

302935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

11

18. ÉVFOLYAM • BUDAPEST, 1966. NOVEMBER

2

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,
az üvegipar-, a finom-
kerámia-, a téglá-, eserép-
és kő-kavicsipar tudomá-
nyos szakirodalmi folyóirata

*

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

*

Felelős szerkesztő:

Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Bekó Béla

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Knapp Oszkár

Dr. Kovács Róbert

Kudelka Dénesné

Lenkei György

Magyar István

Dr. Soltész Gáspár

Szabó Elek

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

*

Szerkesztőség:

Budapest, V., Szabadság
tér 17

Telefon: 124-438

*

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest, VII.,

Lenin körút 9—11

Telefon: 222-285

*

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. — Elő-
fizethető a Posta Központi Hírlap
Irodánál (Budapest, V., József
módor tér 1. Telefon: 180-850)
és minden postahivatalnál. A folyó-
irat külföldre előfizethető: „Kul-
tura” P. O. B. 149. Budapest 02.
Előfizetési díj: 1/4. évre 18,— Ft;
félévre 36 — Ft; egyes szám ára:
6,— Ft.—Csekk számlaszám egyéni
61.252; Közületi: 661.066 vagy
átutalás az MNB 8. sz. folyószá-
májára

66.11.2473 Révai Nyomda,
Budapest, V., Vadász utca 16.

Index: 25,250

TARTALOM

<i>Bereczky Endre</i> : Kutatások a trikalciumszilikát keletkezésének gyorsítására	401
<i>Grofcsik János—Náray-Szabó István—Péter Tiborné</i> : Kerámiai nyersanyagok nyersmasszák és égetett tárgyak fázisösszetételének kvantitatív vizsgálata	405
<i>Kovács Róbert</i> : Nyersliszt-homogenizáló silók vizsgálata	414
<i>Wilwerger Ferenc</i> : A húzott síküveg kristályosodásának problémái és azok megoldása	416
<i>Kolostori János</i> : Cementgyári automatizálási lehetőségek	424
<i>Katona Imre</i> : A herendi gyár máz- és masszakísérletei az 1840-es évek elején	432
<i>Déry Attila</i> : Beszámoló a „VII. Nemzetközi Üvegipari Kongresszus”-ról	436
<i>Kápolnai Iván—Sólyom Gyula</i> : Hírek a világ szilikátiparáról	438
Egyesületi élet	440

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Берецки Е.</i> : Исследования возможностей ускорения образования трёхкальциевого силиката и его стабилизации	401
<i>Грофчик Я.—Нарай Сабо И.—Петер Т.</i> : Качественное исследование фазового состава керамических сырьевых материалов, сырьевых масс и обожженных изделий	405
<i>Ковач Р.</i> : Изучение работы силосов для гомогенизации сырьевой муки	414
<i>Вильвергер, Ф.</i> : Проблемы кристаллизации тянутого листового стекла	416
<i>Колоштори, Я.</i> : Возможности автоматизации в производстве цемента	424
<i>Дери, А.</i> : Отчет о VII. Международном съезде по стекольной промышленности	436

INHALT

<i>Bereczky, Endre</i> : Forschungen zwecks Beschleunigen der Entstehung und des Stabilisierens vom Tricalciumsilikat	401
<i>Grofcsik, János—Náray Szabó, István—Frau Péter Éva</i> : Quantitative Untersuchung der Phasenzusammensetzung von keramischen Rohstoffen, Rohmassen und gebrannten Gegenständen	405
<i>Kovács, Róbert</i> : Untersuchung von Silos zum Homogenisieren des Rohmehls	414
<i>Wilwerger, Ferenc</i> : Kristallisierungsprobleme des gezogenen Planglases	416
<i>Kolostori, János</i> : Möglichkeiten der Automatisierung in der Zementindustrie	424
<i>Déry, Attila</i> : Bericht vom VII. Internationalen Kongreß der Glasindustrie	436

CONTENTS

<i>Bereczky, Endre</i> : Investigations in Order to Stabilize and to Increase Formation Velocity of Tricalcium Silicate	401
<i>Grofcsik, János—Náray-Szabó, István—Mrs. Péter, Éva</i> : The Quantitative Investigation of Ceramic Raw Materials, Green and Fired Bodies	405
<i>Kovács, Róbert</i> : Investigation on Raw Meal Homogenizing Silos	414
<i>Wilwerger, Ferenc</i> : Crystallization Problems of Drawn Plate Glass ..	416
<i>Kolostori, János</i> : The Possibilities of Automation in Cement Works ..	424
<i>Déry, Attila</i> : Report on the VII. International Congress on Glass Industry in Brussels	436

ÉPÍTŐANYAG

18. ÉVFOLYAM 11. SZÁM

Kutatások a trikalciuszilikát keletkezésének gyorsítására és stabilizálására

BERECZKY ENDRE

(III. rész. $\text{CaO}-2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2-\text{CaF}_2$ rendszer)

Előző két közleményben [1] a fluorid mineralizáló hatását ismertük meg a trikalciuszilikát képződésére. A kísérleteknél a $\text{CaO}-2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2-\text{CaF}_2$ rendszer nagyobb területe került vizsgálatra, mint amennyire az eredeti célkitűzés szempontjából szükséges lett volna. E kutatómunka eredményei olyan következtetések levonását teszik lehetővé, melyek közlésre érdemesek.

A $\text{CaO}-2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2-\text{CaF}_2$ rendszer egyensúly-viszonyainak tanulmányozásával foglalkozott több kutató is. Két jelentős iparágnak, a kohászatnak és cementiparnak érdeke e kérdés tisztázása. A cementipar problémája az Éptőanyag útján már ismert. A vaskohászat annyiban érdekelt a fluoridtartalmú rendszerek egyensúlyának kutatásában, amennyiben a salakolvadék kéntelenítő hatása az oldott CaO mennyiségétől függ.

Az 1940-es évek előtti klinkerkémiai kutatások 1–20% CaF_2 tartalmú elegyek vizsgálatára vonatkoztak [2]. Ezek az elegyek azonban alumínátokat, vas- és egyéb fémtartalmú alkotórészeket is tartalmaztak. A tiszta rendszer teljes átvizsgálásával Eitel foglalkozott először [3] és az általa felállított egyensúlyi diagram szerepel ma is a szakkönyvekben. A cementipari kutatók részéről megfigyelt szétesési és duzzadási jelenségek fluoridtartalmú nyersanyagokkal végzett kísérleteknél és az üzemi gyakorlatnál szinte magyarázatot találnak az Eitel-diagramban megjelenő igen szűk és az eutektikus pontot el sem érő, a trikalciuszilikát megjelenését és stabilitási területét jelző ék alakú ábrázolásban.

Eitelnek 1938 óta megjelent közleményei után a szakirodalom hivatkozik még Baak [4], Budnyikov, Treszvjetszky [5] és Mukerji [6] munkáira.

Eitel kutatási eredményei ismertetése előtt néhány, a kutatási módszerre és technikára vonatkozó megjegyzést kell előrebocsátani. A harmincas években az eredmények értékelésénél vagy csak számításokra támaszkodtak a kutatók, vagy pedig a termikus kezeléssel keletkezett kalciumszilikátok meghatározására a Jander—Hoffmann-féle [7] frakcionált oldási módszert vették igénybe. Ez a vizsgálati módszer azonban igen érzékeny, nehezen végrehajtható és a differencia-számítások nagy szerepe miatt annyira pontatlan, hogy ennek hasz-

nálatáról le kellett mondani. (Úgy látszik, hogy újabban a kutatók megint visszatérnek erre a meghatározási módszerre.) A mikroszkópi vizsgálatoknak mindig nagy szerepe van az ilyen kutatásoknál, esetünkben azonban a termékek széteső hajlama miatt alig használható, vagy csak kivételes esetben adnak az egyensúlyi helyzetről egyértelmű képet. Kutatásainknál röntgendiffrakciós felvételekkel követtük a keletkezett termékek minőségi és mennyiségi megjelenését. Emiatt azután kénytelenek voltunk a fáradságos statikus módszert alkalmazni.

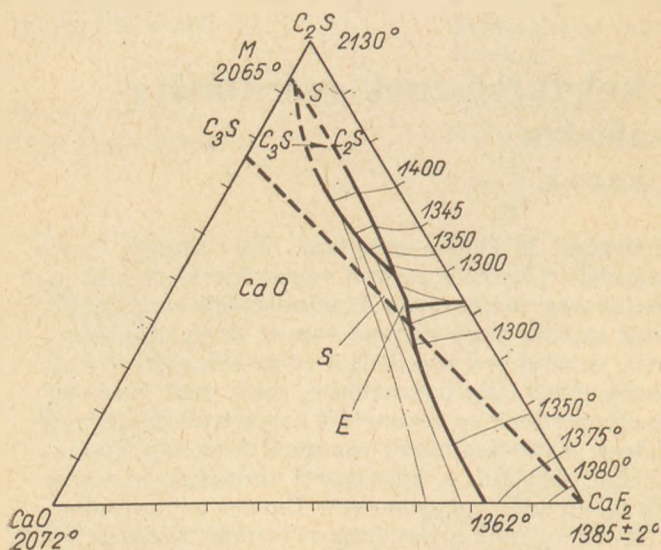
A statikus módszert a legtöbb kutató nem találta könnyen kezelhetőnek már csak azért sem, mert az olvadákfázist nem lehet üveges fázis formájában stabilizálni, a rendszerben szereplő vegyületek rendkívüli kristályosodási képessége miatt. Figyelmünket ezúttal csak a trikalciuszilikát megjelenésére fordítottuk. Eitel és a többi említett kutató kinetikus módszerrel dolgozott, és vagy a hőfok-effektusokat, vagy más fizikai jellemzőket, például az elektromos ellenállás változását figyelték meg és ezekből vontak le következtetéseket.

A kísérletek során fluorvesztéssel kell számolni. Kísérleteinknél 1400°C-on túl nem emeltük a hőfokot, ezen a hőfokon a CaF_2 gőznyomása még jelentéktelen, azonban a végbemenő reakciók fluortartalmú gázvesztéseket okozhatnak. Vízgőz jelenlétében hidrogénfluorid gáz keletkezhetik és távozhat, a megtámadott kvarc szilíciumtetrafluorid gáz képződéséhez és ennek következtében fluor és szilícium veszteséghez vezethet. Ezen veszteségek függenek természetesen attól is, hogy a reakciós tér mennyiben zárt és mennyiben nyitott. Welch és Gutt szerint [8] ezek a veszteségek nyitott tégelyben lefolytatott égetésnél átlagban 12%-ot tehetnek ki. Ezek a szerzők, sajnos, sem az égetési hőfokról, sem az égetés időtartamáról nem közölnek adatokat.

Az elegyek összetétele miatt csak platinatégelyekben lehet dolgozni. Azonban a fluortartalmú elegyek égetésénél jelentős platinavesztés lép fel, ami nemcsak érzékeny anyagvesztéssel jelent, hanem megakadályozza az izzítási veszteség értékelését, ami a fluor- és szilíciumvesztés ellenőrzésére szóba jöhetett volna. Ezeket a meghatározásokat ugyan elvégeztük, anélkül azonban, hogy az elért eredményeket felhasználhattuk volna.

Kísérleti technikai nehézséget okoz a dikalciumszilikát szétesése. Az úgynevezett gamma-átalakulás olyan rohamosan játszódik le, hogy a termék a nyitott tégelyből kiszalad, a zárt tégely tetejét ledobhatja, vagy amint Eitel írja, a zárt tégely felhasad.

Eitel kutatásainak eredményét a következő egyensúlyi diagramban foglalja össze:



1. ábra. A $\text{CaO}-2\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{CaF}_2$ -rendszer Eitel szerint

E diagram szerint a trikalciumszilikát csak igen keskeny ékszerű területen van olvadékkal egyensúlyban, a kristályosodási folyamatok G ponton eléri az 1250 fokot, melyen alul trikalci-

szilikát már nem lehet olvadékkal egyensúlyban, a keletkezett kristályok szétesnek, feloldódnak. Ennek ellenére Eitel talált az eutektikus pontban is trikalciumszilikát-kristályokat, ezt úgy magyarázva, hogy az előzőleg kialakult, jól fejlett kristályokra belít kristályréteg telepedett rá, és ez a réteg mechanikailag védte meg a széteséstől. Mukerji más magyarázatot ad, szerinte a folypát jelenlétében a Leduc-féle szétesés hőfoka sokkal alacsonyabb, mint 1175, illetve 1250°C, talán 880 fokig is lemegy. Az Eitel-diagram szerint a kalciumfluorid mineralizációs hatása az alacsony olvadáspontú ($1230 \pm 3^\circ\text{C}$) eutektikum képzéséből áll, szabad CaO , $\beta\text{-C}_2\text{S}$ és CaF_2 kristályosodásával.

A Veszprémi Vegyipari Egyetemen az 1957-ben megkezdett, majd 1960-ban folytatott kutatások olyan eredményeket értek el, melyek e rendszer folypátdús elegyeiben végbemenő kristályosodási folyamatokra új ismeretanyagot nyújtanak, melyek bizonyos mértékben az Eitel-diagram módosítását teszik szükségessé.

Kísérleteink többek között igazolták, hogy az említett trikalciumszilikát-szétesést a folypát gyorsítja; kísérleteink azt is igazolták, hogyha tiszta trikalciumszilikát helyett az alitnak megfelelő, alumínium és magnéziumion tartalmú C_2S termékeket vizsgálunk, a szétesés elmarad. E szétesés hőfokára vonatkozóan a legkülönbözőbb adatok szerepelnek a szakirodalomban, 1300°C-tól 900°C-ig, 1175 fokon maximális szétesési sebességgel. Újabbban több kutató kétségbe vonja e szétesés elkerülhetetlen bekövetkezését. Kísérleteinket statikusan folytattuk le, egy-egy elegyet 24–72 óráig hevítve.

Azok a kísérletek, melyek e témakörbe beilleszthetők, a következő elegyekkel folytak le:

Sor-szám	Összetétel súlyszázalékban						Mólokban		Mólarány CaO/SiO_2
	C_2S	CaO	CaF_2	CaO	SiO_2	CaF_2	CaO	SiO_2	
1.	85	5	10	64,4	29,6	10	1,08	0,494	2,18
2.	80	10	10	62,1	27,9	10	1,11	0,465	2,39
3.	70	20	10	65,6	24,4	10	1,17	0,406	2,87
4.	60	30	10	69,2	20,8	10	1,24	0,347	3,57
5.	75	5	20	53,9	26,1	20	0,96	0,435	2,20
6.	70	10	20	55,6	24,4	20	0,99	0,406	2,40
7.	60	20	20	59,1	20,9	20	1,06	0,348	3,04
8.	65	5	30	48,4	21,6	30	0,86	0,360	2,38
9.	60	10	30	49,0	21,0	30	0,88	0,360	2,52

Az ötödik sorozat vizsgálata nem sikerült, a gamma-szétesés 1200°C-on szétszórta az égetési terméket. (Ez az összetétel igen közel áll a dikalciumszilikát összetételéhez.) Az égetési időtartam 1200°C-ig 3 nap volt, e hőfok felett 1 nap.. (Ezt az időtartamot elegendőnek kellett tartanunk, hiszen Carlson szerint 24 óra alatt a trikalciumszilikát 60%-os szétesését figyelték meg.)

A megfigyeléseket a következő táblázat foglalja össze. Ebben megtalálható az a hőmérséklet, amelyen az első trikalciumszilikát-vonalak jelentkeznek, az úgynevezett izzítási veszteségek zárt és nyitott tégelyben (értékeléséről már említett tetünk), továbbá az 1400°C-on égetett termék optikai

megfigyelésének eredményei, ugyancsak külön a zárt és nyitott tégelyekben.

Az 1400°C-on előállított termékek röntgen-diffrakciós vizsgálata a következő adatokhoz vezetett, megjegyezve azt, hogy a relatív intenzitás skálabocsztásban szerepel.

A harmadik, negyedik és hetedik keverékben, melyekben az Eitel-diagram szerint trikalciumszilikát nem kristályosodhat ki, legalább olyan mennyiségben és kifejelettségben jelent meg a trikalciumszilikát, mint a 2., 6., és 9. keverékekben, melyek az Eitel-diagram szerint is trikalciumszilikát kikristályosodására képesek. Ennek alapján a következő második ábra szerint lehet javasolni az Eitel-diagram módosítását.

Sor-szám	Első C_3S -vonalak megjelenése $^{\circ}C$	Izz. vesz. tégely		Megfigyelések az $1400^{\circ}C$ -os termékeken
		zárt, %	nyitott, %	
1.	1200	0,8	1,2	Mindkét tégelyben a termék szétesett
2.	1200	0,1	0,9	Mindkét tégelyben a termék szétesett
3.	1100	0,6	1,6	Zárt tégelyben a termék felfúvódott, sárgásszínű Nyitott tégelyben a termék kemény, szürkésfehér, nagy, fénylő kristályokkal
4.	1100	0,0	0,0	Zárt tégelyben felfúvódott, vöröses okkerszínű Nyitott tégelyben kemény, sötétszürke termék, nagy, fénylő kristályokkal
6.	1000	2,3	3,5	Zárt tégelyben sárgaszínű, belső részek megolvadtak Nyitott tégelyben szürkészínű termék
7.	1100—1200 között	4,2	2,3	Zárt tégelyben sárga okkerszínű, felfújt Nyitott tégelyben szürke, kemény, de belül üreges termék
8.	1200—1300 között	3,8	7,2	Mindkét tégelyben szétesett anyag, teleszórva fénylő kristályokkal
9.	1200—1300 között	3,7	4,2	Mindkét tégelyben sárgaszínű olvadék, lemezes, fénylő kristályokkal

Az $1400^{\circ}C$ -on izzított termékek kristályvegyületei

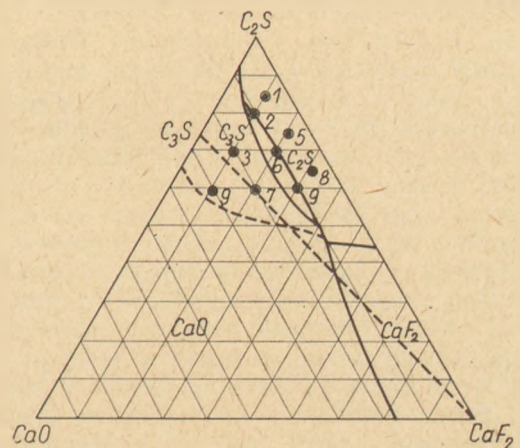
Sor-szám	C_3S röntgen diff. vonalainak relatív intenzitása			C_2S 3,01 Å	CaO 2,40 Å	CaF_2 3,15 Å	Primér kristályosodás (Eitel)	Olvasás-pont $^{\circ}C$
	3,04 Å	2,97 Å	1,76 Å					
1.	5	4	3	34	0,5	0	C_2S	> 1600
2.	8	4	4	13	1	0	C_2S-C_3S	1620
3.	7,5	5	7	1	3	0	CaO	> 1700
4.	8	2,5	5	0	13	0	CaO	> 1700
6.	7	4	3	15	1	8	C_2S, C_3S	1500
7.	10	3	5	0	10	6	CaO	1400
8.	6	2	3	17,5	2	11	C_2S	1200
9.	8,5	3	5	7	2	13	C_2S-C_3S	1250

A 3., 4. és 7. számú keverékből előállított termék már $1100^{\circ}C$ körül trikalciumszilikát-kristályok kialakulását teszi lehetővé, melyek $1400^{\circ}C$ -on 24 órán át hevítve tovább növekednek, szabad szemmel is jól megfigyelhető kristálylemezek alakjában. A reakciós tömeg különben zárt tégelyben való hevítéskor sárga, okker és vöröses színű terméket képez, gyakran jól megfigyelhető felfúvódás kíséretében. A színeződés éppúgy, mint a felfúvódás, egyezik a folypátcementek égetésekor megfigyelt jelenséggel. Az is nyilvánvaló, hogy a színeződés a fluortartalommal van összefüggésben; hogy a felfúvódás maga milyen gázok távozásával jár együtt, e kísérletekből egyértelműen nem állapítható meg, és csupán spekulatív módon lehetne magyarázatot keresni.

Az is megállapítható, hogy e folypát- és mészdús elegyekben a szétesési hőfokon is keletkeznek trikalciumszilikát-kristályok; hogy a Mukerji-féle magyarázat kielégítő-e, további kutatások tárgyát kellene, hogy képezze.

A 2. ábrában tett javaslatot alátámasztja Baak 1956-ból és Mukerjinek 1963-ból származó munkája.

Az elvégzett kutatómunka nem kíván választ adni arra a kérdésre, hogy $1400^{\circ}C$ -nál nagyobb olvadáspontú összetételeknél az olvadékkal egyensúlyban vannak-e az előzőleg keletkezett trikalciumszilikát-kristályok, avagy sem. Csupán azt állapítottuk meg, hogy a rendszer oly területein is, melyeken az Eitel-diagram szerint trikalcium-



2. ábra. Javaslat a $CaO-2CaO \cdot SiO_2-CaF_2$ -rendszer ábrázolására

szilikát nem keletkezhetik, $1400^{\circ}C$ -os hőkezeléssel jól fejlett, szabad szemmel is látható trikalciumszilikát-kristályok jönnek létre, röntgendiffrakciós felvételekkel való azonosítás alapján.

IRODALOM

- [1] Silikátechnik, 11 (1960), 474. old. Építőanyag, 16 (1964), 357., 441. old.
- [2] Az ipari nyersanyagokra vonatkozó hivatkozások az Építőanyag hivatkozott számában részletesen felsorolva. Tiszta keverékekre Nagai Sh., Zement und Betonforschung, Zementverlag, Berlin, 1938. 66. old. és folytatás.
Jänecke, E.: Zement 21 (1932), 337. old.

- [3] *Eitel, W.*: Zeitschrift für angewandte Mineralogie, 1 (1938), 269. old. Zement, 27 (1938), 445., 469. old.
 [4] *Baak, T.*: Acte Chem. Scand. 8 (1954), 1717. old.
 [5] *Budnyikov, P. P., Treszvjátzkij, Sz. G.*: Dokl. Ak. Nauk, SZSZSZR, 1953, 3. sz. 479. old.
 [6] *Mukerji, J.*: Mem. Scient. Revue Met. LX. (1963), 785. old.
 [7] *Jander, W., Hoffmann, E.*: Zeitschrift angew. Chemie, 46 (1933), 76. old.
 [8] *Welch, J. H. és Gutt, W.*: Chemistry of Cement, 1960. I. kötet, 59. old.

Berezky Endre: Kutatások a trikalciumszilikát keletkezésének gyorsítására és stabilizálására.

A $\text{CaO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\text{CaF}_2$ -rendszerben több olyan összetételű elegyet tettek ki 1400°C hőhatásnak, mely összetételekben az Eitel-féle diagram szerint a trikalciumszilikát nem lehet stabil képződmény. A hőkezelés 24 órán át tartott. Megállapították, hogy ezen keverékekben a trikalciumszilikát ugyanolyan sebességgel keletkezik, mint azok a trikalciumszilikát-kristályok, melyek az Eitel-diagram szerint a stabilitási területen keletkeznek. Ezek alapján javaslatot tettek az Eitel-féle diagram kijavítására.

A kristályos termékek identifikálása röntgendiffrakciós felvételek segítségével történt, a kristályosodás intenzitásának jellemzésére relatív értékeket, egyszerű skálabeosztást alkalmaztak.

Берецки Е.: ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УСКОРЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЁХКАЛЬЦИЕВОГО СИЛИКАТА И ЕГО СТАБИЛИЗАЦИИ.

Исследовалось большое количество смесей системы $\text{CaO}-2\text{CaO}, \text{SiO}_2-\text{CaF}_2$ такого состава, из которого, согласно данным Эйтеля, невозможно получить стабильный C_3S . Обжиг проводился при 1400° , в течение 24 часов. Было установлено, что из этих смесей C_3S образуется с точно такой же скоростью, как и в стабильной области диаграммы Эйтеля. На основании

этого автор предлагает внести поправку в диаграмму Эйтеля.

Идентификация кристаллических продуктов проводилась с помощью рентгенодифракционных снимков, для характеристики интенсивности кристаллизации применялась обыкновенная шкала.

Berezky, Endre: Forschungen zwecks Beschleunigung der Entstehung und des Stabilisierens vom Tricalciumsilikat

Man hat im System $\text{CaO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\text{CaF}_2$ der Einwirkung einer Temperatur von 1400 Celsius-Graden mehrere Gemengen ausgesetzt, in deren Zusammensetzung das Tricalciumsilikat, laut des Eitel'schen Diagramms, kein stabiles Gebilde zu sein vermag. Die Wärmebehandlung währte 24 Stunden lang. Man hat festgestellt, daß in genannten Gemengen das Tricalciumsilikat mit gleicher Geschwindigkeit entsteht, wie jene Tricalciumsilikatkristalle, welche laut des Eitel'schen Diagramms im Bereich der Stabilität sich bilden. Auf Grund dieser Beobachtung erfolgte ein Vorschlag betreffs der Korrektur vom Eitel'schen Diagramm.

Die Identifizierung der kristallinen Produkte wurde mittelst Röntgendiffraktionsaufnahmen durchgeführt, zum Charakterisieren der Intensität der Kristallisation verwendete man relative Werte: eine einfache Skaleneinteilung. (S. G.)

Berezky, Endre: Investigations in Order to Stabilize and to Increase Formation Velocity of Tricalcium Silicate

Some samples of composition lying in the system $\text{CaO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaF}_2$ were fired at 1400°C for 24 hours. All investigated samples showed tricalcium silicate formation, even those which fall into the part of the system where — according to Eitel — tricalcium silicate is unstable. Formation velocities of tricalcium silicate were similar throughout the entire system. These results enabled to correct Eitel's diagram. Crystalline products were identified by X-ray diffraction; the degree of crystallization was characterized by relative values on an arbitrary scale.

Kerámiai nyersanyagok, nyersmasszák és égetett tárgyak fázisösszetételének kvantitatív vizsgálata

GROFCSIK JÁNOS
(Szilikátipari Központi Kutató Intézet)

NÁRAY-SZABÓ ISTVÁN
(MTA. Központi Kémiai Kutató Intézete)

PÉTER TIBORNÉ
(MTA. Központi Kémiai Kutató Intézete)

A kerámiai anyagok és termékek zöme egynél több fázisból áll. A termék tulajdonságainak kialakításában nagyon fontosak az őket alkotó fázisok tulajdonságai és a fázisok aránya.

Meghatározott tulajdonságokat valamely határozott fázis (pl. mullit, kvarc, korund stb.) képvisel; a kerámia arra törekszik, hogy termékeiben az előnyös fázist túlsúlyban alakítsa ki. Elkerülhetetlen azonban, hogy kis mennyiségben nem kívánt kristályos fázisok is képződjenek — már csak a nyersanyag összetétele folytán is — gyakran pedig éppen szükség van kellő mennyiségű üveges (amorf) fázis keletkezésére, hogy a főtulajdonságokat hordozó fázis kristálykait összetartsa.

A nyersanyagoktól megkívánjuk, hogy olyan fázisokból álljanak, amelyek tulajdonságai lehetővé teszik a megfelelő technológiai megmunkálást, pl. nyers állapotban megfelelően plasztikusak, a hőkezelés folyamán pedig a végterméket alkotó, kívánt főfázissá alakulnak át.

A technológiának tehát törekednie kell arra, hogy a kerámiai termékekben az alkalmas tulajdonságú fázisokat a legmegfelelőbbben és leggazdaságosabban alakítsa ki. Ez a törekvés pedig nélkülözhetetlenné teszi az egész gyártás folyamán az egyes fázisok pontos, lehetőleg kvantitatív ismeretét a nyersanyagoktól a végtermékekig.

