmérsékletvezetőképességi tényezők gyors meghatározása. (p.: 199—206, á.: 6, t.: 3, b.: 14.)

Tűzállóanyagok termikus paramétereinek meghatározására a szerzők igen egyszerű dinamikus módszert javasolnak. A javasolt módszer a Bi 1,0 értékig alkalmazható, azonban a közölt példákban is a Bi értéke 0,91—1,07 között mozgott. Ennek biztosítására a szerzők kénytelenek voltak 30 mm külső átmérőjű hengeres mintákat alkalmazni, nagyobb méretek esetén a módszer pontatlanná válik.

Kajnarszkij, I. Sz.—Gaodu, A. N.: Alacsony térfogatsúlyú korund hőszigetelő anyagok. (p.: 218—223, á.: 4, t.: 6, b.: 15.)

Megvizsgálták a timföldből gyártott korundtégglák előállításának lehetőségét. Legjobb eredményt 8% gipsz, 6% Ca(OH)<sub>2</sub> és 5% kausztikus MgO adagolású keverék mutatta. A téglák térfogatsúlyát 0,6—1,0 g/cm<sup>3</sup> lehet változtatni. A nyomószilárdság 7—68 kg/cm<sup>2</sup> határok között ingadozik, a hővezetőképesség 0,24—0,99 kcal/m, óra, °C között. A téglák tűzállósága 1900 °C, 1 kg/cm<sup>2</sup> alatti terhelés kezdeti derfomációjá 1590 °C.

Keler, E. K.—Andreeva, A. B.: ZrO<sub>2</sub> és ritkaföldfémoxidok szilárd oldatainak keletkezése és tulajdonságai. (p.: 224—231, á.: 8, t.: 6, b.: 9.)

Ritkaföldfémoxidok (RFO) már 1400 °C-on reagálnak a ZrO<sub>2</sub>-vel szilárdfázisban, miközben köbös szerkezetű szilárd oldatokat adnak Teljes zsugorítást 1700—1750 °C-on lehet elérni, 3 órás kihatással. Az FRO-val, különösen az Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-mal képzett szilárdoldatok nagyobb stabilitást mutatnak, mint a CaO-val, ill. MgO-val stabilizált anyagok. CeO<sub>2</sub> alkalmazása stabilizáló oxidként nem célszerű ui. CeO<sub>2</sub> könnyen redukálódik Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-má, melynek olvadáspontja csupán 1700 °C.

Vlaszov, A. Sz.—Polubojarninov D. N. Króm és Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> alapú cermet előállítása oxoterm reakció segítségével (p.: 232—234, á.: 1, t.: 1, b.: 5.)

32—33% Cr, 62—64% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és 3,7—4,2 Fe tartalmú cermet előállítását vizsgálták a szerzők. Legjobb eredményt a keverék alumotermikus kezelése során kapták, amikor is Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-mat és Al-ot reagáltatták. A kapott cermetek rendkívül finomszemcsézettűek.



Az aluminotermikus reakcióval előállított cermet tulajdonságai jobbakként, mint a fémkromból és alumíniumoxidból előállított cermeté.

**SILIKATTECHNIK** 1964. 3. sz.  
*Fiedler, G.—Unger, H.: Javított módszer (meta-) halloizit kimutatására kaolinit mellett.* (p: 86—90, á: 12, b: 1.)

A halloizit kimutatása metahalloizit formájában röntgenográfias úton gyakran nehézkes, mert kaolinit mellett még nagyobb mennyiség is észrevétlenek maradhatnak. Az újabban kidolgozott eljárás során a frissen kimosott hidrohalloizitot glikollal stabilizálják. Az eljárás érzékenységét röntgenfelvételek tanúsítják.

*Kötschau, P.: Automatizálási lehetőségek a tűzállóanyagiparban és ezek előnyei.* (p: 103—107.)

Gázgenerátorok (töltésszint, aláfűtés, hamukihordás, kohónyomás és hőmérséklet szabályozása), folyamatos szárítóberendezés kidolgozása egészségügyi kerámiatermékek számára, a malmok szabályozása, a nyersanyagmérlegelés programozása, az alagútke-mencék automatikus üzeme, a forgóke-mencés eljárás automatizálása. Az iparág automatizálásának további lehetőségei. Az automatizálás közvetlen és közvetett gazdasági előnyei.

**SILIKATTECHNIK** 1964. 4. sz.  
*Thilo, E.—Wicker, Ch.: Alkáli- és földalkáli nitrátokból készült üveg.* (p: 109—111, á: 2, t: 6, b: 19.)

Alkáli- és földalkáli nitrátokból készült üveg formázhatósága a kationok típusától és a két nitrát keverési arányától függ. Az ilyen üveg abban az esetben formázható, ha a térférfóségek aránya bizonyos meghatározott értéket meghalad. A jelenség magyarázata.