Csak az oxidos kémiai összetétel alapján ezért a technológiát okszerűen irányítani nem lehet. Egyedül a kémiai összetételből nem következtethetünk sem a nyersanyag, sem a massa, sem a kész termék tulajdonságaira. Tudjuk, hogy teljesen azonos százalékos összetételű nyersanyag vagy massa földolgozásnál, égetésnél egészen másképp viselkedik, ha ásványi fázisainak összetétele nem azonos. Ezt *Seger* és kortársai már a múlt század közepén fölismerték, és bevezették a nyersanyagok, masszák, sőt kész termékek vizsgálatára az ún. racionális elemzést, amelynél kémiai módszerekkel próbálták az egyes fázisokat (földpát, kvarc, agyagszubsztancia) egymástól elkülönítve meghatározni. Módszerük hibáira később rájöttek, azért újabban a gyakorlatban egyre inkább fizikai módszerekkel (polarizációs mikroszkópia, röntgendiffrakció, DTA—TG—DTG, infravörös spektroszkópia) mutatják ki az egyes fázisokat, és próbálják mennyiségüket közelítőleg meghatározni. Ezekkel az eljárásokkal azonban csak becsülni lehet az egyes fázisok mennyiségét; a fázisanalízis tökéletesítése állandó törekvés tárgya.

Újabban az MTA Központi Kémiai Kutató Intézetében kidolgozott, egyszerű és elvileg általánosan alkalmazható röntgendiffrakciós módszer lehetővé teszi a fázisoknak 1% absz. átlagos hibával történő kvantitatív meghatározását, mégpe-

dig gyorsan és egyszerű módon. Ennek alkalmazását fogjuk az alábbiakban a kerámia területén bemutatni.

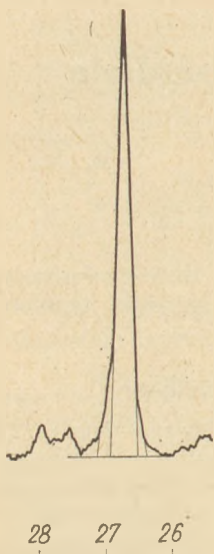
Röntgendiffrakciós módszer

A már hosszabb idő óta használatos és hazánkban is számos helyen alkalmazott röntgendiffraktométer szigorúan állandó intenzitású beeső röntgensugárnyalábunk standard módon készített pormintáról visszaverődött intenzitását koordináta-papíron regisztrálja. A nagy átmérőjű gonio-méterkörön a forgatott mintához képest kétszeres szögsebességgel mozgó Geiger—Müller cső (esetleg proporcionális vagy szcintillációs számláló) megfelelő elektronikus kapcsolásban a reflexiómaximumok helyének $0,01^\circ$ pontossággal való meghatározását, valamint a maximumgörbe alatti területből az intenzitásnak kb. 1% pontossággal való mérését teszi lehetővé aránylag rövid idő alatt. Ezt a teljesítményt fotográfikus úton nem lehet elérni.

a) *Kvantitatív vizsgálat.* Ez ugyanazon diffraktogramból történik, amelyet kvantitatív célra is használunk. Evégből a finoman porított mintát* a szabványos mintatartóba helyezük, ezt a készülékbe illesztjük és $2\theta = 3^\circ$ elhajlási szögtől kezdve megfelelő műszeradatok beállításával diffraktogramot készítünk. Az alkalmazott letapogatási sebesség $0,5\text{--}1^\circ$ percenként; a többi adatokat úgy állítjuk be, hogy az 1° divergenciájú beeső nyaláb maximális reflexiójának magassága ne haladja meg a 100-as intenzitást (azaz a csúcs is a koordináta-papírra essék). Ezek után egymástól leolvassuk a csúcsok szögeit, $\pm 0,01^\circ$ pontossággal. Korrekció végett keverhetünk a készítményhez ismert, jól kristályosodott anyagot, melynek reflexiószögei pontosan meghatározottak. Kerámiai anyagoknál azonban majdnem mindig jelen van kvarc is, amely jól kristályosodott és reflexiószögeinek sorozata nagyon pontosan ismert, jól reprodukálható. Úgy kell tehát a korrekciót venni, hogy a legerősebb kvarcreflexió 2θ szöge $26,66^\circ$, a második legerősebbé pedig $20,86^\circ$ legyen.

A reflexiók szögeiből megfelelő táblázat (*Dettmar—Kircher* 1956) segítségével megkapjuk a hozzájuk tartozó hálózati siktávolságok (d) értékeit Ångström egységekben. Végül meghatározzuk a reflexiók intenzitásait, célszerűen a csúcsok területének mérésével, amit a koordináta-papír kockáinak megszámlálásával végezhetünk, vagy planiméterrel, vagy a reflexiógörbének háromszögek,

* A minta egyes szemcséi ne legyenek $5\ \mu$ -nál nagyobbak, hogy a kvantitatív meghatározás valószínű hibáját csökkentjük.



1. ábra. Egy csúcs területének kimérése háromszögekre való bontással. Az öt háromszög területének összege a planimetrált területtel 1%-on belül egyezik (kvarc fő csúcsa, $2\theta = 26,66^\circ$)

ill. trapézokra való bontásával (1. ábra). Természetesen csak az inkohérens szórt sugárzás előidézte alapvonal fölötti területet határozzuk meg; az alapvonal kijelölése némi önkényvel történhetik csak, ez azonban minden hasonló, pl. spektroszkópiai mérésnél így van. Gyors munkánál meg lehet elégedni a csúcs magasságával is, ami persze nem szabatos eljárás, mert a csúcsmagasság függ a reflektáló kristálypor szemcsenagyságától is, a csúcs területe viszont független ettől. Agyagoknál pl. majdnem biztosan hibás az eredmény, ha terület helyett csúcsmagasságot veszünk alapul.

A kerámiai anyagokban előforduló kristályos fázisok fő reflexióit az 1. és 2. táblázatban összegyűjtve adjuk. Ezekon kívül természetesen további gyöngye reflexiók is léphetnek föl, amelyeket az ASTM* index alapján igyekszünk azonosítani. Meg kell azonban jegyezni, hogy a fenti kártyasorozat

* American Society for Testing and Materials.

Agyagokban és talajban előforduló ásványok fő reflexiói (CuK α)

1. táblázat

$2^\circ\theta$	d Å	Int.	Ásvány	$2^\circ\theta$	d Å	Int.	Ásvány
3,40	26,0	100	All	29,41	3,035	100	Kc
5,88	15,02	100	Ca—M	29,90	2,984	100	Alu
6,27	14,09	90	Kl	30,18	2,961	13	A
7,18	12,30	100	Na—M	30,48	2,931		
8,45	10,46	100	IF	31,03	2,880	100	D
8,83	10,00	100	I	31,83	2,810	70	Kl
9,08	9,733	12	A	33,03	2,710	100	P
12,40	7,134	100	K	33,28	2,690	80; 100; 51	G; He; Mu
12,55	7,055	100	Kl	35,06	2,558	49	IF
13,83	6,400	11	A	35,12	2,553	30	I
17,60	5,036		M	35,76	2,510	75	He
17,80	4,980	28	I	36,05	2,489	20; 18	K; Cr
18,40	4,819	100	Gi	36,54	2,458	12	Kv
18,83	4,710	30	Kl	36,82	2,440	70	G
19,80	4,482	34	M, K, IF	37,13	2,420	66	P
19,98	4,441	21	K	38,54	2,335	27	K
20,43	4,345	26; 40	K; Gi; IF	39,30	2,291	55	Alu
20,64	4,301	20	Gi	39,42	2,285	18	Kc; D; K
20,86	4,256	25	Kv	39,47	2,282	12	Kv
21,09	4,210	100	G	40,28	2,237	6	Kv
21,32	4,165	28	K	41,00	2,200	75	Mu
21,53	4,125	26	K	41,25	2,187	12	D
21,97	4,043	100	Cr; M	41,38	2,180	29	I; K
22,04	4,030	10	A	42,46	2,128	9	Kv
23,07	3,854	12	Kc	43,16	2,095	18	Kal
23,21	3,830	17	K	45,56	1,986	32; 10	I; K
23,56	3,775	14	A	45,80	1,980	4	Kv
23,84	3,730	19	K	47,50	1,913	17	Ke
24,42	3,643	21	IF	47,76	1,903	32	Alu
24,93	3,568	57	K	48,06	1,892	20	K
25,22	3,529	100	Kl	48,54	1,875	17	Kc; K
25,40	3,504		Kl	50,18	1,817	17	Kv
26,43	3,370	15	K	51,31	1,780	14	D
26,66	3,343	100	Kv	54,22	1,690		He
26,78	3,327	74	I	54,86	1,672	7	Kv
26,89	3,314	66	IF	56,35	1,631	100	P
27,50	3,241	100	Mk	60,00	1,541	15	Kv
27,56	3,235	100	O	61,95	1,497	10	M
27,86	3,200	44; 27	M; I	61,37	1,510	36	Alu
27,94	3,191	100	A	62,26	1,453		
28,42	3,138	12	Cr				
28,64	3,116	18	Na—M				
29,35	3,041		Ca—M				

1 = tükrözési szög, 2 = eltérítési szög (fokokban)

Rövidítések: A = albit; All = allevardit; Alu = alunit; Cr = krisztobalit; D = dolomit; Gi = gibbsit; G = goethit; He = hematit; Hi = hidrargillit; I = illit; IF = illit, füzérradványi típus; K = kaolinit; Kl = klorit (pennin); Kv = kvarc; Ke = kalcit; M = montmorillonit (Ca- vagy Na-vegyület); Mk = mikroklín; O = ortoklász; P = pirit

Izzított agyagok főbb ásványainak röntgenreflexiói (CuK α)

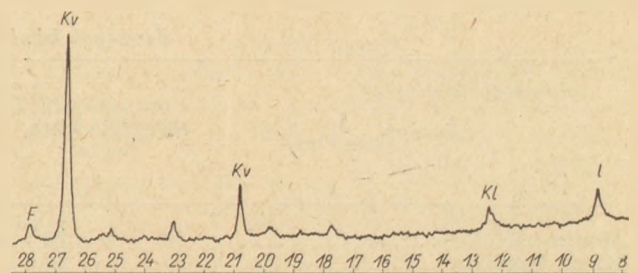
2. táblázat

2 θ	d Å	Int	Ásvány	2 θ	d Å	Int	Ásvány
13,83	6,400	11	A	33,08	2,706	26	E
16,53	5,360	40	Mu	33,28	2,690	100; 51	He; Mu
18,91	4,690	13	CA	34,94	2,566	20	Di
20,13	4,410	14	E	35,10	2,554	100	Ko
20,64	4,300	100	Tr	35,35	2,537	42; 60	CA; Mu
20,86	4,256	25	Kv	35,40	2,534	43	E
20,99	4,230	20	Ge	35,48	2,528	40	Di
21,08	4,210	31	O	35,64	2,518	30	Di
21,97	4,043	100; 60	Cr; An	35,76	2,510	75; 70	He; Fo
22,05	4,030	10	A	36,00	2,494	51	E
23,56	3,775	14	A; Mu	36,02	2,490	20	Cr
23,97	3,710	60	Ge	36,34	2,471	31	E
24,17	3,680	18	He	36,50	2,460	100	Fo
24,27	3,665	13	A	36,54	2,458	12	Kv
25,51	3,490	75	Ko	36,83	2,436	100	Sp
25,66	3,470	38	O	36,96	2,430	70	Ge
25,89	3,440	20	Ge	37,02	2,427		Mu
26,12	3,410	71	Mu	37,28	2,410	100; 27; 70	CaO; CA; Ge
26,35	3,380	100	Mu	37,73	2,383	45	Ko
26,54	3,357	52	O	39,24	2,295	70	Ge
26,66	3,343	100	Kv	39,29	2,264		Mu
26,98	3,303	35	E	39,47	2,282	12	Kv
27,14	3,284	54	O	40,28	2,237	6	Kv
27,56	3,235	100	O	40,87	2,207		Mu
27,60	3,230	25	Di	40,98	2,200	70; 75	He; Mu
27,86	3,200	100; 100	Pw; An	41,86	2,157	23	O
27,94	3,191	100	A	42,46	2,128	9	Kv; Mu
28,04	3,180	75	An	43,30	2,088	100	Ko
28,16	3,167	100	E	44,38	2,040	60	Ge
29,16	3,060	60	Ge	44,82	2,021	58	Sp
29,60	3,016	14	O	45,80	1,980	6	Kv
29,85	2,991	100	Di	46,30	1,960	80	Pw
29,88	2,988	100	CA	49,48	1,841		Mu
30,18	2,961	13	A	50,20	1,817	17	Kv
30,26	2,952	25	Di	51,93	1,760	100	Ge
30,38	2,941	44	E	52,52	1,741	50	Ko
30,88	2,895	24	O	53,88	1,700	45	CaO
30,91	2,893	30	Di	54,20	1,691	80	He
30,98	2,885		Mu	54,86	1,672	7	Kv
31,12	2,872	87	E	56,55	1,625	25	Di
31,28	2,858	40	Sp	56,67	1,623	31	O
31,37	2,850	100	Ge	57,45	1,603	90	Ko
31,48	2,840	13	Cr	57,58	1,599		Mu
31,66	2,825	23	E	59,37	1,555	45	Sp
32,07	2,790	80	Pw	60,00	1,541	15	Kv
32,18	2,780	34	CaO	60,70	1,525		Mu

Rövidítések: A = albit; An = anortit; CA = CaAl₂O₄; Cr = krosztobalit; Di = diopszid; E = ensztatit; Fo = forsterit; Ge = gehlenit; He = hematit; Ko = korund; Kv = kvarc; Mu = mullit; O = ortoklász; Pw = pszeudowollastonit; Sp = spinell.

korántsem teljes; előfordulhatnak olyan reflexiók, amikor d értékeit nem találjuk meg a Card Indexben. Ezek olyan fázisoktól származnak, amelyek reflexióit még nem regisztrálták. A szeretlen kémiai vegyületek ill. fázisok száma kb. 50 000, de összesen csak kb. 15 000 kártya van; jó részük szerves anyagokra vonatkozik. Persze kerámiai anyagokban nem várunk ennyi fázist, pl. aligha fog arany vagy platina előfordulni a kaolinban, sem pedig hevítéskor széteső fázis (pl. kalcit vagy dolomit) az égetett termékekben és így tovább. A fenti 1. és 2. táblázat tehát kevés kivétellel minden gyakorlatilag előforduló, erősebb vonalat tartalmaz; a gyenge és igen gyenge vonalakat nem foglalja magában, ezek azonban úgymint csak ritkán jelennek meg.

Példaképpen egy nyersanyag diffraktogramjának kvantitatív kiértékelését adjuk (3. táblázat, 2. ábra).



2. ábra. Tatabányai téglagyag 10–25 μ szemcsenagyságú frakciójának diffraktogramja 8–28° 2 θ szög közt. A csúcsok jelzései: I = illit, Kl = klorit, Kv = kvarc, F = földpát (albit)

b) A kvantitatív meghatározás (Náray-Szabó I., Péter É.; Péter É.—Kálmán A., 1964) azon alapul, hogy a fázisok kvalitatív meghatározása után minden fázis egy-egy kiválasztott reflexiójának

3. táblázat
Ásványok diffraktometriai konstansai (K)
CuK α sugárzás

Ásvány	$2\theta^\circ$	$d \text{ \AA}$	K
Allevardit	7,11	12,43	1,20
Ca-Montmorillonit ..	5,89	15,00	0,55
Na-Montmorillonit ..	7,16	12,34	0,40
Illit	8,83	10,00	1,50
Kaolinit	12,37	7,15	1,50
Klorit (pennin)	12,30	7,19	1,50
Mullit	16,47	5,38	6,90
Mullit	26,27–26,50	3,39–3,41	2,20
Kvare	26,66	3,343	0,85
Krisztobalit	21,97	4,043	0,65
Albit	27,90	3,196	1,23
Ortoklász	27,56	3,235	1,23
Kalcit	29,41	3,035	0,81
Dolomit	30,97	2,886	0,85
Korund	43,36	2,085	3,12
Alunit	29,90	2,984	1,52
MgO	42,82	2,106	1,00

A labradorit és szanidin 2θ szögei közel esnek az albit, ill. ortoklász megfelelő szögeihez; K értékük az előbbiekével azonos, vagyis 1,23.

területét (rendszerint a legerősebbet) kimérjük. Nevezzük az A fázis reflexiójának intenzitását, mely a területtel arányos, I_A -nak, a B fázisét I_B -nak stb., akkor minden fázishoz meg kell határozunk egy konstans (K_A , K_B stb.), mellyel a kapott területeket, azaz intenzitásokat megszorozzuk; az A fázis súlyaránya százalékokban

$$X_A = 100 \frac{K_A I_A}{K_A I_A + K_B I_B + \dots + K_N I_N}$$

A képlet csak akkor használható, ha minden egyes jelenlevő fázist figyelembe vettünk. A K_A stb. konstansokat már előzőleg meg kell határozni az összes fázisokra; ez már sok fontos fázisra nézve megtörtént, és a 4. táblázatban az általunk, valamint dr. Bárdossy György (1966) által meghatározott konstansokat közöljük. A konstansok tetszőleges fázisra való meghatározása úgy történik, hogy az illető tiszta anyagot egy alapul választott anyaggal (célszerűen tiszta magnéziumoxiddal)

alaposan elkeverjük s a keverék diffraktogramján meghatározzuk az illető fázis, valamint a MgO alapul választott reflexiójának fő vonalát. Legyen pl. a keverékben 50% vizsgált fázis (A) és 50% MgO és mérjük meg a kiválasztott I_A és I_{MgO} intenzitásokat, minthogy $X_A = 50$ és $K_{MgO} = 1$,

$$50 = \frac{100 \cdot I_{MgO}}{K_A I_A + I_{MgO}}$$

I_{MgO} -t és I_A -t kísérletileg megmértük, így K_A -t könnyen kiszámíthatjuk. — Lényeges az, hogy az egyszer meghatározott konstans az illető fázis bármely keverékére használható.

A módszernek óriási előnye, hogy nem kell hozzá abszorpciókoefficienseket meghatározni, ami igen hosszadalmas és kevésbé pontos eljárás; újabb anyag bekeverésére sincs szükség, ami ugyancsak hosszadalmas és hibát okoz. Pesze vannak ennek az eljárásnak is hibái, ezek azonban minden röntgenográfiai módszerben egyaránt előfordulnak. A meghatározott konstansok függenek attól, hogy a kérdéses fázis mennyire jól kristályosodott, ill. mennyi hibahelyet tartalmaz, továbbá mennyi izomorf-helyettesítő iont vagy atomot. Gyakorlatilag azonban az eljárás jól bevált. Zoltai Tibor (1965) elméleti úton, elektronikus számítógéppel számította ki a konstansok értékét számos ásványra; az általa kapott értékek (amelyek a fázisok hibahelyeit persze nem vehették figyelembe) három különböző ásvány esetében, amelyeknek konstansait ő is és mi is meghatároztuk, kb. 10% eltérést mutatnak. Bárdossy (1966) azt az igen cél szerű módszert használja, hogy a vizsgált bauxittelep tiszta ásványvaiból (melyek egy-egy fészek alakjában megtalálhatók) határozza meg az illető ásvány faktorát, amely azután igen jó értékeket szolgáltat. Sajnos azonban ez nem mindig lehetséges.

Módszerünkkel több ezer egyes meghatározást végeztünk, ezek közül néhány százat mesterséges keverékeken, és ezeknél azt tapasztaltuk, hogy a bemért és talált mennyiségek közt a különbség átlagban 1% (absz.) volt. — Ásványtani természetes minták meghatározását úgy ellenőriztük,

Ásványok kémiai összetétele (%)

4. táblázat

Ásvány	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Kémiai- lag kötött H ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	CO ₂	SO ₃
Montmorillonit	50	20	17	—	—	—	—	—
Klorit (pennin)	25	20	13	—	—	—	—	—
Illit	49,5	26	7	—	—	—	—	—
Kaolinit	44,5	39	14	—	—	—	—	—
Ortoklász	65	18	—	17	—	—	—	—
Albit	69	20	—	11	—	—	—	—
Anortit	43	37	—	(Na ₂ O)	20	—	—	—
Kalcit	—	—	—	—	56	—	44	—
Dolomit	—	—	—	—	30	22	48	—
Gibbsit	—	85	15	—	—	—	—	—
Diaszpor, böhmít	—	65	35	—	—	—	—	—
Alunit	—	37	13	11,5	—	—	—	38,5

hogy a kapott eredményeket összehasonlítottuk a minta kémiai (oxidos) elemzésével. Ismeretes az egyes fázisok ideális oxidos összetétele; ezt az 5. táblázatban adjuk meg. Ha a fáziselemzés adataiból a 4. táblázat segítségével kiszámítjuk, hogy a mintában mennyi SiO_2 , Al_2O_3 és H_2O van, s ezt a kémiai elemzéssel összehasonlítjuk, akkor a kettő közti különbségből következtethetünk eredményeink megbízhatóságára. Alábbi példánkban látni fogjuk, hogy a kapott eredmények gyakorlatilag kielégítőnek nevezhetők.

Van azonban a konstansok különböző okokból származó, de nem nagymértékű hibáin kívül egy másik, elvi nehézség is. Ha a vizsgálandó keverék csak kristályos fázisokból áll, akkor a meghatározások hibái nem haladják túl az átlagos 1%-ot. Előfordul azonban, hogy a vizsgált keverék amorf anyagot is tartalmaz. Ez a diffraktogramból fölismerhető azáltal, hogy az először rohamosan csökkenő inkoherens szórás okozta alapvonal $2\theta = 5^\circ$ -tól kezdve nem csökken, hanem emelkedik, és agyagok és hasonló keverékek diffraktogramján csak kb. 14° -nál éri el ismét a normális értéket. Jól láthatjuk ezt a 3. ábrán, mely egy agyagminta diffraktogramját mutatja. A diffraktogram és az 5° -os ordináta metszéspontjától egyenes vonalat húzunk a diffraktogram s a 14° -os ordináta metszéspontjáig, s ezt az egyenest tekintjük alapvonalnak. Fölötte meghúzzuk — a kisebb ingadozásokkal kiegyenlítve — a reflexiók talpáig terjedő felső amorf vonalat, mely a kristály-reflexiók alapjáig terjed, és széles ív alakú. Az „amorf gyűrű” területét is meghatározzuk; mint-hogy ez agyagoknál főleg rosszul kristályosodott agyagásványokból áll, konstansául 0,50-et választunk. Ha ti. ismerjük az amorf anyag konstansát, akkor éppúgy határozhatjuk meg, mint a kristályos fázisokat. Adott amorf anyag, pl. üvegpors és MgO keverékein ezt a konstans meg is lehet kísérletileg határozni, a különböző amorf anyagok konstansai azonban persze nem azonosak. Agyagoknál sok esetben jó eredménnyel használhatjuk a fenti 0,50 amorf faktort. Előfordul azonban az is, hogy az agyag tartalmaz amorf kovasavgél vagy amorf alumíniumhidroxidot vagy kollofánt stb. Ha csakugyan montmorillonitszerű amorf fázissal van dolgunk, akkor az így számított összetétel meg fogja közelíteni az oxidos elemzés adatait; más esetben viszont következtethetünk arra, hogy a fáziselemzésből kapott kristályos alkotórészek SiO_2 , illetve Al_2O_3 -tartalmát az oxidos elemzés értékéből levonva, a hátramaradó rész adja az amorf anyag összetételét (ez persze már nem olyan pontos eredményt ad). Az amorf fázis meghatározása még további kutatást igényel.

Finomkerámiai anyagok vizsgálata

Az ismertett röntgendiffrakciós eljárással megvizsgáltunk számos finomkerámiai nyersanyagot (kaolint, tűzállóagyagot) továbbá üzemben készült nyersmasszákat, különböző hőfokon égetett masszákat, égetett porcelánokat stb. Vizsgálataink eredményeit az alábbiakban ismertetjük.

I. Plasztikus agyagok és kaolinok vizsgálata

A röntgendiffrakciós eljárással kapott fázisok mennyiségéből kiszámítottuk a minta SiO_2 és Al_2O_3 -tartamát, valamint az izzítási veszteséget, és összehasonlítottuk az oxidos elemzés adataival. Bár a fázisok valódi összetétele nem egészen azonos elméleti összetételükkel (hisz tartalmaznak vasat, alkáliákat stb. is), mégsem nagyok az eltérések; ezenkívül még elegykristályok jelenléte is módosíthatja az eredményt.

1. Petényi agyag

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított		
		SiO_2 -tart.	Al_2O_3 -tart.	Izzítási vesz.
Amorf	9	4,5	1,8	1,5
Illit	5	2,5	1,30	0,4
Kaolinit	52	23,0	20,30	7,3
Kvare	31	31,0	—	—
Ortoklász	1	0,65	0,18	—
Albit	2	1,38	0,40	—
Összesen	100	63,13	23,98	9,2
Kémiai elemzés		63,16	25,27	8,96

Tekintettel arra, hogy az agyag amorf, tehát ismeretlen összetételű részt is tartalmaz, melyet önkényesen rendezetlen rácsú montmorillonitnak tekintünk, a megegyezés kielégítőnek mondható.

2. Rátkai kaolin

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított		
		SiO_2 -tart.	Al_2O_3 -tart.	Izzítási vesz.
Montmorillonit	10	5,0	2,0	1,7
Illit	1	0,49	0,26	0,08
Kaolinit	40	17,80	15,60	5,60
Kvare	45	45,00	—	—
Albit	3	2,07	0,60	—
Összesen	99	70,36	18,46	7,38
Kémiai elemzés		70,31	18,01	6,62

3. G. II. agyag

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított		
		SiO_2 -tart.	Al_2O_3 -tart.	Izzítási vesz.
Amorf	20	1,73	12,53	4,4
Kaolinit	53	23,60	20,70	7,4
Kvare	25	25,0	—	—
Ortoklász	2	1,12	0,36	—
Összesen	100	51,63	33,59	11,8
Kémiai elemzés		51,63	33,59	11,8

Itt az amorf rész összetételét úgy adtuk meg, hogy a többi fázisokkal együtt kiadja a kémiai elemzés eredményét. A felsoroltakon kívül az amorf

részben van még vas is, limonit alakjában, melynek mennyisége hasonló módon számítva 2,86%. Az amorf rész jelen esetben tehát amorf alumínium-oxidhidrát és vas (III)-oxidhidrátból áll, kevés SiO_2 tartalommal.

4. *KG-agyag*

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított		
		SiO_2 -tart.	Al_2O_3 -tart.	Izzítási veszt.
Montmorillonit ..	3	1,50	0,60	0,51
Illit	2	0,90	0,80	0,14
Kaolinit	91	40,50	35,10	12,70
Kvarc	4	4,00	—	—
Összesen	100	46,99	35,90	13,25
Kémiai elemzés ..		45,76	33,53	16,93

5. *Sárisápi kaolin*

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított		
		SiO_2 -tart.	Al_2O_3 -tart.	Izzítási veszt.
Illit	9	4,45	2,31	0,63
Kaolinit	69	30,70	26,90	9,65
Kvarc	22	22,0	—	—
Összesen	100	57,15	29,21	10,28
Kémiai elemzés ..		57,30	28,95	9,80

6. *Zetlúzi (sedleci) kaolin*

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított		
		SiO_2 -tart.	Al_2O_3 -tart.	Izzítási veszt.
Illit	10	4,95	2,60	0,70
Kaolinit	88	39,20	34,30	12,30
Kvarc	2	2,00	—	—
Összesen	100	46,15	36,90	13,00
Kémiai elemzés ..		47,90	36,85	12,95

Fentiekből tehát azt látjuk, hogy ahol amorf fázis nincs jelen (2., 5., 6. kaolinok), ott az egyezés teljesen kielégítő. Ha az amorf anyag mennyisége a 10%-ot nem haladja túl, akkor is elfogadható eredményt kapunk (1., 4. agyagok); ha pedig ennél több az amorf anyag, akkor módunk nyílik az amorf fázis összetételének jó közelítéssel való meghatározására.

II. *Égetett agyagok vizsgálata*

Az agyagmintákból készített kis próbatesteket laboratóriumi elektromos kemencékben égettük. A hőmérsékletet termoelemmel (Pt/PtRh) mértük. A megadott hőfokon $\frac{1}{2}$ órán át tartottuk a próbatesteket.

Az amorf rész összetételét az alábbi 1—3. agyagoknál úgy számítottuk ki, hogy a kristályos

fázisokból számított oxidok mennyiségét levontuk a kémiai elemzéssel kapott oxidok összegéből.

1. *Petényi agyag*

a) 1200°C-on égetve

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított					
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Mullit	27	7,1	19,4	—	—	—	—
Kvarc	36	36,0	—	—	—	—	—
Amorf	37	25,0	7,8	0,45	0,40	1,48	0,15
Kémiai elemzés		63,1	27,2	0,45	0,40	1,48	0,15

b) 1300°C-on égetve

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított					
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Mullit	29	8,4	20,6	—	—	—	—
Kvarc	20	20	—	—	—	—	—
Kristobalit	8	8	—	—	—	—	—
Amorf	43	31,7	6,6	0,45	0,40	1,48	0,15
Kémiai elemzés		68,1	27,2	0,45	0,40	1,48	0,15

c) 1400°C-on égetve

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított					
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Mullit	28	7,8	20,2	—	—	—	—
Kvarc	10	10,0	—	—	—	—	—
Krisztobalit	18	18,0	—	—	—	—	—
Amorf	44	32,3	7,0	0,45	0,40	1,48	0,15
Kémiai elemzés		68,1	27,2	0,45	0,40	1,48	0,15

A petényi agyagnál több vizsgálattal is megállapítottuk azt, hogy a kvarc 1200° felett fokozatosan alakul át krisztobalittá. Az 1200°-on kialakult mullitmennyiség magasabb hőmérsékleten is lényegileg azonos mennyiségű.

2. *Rátkai kaolin 1300°C-on égetve*

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított					
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Mullit	14,5	4,0	10,5	—	—	—	—
Kvarc	1,8	1,8	—	—	—	—	—
Krisztobalit	37,2	37,2	—	—	—	—	—
Amorf	36,5	33,01	8,9	2,14	1,09	1,58	0,15
Kémiai elemzés		76,01	19,4	2,14	1,09	1,58	0,15

A rátkai kaolinra jellemző a tokaj hegyaljai előfordulásoknál megfigyelt jelenség, hogy égetés folyamán a kvarc krisztobalittá alakul.

3. *G 11 agyag, 1400°C-on égetve*

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Fázisokból számított					
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
Mullit	43,5	12,2	31,3	—	—	—	—
Kvarc	8,6	8,6	—	—	—	—	—
Krisztobalit	8,6	8,6	—	—	—	—	—
Amorf	39,3	29,6	6,7	0,44	0,23	0,34	0,20
Kémiai elemzés		58,0	38,0	0,44	0,23	0,34	0,20

Égetéskor a nyersanyag kvarc tartalma fele részben krisztobalittá alakul, ami a kis alkálitartalommal magyarázható.

III. Porcelán nyersmasszák vizsgálata

1. Herendi massza

Massza nyersanyagai	%	Nyersanyagokban foglalt fázisok					
		földpát	kvarc	kaolinit	illit		
Zetl. kaolin	47,0	—	0,94	41,36	—		
Norvég földp. ...	29,5	20,0	9,5	—	—		
NDK kvarc	23,5	—	23,5	—	—		
Összesen	100,0	20,0	33,94	41,36	4,7		
Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Amorf	Albit	Ortoklász	Kvarc	Kaolinit	Illit
		5,5	6,0	11,5	32,5	40,5	4,0

2. Kőbányai szigetelő massza

Massza nyersanyag	%	Nyersanyagokban foglalt fázisok					
		földpát	kvarc	kaolinit	illit		
Székesfeh. v. aplít	34,0	11,6	7,0	15,0	0,4	—	
Kővágóórsi kvarc	13,4	—	—	13,4	—	—	
Pomeisli kaolin	22,6	0,2	—	1,1	21,03	—	
Sárisápi kaolin	15,0	—	—	3,3	10,35	1,35	
Hollóházi illit	15,0	0,6	—	2,25	—	12,00	
Összesen	100,0	19,40	35,05	31,78	—	13,35	
Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Földpát		Kvarc	Kaolinit	Illit	Amorf
		ortoklász	albit				
		9,1	6,3	33,4	35,2	5,8	10,2
		15,4					

Fenti adatokból arra következtethetünk, hogy az amorf rész rosszul kristályosodott illitből áll. A többi alkotórészek aránya tőrhetőleg egyezik, a nyersanyagok összetételét, ill. a bennük foglalt fázisokat a kémiai elemzés alapján számítottuk, ami nem teljesen pontos, mert pl. a vastartalmat nem tudjuk figyelembe venni.

IV. Égetett porcelánok vizsgálata

1. Kőbányai szigetelő masszából égetett porcelán

Ebben az esetben az üveg összetételét úgy számítottuk, hogy a kémiai elemzésből a mullitnak és a kvarcnak megfelelő oxidokat levontuk. Az üvegfázis összetétele 39,5% SiO₂, 10,5% R₂O₃, 6,14% K₂O, 1,63% Na₂O, 0,63% MgO és 1,29 CaO.

Üzemi alagútkenecében égetve 1320°-nál

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Oxidok eloszlása a fázisok közt (számítva)					
		SiO ₂	R ₂ O ₃	K ₂ O	NaO	MgO	CaO
Mullit	19,5	5,6	14,5	—	—	—	—
Kvarc	17,6	17,6	—	—	—	—	—
Amorf (üveg)	62,9	48,93	6,7	3,80	1,04	0,39	0,80
Kémiai elemzés		72,13	21,2	3,80	1,04	0,39	0,80

2. Pécsi szigetelő (36. sz.) masszából égetett porcelán Égetése a pécsi alagútkenecében (üzemi égetés) kb. 1320°-on

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Oxidok eloszlása a fázisok közt (számítva)					
		SiO ₂	R ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
Mullit	21,2	5,90	15,30	—	—	—	—
Kvarc	17,5	17,50	—	—	—	—	—
Amorf (üveg)	61,3	49,52	5,60	3,44	12,6	0,87	0,48
Kémiai elemzés ...		72,92	20,90	3,44	12,6	0,87	0,48

3. Herendi masszából égetett porcelán

A porcelánt herendi üzemi kemencében égették kb. 1350°-on (13 SK)

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Oxidok eloszlása a fázisok közt (számítva)					
		SiO ₂	R ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
Mullit	23,8	6,6	17,1	—	—	—	—
Kvarc	14,0	14,0	—	—	—	—	—
Amorf (üveg)	62,2	50,1	7,6	2,34	0,69	0,92	0,58
Kémiai elemzés		70,7	24,7	2,34	0,69	0,92	0,58

4. Kísérleti alumíniumoxidos porcelán

Laboratóriumban készült massa üzemi kemencében égetve 1320°

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Oxidok eloszlása a fázisok közt (számítva)					
		SiO ₂	R ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
Mullit	14,6	4,08	10,5	—	—	—	—
Kvarc	8,2	8,20	—	—	—	—	—
Korund	28,4	—	28,4	—	—	—	—
Amorf	48,8	37,70	5,5	3,10	1,48	0,54	0,44
Kémiai elemzés		49,98	44,4	3,10	1,48	0,54	0,44

5. Kőbányai 49 jelű szigetelőmassza

1. VI. fej.

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Oxidok elosztása a fázisok közt (számítva)					
		SiO ₂	R ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
Mullit	17,2	4,81	12,40	—	—	—	—
Kvarc	15,7	15,70	—	—	—	—	—
Amorf	67,1	52,70	9,0	3,3	1,2	0,30	0,51
Kémiai elemzés ...		73,10	21,4	3,3	1,2	0,30	0,51

6. Japán szigetelő porcelán

Diffraktogramból meghatározott fázisok	%	Oxidok elosztása a fázisok közt (számítva)					
		SiO ₂	R ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
Mullit	17,6	4,8	12,8	—	—	—	—
Kvarc	7,6	7,6	—	—	—	—	—
Krisztobalit	14,7	14,7	—	—	—	—	—
Amorf	60,0	45,88	9,4	1,14	0,96	2,40	0,40
Kémiai elemzés ...		72,98	22,20	1,14	0,96	2,40	0,40

V. Különböző hőfokon égetett porcelánmasszák vizsgálata

A herendi, kőbányai és pécsi porcelángyárak üzemi masszait 1000—1400°-ig különböző hőmérsékleten égettük. Az égetést laboratóriumi elektromos kemencében végeztük. A megadott hőmérsékleten 1/2 órán át tartottuk a mintákat, majd a kemencét természetes módon hagytuk lehűlni.

A laboratóriumi kemencéknél a felfűtés és lehűtés ideje jóval rövidebb, mint az üzemi kemen-

céknél. A laboratóriumi kemencékben végzett égetésnél nem létesítettünk porcelán égetésnél szokásos oxidáló, illetve redukáló atmoszférát.

A kiégetett mintákat a megadott módszerrel megvizsgáltuk. A sorozatos vizsgálatok eredményeit a következőkben adjuk meg.

Égetési hőfok °C	Diffraktométerrel meghatározott fázisok			
	Amorf	Ortoklász	Kvarc	Mullit

a) *Herendi porcelánmassza égetése:*

1000	45,6	26,3	28,1	—
1100	50,5	17,6	31,8	—
1250	59,6	—	23,2	17,2
1350	59,8	—	16,3	23,9
1400	60,5	—	12,5	27,0

b) *Kőbányai szigetelő porcelánmassza égetése:*

1000	56,9	10,0	33,1	—
1100	60,3	5,1	34,6	—
1250	60,7	—	25,5	13,9
1350	70,4	—	13,3	16,3
1400	72,0	—	2,8	25,2*

*felfúvódott

c) *Pécsi (36. számú) porcelánmassza égetése:*

1000	54,2	11,5	34,3	—
1100	53,0	6,4	40,6	—
1250	56,8	—	27,4	15,8
1350	66,5	—	14,5	19,0
1400	79,0	—	5,0	16,0

Fentiekből a következők láthatók:

1. Az üveg a porcelán legnagyobb mennyiségű alkotórésze a hőfokkal monoton nő.

2. Az ortoklász 1250°-on már nem fordul elő, ami érthető, mert olvadáspontja (inkongruens) 1150°, amikor is leucittá és üveggé esik szét; leucit azonban nem mutatható ki az égetett porcelánmasszában, nyilván föloldódott az üvegben, mely fölös SiO₂-t tartalmaz.

3. A kvarc mennyisége a kezdeti értékről, vagyis 1000°-ról 1100°-ra menve még emelkedik, mind a három különböző masszánál, ettől kezdve állandóan csökken, és 1400°-on a herendi porcelánban még 12,5%, a pécsiben csak 5,0%, a kőbányai pedig mindössze 2,8% kvarcot találtunk. 1400°C-on azonban a szóban forgó porcelánok már túl vannak égetve, amikor is az üvegfázis feldúsul, s a kvarc nagyrészt üveggé alakul.

4. A mullit csak az 1250°-on égetett mintáknál kezd megjelenni. Mennyisége ettől kezdve általában nő. Legtöbb van belőle a klasszikus összetételű herendi porcelánban, 1400°-on való égetésnél 27%, de a porcelán optimális égetési hőmérséklete 1350°, amikor a mullittartalom 23,9%. A pécsi és kőbányai masszák 1400°-on már felfúvódnak. Ezek optimális égetési hőmérséklete 1300—1320°. Ezért az 1400°-on kapott eredmények nem jellemzőek rájuk. Az üvegfázis feldúsulásánál a kristályos fázisok oldódnak, a feloldott kvarc az üveges fázisban marad, a mullit a lehülés körülményeitől függően rekrisztalizálódik, vagy oldva marad.

5. A laboratóriumi eredményeket az üzemi égetési eredményekkel (IV., V. és VI. fejezet)

összehasonlítva jó egyezést mutatnak figyelembe véve, hogy a laboratóriumi égetés körülményei nem azonosak az üzemi égetéssel, mert más a felhevítés és lehülés, valamint a gázatmoszféra.

A laboratóriumi és az üzemi égetési eredmények összehasonlításánál a herendinél 1350°-ot kell figyelembe venni, a pécsi és kőbányai esetében pedig az 1250 és 1350° közötti eredményeket.

VI. *Azonos porcelánmasszák különböző üzemekben égetve*

A Szilikátipari Központi Kutató Intézet Fiomkerámia Osztálya egy témával kapcsolatban a herendi, pécsi, kőbányai masszákól készített 20 mm átm. 120 mm hosszú henger alakú próbatesteket, különböző üzemi kemencékben égette, mégpedig mindegyiket a saját üzemén kívül a másik két üzemen is. A próbatesteken égetés után elvégezték a hajlító szilárdság és térfogatsúly vizsgálatát. Az így nyert próbatesteket röntgen-diffrakciós vizsgálatnak vetették alá. Az eredményeket az alábbi táblázatban foglaljuk össze.

Kőbányai, pécsi és herendi porcelánmasszák különböző helyen égetve

Szám	Égetés helye	Fázisösszetétel			Égetési hőmérs.	Hajl. szil.	Térfogat-súly
		Amorf	Mullit	Kvarc			
<i>Kőbányai massa:</i>							
342	Pécs	70,0	12,8	17,7	1320	738	235
237	Kőbánya (kerek) ...	68,7	12,7	18,5	1320	618	227
110	Kőbánya (alagút)	64,7	17,8	17,5	1320	640	227
441	Kőbánya (alagút)	66,1	17,6	16,3	1320	755	225
49	Kőbánya (alagút)	17,2	67,1	15,7	1320	756	230
<i>Pécsi massa:</i>							
19	Pécs	60,8	17,9	21,3	1310	896	238
165	Kőbánya (alagút)	65,0	14,1	20,9	1310	915	235
217	Herend	69,8	20,0	10,2	1380	525	202
<i>Herendi massa:</i>							
506	Pécs	60,5	21,0	18,5	1310	904	241
531	Pécs	60,4	21,6	18,0	1340	799	242
633	Kőbánya (alagút)	59,5	23,7	16,8	1325	832	244
706	Herend	64,9	24,2	11,0	1350	808	237

Az eredményekből láthatjuk, hogy lényeges eltérések a különböző üzemekben történt égetésekénél nincsenek, s jól egybevágnak a hajlító szilárdság- és térfogatsúly-adatokkal is, kivéve, ahol a massa túlégett, mint pl. a pécsi massa a herendi kemencében.

Az égetett porcelán mindig jelentős mennyiségű üvegfázist tartalmaz, melynek összetétele változó. Így tehát porcelánoknál a kvantitatív fázisanalízis eredményét a kémiai elemzéssel ellenőrizni nem lehet. Hogy eredményeinket mégis igazoljuk, a röntgen-fázisanalízisben ismert hígítási eljárást alkalmaztuk két porcelánmintánál a bennük foglalt mullit ill. korund mennyiségének meghatározására, mely így eljárásunktól független módszerrel, egymagában kiadódik, anélkül, hogy a többi alkotórészt is meg kellene határozni. Tiszta mullitot Lócsei Béla dr. volt szíves rendelkezésünkre bocsátani, amiért őszinte köszönetet mondunk.

A 4. kísérleti alumíniumoxidus porcelánmintában hígítással meghatároztuk a mullitot és a korundot, a kőbányai 49 mintában pedig a

mullitot. Saját módszerünkkel direkt úton kapott eredményeink az alábbi kis táblázatban a hígítással kapott eredményekkel vannak összehasonlítva.

Direkt módszerrel és hígítással kapott vizsgálati eredmények %-ban

Minta	Kőbányai I/49	Kísérleti Al porcelán
Fázis		
Mullit (direkt)	17,2	14,5
Mullit (hígítással)	16,5	15,9
Korund (direkt)	—	28,4
Korund (hígítással)	—	28,0

A megadott példákkal igazoltuk a röntgen-diffrakciós módszer alkalmazhatóságát a kerámiai anyagok fázisainak kvantitatív meghatározására.

E módszer nemcsak gyorsabb, hanem pontosabb is mint az eddig erre a célra alkalmazott módszerek. Például a fel nem oldódott kvare meghatározása a porcelánban vékony csiszolatok mikroszkópi kimérése útján nemcsak hosszadalmas, hanem teljesen megbízhatatlan. A mullit meghatározása hidrogénfluoridos oldással is nehézkes, és elvi hibája van, mert a HF az apróbb mullitkristályokat is feloldja. Ezzel szemben a röntgendiffrakciós módszer szemcsenagyságra való tekintet nélkül az anyag valódi mullittartalmát adja meg.

Módszerünk nemcsak kutató és fejlesztési kísérleteknél, hanem aránylagos gyorsaságánál fogva üzemi vizsgálatokra is megfelelő, nyersanyagellenőrzés, gyártás közbeni hibák feltárása, a végtermék minőségének megállapítása, különböző gyártmányok összehasonlítása céljára.

IRODALOM

Dettmar, H. K.—Kircher, H.: Tabellen zur Auswertung der Röntgendiagramme von Pulvern. Weinheim 1956.

Bárdossy Gy.: Szóbeli közlés (1966).

Náray-Szabó I.—Péter É.: *Chimia* 18 275 (1964).

Péter É.—Kálmán A.: *Acta Chim. Hung.* 41 411 (1964).

Grofcsik János—Náray-Szabó István—Péter Tiborné: **Kerámiai nyersanyagok, nyersmasszák és égetett tárgyak fázisösszetételének kvantitatív vizsgálata.**

Az MTA Központi Kémiai Kutatóintézetében kidolgozott, új kvantitatív röntgendiffraktometriás eljárást alkalmaztunk plasztikus agyagok és kaolinok, égetett anyagok, porcelán nyersmasszák, valamint égetett porcelánok ásványtani összetételének meghatározására.

Az égetés hőmérsékletének hatását a fázisösszetételre ugyancsak megvizsgáltuk.

Ahol kémiai elemzés is rendelkezésre állt, jó egyezést kaptunk a fázisösszetétel alapján számított kémiai összetétel, valamint az elemzési adatok közt. A módszer igen alkalmas a kerámiai anyagok fázisösszetételének meghatározására.

Грофчик, Я.—Нарай-Сабо, И.—Петер, Т.: КАЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА КЕРАМИЧЕСКИХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ, СЫРЬЕВЫХ МАСС И ОБОЖЖЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ.

Для определения минералогического состава пластичных глин и каолинов, обожженных материалов, сырьевых фарфоровых масс, а также обожженного фарфора применялся новый количественный метод рентгенодиффрактометрического анализа, разработанный в Центральном Исследовательском Институте Химии ВАН. Было исследовано также влияние обжига на фазовый состав. Результаты химического анализа в большинстве случаев хорошо согласуются с данными, рассчитанными на основе фазового состава. Метод является пригодным для определения фазового состава керамических материалов.

Grofcsik, János—Náray-Szabó, István—Frau Péter, Eva: Quantitative Untersuchung der Phasenzusammensetzung von keramischen Rohstoffen, Rohmassen und gebrannten Gegenständen

Man hat das im Zentralen Chemischen Forschungsinstitut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften bearbeitete, neue röntgendiffraktometrische Quantitativ-Verfahren zur Bestimmung der mineralogischen Zusammensetzung von plastischen Tonen und Kaolinen, gebrannten Tonen, Porzellan-Rohmassen, ferner von gebrannten Porzellanen angewandt. Desweiteren wurde auch die Einwirkung der Brenntemperatur auf die Phasenzusammensetzung untersucht. Wo man auch über chemische Analysenresultate verfügte, dort ergab der Vergleich der Analysenwerte mit den auf Grund der Phasenzusammensetzung berechneten gute Übereinstimmung. Die Methode ist besonders geeignet zur Bestimmung der Phasenzusammensetzung von keramischen Stoffen. (S. G.)

Grofcsik, János—Náray-Szabó, István—(Mrs.) Péter, Éva: The Quantitative Investigation of Ceramic Raw Materials, Green and Fired Bodies

A new, quantitative X-ray diffraction technique, developed at the Central Research Institute for Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences was used for the determination of the mineralogical composition of green and fired ball clays, china clays, and of fired porcelains. The effect of firing temperature upon phase composition was studied too. Chemical compositions were calculated from the determined mineralogical compositions and compared with analysis data; agreement was in general satisfactory. The new method proved to be very suitable for the determination of phase composition of ceramic materials.

LAPUNK PÉLDÁNYONKÉNT MEGVÁSÁROLHATÓ:

V., VÁCI UTCA 10,

V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 76 SZÁM ALATTI

H Í R L A P B O L T O K B A N

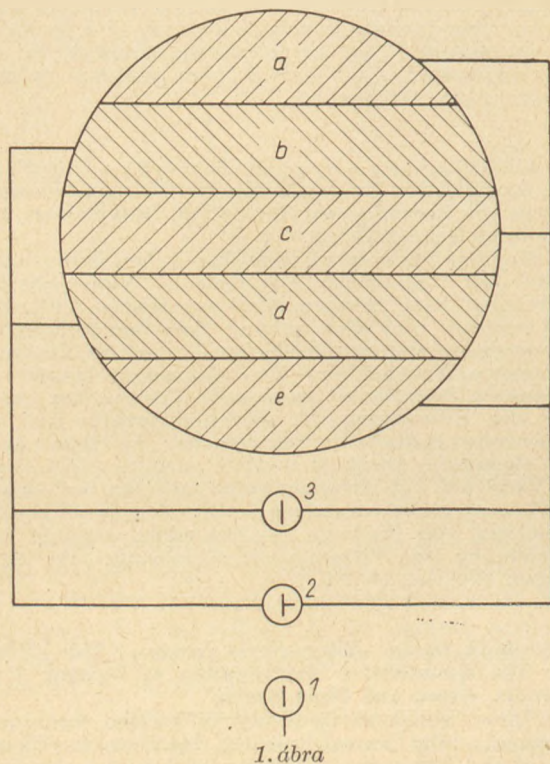
Nyersliszt-homogenizáló silók vizsgálata*

KOVÁCS RÓBERT
(Szilikátipari Központi Kutató Intézet, Budapest)

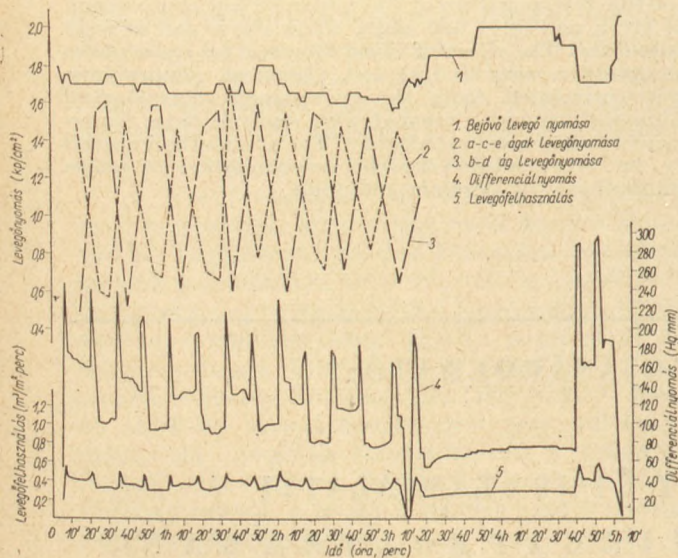
Röviden ismertetjük a DCM nyersliszt-homogenizáló silóinál végzett méréseink eredményeit, illetve az azokból levont következtetéseket:

A vizsgált siló a Chikán kolléga előadásában már ismertetett sávos rendszerű siló, azaz párhuzamos elrendezésű lazító mezőkkel van ellátva (1. ábra). Méretei: $\varnothing 6,0 \times 12,0$ m, befogadó-képessége mintegy 300 m^3 .

* VIII. Szilikátipari Konferencián elhangzott hozzászólás Chikán János előadásához.



1. ábra



2. ábra

Működési elve az, hogy az aláfúvott levegő nagyobb részét az egyik lazító sávcsoporthoz vezetik, ahol az — a mammutszivattyú (Airlift) elve alapján — felfelé szálló anyagáramlást eredményez, ugyanakkor a levegő kisebb, a másik lazító sávcsoporthoz vezetett része az afölött elhelyezkedő anyagoszlopot fellazítva, azt fluid állapotba hozza és ezáltal biztosítja a már említett anyagáramlás kialakulásának lehetőségét.

A silófenéken elhelyezett porózus lapokból kiképzett lazító sávok felváltva kapják a nagyobb, illetve kisebb mennyiségű levegőt, az átváltási periódus kb. 15 perc.

Méréseink célja az volt, hogy megállapítsuk mennyire hatásos a homogenizálás az éfajta silók-nál s mennyi a levegőráfordítás, mivel a levegő-ellátás közismerten nagy beruházást igényel, és általában a gyárakban szűk keresztmetszetként jelentkezik.

A mérés alkalmával mintákat vettünk egyrészt a vizsgált silóba őrlő malmok után közvetlenül, másrészt a siló előtti gyűjtő szállítócsatornából. Különböző ideig tartó homogenizálás után szintén mintákat vettünk a siló ürítésekor az ürítőcsatornából. E mintákból meghatározva a CaCO_3 -tartalmat, képet kaptunk a siló működéséről.

Homogenizálás közben mértük a bejövő levegő nyomását és hőmérsékletét, a különböző lazított silófenék-sávcsoporthoz előtt a levegőnyomást, és ezenkívül — egy mérőperem segítségével — a siló homogenizálásához felhasznált levegő mennyiségét. Emellett mértük a különböző sávcsoporthoz a lazító, illetve homogenizáló levegő bevezetését szabályozó szelepek működési idejét és az egyes sávok ezzel arányos levegőnyomás-változását is (2. ábra).

Méréseinkről itt idő hiányában bővebben beszámolni nincs mód, ezért röviden csak megfigyeléseinket, illetve következtetéseinket szeretném ismertetni.

1. A siló jelenlegi homogenizálási rendszere nem kielégítő, mert a beadagolt nyersliszt $6,2\%$ -os CaCO_3 -tartalom ingadozása mellett még 3 órás homogenizálás után is 2% volt a kiürülő nyersliszt CaCO_3 -tartalmának ingadozása.

2. A siló az anyagtozimeget rosszul homogenizálja, mert ürítéskor előbb a felül elhelyezkedő (alacsonyabb CaCO_3 -tartalmú) nyerslisztréteg jött ki, melyet később őrlöttünk bele. Ez arra mutat, hogy még az elért homogenitás is részben a töltéskor kialakuló rétegződésnek, illetve az ürítéskor az erre közel merőleges irányú „ürítési kúp” keletkezésének tudható be.

3. Nem megfelelő a levegőaláfúvást szabályozó szelepek beállítása, mivel a homogenizáló és lazító levegő nyomásaránya kb. $1:3$, holott véleményünk szerint a kellő anyagáramlás kialakításához ennél jóval nagyobb nyomásarányra lenne szükség. (Az irodalmi utalások szerint ki-

elégítően működő 4-quadránsos rendszerrel pl. ez a levegőnyomás-arány kb. 1:9).

4. Az erősebben, illetve gyengébben lazított sávcsoportok átváltási periodicitása kb. 15 perc, azonban ebből maga az átváltás — a szelepek lassú működése miatt — majdnem 5 percet vesz igénybe, ami feleslegesen meghosszabbítja a homogenizálás idejét.

5. Igen érdekes az a megfigyelésünk, hogy a levegőfelhasználás a szelepek átváltásakor mintegy 2—3 percnyi időtartamra ugrásszerűen megnövekszik (2. ábra), ugyanakkor a két sávcsoport lazítási nyomása egyenlő, tehát a homogenizálás megszűnik. Ilyenkor a levegő teljesen céltalanul használandó fel (elszökik).

Méréseink szerint az ilyenképpen kárbavesztett levegő a homogenizálásra fordított teljes levegőmennyiségnek a 15—20%-át is eléri!

A levegőfelhasználás átlagosan (kb. 1,8 at bejövő levegőnyomás és kb. 150 Hg. mm differenciálnyomás mellett) 528 m³/ó, vagy 1370 Nm³/ó, ami egységnyi felületre átszámítva 0,40 m³/m² percet illetőleg 1,04 Nm³/m² percet tesz ki. Ez megfelel átlagosan kb. 9,4 Nm³/t nyersliszt levegőfelhasználásnak.*

* Ez kizárólag a homogenizálás levegőfelhasználása; ehhez hozzájön még az üritésre fordított levegő is.

Az adatok, mint látható, megfelelnek az irodalomban található értékeknek, azonban ott ugyanakkora levegő-felhasználással jóval nagyobb mértékű homogenitás eléréséről számolnak be. Ez is bizonyítja, hogy a vizsgált silóban felhasznált levegő nagyrésze kárbavész.

6. Végül a vizsgált siló még egy feltárt hibájáról. A siló üritése gyakorlatilag azonos módon történik, függetlenül attól, hogy az egyre csökkenő magasságú anyagoszlop lazításához egyre kevesebb levegőre lenne szükség. Ez szintén felesleges levegő-pazarlást jelent.