**SKLÁR A KERAMIK** 1964. 4. sz.  
*Stanek, J.: A szubmikroszkopikus üvegszerkezet vizsgálata elektron-*

*mikroszkóppal.* (p: 107—112, á: 29, t: 1, b: 9.)

Elektronmikroszkópiai metodika az üvegfelület tanulmányozására. A legújabb készülékek ismertetése  
*Broul, J.: Haladó irányzatok a húzott síküveg technológiájának fejlődésében.* (p: 116—118.)

A Fourcoults rendszerű síküveggyártás termelékenységre fokozására alkalmas további lehetőségek. A fűvókánálküli húzási technika. A módszerek összehasonlító értékelése.

**SKLÁR A KERAMIK** 1964. 5. sz.  
*Vanek, O.: Kerámia-fém kötési módszerek.* (p: 147—148, á: 1.)

Három kerámia-fém kötési módszer tárgyalása: 1. kötési fém-szalaggal, 2. kötési aktív forrasztóanyaggal, 3. elektronnalálbal. A külföldi szakirodalom áttekintése. A kötéstech-nika világszínvonal.

**STAVIVO** 1964. 4. sz.

*Lunák, J.: Betonelemgyárak két- és hárommúszakos üzemének gazdasági hatékonysága.* (p: 138—141, t: 6, b: 10.)

Összehasonlító elemzés, öt gyár termelési adatainak összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a hárommúszakos üzem hatékonyságban gazdaságilag.

*Hamák, L.: Pórusbeton törmelék-ből készült könnyűbeton.* (p: 134—136, á: 4, t: 4.)  
Az autoklávban kezelt pórusbeton hulladékának felhasználási lehetősége könnyűbeton adalék anyagként. Laboratóriumi kísérletek osztályozott és osztályozatlan hulladékkal.

**STAVIVO** 1964. 5. sz.

*Safar, J.: Kemencerendszerek portalanítása diszperziós hőcserélőkkel.* (p: 161—164, á: 7, b: 9.)

A diszperziós hőcserélővel felszerelt kemencerendszerek jellemző különbségei a többi rendszerekkel szemben. Üzemelési körülményeik. A gázok porlasztása, a por összetétele és mennyisége, az ezekre

vonatkozó csehszlovák és külföldi szabványok. A legkorszerűbbszűrők.

*Gabriel, O.: Fűrészi műveletek gazdaságossága.* (p: 176—178, á: 4, b: 15.)

Részermények a TK hidraulikus fűróberendezés prototípusával folytatott kísérletekről. Szükséges a gyakorlati alapon álló választás a forgatva működő és az ütve működő fűrés között. A kísérlet színhelyeül szolgáló kőbányában a fűrés paraméterek a kísérletek időtartama alatt fokozatosan javultak. A javulás okainak elemzése és további lehetőségek a termelékenység növelésére és a költségcsökkentésre.

**SZKLO I CERAMIKA** 1964. 4. sz.

*Winogradow, L.—Widaj, J.: Kerámiatermékek termoplasztikus formálása nyomással.* (p: 98—102.)

Bevezetés a nyomás alatti öntés technikájába. Ez a technika, amely a második világháború idején született meg, bonyolult munkadarak nagy pontosságú gyártását teszi lehetővé.

*Andrusieczko, A.: Üvegolvastó kemencék hőmérsékletének mérése és szabályozása.* (p: 87—89, á: 5.)  
Javaslat a viszkozitás megengedhető változásának felhasználására a hőmérséklet-szabályozáshoz szükséges kiinduló adatok megállapításakor. A viszkozitásváltozás jellemzőinek meghatározása a hőmérséklet és a viszkozitás függvényében és a hőelomok elhelyezése az olvasztókemencében.

**SZKLO I KERAMIKA** 1964. 5. sz.

*Lubecki, A.: Az ólomkoncentráció meghatározása optikai üvegben a béta részecskék visszaverődése alapján.* (p: 122—124, á: 2, b: 9.)  
Módszer ismertetése, amelynek alapja a béta-sugarak visszaverődése (sugárforrás 204 TI). A mérés viszonylagos hibája kb. 1% a 30—60% Pb koncentráció közti tartományban. Egy-egy elemzés időtartama alig 5 perc.

(Folytatás a 370. oldalról)

*Lőcsei, Béla: The Effect of Small Aluminium Fluoride Additions upon the Properties of Ceramic Products.*

The effect of aluminium fluoride additions upon processes taking place during firing of clays or other argillaceous materials can be followed well by differential thermal analysis and differential thermo-gravimetry. Small aluminium fluoride additions change only the activation energies of the processes, while main characteristics of the chemical kinetics remain uninfluenced. The dehydroxylation process is retarded by the incorporation and/or partial hydrolysis of aluminium

fluoride and the activation energy is decreased by small additions as well. Above a certain limit (approx. 10% of the clay mineral content), however, the processes taking place during firing are basically changed. That means that the addition of aluminium fluoride in order to accelerate processes and to increase the quality of the product is advantageous only to this limit amount, practically in percentages between 2—4%. Such additions will accelerate the processes to a considerable extent, increase strengths by 70—100% and decrease apparent porosity; too high addition, on the other hand is disadvantageous, causing an increased porosity.