Méréseink eredményeinek alapján megtettük javaslatunkat a gyár vezetőségének a silók működésének megjavítására és a levegőfelhasználás csökkentésére.

Kovács Róbert: Nyersliszt-homogenizáló silók vizsgálata

Ковач, Р.: ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СИЛОСОВ ДЛЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ СЫРЬЕВОЙ МУКИ.

Kovács, Róbert: Untersuchung von Silos zum Homogenisieren des Rohmehls

Kovács, Róbert: Investigation on Raw Meal Homogenizing Silos

Egyesületi élet

1966. október 28-án az Üvegszakosztály tagjai tanulmányúttal egybekötött kiránduláson vettek részt Dunaújvárosban. A tanulmányút célja a Tűzállóanyaggyár technológiájának és a Vasmű műszerezésének megismerése volt. A Tűzállóanyaggyár elsősorban a vaskohászat részére gyárt samott-falazótéglaakat és -idomokat. A sajtolás mindenütt gépi úton történik, nedves és földnedves masszából, a szárítás műszárítóokban, az égetésnél keletkezett füstgázok melegével.

Az égetés alagútkemencében folyik, a tüzelés kohó- és koxgázzal. Az alagútkemence hőmérsékletét, túlnyomását mérik és regisztrálják, továbbá a tüzelőanyag mennyiségét is.

A Tűzállóanyaggyár után a Martin-üzem megtekintése következett. Itt minden kemenceegységnek külön műszerszobája van, azonos méretekkel és szabályozással. Szovjet kompenzográfal mérik és regisztrálják a hőmérsékletet. A tüzelésnél gáz-levegő és olaj-levegő szabályozás van. A műszerezés felújítása most van folyamatban.

Legkorszerűbb a műszerezés a hideghenger-műben, az ún. lágyítást végző korongkemencéknél. Itt a hőmérséklet-szabályozás program szerint történik, szovjet gyártmányú szabályozó kompenzográfal. A műszerek szerelését és a szerelés tervezését a gyár dolgozói végezték el.

Az üzemlátogatás után rövid városnézés és múzeumlátogatás következett. A gyár és a város építkezése alkalmával rengeteg római kori lelet (kerámia, üveg, szerszámok, pénzérmék) került felszínre, ezeket a helyi múzeumba őrzik. Különösen szép üvegeszközök — korsók, vázák, edények, szögletes üvegek — láthatók a gyűjteményben.

A Dunaújvárosi Vasmű egy részének megtekintésével bepillantást nyertünk a vaskohászat és a hengerelt lemezárú készítésének technológiájába, fogalmat alkothattunk e gyáróriás tevékenységéről, rövid városnézésünk során pedig megláthattuk, miként élnek a szocialista város lakói.

D. M.

A húzott síküveg kristályosodásának problémái és azok megoldása

WILW ERGER FERENC
(Salgótarjáni Üvegyár)

A Fourcault-eljárással húzott síküveg termelésének növelését jelentősen hátráltatják a kristálykiválások. Az olvadék helyi elüvegtelenedéséből származó kristályok a gyártás minőségi és mennyiségi mutatóit egyaránt rontják. A kristályosodás a technológiai paraméterek optimális biztosítása esetén is felléphet, amelyet csak a kidolgozási ciklusidő adott határokon (pl.: 200—250 óra) belül való tartásával háríthatunk el. Ily módon a gyártástechnológia továbbfejlesztése érdekében alapvető feladatként kell kezelnünk a kristályosodási problémák megoldását.

A Fourcault-eljárásnál a devitrifikáció főleg a következő helyeken keletkezik:

a) Elsősorban a húzókamra két alsó sarkában, valamint a fenék-, a vég- és az oldalfalak találkozásai közelében.

b) A düzni szájnnyílása mentén, a „hagyma” szélénél.

c) A húzókamrába torkolló csatorna alsó részén és annak lépcsőszerű emelkedésénél.

Egyes kemencéknél az egyéb helyeken levő kristálykiválások nem számottevőek, a kiküszöbölésük sem jelent problémát.

Ezzel szemben a felsorolt három fő területen jelentkező devitrifikáció a Fourcault-féle gyártás további fejlődésének fő akadályát képezi. A kristálykiválások általában a felsorolás sorrendjében csökkenő tendenciát mutatnak. A kiküszöbölés lehetősége pedig a növekvő sorrend irányában javul.

A Fourcault-kemencéknél tapasztalt kristálykiválások oka általában nem vezethető vissza egy tényező önálló, egyedi hatására. Az eljárás ma már odáig fejlődött, hogy azon tényezőket, melyek egyedi hatása nem volt kielégítő, megfelelően korrigálták. A probléma ezért több tényező komplex hatásaként jelentkezik.

A gyártás közben jelentkező kristályosodást döntő mértékben a következő tényezők befolyásolják:

1. Technológiai paraméterek értékei, s azok ingadozásának nagysága.
2. Kemenceszerkezet.
3. Az üveg kémiai összetétele.

Ezen tényezők azonban nemcsak a gyártás közben fellépő kristályosodás mérvére, hanem a síküveghúzás egyedi mutatóira is befolyást gyakorolnak. Ezért változtatásuk előtt ezekre vonatkozó hatásukat is figyelembe kell venni. A következőkben vizsgáljuk meg az egyes tényezők hatásait a kristályosodásra, különös tekintettel az üveg összetételére vonatkozóan.

1. Technológiai paraméterek

Adott kemence-konstrukciónál, állandó összetételű síküveg húzása esetén is jónéhány technológiai paraméter gyakorol hatást a kristálykiválá-

sok mértékére. Ezek közül, jelentőségüknél fogva, említést érdemelnek a következők:

- a) Kidolgozási (hagyma, ill. előkamra) hőmérsékletek,
- b) húzógépek ciklusideje,
- c) húzókamrák ciklusok közötti fűtési ideje és hőmérséklete (ill. a betáplált hőmennyiség),
- d) ciklusidő egysége alatt kihúzott bttó üvegmennyiség,
- e) a hűtőtáska hagymára gyakorolt hűtőhatása,
- f) a düzniszáj és üvegbevonatának (glazir) minősége, valamint a hagyma alakja,
- g) a kemence hógörbéje,
- h) a nyersanyagok és az olvadék minősége,
- i) a hőmérséklet-, a térfogat-, az üvegszint- és a ciklusidőn belüli fajlagos bttó üvegvizsgálati ingadozásai.

A konstrukció és az üvegösszetétel állandósága esetén a kristályosodás a felsorolt paraméterek változtatásával befolyásolható. A kidolgozási hőmérséklet emelésével és a húzógépek ciklusidejének csökkentésével a kristálykiválások is csökkennek, sőt teljesen meg is szüntethetők. Az olvadékok likviduspontja feletti hőmérsékleten tartva devitrifikáció nem léphet fel. Ha tehát a hagyma hőmérsékletét a likviduspont felett tartanánk, a düzni szájnnyílása menti kristályosodást teljesen megszüntethetnénk. Ebben az esetben azonban még mindig fennáll a lehetőség — bár kisebb mértékben — a húzókamra alsó részein való kristálykiválásokra.

Utóbbi elhárítása a konstrukció módosítását is felveti, amelyre a későbbiekben visszatérünk. A hagymahőmérséklet emelése és a húzógépek ciklusidejének rövidítése azonban csökkenti a termelékenységet. A szokásos húzott síküveg likviduspontja 980—990°C, a hagymahőmérséklet pedig általában 930—960°C körül vannak. A hagymahőmérséklet likviduspontig való emelése az üveg viszkozitását, s ezzel együtt a húzási sebességet jelentősen csökkenti, így ez az út gazdasági okokból nem járható.

A többi, felsorolt technológiai paraméter elemzése segítségével bizonyos lehetőségek még adódnak a kristályosodás csökkentésére.

A húzókamrák fűtésének intenzívebbé tételével az alsó részeken felhalmozódott elüvegtelenedés hatékonyabban szüntethető meg, ill. csökkenthető a ciklusok közti veszteségidő. Optimálisabb fűtési feltételek esetén az egyes termelői ciklusok időszaka is növekedhet. A düzniszájnyílás szélesítésével a fajlagos üveghozam növekedik. Ezzel együtt a húzókamrába áramló üveg- és hőmennyiség is.

Amennyiben az egyéb feltételek ezt lehetővé teszik, segítségével a húzókamra alsó kristálykiválásai is csökkenthetők.

A húzási ciklusok jó előkészítése és kezdése, azaz az erre vonatkozó technológiai utasítások

pontos végrehajtása számos — bár időszakos — probléma megelőzője lehet.

A kemence hógörbéje a kristálykiválásokra is hatással lehet. Itt elsősorban a húzókamrák alsó részein jelentkező kristályokra kell gondolnunk. A hógörbe lefutása befolyást gyakorol az olvadék áramlására, annak sebességére, ílymódon az olvadék hőfokgradiensére is. Ennek következtében azonos hagymahőmérsékletek esetében is eltérő lehet az alsó részekben a devitrifikáció, a hógörbe jellemző értékeinek változása miatt. Ezért arra kell törekedni, hogy a hógörbe kifejezett és optimális helyű maximummal rendelkezék az olvasztótérben.

A nyersanyagok és az olvadék minősége is szerepet játszik. Tökéletlen olvadás, tisztulás stb. következtében a kristályok kiválási lehetősége is növekszik. Az olvadékban levő szilárd-, vagy gáznemű zárványok gócot képezhetnek a kristályosodás számára. Az olvadék nem kielégítő „átolvasztása” és homogenizálása pedig csírákat szolgáltat a kristálykiváláshoz.

A ciklusidőn belül a vastagsági méretek változtatása a hagyma alakját is befolyásolja. Ezzel együtt változik a düzniszáj és a hagyma fázishatára is. Ezért törekedni kell az átmenetek csökkentésére és a nagyobb sorozatok termelésére.

Az állandó értékben meghatározott paraméterek (hőmérséklet, üvegszint-magasság, téryomás, stb.) tartása megfelelő műszerezés és automatizálás segítségével pontosabban biztosítható. Ez egyébként általános törekvés is.

A technológiai paraméterek tökéletesítése révén jó eredmények érhetők el, azonban nyilvánvaló, hogy a húzott síküveg kristályosodásának üzemi problémáit teljes egészében nem oldják meg. Ennek oka az, hogy a termelékenység rovására nem tehetők olyan mérvű változtatások, melyek megszüntetnék a kristályosodás lehetőségét.

A probléma megoldásának további megközelítéséhez foglalkozunk röviden a kemenceszerkezettel.

2. Kemenceszerkezet

Tételezzük fel, hogy a húzott síküveg kémiai összetételét most sem változtatjuk. Vizsgáljuk meg, hogy a kemenceszerkezeten hol és milyen jellegű módosításokat kell végrehajtanunk a devitrifikáció csökkentése érdekében.

Az értékelés megbízhatósága érdekében a jellemző technológiai paramétereket is tekintsük konstansnak (hógörbe, hagymahőmérséklet, ciklusidő, terhelés stb.).

A kristálykiválások a húzócsatorna alsó részén, a húzókamra alján és sarkaiban, valamint a düzniszáj szélén keletkezhetnek. A düzniszáj melletti kristálykiválások zöme a technológiai utasítások pontos tartásával kiküszöbölhető. Hozzá kell azonban tennünk, hogy a düzniszáj mellett szekunder kristályosodásra is van lehetőség, ha a belépő olvadék a csatorna, vagy a húzókamra alsó részéről primer kristályokat ragad magával.

A kristályosodás hőmérsékleti tartományában levő üvegoldvadékból kiváló kristályok összmeny-

nyisége — adott összetétel esetén — a hőmérséklet és az idő függvénye. A húzócsatorna és a húzókamra alsó részein levő olvadék számára a feltételeket tehát e két paraméter figyelembevételével kell változtatnunk.

Mivel a húzás egyéb feltételeit kedvezőtlenül nem befolyásolhatjuk, a feladatot a következőképpen foglalhatjuk össze:

a) Csökkenteni kell az olvadék hőmérsékleti gradiensét a csatorna tengelyére merőleges irányban,

b) meg kell szüntetni az olvadék alsó részén helyenként előforduló stagnálásokat, s fokozni kell a lassú alsó áramlások sebességét.

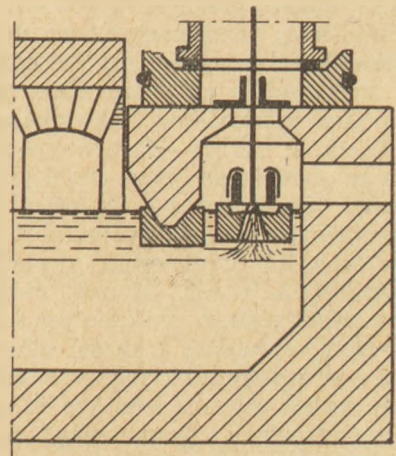
E két feladat teljesítésére több lehetőség kínálkozik. Mindkettőre együttesen hatással van, ha a kemencébe, az olvadék megfelelő mélységéig be-merülő úszót, ill. úszókat helyezünk. Ez egyéb szempontból is gyakran alkalmazott megoldás.

A húzókamrák, húzócsatornák, sőt a kemence pihentető terének jó szigetelése (fenék- és oldalkád-köveknél) ugyancsak kedvezően növeli az olvadék hőmérsékletét, a hőveszteségek csökkentése révén.

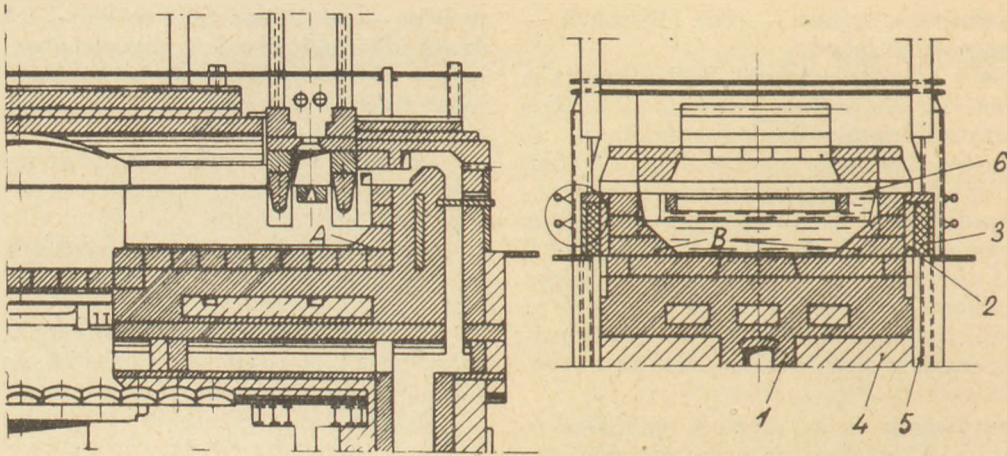
Szükségesnek látszik az oldalkádkövek fokozottabb szigetelése is, amely nemcsak a kristálykiválások, hanem az olvadék oldalirányú hőfokgradiense és a hőveszteség csökkentése szempontjából is előnyös.

Az olvadék helyi stagnálásának megszüntetése, ill. a lassú alsó áramlások intenzitásának fokozása tipikusan áramlástanai probléma. A húzócsatornában, általában a húzókamrák közelében, az olvadék magassága hirtelen 20—30 cm-t csökken. Amennyiben az átmenet lépcsőszerű — s ez gyakran előfordul — a lépcső tövében stagnáló olvadék a likviduspont alatt kristályosodik. Ugyanez fokozottabban érvényre jut a húzókamrák alsó sarkai, élei stb. közelében. A helyzetet javít az éles törések, sarkok megszüntetése.

Az 1. ábrán egy ilyen hazai sarokkiképzést láthatunk. A 2. ábra pedig a húzókamra egy továbbfejlesztett változatát mutatja, ahol az oldalfal alsó részét is ferde kiképzéssel alakították ki (1.). A gyakorlatban legjobban a vízszintessel 45—60°-os szöveget bezáró falkiképzés vált be. A húzókamra vég- és oldalfalának alsó ferde kialakítását a Sal-



1. ábra



2. ábra

gótárjani Síküvegyár is elkezdte. Az eddigi eredmények a kristályosodás csökkentése szempontjából pozitívaknak bizonyultak.

Ugyancsak eredményesen csökkentheti a kristályosodást a húzókamra és a húzócsatorna közvetett fűtése, melyet a fenék és oldalkádkövek külső felületének melegítésével lehet elérni. A Salgótarjáni Síküvegyár II. sz. kemencéjén a húzókamrák külső oldalfalának melegítésére 1965-ben kísérlet kezdődött. A hőközlés a húzókamra alsó részén, a külső fal teljes hosszában történt, generátorgáz-fűtéssel. A kristályosodás mértéke, valamint a húzókamra alsó részén az elüvegtelenedés csökkent, s javult a ciklusok közti húzókamra-felfűtés hatásfoka.

Általánosan elfogadható, hogy a húzott síküveget gyártó kemencék húzócsatornáit és húzókamráit áramlástani szempontból kedvezőbbnek kell kialakítani. Ezzel biztosítható az olvadék egyenletesebb áramlása, csökken a kristályosodás hőmérsékleti tartományában való tartózkodási ideje, tehát a kristályosodás lehetősége is. Ezenkívül a kád említett részeinek hatásosabb izolációjára, sőt helyenként külső fűtésére is érdemes törekedni.

A külső hőközlésnél természetesen a konstans és homogén hőátadást kell szem előtt tartani, mivel a nem megfelelő alkalmazás sávosságot, fonalasságot okozhat a húzott üvegen.

Azonos, függőleges irányú hőmérsékleti gradiens feltételezve, annál nagyobb az olvadék felső és alsó része közti hőmérsékleti különbség, minél nagyobb az olvadék mélysége. Ez a Fourcault-kemencék húzócsatornáiban és húzókamráiban általában 90 cm. A Libbey—Owens eljárás kidolgozóterében az olvadék mélysége ennél jóval kisebb. Szükségesnek látszik tehát a Fourcault-féle üvegyártás problémáinak ismeretében felvetni a húzócsatornák és a húzógépkamrák olvadékmélysége csökkentésének kérdését. Ennek megvalósítása nemcsak a kristályosodás csökkentése szempontjából lenne előnyös, hanem a húzási sebesség növelése, tehát a termelékenység fokozása érdekében is. Bevezetése esetén ugyanis lehetővé válna az üveg kémiai összetételének olyan jellegű módosítása, amelynek eredményeként a kidolgozási — hagyma — hőmérséklet tartományában növekedne az olva-

dék viszkozitása. A húzócsatornák és húzókamrák fenékszintjénél az olvadék hőmérsékletének további 40—60°C-kal való növelése jelentős mértékben csökkentené a kristálykiválás lehetőségét. Ilyen mértékű hőmérsékletemelkedést pedig elérhetnénk az olvadékmélység 20—30 cm-rel való csökkentése révén. Tehát az eddigi 90 cm-es olvadékmélységet 70—60 cm-re kellene csökkenteni.

3. A kémiai összetétel befolyása a kristályosodásra

a) Közöséges síküvegösszetétel

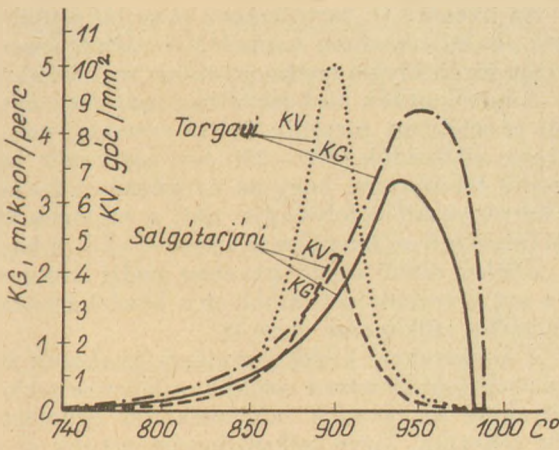
Jelenleg a húzott síküveg fő tömege alapján véve az SiO_2 — Al_2O_3 — CaO — MgO — Na_2O ötkomponens rendszerbe tartozik. Az öt komponensen kívül kis koncentrációban — a nyersanyagok szennyződéséből — rendszeresen vasoxidot is tartalmaz az üveg. Egyes Fourcault-üvegeken pedig a K_2O , BaO , B_2O_3 , Mn_2O_3 , TiO_2 , Sb_2O_3 -oxidok közül 1—2 alkotó is található kis mennyiségben.

A gyártás fő tömegét általában a következő összetételhatárok jellemzik: 71,5—72,5% SiO_2 , 1—2% Al_2O_3 , 0,06—0,16% Fe_2O_3 , 7—8% CaO , 3,2—4,2% MgO , 14,5—15,5% Na_2O .

A kristályosodási problémák megoldásához elengedhetetlenül szükséges a kristályosodás hőmérséklettől függő paramétereinek ismerete. Ennek érdekében méréseket végeztünk a kristályok növekedési és magképződési sebességének megállapítására. A vizsgálat tárgyát a salgótárjani és a torgau (NDK) Fourcault-üveg képezte, a következő összetétellel (százalékban):

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	SO_3
Salgótarjáni	71,5	1,5	0,25	7,7	3,8	15,0	0,25
Torgau	72,25	0,85	0,15	8,05	3,8	14,5	0,4

A vizsgálatok a kényszerkristályosítás módszerével történtek. 4 órás hőkezeléseket alkalmaztunk, szabályozóval ellátott elektromos kemencében. A hőmérsékletszabályozás pontossága $\pm 5^\circ\text{C}$ -on belül volt. A vizsgálatra felhasznált minták 3—4 milliméter vastag, 3 cm² lapfelületű síküvegdarabkák voltak, melyeket porcelán hamvasztó tálban helyeztünk el. A hőkezelések után a mintákat levegőn hűtöttük, majd a felületi kristálykiválásokat mikroszkópi megfigyelés alá vettük. A kristálymérték megállapítása kalibrált leolvasó skála segít



3. ábra

ségével történt. Mikroszkóppal történt a kristálymagok számlálása is, a tárgyasztal állítható feltéjének segítségével. A mért kristálynövekedési sebesség (KG) és a kristálymagképződés sebességének (KV) hőmérsékleti függvénye a 3. ábrán látható.

A salgótarjáni síkűveg kristályosodására jellemző értékek: a maximális kristálynövekedési sebesség 930—940°C között (3,25 μ /perc), a kristálymagképződés maximuma 900°C-nál (4,5 góc/mm²), likviduszpont 985°C, a kristályosodás alsó hőmérséklethatára 745°C, a kristálykiválás teljes foktartománya 985—745 = 240°C. Ugyanezek a torgauai üvegre: a KG maximuma 950°C-nál (4,3 μ /perc), a KV maximális értéke pedig 900°C-nál (10,0 góc/mm²) van, likviduszpontja 990°C, a kristályosodás alsó hőmérséklethatára 740°C, teljes hőmérsékleti tartománya pedig 990—740 = 250°C.

A mérések eredményei jól egyeznek I. I. Kitajgorodszkij (2) és más szerzők, illetve intézetek (3,4) közel azonos összetételű síkűvegekre megállapított értékeivel.

A 3. ábrán a torgauai síkűveg KG- és KV-görbéi a kristályosodás teljes hőmérsékleti tartományában „felülről” fedik a salgótarjáni üveg KG-, ill. KV-görbét. A görbék csúcspontjai közti különbség a torgauai üvegnél 50°C, a salgótarjániánál pedig 35°C. Elvileg a KG- és a KV-értékek maximumai közti különbség növekedésével a kristályosodás lehetősége is csökken. Ilymódon a torgauai üveg kristályosodási hajlamának kisebbnek kellene lennie.

Figyelembe kell azonban vennünk, hogy a maximális KG- és KV-értékek között (különösen az utóbbinál) lényeges különbségek vannak. Pl: a torgauai üveg maximális göcképződési sebessége több mint 2-szerese a salgótarjáni üvegének. A pontosabb értékelést az egységnyi idő alatt a felületegységen kiváló összes kristályhossz összehasonlítása teszi lehetővé. A fajlagos összes kristályhosszat a KG- és a KV-értékek szorzatai adják. Ezek hőmérsékleti függvényét mindkét üvegre a 4. ábra mutatja.

A 4. ábra alapján egyértelműen látható, hogy a kristályosodás hőmérsékleti tartományának hármely részén a torgauai üvegből kiváló kristályok összhosszúsága felülmúlja a salgótarjániat.

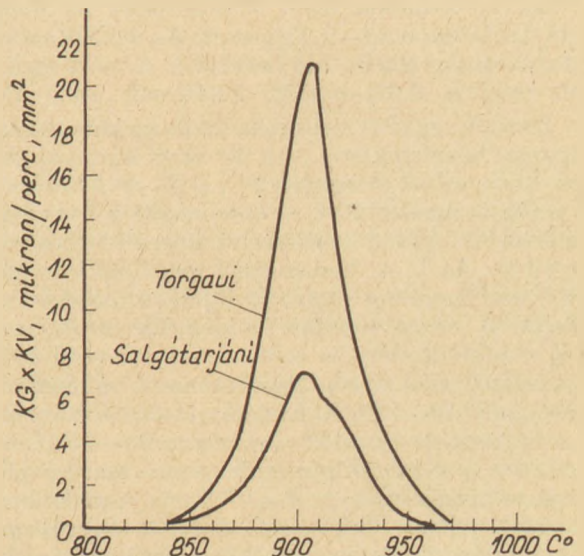
Ezért a torgauai üveg KG- és KV-maximumai közti 50°C-os, tehát a salgótarjánihoz viszonyítva

15°C-kal nagyobb intervallumának kedvező hatása a lényegesen nagyobb KG- és KV-értékek miatt nem tud érvényesülni. Ennek következtében a torgauai síkűveg kristályosodási hajlama nagyobb, mint a salgótarjánié.

A mérési eredményekkel látszólag teljesen elentétes helyzetet tapasztaltunk a gyakorlatban. A torgauai síkűveg gyártása során kristályosodás nem, vagy alig tapasztalható. Ezzel szemben a salgótarjáni síkűveg folyamatos húzását és minőségét rendkívül rontották a gyakori és jelentős mértékű kristálykiválások. A jelenség oka technológiai paraméterekkel sem indokolható. Példaként a hagymahőmérsékletet említhetjük. Átlagosan csak körülbelül 10°C-kal volt magasabb a hagyma hőmérséklete Torgauban, mint Salgótarjánban (930—, ill. 920°C). A 4 ábra alapján pedig még így is valamivel jobban a torgauai üvegek kellene kristályosodni.

Magyarázatot részben a kemenceszerkezetek különbsége ad. A torgauai kidolgozótér utókamrás kialakítása — fűtéssel, vagy anélkül — feltétlenül előnyösen csökkenti a húzókamra alsó részein történő kristálykiválásokat.

A két síkűveg gyártása közben eltérő kristályosodás fő okát azonban az üvegek eltérő Fe₂O₃-koncentrációja képezi. A salgótarjáni síkűvegben általában 0,2% Fe₂O₃ volt, amely egyes esetekben még ezt is meghaladta, elérve a 0,25—0,30%-ot. Ezzel szemben a torgauai síkűvegben legfeljebb csak 0,15% Fe₂O₃ található. Közismert, hogy az üvegek színezőanyag-koncentrációjának növelésével a fényabszorpció exponenciálisan növekszik, ha az üveg vastagsága állandó. Jelen esetben azonos színezőanyag — vasoxid — és azonos üvegvastagság — húzócsatornák, húzókamrák 90 cm-es olvadékmélysége — szerepel, tehát a fényabszorpció növekedését az Fe₂O₃-koncentráció emelkedése okozta a salgótarjáni síkűvegnél. Az Fe₂O₃-tartalom emelkedésével párhuzamosan a kádfenek irányába a sugárzásnak csak egy lecsökkent része jut. Ilymódon növekszik az olvadék függőleges irányú hőmérsékleti gradiense, az olvadék alsó része alacsonyabb



4. ábra

hőmérsékletű lesz. Ez a hőfokcsökkenés pedig lehetővé teszi a fenék közelében a kristályok fokozottabb kiválását.

A vizsgált két üveg likviduszpontja közel azonos. A salgótarjáni síküveg likviduszpontjára mért 5°C -kal kisebb érték nem volt elégséges ahhoz, hogy kompenzálja a nagyobb Fe_2O_3 -tartalom káros hatását. Ez a hátrány a gyártás során jutott kifejezésre. A kidolgozócsartónak alsó részén az olvadék hőmérséklete a likviduszpont alá került, s megkezdődött az elüvegtelenedés.

Az elmondottak alátámasztása céljából a következőkben olyan példát említünk, amelynél az üveg Fe_2O_3 -tartalmát üzemeltetés közben csökkentettük. Természetesen a kemence-konstrukció is változatlan maradt, s a jellemző technológiai paraméterek — kivéve a hagymahőmérsékletet — sem változtak lényegesen.

A Salgótarjáni Síküvegyárban 1965. IX.—X. hóban eredményes kísérleteket végeztünk más telephelyről származó homok üvegyártásra való felhasználására. Az újonnan bevezetett fehérvárcsurgói homok Fe_2O_3 -tartalma $0,04$ — $0,06\%$, míg a korábban használt kisörsi homok általában $0,2\%$, de egyes esetekben $0,3\%$ Fe_2O_3 -at is tartalmazott.

Az új homok felhasználására való rátérés fokozatosan 3 lépcsőben történt. Az áttérés során mindkét kemencén megfigyeléseket végeztünk, és pedig:

- a hagymahőmérsékletek,
- a húzócsatornák külső fenék hőmérsékletének,
- valamint az üveg Fe_2O_3 -koncentrációjának változására.

A hagymahőmérsékletek emelkedését változatlan előkamrahőmérséklethez, tehát konstans felszíni olvadékhőfokhoz viszonyítottuk. Megfelelő műszerek híján az olvadék alsó részénél a tényleges hőmérsékletet közvetlenül megállapítani nem tudtuk, ezért a kádfenek külső hőmérsékletét mértük. Utóbbiból számítás útján állapítottuk meg a fenék belső hőmérsékletének növekedését, s az olvadék hőfokgradiensének változását (5). Az üveg Fe_2O_3 -tartalmának megállapítása fotometrikusan történt.

Az új homokra való átállás előtt az üveg Fe_2O_3 -tartalma $0,20$ — $0,25\%$ volt. Az átállás során az fokozatosan $0,10\%$ alá csökkent. A mért legkisebb értékek $0,07$ — $0,08\%$ Fe_2O_3 -nak adódnak.

Hasonló módon változott az üveg kidolgozási (hagyma) hőmérséklete, csak növekvő iránnyal. Az I. sz. kemencénél átlagosan 25° , a II. sz. kemencénél pedig átlagosan 20°C -ot emelkedett a hagymahőmérséklet, állandó előkamrahőmérséklethez viszonyítva. Az I. sz. kemencénél megállapított nagyobb emelkedést a nagyobb fajlagos terhelés indokolja. A kristályosodás csökkentése szempontjából rendkívül előnyös volt a húzócsatornák és a húzókamrák alsó részén bekövetkezett hőfokemelkedés. Az 1070 — 1100°C felszíni olvadékhőmérséklet zónájában az olvadék alsó részén 90 — 110°C -os emelkedés történt. Figyelembe véve az olvadék 90 cm-es magasságát, ez 1 — $1,2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ -es gradiens-változást jelent. Tehát az olvadék függőleges irányú hőfokgradiense mindkét salgótarjáni síküvegemencénél 1 — $1,2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ -t csökkent.

Az üveg Fe_2O_3 -tartalmának abszolút értékben kevés, de kihatásaiban számottevő változtatása a gyártás során kiváló eredményekben realizálódott.

A húzókamrák alsó sarkaiban már csak minimális mértékben történik kristályosodás, ami a szokásos ciklusidők (200 — 250 óra) alatt nem halmozódik fel annyira, hogy az üveghúzás folyamatát hátrányosan befolyásolja. Sőt, a ciklusok közötti fűtési idő csökkentése is lehetővé vált. A hasznos időalap ebből eredő növelése pedig kompenzálta azt a veszteséget, amelyet a húzási sebesség kismértékű csökkenése okozott.

A konstrukció kristályosodásra gyakorolt befolyásánál foglalkoztunk azokkal a lehetőségekkel, amelyekkel az olvadék hőmérsékletét egyenletesebbé tehetjük. Ilyen jellegű hatást értünk el az üveg Fe_2O_3 -koncentrációjának csökkentésével is. Megállapíthatjuk, hogy a húzott síküveg kristályosodására döntő hatással van az üveg vasoxid-tartalma. Alacsonyabb likviduszpontú, sőt kisebb kristálynövekedési és magképződési sebességgel rendelkező síküveg már akkor is nagyobb kristályosodási hajlamot árulhat el a gyártás során, ha Fe_2O_3 -tartalma csekély mértékben növekszik. A síküveg kémiai összetételénél ezért az Fe_2O_3 -tartalom értékét súlyponti kérdésként kell kezelniünk.

b) Multikomponenses síküveg

Feladatul tűztük ki a síküveg szerkezetének olyan jellegű változtatását, amely a likviduszpont csökkenését eredményezi, de a kidolgozás egyéb feltételeit nem befolyásolja kedvezőtlenül. Ezt célszerűen megválasztott új alkotóknak az üveg szerkezetébe való beépítésével érhetjük el. Az új alkotók kiválasztásánál arra kell törekednünk, hogy azoknak ne legyen mineralizáló hatásuk. Ezek az alkotók az üveg szerkezetében statisztikusan eloszolva növelik a nukleáció aktiválási energiáját, s ilyen módon csökken a kristálymagképződés valószínűsége. Adott alapüvegbe, nagyszámú, de egyenként kismennyiségű komponens beépítésével az alapüveg jellegének változása nélkül az üvegállapot tartóssága fokozható. Az eredmény annál nagyobb, minél jobban megközelíti az üveg összetétele a sokkomponenses rendszer eutektikumát.

Az említett ún. multikomponenses elvet dr. Lócsei néhány jellemző alapüvegre (zöld palack-, Ergon-, elektróda-üveg) már korábban kidolgozta (6). Az alapüvegek szerkezetébe 8 — 15 multialkotót épített be, egyenként $0,1$ — $0,05$ mol százalékos mennyiségben.

Kísérleteket végeztünk a salgótarjáni síküveg, mint alapüveg, multikomponenses kialakítására.

Az alapüveg oxidos összetétele, súly %-ban: $71,9\%$ SiO_2 , $1,7\%$ R_2O_3 , $7,3\%$ CaO , $3,9\%$ MgO , $14,9\%$ Na_2O , $0,3\%$ SO_3 .

Adalékanyagokkal a következő új alkotókat vittük be az alapüvegbe: BaO , ZrO_2 , B_2O_3 , K_2O , TiO_2 , ZnO , PbO , Sh_2O_3 . Fazekas kemencében két olvasztási sorozatot végeztünk. Az első sorozatnál a multialkotók össz mennyisége 1% ($0,53 \pm 0,06$ mol%) volt és additive került beépítésre. A második sorozatnál ekvimolekuláris helyettesítéssel történt az alkotók bevitele, összesen $0,8$ mol %-ban.

Multialkotók koncentrációi, mol %-ban

1. táblázat

Oxid	Beépítés additíve								Ekvimolekuláris helyettesítéssel						
	W/0	W/1—2	W/3	W/4	W/5	W/6	W/7	W/8	W/9	W/10	W/11	W/12	W/13	W/14	
BaO	—	0,25	0,20	0,20	0,10	0,10	0,08	0,05	0,4	0,8	0,4	0,4	0,2	0,1	
ZrO ₂	—	—	—	0,12	0,24	0,12	0,10	0,06	—	—	0,4	0,2	0,2	0,1	
B ₂ O ₃	—	—	0,21	0,21	—	0,21	0,17	0,11	—	—	—	0,2	0,2	0,1	
K ₂ O	—	0,22	0,16	—	0,16	0,16	0,13	0,08	—	—	—	—	0,2	0,1	
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	0,09	—	—	—	—	—	0,1	
ZnO	—	—	—	—	—	—	0,07	0,09	—	—	—	—	—	0,1	
PbO	—	—	—	—	—	—	—	0,03	—	—	—	—	—	0,1	
Sb ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0,02	0,03	—	—	—	—	—	0,1	
Összesen	—	0,47	0,57	0,53	0,50	0,59	0,57	0,54	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
									Alapoxid		Alapoxidcsökkentés, mol %				
									SiO ₂	—	—	0,4	0,4	0,4	0,4
									Na ₂ O	—	0,2	—	—	0,2	0,2
									CaO	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2
									MgO	—	0,2	—	—	—	—

Az olvasztott üvegek különböző számú multialkotót tartalmaztak, 1—8-ig. A multialkotók koncentrációit az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat alsó része a második sorozathoz (W/9—W/14) tartozó üvegek alapoxidjainak az ekvimolekuláris helyettesítés során végrehajtott csökkentését mutatja. Etalonként, hasonló körülmények között leolvasztottuk az alapüveget is (W/0 jelű). A W/9 minta pedig csak 0,4 mol % BaO-t tartalmaz.

Az olvasztott üvegekből tárcsa, bot és szálminták készültek. Ezekből határoztuk meg a likviduszpontot, a Littleton-pontot, valamint néhány minta lineáris hőkitérjedési együtthatóját, transzformációs és deformációs pontját.

Az üvegminták hőkezelése hőmérsékletgradiensű elektromos csökemencében, porcelán égetőcsónakokban történt. A kemencét hőfokszabályzó vezérelte. A hőmérséklettartás pontossága ±5°C-on belül volt, s általában ±3°C-nak felelt meg. 2 óras hőkezeléseket alkalmaztunk, melynek végén a mintákat levegőn hűtöttük. Ezután a mintákat mikroszkópi vizsgálat alá vettük. A felületi kristályok és az üvegfázis határát mikroszkóp alatt jeleltük be. A likviduszpont meghatározását a fázishatár helye, a hőfokgradiens és a maximális kemencehőmérséklet alapján végeztük. A porcelán-csónakok csökemencében való viszonylagos helyzete állandó volt. A csökemence maximális hőmérsékletének beállításánál arra törekedtünk, hogy a fázishatár az 1—1,5°C/cm gradiensnél alakuljon ki. Ezzel a módszerrel állapítottuk meg az adalékmentes (W/o) üveg likvidusz-hőmérsékletét is. A 2. táblázatban a likviduszpontok mellett az etalonra

(W/o) vonatkoztatott likviduszpont-csökkenést (Δt_{Lp}) is megtaláljuk.

A kísérleti eredményekből arra következtethetünk, hogy a multialkotók számának és összmenységének fokozásával a likviduszpont először intenzívebben, majd lassabban csökken. A likviduszpont legalacsonyabb értékét a W/14-üvegnél kaptuk. Ennél a 8 alkotó egyaránt 0,1—0,1 mol %-nyi koncentrációban szerepel, a likviduszpontja (945°C) 48°C-kal alacsonyabb, mint az etaloné.

A kísérleti sorozatok receptúráinak összeállításánál az anyagköltségekből származó gazdasági kihatást is figyelembe vettük. Ezért az olcsóbb adalékanyagokat (cirkonzilikát, bárium-szulfát, káliumkarbonát, bórsav) gyakrabban és nagyobb mennyiségben használtuk fel, mint a többi (titán-dioxid, cinkoxid, minium, antimontrioxid). Az olcsóbb adalékanyag-alkotók közül a BaO, a K₂O és a ZrO₂ fejt ki a legkedvezőbb hatást. A B₂O₃ már kisebb mértékben befolyásolta a likviduszpontot. A kísérleti eredmények alapján a következő multialkotó-koncentrációk additív beépítése javasolható a húzott síküveg szerkezetébe:

0,15 mol% BaO
0,25 mol% ZrO₂
0,15 mol% K₂O

Össz: 0,55 mol%

Ezzel az üveg likviduszpontját 30—35°C-kal lehet csökkenteni, amely elégségesnek látszik a kristályosodás meglévő problémáinak kiküszöböléséhez.

A multikomponenses síküvegek a kísérleti olvasztások során jó „olvaszthatóságról” tettek bizonyosságot.

Minden bizonnyal igazolódna ez kádkemencében is. A multialkotós üvegek jellemző kidolgozási paramétereinek ellenőrzésére meghatároztunk néhány jellemző fizikai tulajdonságot. A 3. táblázatban néhány üveg hőkitérjedési együtthatóját, transzformációs és deformációs-, valamint Littleton-pontját tüntetjük fel. Az első három mutatót dilatometrikus mérés alapján határoztuk meg. A

Likvidusz hőmérsékletek 2. táblázat

Ssz.	Likv. p. °C	Δt_{Lp} °C	Ssz.	Likv. p. °C	Δt_{Lp} °C
W/0 ..	993	0	W/8	950	43
W/1—2	960	33	W/9	973	20
W/3 ..	964	29	W/10	961	32
W/4 ..	963	30	W/11	957	36
W/5 ..	962	31	W/12	952	41
W/6 ..	965	28	W/13	958	35
W/7 ..	951	42	W/14	945	48

táblázat utolsó sora a hazai síküvegre meghatározott egyedi, ill. átlagértékeket tartalmazza [7].

3. táblázat

Hőkitérjedési együtthatók, transzformációs-, deformációs- és LITTLEON-pontok

Ssz.	$\alpha \cdot 10^7$	Tg, °C	T _D °C,	Lp, °C
W/0.....	92,2	508	573	687,5
W/5.....	92,4	511	573	683,5
W/6.....	92,7	514	578	677,0
W/10.....	93,5	506	568	694,3
W/11.....	93,8	508	569	683,0
W/13.....	93,8	511	571	698,3
W/14.....	93,3	518	580	669,8
Hazai síkü.	92—94	512	569	685—690

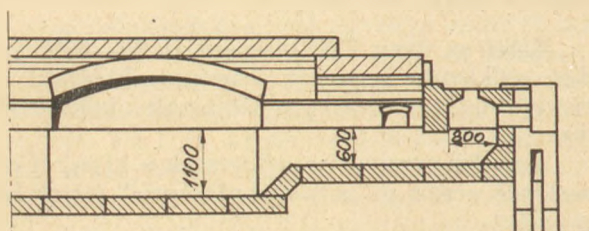
A mérési eredmények szórása elfogadható, mivel a kismértékű eltéréseket a fazékolvasztás jellege megfelelően indokolja. Tehát a multikomponens síküveg — változatlan alapüvegösszetétel esetén — a szokásos technológiai paraméterértékek mellett gyártható.

Összefoglalás

A húzott síküveg gyártása során fellépő kristályosodást a technológiai paraméterek, a kemence szerkezete és az üveg kémiai összetétele befolyásolja. E három tényező szoros kapcsolatban van egymással. A tényezők megfelelő, de egyedi változtatása esetén több-kevesebb eredménnyel csökkenteni tudjuk ugyan a kristályosodást, de a teljes problémát csak a tényezők komplex módosításával oldhatjuk meg. Ez a komplex munka az alábbi részfeladatok végrehajtását foglalja magában:

1. Az üveg színező oxid (elsősorban a vasoxid) koncentrációjának csökkentése 0,1 s% alá. Ezt a nyersanyagok optimális megválasztásával és előkészítésével érhetjük el.

2. A kemencekonstrukciót a hagyományostól eltérő módon kell kialakítani. Ez elsősorban a kemence pihentető terére, a húzócsatornákra és a húzókamrákra vonatkozik, ahol az olvadék mélységét fokozatosan 70—60 cm-re célszerű csökkenteni, az eddigi 90 cm helyett. Ezen konstrukciós megoldás vázlatát az 5. ábra mutatja.



5. ábra

3. Az alapüveg likviduszpontjának csökkentése céljából ki kell alakítani a multikomponenses síküveg-szerkezetet.

4. Törekedni kell a legfontosabb technológiai paraméterek automatikus szabályozására.

A fenti négy részfeladat sikeres végrehajtása esetén a Fourcault-féle síküveggyártás kristályosodási problémáit gyakorlatilag teljesen megoldjuk. Ugyanakkor lehetővé válik az alapüveg kémiai összetételének olyan jellegű módosítása, amely a kidolgozás hőmérsékleti tartományában növeli az üveg viszkozitását. Ezzel pedig a húzási sebesség növekedését, tehát a termelékenység emelkedését érjük el. A húzási ciklus idejét szintén növelni tudjuk, amely ugyancsak előnyös a termelékenység szempontjából.

A javasolt megoldással tehát számottevő lehetőséget nyerünk a Fourcault-rendszerű síküveggyártás továbbfejlesztésére.

IRODALOM

- [1] Prodanjova, N. E., Budov, V. M., Saposnyikov, J. A.: Szteкло i Keramika, 1962. 5. 28—29.
- [2] Kitajgorodszkij, I. I.: Szteкло i Keramika, 1955. 2.
- [3] Glass Technology, 1964. 5. 2. 82—87.
- [4] Tuszinszki, W.: Sztklo i Keramika, 1961. 11. 239—334.
- [5] Günther: Glasschmelz-Wannenöfen.
- [6] Lőcsei, B.: Épitőanyag, 1962. 7. 241—245.
- [7] Lőcsei, B., Kocsis, G., Somogyi, A.: Veszprémi Vegyipari Egyetem Közleményei, 9. k. (1965.) 53—69.

Wilwenger Ferenc: A húzott síküveg kristályosodási problémái.

Fourcault-rendszerű kemencéknél a kristályok elsősorban a húzókamra alsó részén, a düzni szájnnyílása mentén és a húzócsatorna alján keletkeznek. A kristályosodást a technológiai paraméterek és azok változásai, a kemence szerkezete és az üveg kémiai összetétele befolyásolja. A kristályosodási probléma teljes megoldásához e három fő tényező optimális megválasztása, illetve kialakítása révén juthatunk az alábbiak szerint:

1. A legfontosabb technológiai paramétereket automatikusan kell szabályozni.

2. A kemencék húzócsatornáinak és húzókamráinak olvadákmélységét a hagyományos 90 cm-ről 70—60 cm-re kell csökkenteni.

3. A nyersanyagok optimális megválasztásával és előkészítésével az üveg színező oxid (Fe₂O₃) tartalma minimálisra csökkentendő.

4. Célszerűen megválasztott adalékanyagok kis mennyiségével (multialkotók) az üveg szerkezetét is meg kell változtatni, a likviduszpont csökkentése érdekében.

Hazai kísérletek eredményei a multikomponenses síküveg-szerkezet kialakítására, maximálisan 8 új alkotó beépítésével. Összefüggések a multialkotók száma, mennyisége és a likviduszpont csökkentése között.

Вильвергер, Ф.: Проблемы кристаллизации тянутого листового стекла.

У печи системы Фурко кристаллизация проявляется, в первую очередь, в нижней части камеры вытягивания, около отверстия лодочки и на дне канала вытягивания. Кристаллизация определяется технологическими параметрами и их изменением, конструкцией печи и химическим составом стекла.

Проблема кристаллизации решается при оптимизации этих трех факторов, а именно:

1. Важнейшие технологические параметры должны регулироваться автоматически.

2. Высоту расплава в камерах и каналах вытягивания следует снизить с 90 до 70—60 см.

3. Путем оптимального подбора и подготовки сырьевых материалов, количества окрашивающего окисла (Fe₂O₃) следует снизить до минимума.

4. Добавкой небольшого количества целесообразно отобранных веществ (мультикомпонентов) структуру стекла тоже необходимо изменить (в целях снижения температуры ликвидуса).

Описываются результаты опытов для получения мультикомпонентной структуры листового стекла при максимально 8 новых компонентах. Приводятся данные о снижении температуры ликвидуса в зависимости от числа и количества мультикомпонентов.

Wilwerger, Ferenc: Kristallisierungsprobleme des gezogenen Planglases.

Bei Öfen des Systems Fourcault entstehen die Kristalle vorwiegend am unteren Teil der Zugkammer, der Düsenmundöffnung entlang und am Boden des Zugkanals. Die Kristallisation wird von den technologischen Parametern und deren Varianten, von der Ofenstruktur und der chemischen Zusammensetzung des Glases beeinträchtigt. Zur völligen Lösung des Kristallisationsproblems kann man durch die optimale Wahl genannter drei Hauptfaktoren gelangen, im folgenden Sinne:

1. Die wichtigsten technologischen Parameter sind automatisch zu regeln.

2. Die Höhe der Schmelzschicht muß in den Zugkanälen und Kammern von der üblichen Höhe von 90 cm auf 60—70 cm reduziert werden.

3. Durch optimale Wahl und Aufbereitung der Rohstoffe muß der färbende Oxydgehalt (Fe_2O_3) des Glases auf ein Minimum vermindert werden.

4. Auch soll man — im Interesse der Herabsetzung des Liquiduspunktes — durch kleine Mengen der entsprechend gewählten Zusatzstoffe (Multikomponenten) auch die Zusammensetzung des Glases ändern.

Es wird von ungarländischen Experimenten berichtet, betr. Gestaltung einer Planglasstruktur mit

Multikomponenten, und zwar durch Einbau von nicht mehr als 8 Bestandteilen. Zusammenhang zwischen Anzahl, Menge der Multikomponenten und der Erniedrigung des Liquiduspunktes. (S. G.)

Wilwerger, Ferenc: Crystallization Problems of Drawn Sheet Glass

In the Fourcault system furnaces the crystals are formed primarily in the bottom part of the drawing chamber, along the opening of the nozzle and the bottom of the drawing channel. Crystallization is affected by the technological parameters, their changes, the structure of the furnace and the chemical composition of the glass. A satisfactory solution of the crystallization problem might be arrived at by the optimum choice of the following three main factors.

1. The most important parameters have to be controlled automatically;

2. The traditional melt depth of the drawing channels and chambers of the furnaces should be reduced from 90 cm to 60—70 cm.

3. By the optimum choice and preparation of the raw materials the tinting oxide content of the glass should be reduced to a minimum;

4. By the appropriate choice of small quantities of additives (multicomponents) the structure of the glass should be modified to reduce the liquidus point.

The results of Hungarian experiments are given by which the structure of the sheet glass was developed by the addition of not more than eight new components. A correlation was found between the number and quantity of multicomponents and the reduction in the liquidus point.

Egyesületi élet

A Kő-kavics szakosztály 1966. október 25-én tartott klubdelutánján Kollár Ervin „Nagykamrás jóvesztés korszerű és gazdaságos módszerei és a másodlagos aprítás” címen ismertette a gépesített nagy kőbányák tömegjóvesztésének kívánalmait és módszereit. Felsorolta és megindokolta azt, hogy állami kőbányáinkban hol, melyik módszer került bevezetésre. Ezután rátért a nagykamrás jóvesztés előkészítési, számítási, szervezési és végrehajtási munkáinak ismertetésére, beszámolt a hazai gyakorlatban elért eredményekről és rámutatott a módszer fejlesztésének lehetőségeire. Megemlékezett a táróhajtás, a fojtás és gyújtás még fennálló nehézségeiről, megjelölve ezek tökéletesítésének módjait. Az előadást követő hozzászólások közül kiemelkedett Vajda Lászlóé, aki rámutatott a külföldi szakmai irodalomban felmerülő számos, újszerű elgondolásra és technológiai javaslatra. Mindezekkel foglalkoznunk kellene, mi azonban

a már ismert fejlesztési lehetőségeket, mint amilyen az akremit kiterjedt alkalmazása, a ferde fűrés bevezetése, a porleszívó fűrőgépek használatára, a kamratöltetek ráfűrésos élesztése stb., sem vesszük gyakorlatba. Javasolta, hogy a Tröszt szervezze meg a vállalatok tájékoztatását a külföldi szakirodalomban található eredményekről.

A kifejlődött tartalmas vitát Simon Jenő szakosztályvezető zárta le. Emlékeztetett arra, hogy az iparfejlesztés első lépéseként az üzemek termelő gépláncainak modernizálása valósult meg. A második lépés célja a gépek folyamatos köellátása legyen, ez pedig elsősorban a jóvesztésen múlik. Most a vállalatoknak erre kell koncentrálni erőfeszítéseiket. Az Egyesület pályadíjak kitűzésével és külföldi szakemberek meghívásával fog hozzájárulni a cél mielőbbi eléréséhez.

E. I.

Cementgyári automatizálási lehetőségek*

KOLOSTORI JÁNOS
(Dunai Cement- és Mészmű, Vác)

Valamennyi ipari országban a cementtermelés állandóan emelkedik [14], ezzel együtt jár az a törekvés, hogy a termékek minőségének javulásával egyidejűleg csökkenteni lehessen az előállításra fordított költségeket. A világ cementiparát jelenleg az jellemzi, hogy egyre nagyobb üzemeket építenek, új égetési és őrési rendszereket vezetnek be, állandóan tökéletesítik az automatizálást, elektromos számológépeket alkalmaznak.

A következőkben a cementgyártás automatizálásának jelenlegi állásával, továbbfejlesztési lehetőségeivel, valamint a hazai automatizálás helyzetével fogunk foglalkozni. Mielőtt azonban a részletekbe bocsátkoznánk az automatizálással kapcsolatban, néhány általános fogalmat szeretnénk röviden ismertetni.

Automatizálási alapfogalmak

Az automatizálás irányítási folyamatok önműködővé tételére irányuló eljárás [1]. Maga az irányítási folyamat olyan művelet, amelynek révén valamely műszaki folyamatba annak elindítása, előírt szinten tartása, előírt módon való megváltoztatása vagy megállítása (megszűntetése) végett ember (kezelőszemély), vagy önműködő szerkezet (automatika) beavatkozik.

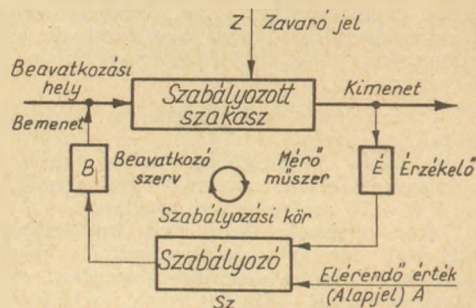
Az irányításnak (mind a kézi, mind az önműködő irányításnak) két fajtája van:

- a) vezérlés;
- b) szabályozás.

a) *A vezérlés* az az irányítási művelet, amelynek során az irányító személy vagy gép oly módon befolyásol egy folyamatot, hogy a befolyásolás eredményéről nem szerez közvetlen tudomást, így újbóli beavatkozása a folyamatba nem attól függ, hogy előző beavatkozásának mi az eredménye. Ebben az esetben tehát nyitott hatásláncú irányításról van szó (1. ábra).

b) *A szabályozás* az irányításnak az a fajtája, amelynek az irányított folyamatba való beavatkozása attól függ, hogy az irányítani kívánt jellemző tényleges értéke eltér-e a megkívánt értéktől. Döntő sajátossága tehát a szabályozásnak,

hogy irányítási hatáslánc ebben az esetben zárt (2. ábra). A szabályozott folyamatban legtöbbször ellenőrizhetetlen zavaró hatások lépnek fel, amelyeknek a befolyását a szabályozónak ki kell egyenlítenie. Ebben az esetben tehát a vezérléssel ellentétben nem beszélhetünk előre meghatározott módon működő irányítási folyamatról.



2. ábra. Szabályozás vázlata

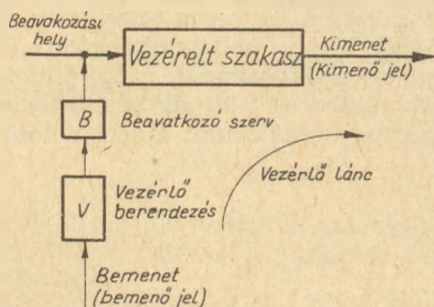
Az önműködő irányításnak, de legfőképpen a szabályozásnak nélkülözhetetlen előfeltétele a teljes és üzembiztos gépesítés és a mérés-technika tökéletesítése. Az automatizálást három fok szerint különböztetjük meg [2]:

1. *A részleges automatizálás* lényege az, hogy csak a termelési folyamat egy vagy néhány részét automatizálják. Ez csak úgy célszerű, ha a későbbi magasabb fokú automatizálás során felhasználható.