#### É P Í T Ó A N Y A G

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450  
Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 1950 példányban  
64.10., 20252 Révai Nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16.  
Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és bármely postahivatalnál.  
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura” P.O.B. 149. Budapest 62  
Előfizetési díj: negyedévre 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



# MŰSZAKI KÖNYVNAPOK

1964. október 19—november 5.

## KÖNYVNAPI ÚJDONSÁGOK

### MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ KIADVÁNYAI:

#### Bányagépek kezelése és karbantartása I.

Ipari Szakkönyvtár

Bocsánczy – Gózon – Sasvári – Serfőző

#### Acélhengerlés

Ipari Szakkönyvtár

Komlósy Antal

#### Öntészeti kézikönyv

Főszerkesztő

Dr. Varga Ferenc

#### Szállítószalagok – szalaghidak

(Szállítóberendezések)

Galgóczy Gábor szerkesztő

#### Hegesztett szerkezetek

Főszerkesztő

Faber Gusztáv

#### Köszörlülés

Ipari Szakkönyvtár

Keller Bence – Radnóti György

#### Gépműhelyi zsebkönyv

Surowiak, W.

#### Idomszerkészítés

Ipari Szakkönyvtár

Szilágyi László – Nagy Imre

#### A gőzturbína gépész

Ipari Szakkönyvtár

Újhelyi Géza

#### A fotorelé alkalmazása az automatikában

Automatizálás

Litvak, V. I.

#### Szabályozási körök arányos és integrál

szabályozókkal

Automatizálás

Schwarze, G.

#### Szabályozási körök PID szabályozókkal

Peschel, N.

#### Körzetszerelők zsebkönyve

Andits Károly – Kiss Elemér – Pintér Sándor

#### Félvezetős erősítők és oszcillátorok számítása

Geraszimov, Sz. M. – Migulin, J. N. –

Jakovljev, V. N.

#### A jövő elektronikájának alapjai

Langmuir, D. B. – Hersberger, W. D.

#### Termisztorok

Schmidt, B. – Kuzma, E.

#### Tranzisztor

„Telefunken”

#### Fluidizáció

Leva, M.

#### A vegyészmérnöki tudomány alapjai

Dr. Benedek Pál – Dr. László Antal

#### Termikus fémbevonatok

Korrózióvédelem

Sorozatszerkesztő: Kiss Béla

#### Úvegipari kézikönyv

Dr. Korányi György – Dr. Knapp Oszkár

#### Tatarozási zsebkönyv

2. átd. bőv. kiadás

Dános György – Hir Alajos

#### Ferde hajlítás és ferde nagy, külpontosságú nyomás

T. I. és □ alakú vasbetonszerkezetek

méretezése. Új Technika

Konrád Kálmán

#### Központi fűtés

3. kiadás

Milley Vilmos – Völgyes István

#### Kötött-hurkolt kelmék szabása és varrása

Hegedűs Margit – Baranyi Péter

#### Új elveken működő szűvőgépek

Manuhin, A. C. – Tyitov, D. V. –

Voronina, E. A.

#### Cukoripari zsebkönyv

Wertán Pál

#### Besűrítés az élelmiszeriparban

Szenes Endréne – Nadabán Péter

#### Autótípusok 1964.

Liener György

#### A hajógyártás technológiája

Ipari Szakkönyvtár

Visi István

#### Fotoműszerész

Ipari Szakkönyvtár

Botta Dénes

#### Optika

2. kiadás Bolyai-könyvek

Brückner János

#### Ábrázoló geometria I.

Bolyai-könyvek

Edöcs Ottó

#### Fizika

2. javított kiadás

Dr. Szalay Béla

#### 1000 kérdés – felelet a technika világából

Szerkesztő

Pap János

### TÁNCSICS KÖNYVKIADÓ KIADVÁNYAI:

#### Kazánszerkezetek

Kazánok kezelése és karbantartása

Čáha, V – Mader, A.

#### Lakatosok könyve

Lupták Ernő

#### Személygépkocsik elektromos berendezései

Fehér Ferenc

#### Pamutipari alapismeretek

Szemmáry László – Hajós István

#### Len-, kender- és jutaipari ismeretek

Farkas Károly

### AKADÉMIAI KIADÓ

Villamosságtan 3. javított kiadás

Dr. Simonyi Károly