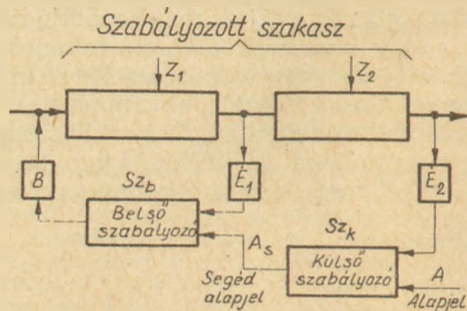
2. *Komplex automatizálás* esetén már összekapcsolt szabályozási rendszerek segítségével különböző, egymást kölcsönösen befolyásoló paraméterek összekapcsolását érik el. A komplex automatizálásnál már célszerű és szükséges a számítógépek alkalmazása.

Egyes esetekben alkalmazzák az ún. *Kaszkádkapcsolást*, amelynek segítségével olyan rendszerek is szabályozhatók, amelyeknél a nagy holt idők egyébként lehetetlenné tennék a szabályozást. Tulajdonképpen két szabályozási kört kapcsolunk egybe. Az eredeti szabályozott szakaszt a technológia által kínált lehetőségek kihasználásával két részre bontjuk. A belső vagy követő szabályozó az öt ért zavarások hatását elhárítja, de csak a felosztott szabályozási szakasz első részét illetően. A

* Elhangzott a Fialat Műszakiak Konferenciáján 1966. június 14-én



1. ábra. Vezérlés hatáslánca



3. ábra. Szabályozás kaszkád kapcsolásban

teljes szabályozott szakaszt illetően megmaradt szabályozási eltéréseket már a külső vagy vezető szabályozó küszöböli ki azáltal, hogy módosítja a belső szabályozó alapjelét (3. ábra). A belső szabályozó gyorsan, időkésés nélkül működik, a teljes szabályozott szakasz nagy holtidős jellege ellenére.

3. *Teljes automatizálásnál* a termelési folyamat összes fő- és mellékberendezéseit felöleli az automatizálás, beleértve a nyersanyag gazdaságos beszerzését és szállítását, továbbá a termék gazdaságos elhelyezését ésállítását is. Az optimális irányítás kialakítását rendszerint a gazdaságosság figyelembevételével végzi.

A berendezések optimális szabályozása azt jelenti, hogy szélső értékeket állapítanak meg, majd a termelést oly módon vezetik, hogy ezen szélső értékeket lehetőleg elérjék, illetve megközelítsék, pl. maximális termelés minimális ráfordítással.

A szélső értékek megállapítására több lehetőség van [3], meghatározható empirikus módszerrel, az ún. tanuló optimalizálással és a folyamatok matematikai összefüggéseinek meghatározásával is. A teljes automatizálásnál már mindenütt felhasználják az elektromos számítógépeket. Az analóg-számítógép és a digitális számítógép egymás kiegészítője, alkalmazási területük világosan körvonalazható.

Az analóg számítógépek felhasználják az analóg-elvet, amelyen a következőt kell érteni: a vizsgálandó fizikai rendszer alapján olyan hozzá hasonló, vele analóg pl. villamos vagy mechanikus rendszert építünk fel az analóg számítógép egységeinek a feladat által meghatározott sorrendben való összekapcsolásával, amely utóbbi rendszer megfelelő fizikai változói és állandói közötti kapcsolatot ugyanolyan matematikai egyenletek írják le, mint amilyenek az eredeti vizsgált rendszer megfelelő változói és állandói között fennállnak. A vizsgált rendszer és az analóg számítógép műveleti egységeiből kialakított analóg rendszer matematikai értelemben egymás analógiái. Fizikai megjelenési formájuk, működési elvük tekintetében egymástól teljesen eltérőek lehetnek.

A digitális számítógép rendszerint elektromos elemekből épített számítógép, amely számjegyes alakban megadott mennyiségekkel (számjegyekkel) előzetesen összeállított program szerint, az alapl műveletek sorozatos alkalmazásával automatikusan oldja meg a kijelölt műveleteket.

A számítógépek alkalmazásához a mérés-technikát is tovább kell fejleszteni [13, 14]. Digitális jelekkel működő mérőműszereket kell alkotni, illetve a jelenleg analóg jelekkel működő mérőműszerekhez analóg-digitális mérőjel-átalakítókat kell használni, hogy a rendszerint kettes számrendszerben dolgozó digitális számítógépbe lehessen vezetni a mérési értékeket. A technológiai folyamatok jellemzői között matematikailag megfogalmazott összefüggéseket (algoritmusokat) kell létrehozni, és azok megoldását programozni a számítógépek részére, mert a számítógépek csak program alapján tudják a változó üzemi körülményeknek megfelelő optimális beállítást kiszámítani és a beavatkozó szervvel az eredményt közölni. Ehhez viszont is-

mét jelátalakítókra van szükség, legtöbbször digitális analóg-átalakítókra, mivel a beavatkozó szervek analóg jelekkel működnek.

A számítógépeket műszaki feladatok megoldásán kívül könyvelési, statisztikai feladatok elvégzésére is fel lehet használni az üzemekben. Sokszor a gépek nagy teljesítményéből kifolyólag a műszaki feladatok megoldása csak mellékfeladatként jelentkezik, az üzemidő nagyrésztében a gép az adminisztrációs munkát végzi.

Az automatizálás előnyeinek kihasználásához a gépeket alkalmazó ember tudását is fejleszteni kell. Szükséges, hogy az ipar technológus mérnökeket olyan matematikai és kibernetikai tudással képezzék ki, hogy a technológia irányítása és javítása mellett, a folyamatokat a kibernetika nyelvén is ki tudják fejezni. A szakértőknek szorosan együtt kell működni. Megfelelő eredmény a technológus, az automatikus, a fizikus és a kémikus együttműködése alapján érhető el. A vezető személyek iránti követelmény mellett, a kezelőszemélyzet szerepéről is beszélnünk kell. Az automatizált üzemben olyan szakmunkásokra, mechanikusokra van szükség, akik a berendezések üzembehelyezési és karbantartási munkáit el tudják végezni. A kisebb létszámú szakképzett munkaerők bére azonban nagyobb, mint az automatizálás következtében feleslegessé vált kezelőszemélyzeté. Természetesen az összes bérkiadások az automatizálás hatására csökkenni fognak.

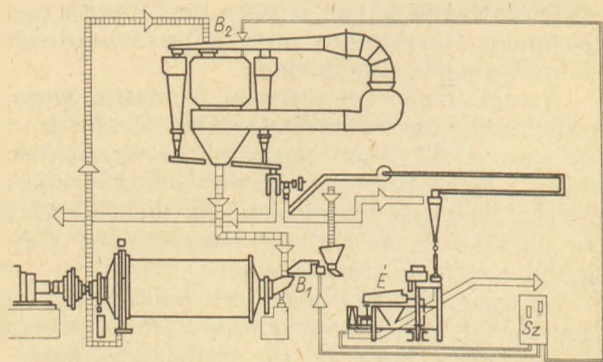
Automatizálási megoldások a cementiparban

Az általános szempontok összefoglalása után, ismertetni kívánunk néhány megvalósított cementipari automatizálást. A teljesség igényéről le kellett mondani, a bemutatott példákat célszerűségi szempontok alapján a jelenleg hazánkban legmagasabb szintet képviselő szárazeljárás egyes főbb rész-folyamatait jellemző gépegységek automatizálási megoldásából választottunk ki. — Ilyen alapon a nyersliszt-homogenizálás, a körfolyamatos őrlés, a szárítás, a Lepol-eljárású forgókemencés klinkerégetés folyamatainak automatizálásáról és a számítógépek cementiparba történő alkalmazásáról kívánunk kissé részletesebben beszámolni.

A nyersliszt-homogenizálás automatizálását [7] röntgenfluoreszcenciás spektrálanalízis bevezetése tette lehetővé. Segítségével gyorsabbá vált a nyersanyagok elemzése. A röntgenszínkép-elemző készülékhez automatikus önregisztráló és szabályozó berendezések tartoznak, amelyek a mért értékek alapján önműködően beállítják a malmok adagoló-mérlegeit az állandó nyersliszt-összetétel biztosítása céljából.

Kutatásokat folytattak annak megállapítására [9], hogy van-e lehetőség radioaktív módszerek alkalmazására a nyersanyag és a klinker vegyi összetételének ellenőrzésénél. — A gyors neutronforrás kihasználásával gyorsított eljárással állapítható meg a cement-nyersanyag vegyi összetétele. Ez az eljárás további tökéletesítése után versenyre kelhet a röntgenszínkép-elemzéssel.

A nyersliszt-homogenizálás automatizálásánál az összetett kémiai számítások elvégzésére digitális



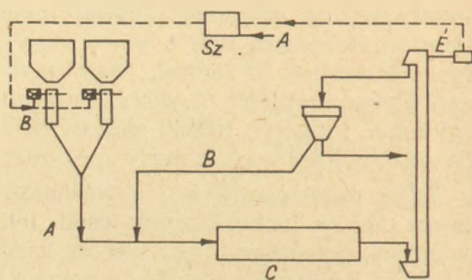
4. ábra. Körfolyamrendszerű őrlebendezés szabályozása a végtermék őrlési finomsága alapján

számítógépeket alkalmaznak [12]. A gépek programozásánál legtöbbször gazdaságossági szempontokat is figyelembe vesznek, pl. azonos összetétel beállításánál a legolcsóbb nyersanyag-komponenseket választják ki a géppel.

A körfolyamatos őrlés komplikáltabbnak tűnik a kombinált malomban való őrlésnél, ennek ellenére automatizálás szempontjából sok az előnye. A különbözőképpen őrölhető anyag változásaiból adódó zavaró tényezőt az alábbi eljárásokkal küszöbölik ki [1]:

a) Ha a szélesztályozó fordulatszáma szabályozható, akkor valamely alkalmas őrlésfinomság-meghatározó műszer segítségével szabályozni lehet a szélesztályozó fordulatszámának beállítását. — Ez az egyetlen ismert mód, amellyel a végtermék minősége alapján közvetlenül lehet beavatkozni szabályozás útján a körfolyamatos őrlebendezésbe. A 4. ábrán egy ilyen elven működő szabályozás vázlatát láthatjuk. A végtermékből mintát vesznek, ebből egy folyamatosan működő őrlésfinomság-meghatározó műszer (É) megállapítja az őrlési finomságot. — Amennyiben az előírt értéktől eltérés mutatkozik, a műszer jelét megfelelően felerősítve a szabályozó berendezés (Sz) felhasználja a szélesztályozó fordulatszámának (B_2) és a malomra kerülő nyersanyag mennyiségének (B_1) megváltoztatására.

b) A durva frakció mennyiségének mérése segítségével is szabályozható a körfolyamatos mérés. A mérésre több módszert használnak; lehet a durva frakciót szalagmérleg helyett változtatható fordulatszámú tényéros adagoló, vagy más folyamatosan változtatható teljesítményű térfogatos adagoló is alkalmazhatók. Mind az a), mind a b) esetben az $A + B + C = \text{állandó}$, a feltétele a berendezés helyes működésének, mert a szélesztályozó csak abban az esetben tudja biztosítani az őrlési finomság kielégítő egyenletességét.



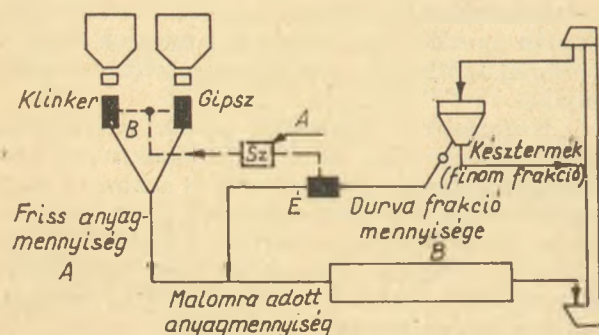
6. ábra. Körfolyamrendszerű őrlebendezés szabályozása a malomból távozó termék mennyiségének függvényében

Az 5. ábra a körfolyamatos őrlés szabályozásának vázlatát mutatja a durva frakció mennyiségének függvényében.

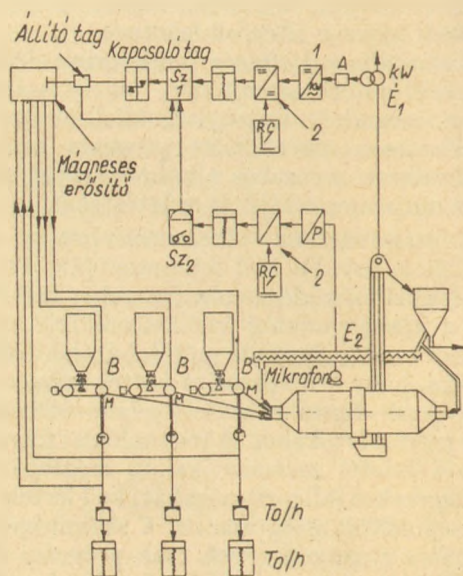
c) A malomból távozó őrlemény mennyiségének mérése szintén felhasználható szabályozásra. Ebben az esetben a kijövő őrleményt emelő elevátor teljesítmény-felvételével jellemezhetjük a malomból távozó anyag mennyiségét. Ezen érték alapján szabályozható azután a friss anyag adagolása. Az adagolásra szalagmérleg helyett változtatható fordulatszámú tényéros adagoló, vagy más folyamatosan változtatható teljesítményű térfogatos adagoló is alkalmazhatók. Mind az a), mind a b) esetben az $A + B + C = \text{állandó}$, a feltétele a berendezés helyes működésének, mert a szélesztályozó csak abban az esetben tudja biztosítani az őrlési finomság kielégítő egyenletességét.

A 6. ábrán a körfolyamatos őrlés szabályozásának vázlatát láthatjuk a malomból kijövő termék mennyiségének függvényében. — Ez a módszer azonban a holtidő szempontjából kedvezőtlenebb az előzőnél.

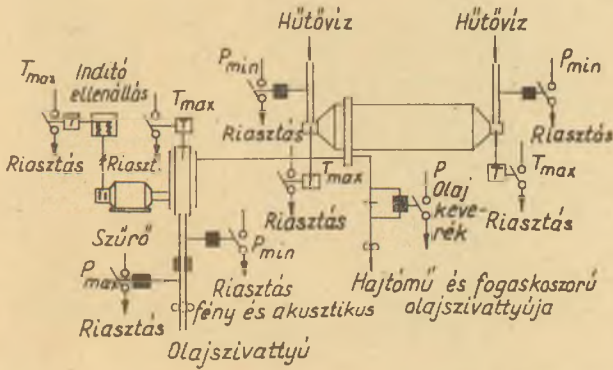
Az ún. elektromos fület mindegyik megoldásnál alkalmazzák a malom első kamrája túltelésének megakadályozására. Működésének lényege abból áll, hogy a malom zaja változik, ha a kamra kezd túltelni, ezt mikrofonnal érzékelik és a változást



5. ábra. Körfolyamrendszerű őrlebendezés szabályozása a durvafrakció mennyiségének függvényében



7. ábra. Egy $\varnothing 2,4 \times 11$ m főméretű cementmalom szabályozása



8. ábra. Egy $\varnothing 2,4 \times 11$ m főméretű cementmalom ellenőrző berendezései

megfelelően felerősítve a friss anyag adagolásának szabályozására használják fel.

Nagyon részletes tájékoztatást ad a svájci W. Hürlimann a gyárukban végrehajtott körfolyamatos cementőrlés automatizálásáról. Egy $\varnothing 2,4 \times 11$ m főméretű, 21 t/ó névleges teljesítményű közbelső osztályozású, elevátoros körfolyamatos cementmalom automatizáltak, amelynek megoldását a 7. ábrán láthatjuk. Az adagoló szalagmérlegeknél megoldották a komponensek egymásközi arányainak folyamatos állandósítását.

Mivel a szabályozó (Sz_1) egyenáramú bemenő ellenőrző jelet kíván, a mérőjelet (kW) át kell alakítani egyenáramú (=) ellenőrző jellé (1). — De mivel az elevátorterhelés természeténél fogva lökészerű, ezt el kell simítani, amit a középérték-képző végez el (2). — A szabályozóban be lehet állítani a megfelelő alapjelet.

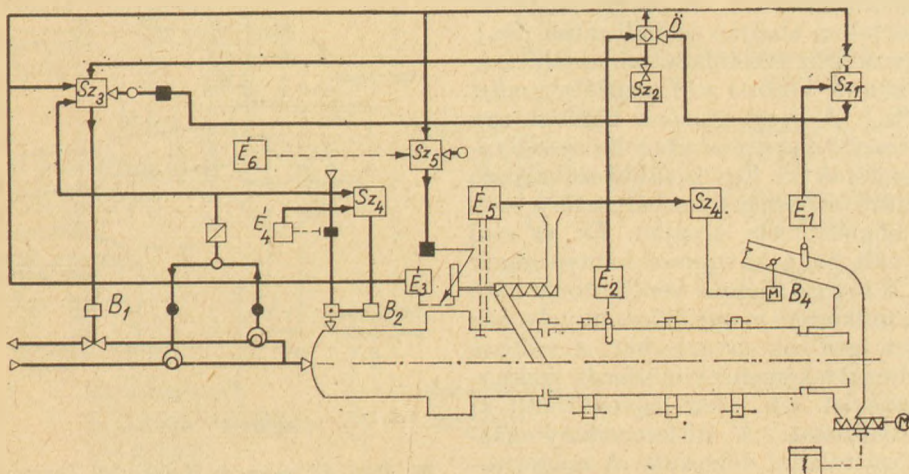
A kapcsoló és az állítótag végzi el az adagolandó friss anyagmennyiségek optimalizását a szalagmérlegek szabályozóiban, azaz beállítja az elevátor terhelésétől függően, a szalagmérlegek alapjelet.

A közlemény időpontjában még csak tervezték az elektromos fül berajzolt alkalmazását. Céljuk az volt, hogy megakadályozzák az első kamra túlterelését. Erre megvan a lehetőség, mert ha az első kamra durvább szemű, keményebb, nedvesebb anyagot kap, feltöltődik fokozatosan. — Ilyenkor

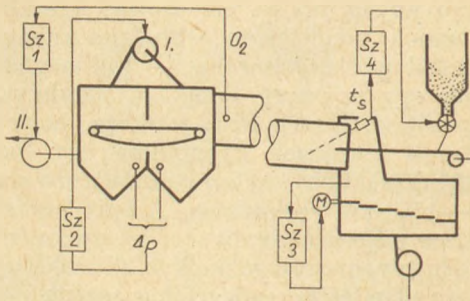
kevesebb anyag jut az elevátorra, a szabályozó pedig ennek megfelelően több friss anyagot fog adagoltatni az első kamrába. — Ide megfelelőnek tartanak egy egyszerű kétállású nemfolyamatos szabályozót is. Ennek az a feladata, hogy ha az első kamra zöreijének gyengülése egy bizonyos beállított értéket elér, akkor a szabályozó alapjelet kb. 10—15%-kal csökkentse. A leírt szabályozás kb. 7%-os teljesítménynövekedést eredményezett a minőség egyenletessége mellett. A szabályozáson kívül még ellenőrzőberendezések is segítik a malom automatikus üzemét. A 8. ábra mutatja az ellenőrző berendezések elrendezését, ezek nélkül a malom szabályozás hatása nagymértékben csökkenne.

A szárítók szabályozásának egyik legnagyobb nehézsége abban rejlik, hogy a legtöbb anyag nedvességtartalmát nem tudjuk megbízhatóan mérni és szabályozásra felhasználni. Minthogy az ipari szárítás túlnyomórészt víz eltávolítását jelenti, a nedvesség meghatározását közvetve a szárítóból kilépő füstgáz nedvességtartalmának mérésével lehet igen gyakran megoldani. A gáznedvesség mérését viszont hőmérséklet, illetve hőmérsékletkülönbség-mérésre lehet visszavezetni.

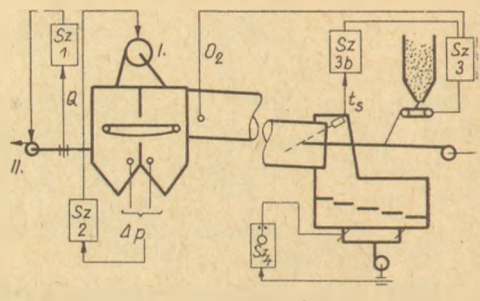
A 9. ábrán egy forgódobos szárító műszerezését és automatizálását láthatjuk [10]. A leszártított anyag nedvességtartalmát lehetőleg azonos szinten kell tartani, és ehhez a lehető legkevesebb tüzelőanyagot kell felhasználni. A szárítóból távozó anyag nedvességtartalmának közvetlen mérése helyett az eltávozó szárítógáz hőmérsékletét (\dot{E}_1) távadóval mérik. A dobszártító igen nagy holtidővel rendelkező szabályozott szakasz ($T_h > 20$ p), a füstgáz néhány másodperc alatt áramlik át a szárítón, és így gyorsabban mérhető a változás. — Az alaphőmérséklet-szabályozó (Sz_1) a szárítóból távozó gáz hőmérsékletét méri és az összehasonlító egységbe (\dot{E}_1) csatlakozik. Ide csatlakozik még a szárítódob kezdeti szakaszának hőmérsékletét érzékelő (\dot{E}_2) távadó is. A kimenő jel egyrészt a (Sz_2) második szabályozó ellenőrzőjele, másrészt a tüzelésszabályozó (Sz_3) zavarójelet adja. A másodsabályozó állítja be a tüzelésszabályozó alapjelet. A tüzelést az olaj- és az anyagadagolás arányának beállításával szabályozzuk az olajgő visszafolyó vezetékébe épített



9. ábra. Forgódobos szárító műszerezése és automatizálása



10. ábra. Hartmann- és Braun-féle I. sz. kapcsolás
Lepol-kemence automatizálására



11. ábra. Hartmann- és Braun-féle II. sz. kapcsolás
Lepol-kemence automatizálására

szeleppel (B_1). — Az arány megállapítására az olajvezetékekbe épített két számláló által mért mennyiség különbsége és az anyagadagoló csiga tengelyének fordulatszámológója (E_3) szolgál, a tüzelőanyag és a levegő arányát egy második (Sz_4) arányszabályozó biztosítja, amely a levegővezetékbe épített (E_4) mérőperem és távadó segítségével mér és (B_2) motoros csappantyúval avatkozik be a levegőáramlásba. — A berendezés nyomásviszonyait huzatszabályozóval (Sz_4) tartják állandó értéken. Az anyagadagolás sebességét a tároló szintje alapján (Sz_5) szintszabályozó szabályozza. A szabályozórendszer stabilizálása érdekében az anyagadagolás sebessége a hőmérséklet-szabályozók alapjelét is befolyásolja. A szárított anyag nedvességtartalmát végső ellenőrzésként regisztrálják. Biztonsági berendezések egészítik ki a leírt műszerezést és automatizálást, melyek a túlmelegedést, a kiégést és a robbanást akadályozzák meg.

A Lepol-eljárású forgókemencés klinkerégetés automatizálására különböző megoldásokat fejlesztettek ki. Ezeknek a célja az, hogy a legmagasabb kemenceteljesítménynél a legalacsonyabb kalória-felhasználással a legjobb és legegyszerűsebb klinkerminőséget kívánják biztosítani.

A fejlődés érzékeltetésére a Hartmann & Braun cég által kifejlesztett két kapcsolást szeretnénk először ismertetni, amelyeket időben egymásután dolgoztak ki, és amelyeknél már felhasználták a kísérletek alapján szerzett tapasztalatokat [5]. Az első kapcsolást a 10. ábra, a másodikat a 11. ábra mutatja.

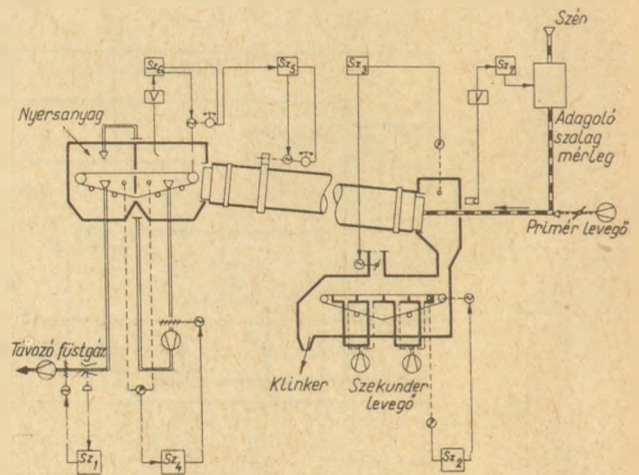
Az első kapcsolásnál a II. sz. füstgáz-ventillátort az oxigéntartalom alapján szabályozták (Sz_1). A I. forrógáz-ventillátor vezetélapátjainak állításával a két alsókamra közötti differenciálynomást szabályozták (Sz_2). A zsugorítózóna hőfokát egy szabályozón keresztül a szénpor-adagolás szabályozására (Sz_4) használták fel. Egy további szabályozó (Sz_3) a rostélyhűtő sebességét szabályozta a szekunder levegő hőmérséklete alapján. Ez az első kapcsolás nem vált be, a következő hiányosságok következtében. A távozó füstgáz-ventillátorra ható szabályozó nem működött megfelelően, mivel a gáz oxigéntartalmára igen sok zavarás hat. A változó rétegellenállás, huzat a kemencekimölelésnél, szekunderlevegő-hőmérséklet stb. nem egyenlíthető ki egyetlen szabályozással. A differenciálynomás-szabályozás kifogástalanul dolgozott. A zsugorítózóna és a szekunderlevegő-hőmérséklet alapján

történő szabályozások a nagy holtidők következtében túl lassúak voltak vagy lengésbe kerültek.

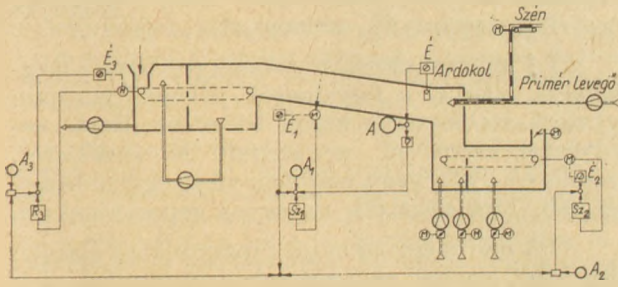
A nyert tapasztalatokból a II. sz. szabályozókapcsolást építették fel, amely bevált, és ma a cég által leggyakrabban kivitelezett kapcsolás. Egy szabályozó a II. távozógáz-ventillátor vezetélapátjainak állításával a távozó gázmennyiséget állandó értéken tartja (Sz_1). — Egy másik szabályozó (Sz_2) hasonlóan a I. kapcsoláshoz a két szívókamra differenciálynomásának állandóságáról gondoskodik a I. sz. forrógáz-ventillátor vezetélapátjainak elállításával. Egy további szabályozó (Sz_3) az oxigén-elemző adatai alapján a tüzelőanyag-adagolást szabályozza. A zsugorítózóna hőmérséklete nem hat közvetlenül a tüzelőanyag mennyiségére, hanem csak az oxigénszabályozó alapértékét vezeti (Sz_{3b}). — Ebben a kapcsolásban tehát a zsugorítózóna hőmérséklete és a füstgáz oxigéntartalma a más ismertetett kaszkádkapcsolásban van a szabályozórendszerbe beépítve. Végül a rostélyhűtőnél egy szabályozó (Sz_4) az állandó friss levegő mennyiségéről gondoskodik.

A Siemens és Halske cég [11] a következő szabályozóköroket tartja célszerűnek alkalmazni a Lepol-kemencénél.

1. Távozó füstgázmennyiség-szabályozás.
2. Hűtőszabályozás.
3. Kemencefejnyomás-szabályozás.
4. Differenciálynomás-szabályozás a Lepol-rostély alsó kamrai között.
5. Rostély-fordulatszám—kemence-fordulatszám viszony szabályozása.



12. ábra. Siemens- és Halske-féle kapcsolás Lepol-kemence
automatizálására



13. ábra. Színhőmérséklet-mérés alapján felépített szabályozási rendszer

6. Forrókamra-hőfok—rostélyfordulat viszonyának szabályozása.

7. Zsugorítózóna hőmérséklet-szabályozása.

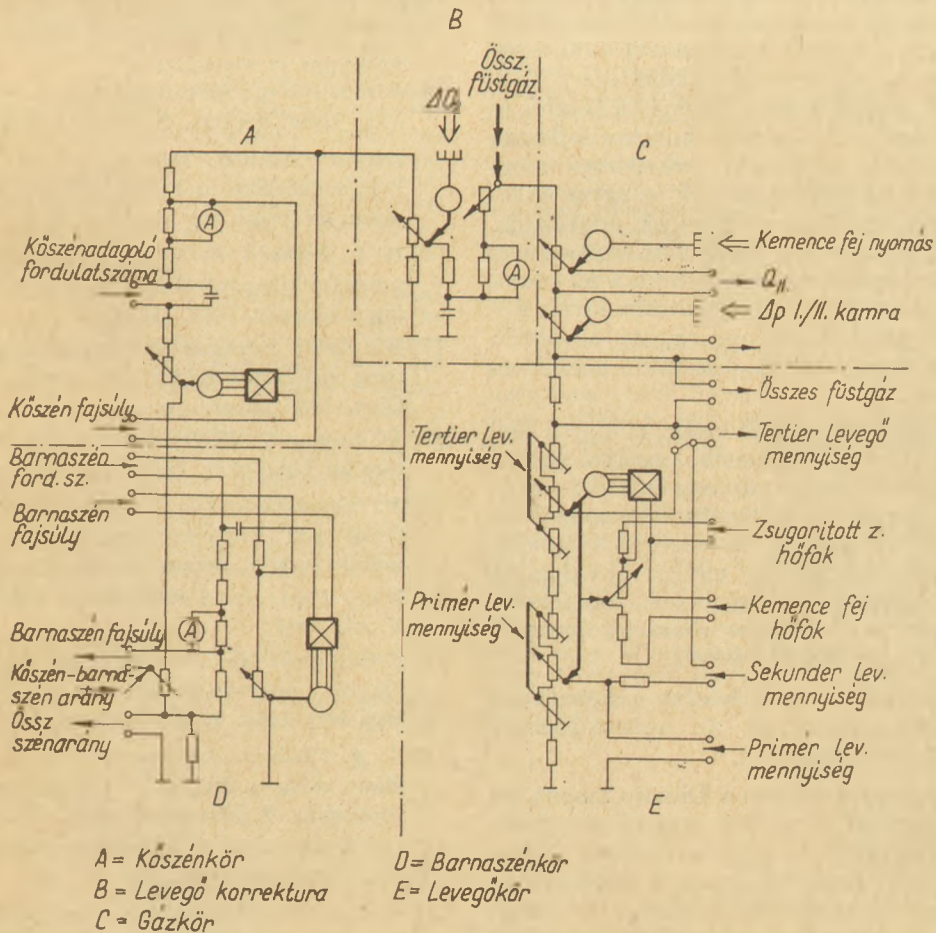
A cég által javasolt kapcsolást a 12. ábrán láthatjuk.

Csak a zsugorítózóna hőmérséklete által szabályozott Lepol-kemencét láthatunk a 13. ábrán [8]. Ezt a szabályozást a kleinkemsi cementgyár felszerelte, és 8 hónapos üzemelés után igen kedvezően nyilatkozott róla. Összehasonlító mérések során megállapították, hogy kézi szabályozás esetén a zsugorítózóna hőmérséklete 1320—1440°C között, míg automatikus szabályozás esetén 1410—1450°C között ingadozott.

A zsugorítózóna hőmérséklete alapján történő Lepol-rostély, forgókemence és hűtőrostély fordú-

latszám-szabályozást az erre a célra kifejlesztett „ARDOKOL” típusú szín-hőmérsékletmérő műszer alkalmazása tette lehetővé. — Ez a műszer a különböző hullámhosszúságú sugárzások intenzitásváltozásának viszonya alapján méri a zsugorítózóna hőmérsékletét. — A műszer működési elvéből kifolyólag a mérést az eddig használatos egyéb sugárzásmérő műszerekkel ellentétben, a forgókemencében áramló poros levegő portartalmának változása csak igen kis mértékben befolyásolja, mivel a mért hullámhosszoknál jóval nagyobb méretű porszemcsék azonos mértékben gyengítik a mért hullámhosszú sugárzás intenzitását.

A számítógépek alkalmazásával már mód nyílik arra, hogy a cementipari automatizálást tovább tökéletesítsék. Egy érdekes analóg számítógép-felépítést láthatunk a 14. ábrán, amelyet a Lepol-kemence folyamatainak szimulálására építettek [11]. A tüzelőanyag-adagolás által vezérelt egyenáramú tachometer táplálja a készüléket. A különböző mért jellemzőket pl. a zsugorítózóna hőmérsékletét pót feszültségként vezetik a készülékbe (egyszerű nyilakkal jelezve). A már ismertetett kapcsolású szabályozók pl. az oxigénszabályozó motormeghajtású korrekcióra potenciómétereket állítanak el (kettős nyilakkal jelezve). A kívánt értékek, pl. az áramló füstgáz mennyisége kéziállítású potencióméterekkel adhatók be. A gép ezután folyamatosan kiszámítja az optimális kemence-üzemhez szükséges értékeket a szabályozók részére,



14. ábra. Analóg számítógép a Lepol-kemencéhez

amely értékeket a szokványosan működő szabályozókhoz vezetnek alapjelként (kifelé mutató nyilak). — Ezen kapcsolás azonban még nem teljesen tökéletes, csak egy pontosan megmért feladatra használható és nem állítható át.

A digitális számítógépek már sokoldalúbban alkalmazhatók, mivel ezek munkáját az előre elkészített és szalagra lyukasított programok segítségével különböző folyamatok irányítására is felhasználhatják. Ennek megfelelően digitális számítógépet alkalmaznak a nyersanyagkeverés automatizálására éppen úgy, mint az égetés irányítására [6]. Ezen gépek segítségével a termelés összes főbb jellemző mennyisége regisztrálható, ezen értékeket a digitális számítógép folyamatosan összehasonlítja az előírt értékekkel, amennyiben eltérés mutatkozik, a megfelelő szabályozókhoz jelzést küld, veszélyes eltérés esetén riaszt, majd leállítja a folyamatot.

Hazai automatizálási lehetőségek

A hazai automatizálási lehetőségek ismertetésére rátérve [4] megállapíthatjuk, hogy a világszínvonalat képviselő legmodernebb eljárások bevezetése meglevő gyárainkban még nem időszerű. — Teljesen felesleges lenne egy nagyteljesítményű digitális számítógépet beszerezni és munkába állítani addig, míg legtöbb üzemünkben csak a legminimálisabb műszerezéssel rendelkezünk. — Egy ilyen nagy gép üzemeltetésének az alapfeltételei — a teljes és üzembiztos gépesítés, az összes fontos jellemző távadóval felszerelt műszerrel való megbízható mérése, az összes beavatkozó szerv távvezérelhetősége, a megfelelően kiképzett kezelő- és karbantartó-személyzet — csak hosszas fejlesztő munkával és nagy költséggel valósítható meg. Megfelelő kritikával kell fogadnunk az egyes automatizált megoldásokat hirdető cégek adatait is. Az általuk közölt — az automatizálás segítségével elérhető — megtakarítások legtöbbször a mi viszonyainktól nagymértékben eltérő körülmények között dolgozó üzemekre érvényesek, itt az eltérő nyersanyag- és energiaárakra, valamint bérköltségekre gondolok.

Az automatizálás sok gazdasági előnnyel jár, egyenletesebb lesz a gépek üzeme, amellyel együtt jár az egyenletesebb termékminőség is, kb. 5—6%-kal növekszik a gépek átlagteljesítménye nagyjából azonos mértékű fajlagos villamosenergia- és tüzelőanyagfelhasználás-csökkenés mellett, valamint csökken az üzemzavarok száma is. Másrészről azonban számolni kell a gép-beruházási költségeknek mintegy 25%-os növekedésével.

Jelenlegi körülményeink között a következő lépéseket látom célszerűnek az automatizálási lehetőségek kihasználására:

a) Az összes, gyárunkban a Dunai Cement- és Mécsműben felszerelt központi vezérlőberendezésekhez hasonló megoldások megtervezése és kivitelezése. Gondolok itt az egyes gépsorok technológiai sorrendben történő központi indítására és leállítására megfelelő elektromos reteszeléssel és jelzőberendezéssel ellátva, a főbb jellemzők távadós

műszerrel való mérésére, távirányítású beavatkozó szervek (csappantyúk, szelepek stb.) felszerelésére.

b) A mérőműszerek adatainak rendszeres megfigyelése alapján a folyamatok jellemző pontjain egyszerű szabályozási körök beépítése. Ezen szabályozási körök pl. az állandó hőmérsékletet, áramló víz-, gőz vagy olajmennyiség egyenletességét stb. biztosíthatják az egyes gépegységeknél.

c) A már meglevő hazai tapasztalatok alapján meg lehet kezdeni az ipari televízió általános felszerelését az egyes folyamatok távról történő közvetlen ellenőrzésére.

d) A külföldön megvalósított komplex szabályozások alkalmazási lehetőségeinek részletes vizsgálata alapján egyes folyamatok pl. őrlés, szárítás, égetés teljes automatizálásának előkészítése.

Az ismertetett feladatok megvalósításához — amint ezt már többször hangsúlyoztam — a teljes és üzembiztos gépesítés mellett elengedhetetlen a megfelelő tervező- és kivitelezőgárda, valamint a jól képzett kezelő- és karbantartó-személyzet.

IRODALOM

- [1] *Berde László*: Üzemi őrlési folyamatok automatizálása a cementiparban. ÉM ÉDOK 1965.
- [2] *Costa, Harald*: A szilikátipar atomizálása. Építőanyag 1964. 1. sz.
- [3] *Dr. Frigyes Andor*: Komplex automatizálás c. előadásai irányítástechnikai szakmérnökök részére. 1965.
- [4] *Gémesi József*: Az automatizált cementgyártás néhány hazai kérdése. Építőanyag 1964. 1. sz.
- [5] *Diether Hummel*: Messungen und Regelungen in Zementfabriken und verwandten Betrieben. Hartmann és Braun cég kiadása. 1963.
- [6] *R. L. Johnson, R. J. Lyle*: Installation of a computer for kiln control (a method). Minerals Processing 6 (August 1965.) H. 8.
- [7] *W. Lahl*: Röntgen-Fluoreszenzanalyse zur Steuerung und Kontrolle im Zementwerk. Zement-Kalk-Gips, 1965. 2. sz.
- [8] *W. Liesegang, K. Lusche*: Einsatz des Farbpirometers an Lepolofen. Zement-Kalk-Gips, 1964. 9. sz.
- [9] *F. Matouschek*: Zur Automatisierung der Rohmaterial und Klinkerzusammensetzung in der Zementindustrie. Zement-Kalk-Gips, 1964. 1. sz.
- [10] *Nagy Iván*: Ipari folyamatok műszerezése. MTI V. 44. 1964.
- [11] *Franz Otto*: Neuzeitliche Mess- und Regelanlagen für die moderne Zementfabrik. WSW-Technische Berichte. 1963. 2. Heft Siemens és Halske kiadás.
- [12] *R. A. Phillips*: Automation of a portland cement plant using a digital control computer. Minerals Processing 5 (Dezember 1964). H. 2. S. 321—36.
- [13] *Dr. Reichard Ernő*: A cementgyártás gépesítése és automatizálása. ÉM. ÉDOK 1965.
- [14] *J. Rosa*: A világszínvonal és a fejlődés irányvonala a cement és mészegetés terén. Építőanyag. 1965. 4. sz.

Kolostori János: Cementgyári automatizálási lehetőségek.

A világ cementiparát jelenleg az jellemzi, hogy egyre nagyobb üzemeket építenek, új égetési és őrlési rendszereket vezetnek be, állandóan tökéletesítik az automatizálást, elektromos számítógépeket alkalmaznak. Az automatizálás irányítási folyamatok önműködővé tételére irányuló eljárás. Az irányításnak (mind a kézi, mind az önműködő irányításnak) két fajtája van: a vezérlés és a szabályozás. Az önműködő irányításnak, de legfőképpen a szabályozásnak nélkülözhetetlen előfeltétele a teljes és üzembiztos gépesítés és a mérés-technika tökéletesítése. Az automatizálás három fokozata a következő: a részleges, a komplex és a teljes automatizálás. Az elektromos számítógépek az automatizálás legfelső fokozatában kerülnek felhasználásra, mind az analóg, mind a digitális számítógépeket alkalmazták.

Az általános szempontok összefoglalása után ismertetésre kerül néhány megvalósított cementipari automatizálás: a nyersliszt-homogenizálás, a körfolyamatos őrlés, a szárítás, a Lepol-eljárású forgókemencés klinkerégetés folyamatainak automatizálása, valamint a számítógépeknek a cementiparban történő alkalmazása.

A hazai automatizálási lehetőségekből megállapíthatjuk, hogy a világszínvonalat képviselő legmodernebb eljárások bevezetése gyárainkba még nem időszzerű. Jelenleg a következő lépések látszanak célszerűnek: központi vezérlőberendezések megtervezése és kivitelezése, egyszerű szabályozási körök felépítése, ipari televízió felszerelése, egyes komplex szabályozások hazai alkalmazási lehetőségének részletes vizsgálata és felszerelésük előkészítése.

Колостори, Я.: Возможности автоматизации в производстве цемента.

Цементная промышленность во всем мире характеризуется строительством все более крупных предприятий, введением новых систем обжига и помола, усовершенствованием автоматизации и применением электронно-вычислительных машин. При автоматизации процессы управления осуществляются автоматически. Предпосылкой для автоматического управления, а особенно, регулирования, является полная и надежная автоматизация механизации и усовершенствование измерительной техники. Автоматизация имеет три стадии: частичную, комплексную и полную. Как аналоговые, так и цифровые вычислительные машины применяются на высшей стадии.

Далее в статье описываются схемы автоматизации, осуществленные на цементных заводах: гомогенизации сырьевой муки, помола по замкнутому циклу, сушки, обжига по системе Леполь, а также применение вычислительных машин в цементной промышленности.

Рассматривая отечественные возможности, автор считает осуществление автоматизации на заводах Венгрии еще несвоевременным. В настоящее время целесообразно провести только проектирование и установку центральных щитов управления, построение простых цепей управления, установку аппаратов промышленного телевидения, а также изучать возможности использования цепей для комплексного управления и подготовить их монтаж.

Kolostori, János: Möglichkeiten der Automatisierung in der Zementindustrie.

Die Zementindustrie der Welt wird gegenwärtig dadurch gekennzeichnet, daß man immerfort größere

Anlagen baut, neue Brenn- und Mahlsysteme einführt, auch ist man daran, die Automatisierung durchwegs zu vervollkommen und wendet elektronische Rechenmaschinen an. Das Automatisieren ist ein Prozeß, der die Lenkungsvorgänge selbsttätig zu gestalten trachtet. Die zwei Gattungen des Lenkens — sei es selbsttätig oder handbetrieben — sind: Steuerung und Regelung. Unvermeidliche Vorbedingung des selbsttätigen Lenkens — insbesondere aber der Regelung! — ist die völlige und betriebssichere Mechanisierung und die Vervollkommnung der Meßtechnik. Die drei Stufen der Automatisierung sind: teilweise, komplexe und völlige Automatisierung. Die elektronischen Rechenmaschinen werden auf der höchsten Stufe des Automatisierens angewandt, und zwar sowohl die analogen, wie auch die digitalen Rechenmaschinen.

Nach Zusammenfassung der allgemeinen Gesichtspunkte werden einzelne, bereits verwirklichte Möglichkeiten des Automatisierens in der Zementindustrie besprochen: Homogenisieren des Rohmehls, Kreisprozeß beim Vermahlen, Trocknen, Automatisierung der Vorgänge des Klinkerbrennens bei Drehöfen „System-Lepol“, ferner die Anwendung von Rechenmaschinen in der Zementindustrie.

Es wird festgestellt, daß das Einführen der modernsten Vorgänge, die gegenwärtig weitverbreitet angewandt werden, z. B. in Ungarn nicht angebracht wäre. Es erscheinen als hierzulande zeitgemäß folgende Schritte: Projektion und Herstellung von zentralen Steuereinrichtungen, Aufbau von einfacheren Regelungskreisen, Montage von Fernsehapparaten, genaue Erforschung der Anwendungsmöglichkeiten einzelner Arten der Regelung und die Vorbereitung zu ihrer Montage. (S. G.)

Kolostori, János: The possibilities of automation in cement works.

The cement industry of the world is at present characterized by the building of larger and larger plants, by the introduction of new firing and grinding systems, by the perfectioning of automation and the use of electronic computers. Automation is a process which aims at automatic control processes. Control (both manual and automatic) may be either by directing and by regulation. The prerequisite of automatic control, but mainly of automatic regulation, is a complete and foolproof mechanization of the plant and perfected measuring techniques. Automation has three steps, namely partial, complex and full automation. Electronic computers are used at the highest level of automation, when both analogue and digital computers are used.

After having summed up the general aspects of the problem, the author describes some automated operations which have been implemented in the cement industry, such as the homogenization of raw meal cyclic grinding, drying, automation of the processes of clinker brick firing in the Lepol system rotary klin, and the use of computers in the silicate industry.

The possibilities of the use of automation in Hungarian works shows that the introduction of the most up-to-date processes on world level is yet untimely in Hungary. At present the following steps may seem to be expedient: designing and building of central control stations, construction of simple control cycles, installation of industrial television, and the detailed study of complex control with a view of applying it in Hungarian works and the preparation of its actual installation.

A herendi gyár máz- és masszakísérletei az 1840-es évek elején

KATONA IMRE
(Iparművészeti Múzeum)

Két évvel ezelőtt, 1964-ben ünnepelte a herendi porcelángyár alapításának 125 éves jubileumát. Az évforduló alkalmával nemcsak kiállításokon ismertették a gyár múltját és jelenét, hanem a szóbeli ismeretterjesztés eszközeit is megragadták, hogy több oldalról mutassák be a jubiláló gyár történetét és küzdelmes jelenét. De már az országos ünneplésbe disszharmonia vegyült, ugyanis többen feltették a kérdést, aktuális-e a gyár 125 éves évfordulójára emlékezni, amikor a gyár már 1839 előtt is állt, sőt az üzem első tulajdonosa, Stingl Vince — hitelt érdemlő tudományos publikációk adatai szerint — már 1826-ban Herenden van. A kérdés felvetésének jogosultsága tagadhatatlan, mert való igaz, hogy a Herenden első ízben porcelánt gyártó Stingl Vince már 1839 előtt Herenden van, sőt már az állítólagos gyár-alapítási évben porcelánt gyárt. Ennek ellenére a probléma korántsem ennyire egyszerű. Noha Stingl nemcsak 1839 előtt közvetlenül telepedik le a Veszprém megyei Herenden, hanem mint a legújabb kutatások bizonyítják, már 1825-ben, vagy 14 évvel a gyáralapítás előtt. Ennek ellenére — s ez ma már tisztázott — csak 11 évi meddő kísérlet után, 1839-ben sikerült olyan porcelánt előállítania, mely, ha minőségben nem is hasonlítható az osztrák, német, francia, cseh és orosz porcelánokhoz, a közönség igényének megfelel. Olyan jelenségek zajlottak azonban le 1839 tavasza és 1840 júniusa között, melyek porcelángyártásunk akadály nélküli kibontakozását nehezítették. Stingl viszonylag előrehaladott kísérlete, eredményes és eredménytelen kísérletsorozata, ebből eredő kisebb-nagyobb vagyoni megingásai, növelték a pápai kocsmabérlő vállalkozókedvét. Fischer — az eddigi véleményekkel ellentétben — a kerámiatechnológia alapos ismerője volt. 1839 előtt közvetlenül a pápai keménycserépgyár bérlője volt, ahol valószínűleg komoly szakismeretre tett szert. A keménycserép és a porcelán készítmódja a kétségtelen hasonlóság ellenére sem hasonlít egymásra. Fischer tehát hiába ismerte a keménycserép készítmódját, az új feladat neki is idegen volt. Amikor hitelevel, Stinglnek nyújtott újabb és újabb kölcsöneivel gyakorlatilag már-már a gyár igazi tulajdonosává lett, nem számolt a feltaláló-kísérletező Stingl komoly nehézségeket okozó hiányával. Azt hitte, a porcelán technológiája ugyanolyan egyszerű, mint a keménycserépé. Fischer Stinglrel szembeni eljárás módja miatt azonban magára maradt, mert Stingl 11 éves tapasztalatait, kísérleteinek eredményeit, titkait gondosan megőrizve kilépett Herend kötelékéből. Sokan azt hiszik, hogy a porcelán előállítása ekkor már nem volt titok, hiszen összeállítását az osztrák, német, cseh és lengyel egyetemeken tanították, sőt a porcelánkészítés receptje nemcsak Baumgarten és Littrow munkáiban, hanem már magyarul is megjelent. Ennek ellenére a drága és nehezen megszerzhető alapanyagokkal való megfelelő takaré-

kosság számtalan masszaféleség előállítását tette szükségessé. Ezeken túlmenően az alapanyag számtalan színbeli, minőségi és keménységi variánsa a porcelánmasszák olyan tömegét igényelte, mely komoly szaktudást, elmélyült kutató-kísérletező munkát igényelt. Mint ismeretes, a kaolin csak egyik eleme a porcelánnak, ezenkívül még megfelelő mennyiségű és minőségű agyagra, kvarcra és földpátra van szükség, hogy a megfelelő massa létrejöhessen. A massa és a máz közötti összefüggés figyelembevétele legalább ennyire fontos, különben mázvesztés keletkezik, vagyis a máz hajszálrepedéses lesz. Tehát ahányféle a massa, ugyanannyiféle mázra van szükség. Ezek kidolgozása hosszú időt és számtalan próbát igényel. Stingl kísérletei 11 évig folytak. Ez idő alatt sikerült olyan masszát és hozzátartozó mázat kikísérleteznie, melynek összetételében a kaolint a Herenden talált porcelánközet alkotta. A gyár Stingl technológiája alapján bővült Fischer hiteleinek segítségével. A hitelező mohósága azonban olyan helyzetet támasztott, hogy a kísérletezőnek távoznia kellett Herendről. Kettőjük megromlott viszonya következtében Fischer az időközben elkészült épületekkel együtt magára maradt. A kontinuitást csak Stingl bérlőtársa, Mayer biztosította. Úgy látszik azonban, míg Stingl bécsi tanultságú volt, Mayer a zettlitzi kaolinon alapuló technológiai eljárásokon nevelődött, szakismeretei legalább is erre utalnak. Az 1839 tavasza és 1840 nyara között eltelt idő a herendi gyár történetének legkritikusabb szakasza. A hazai alapanyagokkal kísérletező Stingl eredményei 1839-re beérnek. Ekkor sikerül első ízben olyan porcelánokat előállítania, melyek egy leendő porcelángyár technológiai alapjainak tekinthetők. E történelmi pillanatot Fischer is érezte. Értethető, ha a herendi gyár megszerzésére irányuló ambíciói ekkor jelentkeznek első ízben. Céljába vetett reményei, folyamatos kölcsönei révén egyre közelebb kerülnek a megvalósításhoz. Az 1840. évi 29. tvc. 2. §-a lehetővé teszi, hogy Fischer névlegesen is Herend tulajdonosa legyen. A kettős ügylet utolsó stádiuma volt az épület megvásárlása 1840. június 28-án. Valószínűleg a kettős birtokügylet lebonyolításakor Stingl már nem volt Herenden. Az egyébként is nehezen kibontakozó hazai ipar egyik jelentősnek ígérkező létesítménye ezzel komoly válságba kerül. A gyár ugyan végleg Fischeré, de a gyártás megindulásának ezernyi gondja mellett Fischer legnagyobb problémáját a gyártásban közreműködő, a masszák és a mázak előállítását egyaránt ismerő szakember hiánya okozza. Fischer Stingl elleni akciójával nehéz helyzetbe hozta önmagát, és a kibontakozó magyar műipart. Évek múltán is hirdeti, hogy alapanyagát hazai földekből nyeri, holott nyilvánvaló, hogy Stingl távozásával ennek minden reménye szétfoszott. Fischer szorult helyzetében cseh alapanyaghoz, a zettlitzi kaolinhoz folyamodik. Valószínűleg a Stinglrel még együtt dolgozó Mayer

összeköttetésekkel sikerült Fischernek a zettlitzai kaolinhoz hozzájutnia. A legfontosabb alapanyag a kaolin minősége és összetétele a többi alkotórész arányára is döntően kihat. Ezért úgy gondoljuk, hogy Mayer cseh iskolázottsága, a zettlitzai földből nyert masszák és mázak recepturáinak ismerete vezette Fischert a cseh importkaolin használatához. Ugyanis a cseh porcelángyártás a kísérletezés stádiumait már a XVIII. század második felében végigjárta. Fischer — Stingl 11 éves kísérletein okulva — időközben nagy költséggel és sok fáradtsággal épült gyárát mindenképp működtetni akarta. Ezért hiába ismerte a herendi kaolin lelőhelyét, megfelelő receptek hiányában nem vállalhata újabb 10' esztendő kísérletsorozatának minden anyagi és erkölcsi következményét. Ennek ellenére még az ismert zettlitzai földre alkalmazott receptek sem szolgáltatták — a többi alapanyag hazai volta miatt — azt a minőséget, melyet az alkalmazók a több évtizedes tapasztalat alapján a receptkönyvekben feltüntettek. Fischer évekig tartó kísérletsorozata ismert, mert égetéseiről vezetett feljegyzései az Iparművészeti Múzeum Adattárában fennmaradtak. Ezek segítségével nemcsak arra kaphatunk választ, hogy milyen áruk készültek Herenden 1841 és 1844 között, hanem segítségükkel az is kiderül, hogy Fischert a gazdaságosság mellett, milyen szempontok vezették a masszák alkotóelemeinek kialakításában. Az égetési kimutatásokban két dátum is szerepel. Az egyik 1842. január 3. a másik 1842. február 1. A két dátumból és az éven belüli hónapok egymásutánjából, valamint a napok emelkedő tendenciájából nemcsak az 1842-es év eseményei bontakoznak ki a korabeli feljegyzésből, hanem a kimutatás szinte összes tételeinek keletkezési ideje is. Így pl. azt is megtudjuk, hogy a kimutatást 1841-től vezették 1843-ig. Ugyanis a hónapok sorrendjével és a napok emelkedő számaival nemcsak 1842-ben találkozhatunk, hanem 1842 előtt és után is. Kavicszállítványra vonatkozó bejegyzések vannak évszám megjelölése nélkül. Az első bejegyzés május 20-án kelt, az utolsó, más kéz írásával, január (Jäner) 4-én. Az utolsó bejegyzés kivételével a feljegyzések folyamatosan kerültek a kimutatásba. Tekintettel arra, hogy a masszához szükséges kavicsot őrléssel tették a massa céljaira alkalmassá, így felhasználására csak később kerülhetett sor, valamint, hogy az első égetésre utaló feljegyzések csak 1841. március 24-ével kezdődnek, nem lehetetlen, hogy a szállítás adatai 1840-ből származnak.

A kimutatást már Tasnádiné Marik Klára ismerte, sőt egyik publikációjában fel is használta. Tasnádiné szerint Fischer Mayer arkánuma nyomán próbálja Stingl távozása után a porcelánmassza összeállítását. De bárhogy is kísérletezzenek Fischerék Mayer útmutatásai nyomán az úrkúti és más földkeverékekkel, a kísérlet csak akkor sikerül, ha a masszába zettlitzai földet kevernek. Ezzel szemben — mint az égetési kimutatásból kiderül, csak 1842. május 22-től használják Mayer adatait a masszák és mázak készítéséhez, noha már 1841 tavaszán zettlitzai földet használnak a herendi porcelán alapanyagául (1841 ápr. 1). Az alapanyag kaolinját tehát a kimutatásban szereplő

első égetéstől az utolsóig a zettlitzai föld alkotta. Az ehhez járuló kiegészítő anyagoknak, mint a kvarcnak, az agyagnak esetenként a mésznek a kaolinhoz való aránya receptenként különbözött. A kvarcot különböző helyekről szerezték be. Ezt nemcsak a kvarc más-más elnevezései tanúsítják, hanem a származási helyek nevei is. A kezdeti időkben soproni kavicsot használtak, 1841 januárjában azonban Abelsbierről hozatott kavicsal is próbálkoztak különösebb eredmény nélkül, mert az égetési próbák során felhasznált kavicsfajták között abelsbiergi egyszer sem szerepel. Ügylátszik, a zettlitzai kaolinnal való takarékoskodás más kaolinfajták iránti érdeklődésben is megmutatkozott. Az 1842. március 18-i égetésprobakor a masszát alkotó zettlitzai föld alacsony arányát passauai és regensburgi kaolinnal, vagy riolittal pótolták, melyhez a sikeres tulajdonságok biztosítására még városlódi földet kevertek. Eddigi ismereteink szerint Városlődön, illetve Kislődön egy fehér és egy vörösszínű agyagfajtát bányásztak. Később a pápai keménycserepgyár is ezeket az agyagokat használta, arról azonban, hogy kaolinféleség is került volna elő Városlődön, mindmáig nincsenek konkrét ismereteink. Ez az első és egyetlen olyan adatunk, mely kaolinféleség Városlődön való előfordulásáról ad számot. Ugyancsak a Mayerrel való kooperáció eredményeként szerepelnek olyan receptek, melyekben a Sedlitzterrel azonos értékű és tulajdonságú alapanyagként szerepel az „Urkutter”, vagyis bizonyos kiegészítő anyagok arányainak betartásával ugyanolyan massa állítható elő, ha a zettlitzai földet úrkútiával helyettesítik. A probléma komolyan foglalkoztatta Fischert, — mint ez a bejegyzésekből kiderül, — mert úgy érezte, hogy sikerül Stingl kísérleteinek és eredményeinek nyomára bukkannia. Az eredmény azonban a várakozás ellenére sem hozhatta meg a kívánt sikert, mert még ugyane hónap (aug.) végén újabb máz- és masszakísérletekkel találkozunk. Ezekbe azonban már csak zettlitzai földet kevertek. A városlódi kaolin, vagy riolit-féleség mellett városlódi kavicsot is használtak a herendi porcelán alapanyagául. Egyébként mint érdekességet jegyezzük meg, hogy Fischer alapvető törekvése a bizonyára drága és nehezen beszerezhető zettlitzai földdel való takarékoskodás volt. Masszája minőségének emelését fontosnak tartotta, és minden tőle telhetőt elkövetett, hogy alkalmassági fokát növelje. Ennek ellenére csak az 1841. novemberi (13, 15, 18, 23) égetéskor kipróbált receptjei mellett találhatunk olyan megjegyzéseket, melyek Fischer elégedettségét tükrözik. (Diese Massen waren die schönsten.) Érthető, ha a masszák nagyrészenél ezekre a típusokra alapoznak. Ennek tulajdonítható, hogy az ABC utolsó betűvel jelzett masszatípusok is az ABC elején levő betűkkel ellátott típusok variációi, néhány új elem, vagy arány beiktatásával. A massa javításának egyik, úgy látszik legtöbbször alkalmazott módszere, hogy a masszába már kiégetett cserepet vagy porcelánt örölnek. Az így ismételt felhasznált porcelánedények a meginduló gyár készletének nagy százalékát alkothatták, mert szinte alig volt olyan masszatípus, melybe ne öröltek volna cserep- vagy porcelánedényeket. Valószínűleg en-

nek tulajdonítható, hogy a Stingl idejéből származó nagyszámú kísérleti porcelánedényt használtak fel erre a célra. Ezzel magyarázható, hogy 1840-nél korábban készült herendi porcelánedény mindmáig nem került elő, nem található múzeumainkban, gyűjteményeinkben. 1841 tavaszán még alig van olyan masszátípus, melynek összetétel-arányaival Fischer elégedett. Mindössze a „Lichtschirmmasse” kiforrt, változatlan összetételű még 1842-ben is. A lithophánmassza alapképlete a következő:

50 Zettl.*
36 S.
30 K.

A gyár termelésében a porcelán lámpaellenzőnek nagy szerepe volt, amit az is bizonyít, hogy a tárgyalt időszakban égetésére többször sor került. Nemcsak 1842-ben készítenek ilyeneket, hanem 1841-ben is. A Kopácsy hercegprímást ábrázoló bisquit transzparens-lap ugyan — mint ezt a rajta levő dátum bizonyítja — 1842-ben készült, de, mint egyéb körülményekből látszik, már 1841-ben is készíthettek ilyen primást ábrázoló transzparens-lapokat. Ezt azokból a leírásokból sejtjük, melyek Kopácsy veszprémi látogatásáról számolnak be. Kopácsy hercegprímás 1840. december 4-én érkezett egykori püspöki székvárosába, Veszprémbe. „Első napokban a megyei városi hatóságok, a tisztikar, a közönség küldöttei... tisztelegtek nála.” Valószínűleg e tisztelgő látogatáskor ajándékozhatta Fischer Mór a primás arcképét ábrázoló transzparens-lapot Kopácsy hercegérseknek. Az égetéspróbáról készült kimutatásban 1842. január 22-én találkozunk első ízben „Lichtschirm”-készítéssel, az év során azonban többször előfordul a kimutatásban a „Lichtschirm Masse”, de masszájának összetétele mindig ugyanaz. Ez is mutatja, hogy a massa összetételét már 1841. március 24-e előtt kikísérletezték, valószínűleg éppen a primásnak adandó emléktárgy előállítására alkalmasával. Érdekes, hogy 1841-ből való transzparens-lap nem ismeretes múzeumainkban, gyűjteményeinkben. A lapon található 1842-es évszám az újralevonás és égetés évszáma. Egyébként az 1842-es iparműkiállítás készülétei nem olvashatók ki a kimutatás tételeiből. Noha Fischer hiú volt készítményeinek technikai és művészi színvonalára, a kiállításokra való tudatos felkészülés nyomaival csak 1842-től találkozhatunk. Egyébként is, az 1841-es év a készületlenség, az első tapogatózás időszaka a herendi porcelángyár történetében. Ebben az évben még nem találkozhatunk a különböző bonyolultabb masszák és mázak arkánumaival. Úgy látszik a nyersanyagok és a szállítás útvonala még a régi, csupán Abelsbiereg tünik újabb-

nak, ahonnan a massa egyik alkotóelemét, a kvarcot szállították. A nagyszabású kísérletezés csak 1842 áprilisában indul meg Herenden. Ekkor kapcsolódik be Fischer kísérleteibe Stingl volt bérlőtársa Mayer is, aki ekkor még Herenden van. Vele egy időben, mint az ő arkánumainak egyik kiegészítője szerepel Sigmund is, aki afféle masszamesteri, vagy mintázói szerepet töltött be ekkoriban Herenden. Az ő monogramját véljük felismerni az Iparművészeti Múzeum 1842—43-as jelzetű lithophán transzparensin is. Ugyanis Stingl ekkor már régen nem lakik Herenden, sőt már a kimutatás első tételei sem tükrözik jelenlétét. A kimutatás tulajdonképpen rögzítése azoknak a kísérleteknek, melyeket éppen Stingl távolléte következtében kellett Fischernek elvégeznie. Ebben a törekvésében fordul a Stingl-lel még együtt dolgozó, feltehetően az ő arkánumait még ismerő Mayerhez és munkatársaihoz, a csak alig ismert Sigmundhoz és Leopoldhoz. Mayer segítségével sikerül újabb masszák és mázak receptjeihez hozzájutnia. Közreműködésével állítják elő az E masszát és mázat. Június 28-án kerül sor a legjelentősebb kísérletre. Ekkor kezdik meg Mayer adatai után a zettlitzai földnek úrkútival való helyettesítését. A nagy érdeklődéssel várt kísérletsor augusztus 3-án fejeződik be. Ettől kezdve kizárólag a zettlitzai föld szerepel csak kaolinföldként. Ez arra mutat, hogy a kísérletsor nem végződött szerencsésen. Más adataink tanúsítják, hogy a zettlitzai földnek úrkútival való helyettesítése Mayer feltevésén és nem Stingl kísérletein alapult. Ugyanis, Stingl — mint egy 1837. július 12-én megjelent hetilapból kiderül — nem úrkúti, hanem herendi földből nyerte porcelánjainak alapanyagát. Nem véletlen, hogy sikertelen kísérletei következtében ő is csakhamar Stingl sorsára jut és Herendről távoznia kell.

1841—42-ben készült két herendi próbadarabunk is fennmaradt, mint ezt a rajtuk levő masszajelek bizonyítják. Az egyik ilyen kísérleti darabot a veszprémi Bakony Múzeum őrzi. A tizenkét-szögletű, felfelé szélesedő, majd a nyaknál enyhén kifelé hajló kanna éveken át unikális számba ment, mert az egyik feldolgozó a fenekén levő jegy évszámát 831-nek olvasta, holott, mint ez a közvetlen vizsgálatból kiderül, a közbülső számot nem 3-asnak, hanem 4-esnek olvashatjuk. Ez egyébként számos körülményből, köztük elsősorban a masszajelből is kiderül. A „Herend” előtti „S”-betű ennek alapján nem az üzem alapítójával, Stingl Vincével van kapcsolatban, hanem egyszerű masszajel, melyet az égetéspróbakor nyomtak a tárgyakra, hogy ilyen formán minőségüket, színüket ellenőrizhessék. Ugyancsak masszajel a Herendi Porcelángyár gyűjteményében levő, ezzel szinte teljesen azonos kanna is. Ennek jegyében viszont egy „nyílszerű jegyet, 1-es számot” és a Herend szót találhatjuk. A „nyílszerű jegyet” Mayerrel — Stingl volt bérlőtársával — hozták a kutatók összefüggésbe, noha ez is ugyanúgy masszajel, mint az S-betű. Ha alakját tüzetesebben megvizsgáljuk, kiderül, hogy ez egy Y-betű, melynek talpszára nem nyomódott bele a masszába. A két, szinte egyforma kanna közt lényeges különbségek találhatók. Míg az S-jeles kanna máza hajszáltrepedéses,

* A receptekben a mennyiségeket nem százalékban, hanem keverési súlyarányban adják meg. Az egyes betűk jelentése Fischer megjegyzései szerint:

Zettl. zettlitzai kaolin, valószínűleg nyers állapotban, nem a ma ismert iszapolt kaolin,
S földpát,
K kvarc,
GSch égetett cserép,
GP égetett porcelán.

az Y-jeles kannán már nem konstatalhatók technológiai rendellenességek. Az S-jeles kanna máz-összetétele még javításra vár. Valószínűleg ezt a célt szolgálta az Y-masszával folytatott kísérlet-sorozat, melyre 1841 novemberében került sor Herenden. Érdekes, hogy nemcsak a használt máz összetételét javítják, hanem a masszát is. A kanna szokatlanul sárgás anyaga a masszába és mázba örölt cseréparu színező hatásának tulajdonítható. Az Y-massza összetétele az alábbi:

100 Zettl.
58 S.
38 K.
30 Gsch.

Ez az összetétel a G-massza variációja:

G-massza: 100 Zettl.
58 S.
38 K.
30 GP.

E két masszátípus összehasonlítása az egyes masszák közötti hasonlóságot és különbséget is kifejezi. Ezek szerint az S-massza anyagába is ugyanúgy cserepet öröltek, mint az Y-massza

anyagába, az eltérés pusztán a kaolin-föld, az agyag és a kvarc arányszámaiban mutatkozhatott meg.

A kimutatás tanulmányozása sok érdekes probléma felvetéséhez és megoldásához segíti hozzá a kutatókat. E kérdések egyrésze azonban már a 40-es évek második felének problémáit, termelési kérdéseit világítja meg, ezért részletes taglalásával e helyütt nem foglalkozhatunk.

IRODALOM

Stingl Vince herendi letelepedésével és működésével többen foglalkoztak. A terjedelmes irodalomból csak néhány, fontosabb tanulmányt, cikket emelünk ki:

Tasnádiné Marik Klára: A XIX. századi magyar kerámika néhány problémája. Az Iparművészeti Múzeum Évkönyvei III—IV. (1959) 187. l.

Mihalik Sándor: Stingl Vince herendi kerámiaműhelye. A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 1. (1963) 221—229. l.

Molnár László: A herendi porcelángyár a reformkorban. A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 1. (1963) 231—243. l.

Mihalik Sándor: A városlódi régi kerámia. Folia Archaeologiae, 1955. (VII. köt.) 193—211. l.

Pesti Hírlap, 1942. febr. 3. (80—81. l.)

A máz- és masszajegyzék eredeti példányát az Iparművészeti Múzeum Adattára őrzi KLT 248/1959. jelzet alatt.

1. CONTINENTAL ELEKTROINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT ASKANIWERKE

1. Berlin 42. Grossbeerstrasse 2—10,

Szállít: Kemence, műszerek, automatika stb. berendezéseket.

2. NORMA. Fabrik Elektrischer Messgeräte Gesellschaft M.B.H.

Wien Fiskeysstrasse 1—11.

Szállít: Különböző nyomásszabályozó berendezéseket, műszereket, kemence automatákat.

3. GEORGE KENT LIMITED.

Zweigniederlassung Wien. Jacquingasse 39. Wien. III.

Szállít: Kemence feeder hőfokszabályozókat.

4. HONEYWELL

Gesellschaft M.B.H. Wien. IV/50 Favoritenstrasse 42.

Szállít: Kemence feeder hőfokszabályozókat.

5. UNITHERM ÖSTERREICHISCHE

Gesellschaft für Universelle Wärmetechnik M.B.H.

Wien. XI. Nemelkagasse 9.

Szállít: Gázégőket, üvegolvasztó kemencékhez.

Beszámoló a „VII. Nemzetközi Üvegipari Kongresszus”-ról

D É R Y A T T I L A
(Szilkkátipari Központi Kutató Intézet)

Az 1965. jún. 28—júl. 4-ig Brüsszelben megtartott VII. üvegipari kongresszuson összesen 740 szakember vett részt a világ minden tájáról.

A fő előadások témája az alábbi volt:

1. Az üveg szerkezete. (Négy tudományos szintű előadás.)
2. Üvegtechnológia. (Egy műszaki szintű előadás.)
3. Az üveg tulajdonságai. (Egy tudományos szintű előadás.)

A többi előadások az alábbi főbb tárgykörön, illetve szekción belül folytak:

A) Tudomány és technika. (Három párhuzamos előadás-sorozat. Egyik az elméleti, másik a gyakorlati üvegipari szakemberek részére, harmadik vegyesen.)

B) Művészet és az üveg története. (Két párhuzamos előadás-sorozat.)

A kongresszus elnöke a belga Louis C. Ameye volt.

A nyugati szakemberek mellett nagy delegációval jelentek meg a japánok, valamint a Szovjetunió (10 fő), Csehszlovákia (12 fő) és Bulgária (4 fő). Hazánkat Kelen Tibor kollégám és én képviseltük. Kelen Tibor a Wurzburgi Max Planck Institut-ban dolgozott abban az időben, mint ösztöndíjas és onnan küldték ki.

Az előadások a Palais de Congres-ben voltak, ott ahol a Közös Piac különböző bizottságai is üléseznek. Minden termet remek technikai berendezéssel láttak el és az előadásokat 3 nyelven lehetett hallgatni (angol, francia, német). A fordítások jók voltak, egyedül a japánok angolját nem tudták időnként fordítani.

A fő előadások közül az üveg szerkezete tárgyában az alábbiak hangzottak el:

1. *Az amerikai W. A. Weyl* „A nem harmonikus hőlökések befolyása a kristályokra és üvegekre” című előadása, a keverékből való üvegeképződés folyamatába adott betekintést.

2. *A belga W. Dekeyser* „Rendezetlen szerkezet és hibahelyek a rácásban” című előadásában a kristályos anyagok rácsszerkezetének hibahelyeiből igyekszik egy sor fizikai tulajdonságot megállapítani.

3. *A holland J. A. Prins* „Amorf anyagok, különösen a kén és egyéb elemek” című előadásában a nem stabil anyagok, pl. atomos nátrium és molekuláris klór tulajdonságaiból igyekezett tanulságot levonni, és azt gyanítja, hogy ezeknél az anyagoknál egy belső szabadsági fok van.

4. *A francia A. Guinier* „Lehet-e az atomot látni” című előadásában azt taglalja, hogy igen rövid hullámhosszú sugarakkal (elektron, röntgen és neutron sugarak) lehet-e majd egy olyan feloldást létrehozni, hogy az atomszerkezet láthatóvá legyen.

A fő technológiai előadás az angol M. W. Thring-nek az előadása volt: „A lánggal kapcsolatos ismereteink alkalmazása és a láng hőátadása a kemencekonstrukció szempontjából”. Ebben kifejti a lánggal kapcsolatos eddigi ismereteinket, úgymint a világító láng, a különböző tüzelőanyagok lángja, öszszsugárzás, a láng aerodinamikája. Összefüggést állapít meg a lángforma, a lánghossz és az elégés folyamata között. Végül a kemencekonstrukciónak az olvasztáshoz való illesztését tárgyalja.

Az üveg tulajdonságai című témában a főelőadást a holland A. E. Arkel tartotta, „Vegyület- és keverékjellemzők az üvegfázisnál” címmel. Az előadás keretében azokat a röntgensugárzással végzett vizsgálatokat ismertette, amelyekkel igyekezett megállapítani, hogy a szilárd fázis egy vegyületnek vagy keveréknek tekinthető-e. Sajnos a túlhűtött folyadéknak tekintett üveges fázisnál ez a vizsgálat sem ad választ a szerkezetére, vagyis hogy az vegyület, vagy keverék-e.

A további előadásokat az alábbi csoportosításban foglalták össze:

Az üveg szerkezete.

Fizikai kémia.

Fázissúrlódás az üvegben.

Spektroszkópia.

A felület kémiai fizikája.

Az üvegtulajdonságok jelentősége az üveg-felhasználás szempontjából.

Új üvegek és azok tulajdonságai.

Olvasztás és derítés.

Kemence.

Tűzállóanyag-korrózió.

Üveghibák.

Az üvegfeldolgozás gyártási folyamata.

Formázási eljárások.

Gyártásellenőrzés.

Minden előadás igen érdekes volt, mind a tudomány, mind a gyakorlati technológiai, valamint a művészettörténet területén is. A tudományos és műszaki előadások teljes szövege az egyesület könyvtárában van, és ott bárki megtekintheti.

A tudományos előadások közül több foglalkozott az optikai üvegekkel. Érdekes volt a táblaüvegre felhordott ultraviola-sugárzást elnyelő, illetőleg visszaverő réteggel kapcsolatos előadás, valamint a fluorescens üvegekkel kapcsolatos megfigyelések is. Figyelemreméltók voltak a nagyfeszültségű elektromosáram, valamint a laser sugarak üvegre való hatását ismertető előadások. Több előadás foglalkozott a víz és üveg egymásra hatásával, sőt az üvegfelületen levő mikroorganizmusokkal. Ezenkívül egyes előadások foglalkoztak a speciális üvegekkel (nitrid- és foszfátüvegek), a különböző vizsgálati eljárásokkal, az üveg különböző tulajdonságaival, valamint az ezekből levonható tanulságokkal és nem utolsósorban az üvegszerkezettel kapcsolatos vizsgálatokkal.

A gyakorlati üvegtechnológusok is sok értékes előadást hallhattak, elsősorban az olvasztás-derítés területén. Itt több előadás foglalkozott az elektromos üvegolvasztás különböző elméleti és gyakorlati kérdésével, sőt gyakorlati megoldást is közöltek, fazekas kemencére és egy egészen új kádke-mence megoldására. A Glaverbel-cég laboratóriumában kidolgozott új kerek kemencemegoldás tangenciális égőkkel is figyelmet érdemel. Ismertette az egyik előadó az Unit—Melter-re vonatkozó általános érvényű számítás megoldását. Több előadás foglalkozott az olvasztás közben lejátszódó folyamatokkal, a kemencében fellépő áramlásokkal és ezek esetleges számítási lehetőségeivel.

A gyakorlati előadások másik nagy csoportja az üveg- és tűzállóanyag-korrózióval foglalkozott. Itt szó volt a tűzállóanyagok üvegben való feloldásáról, a krisztobalit-képződésről a boroszilikát olvasztásánál és még sok hasonló témáról.

A gyakorlati előadások harmadik csoportja az üvegvizkozitás és hűtés kérdéseit tárgyalta, elméleti és gyakorlati vonalán. Újabb előadáscsoport foglalkozott az üveggyártás formázási kérdéseivel. Ezen belül érdekes előadás volt egy öblösüveg-fúvó gyártási folyamat modell folyadékkal való leutánzásáról szóló, valamint a Lynch 10 gép dugójának különböző hővezető képességű anyagokkal való megoldásával kapcsolatos megfigyelések, a teljesítmény szempontjából. Az üvegformázási előadások keretén belül több előadás az üvegszál-húzással kapcsolatos kérdéseket tárgyalta, és egy igen érdekes elméleti előadás volt a táblaüvegek kényszeráramlással biztosított konvekciós hőátadású temperálásáról.

Hallottunk előadást az edzett üveg mechanikai tulajdonságairól, az üveg-fém érintkezési felület kémiai fizikájáról, a nyomás alatti öntésű öntöttvas üvegforma céljaira való felhasználásáról, a Libbey—Owens vízszintes húzással kapcsolatos kísérletekről és a gyártásellenőrzés kérdéseiről, kezdve a nyersanyag-ellenőrzéstől a röntgensugaras ellenőrző vizsgálatokig. A fentiekén kívül két előadás is foglalkozott a konzervüvegek abszorpciós képességével és a fénysugárzással szembeni védelemmel kapcsolatban.

A nagyobb, 20—30 perces előadásokat egy elnök vezette és egy hivatalos hozzászóló is volt. Ezenfelül az előadásokhoz minden esetben többen szóltak hozzá, melyre az előadó válaszolt és végül a témát egy összefoglalóval az elnök zárta le.

A nagyobb előadásokon kívül több 5—10 perces ún. kiselőadás hangzott el különböző elméleti és gyakorlati témakörben. Ezek rendkívül érdekesek voltak és témakörönként összefoglalva egy-egy

szakterület kérdéseit különböző megvilágításba helyezték. A százon felüli számú előadásról és a még több kiselőadásról részletesebben beszámolni nem lehet, mivel azok témájukban is igen szerte-ágazóak voltak.

Meg kell emlékezni még a kongresszus kulturális programjáról, barátságos légköréről és jó szervezéséről.

A szervezésnél ügyesen megoldották a névjelző táblákon való feltüntetéssel, hogy ki milyen szekcióban érdekelt és hogy milyen nyelven beszél. A megérkezéskor a kongresszusra vonatkozó minden anyagot, köztük az összes előadás eredeti nyelvű leírását, a város térképét és a brüsszeli ismertetőt a jelentkezési katon alapján rögtön megkapta minden résztvevő.

Külön kell szólni még a gazdag kulturális programról, amely igen barátságos, közvetlen légkört biztosított.

A brüsszeli főpolgármester fogadása nagy élmény volt. A középkori régi városházát ez alkalomból megnyitották. A gótikus városháza maga is élmény, de a belső berendezése és képei, melyek között Rubens, Velazquez és a többi korabeli festők festményei láthatók, minden képzeletet felülmúltak.

A másik szép élmény egy délutáni Brugges-i kirándulás volt. Ezt nyugodtan lehetett volna „Utazás a középkorba”-címmel illetni. Bruggest nevezik a belga Velencének is, mivel rengeteg kis csatorna szeli át. Itt egy teljes középkori város megmaradt a háború viharai között. A kis város középkori levegőjét még növelte, hogy a kongresszus résztvevőinek tiszteletére a városháza erkélyén középkori ruhában megfújták a fanfárokot, és egy igazi flamand parasztvacsorát is kaptunk, középkori felszolgálással és fúvós zenekarral.

A kongresszus búcsúbankettje is igen barátságos légkörben zajlott le a világkiállítás területén levő fogadási teremben. Itt is vidámmá tette az estet egy középkori farsangi tánc bemutatása középkori jelmezekben.

Az előadások eredeti teljes szövege az Egyesület könyvtárában mindenki rendelkezésére áll.

Déry Attila: Beszámoló a brüsszeli VII. nemzetközi üvegipari kongresszusról.

Деру, А.: ОТЧЕТ О VII. МЕЖДУНАРОДНОМ СЪЕЗДЕ ПО СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Déry, Attila: Bericht vom VII. Internationalen Kongreß der Glasindustrie, Brüssel

Déry, Attila: Report on the VIIth International Congress of the Glass Industry in Brussels

Hírek a világ szilikátiparából

KÁPOLNAI IVÁN—SÓLYOM GYULA

(Építésgazdasági és Szervezési Intézet)

A falicsempre-termelés fejlődése a Német SZK-ban

Nyugat-Németországban az építőanyagok termelése az elmúlt másfél évtizedben — az általános ipari fejlődéshez hasonlóan — gyorsütemű növekedést mutat. Az építkezési volumens és a technológia színvonalát legjobban tükröző cementtermelés 1950—1964. között megháromszorozódott. Még nagyobb a fejlődés üteme az építmények kulturáltságát jellemző termékek közül a falicsempre termelésében, ahol az 1950. évi 5,5 millió m²-rel szemben 1964-ben 22,9 millió m² termelés mutatkozik. A nem-szocialista európai országok sorában Nyugat-Németország falicsempre-termelése a második helyen áll Olaszország után. A Közös Piac falicsempre-termelésének az NSZK mintegy 1/3-át adja, az OECD-ben tömörült európai országok termelésének pedig kb. 1/5-ét. Az egy lakosra jutó falicsempre-termelés az NSZK-ban 0,39 m², amely a Közös Piac országainak átlagával azonos szintű. A Szabadkereskedelmi Övezet országainak átlagos termelési fejátlaga ennek mintegy fele. A termelés növekedését és a falicsempre árának alakulását a következő számsor mutatja be:

A Német SZK falicsempre-termelésének fejlődése

	Mennyiség		Érték millió DM	Átlagár DM/m ²
	millió	index		
1950.	5,5	100	42,3	7,73
1951.	6,6	120	53,7	8,10
1952.	6,5	118	53,5	8,27
1953.	7,2	131	60,2	8,33
1954.	9,1	166	76,8	8,43
1955.	10,7	195	93,3	8,69
1956.	12,1	220	107,3	8,84
1957.	12,2	222	111,6	9,19
1958.	12,3	224	116,0	9,40
1959.	13,7	249	129,7	9,50
1960.	19,0	345	191,9	10,07
1961.	20,8	378	213,5	10,25
1962.	22,6	411	240,6	10,67
1963.	20,4	371	216,0	10,59
1964.	22,9	416	242,4	10,59

A számadatok rávilágítanak arra, hogy a fejlődés az 50-es években erőteljesebb volt, — ötvenként a termelés mintegy megkétszereződött — a 60-as években azonban a termelés növekedésének üteme lelassult, sőt 1963-ban átmeneti visszaeséssel találkozunk. Az átlagárakban bizonyos emelkedő tendencia mutatkozik. Az áremelkedés mértéke 1950—1964. között 37%, ugyanezen időszak alatt a finomkerámiaipari beruházásoknál az ár-emelkedés átlagos mértéke kb. 50%.

Forrás: Statistisches Jahrbuch des BRD kötetek; Silikattechnik, 1963, 3; 1966. 6—7.

A csatornázási kőanyagtermékek termelése a Közös Piac országában

Az építési kerámiai termékek sorában fontos helyet foglalnak el a kőagyagárak. Termelésük volumene a fejlett ipari országokban lényegesen nagyobb, mint hazánkban. Ezt illusztrálják az alábbi adatok, melyeket a Közös Piac országainak kőagyagtermeléséről mutatunk be.

A lakossághoz viszonyítva legalacsonyabb a kőagyagtermelés *Franciaországban*: az 50-es évek elejéhez képest (1952:33 ezer tonna) közel megkétszereződött ugyan a termelés, de már évek óta 60 ezer tonna körül stagnál. A felhasználás azonban ennél nagyobb, mert évről évre emelkedő mértékű importra szorul. (Import 1960-ban: 5,2, 1963-ban: 13,0 ezer tonna), *Belgiumban* a csatornázási kőagyagcső-termelés az 1963. évi 11,6 ezer tonnáról 1964-ben 19,3 ezer tonnára emelkedett. Külkereskedelmi forgalmának egyenlege a 60-s években 2—3 ezer tonna behozatali többlettel zárul.

Olaszországban a termelés növekedésének az üteme az elmúlt néhány évben erőteljes volt: az 1960. évi 75 ezer tonnával szemben 1963-ban 95 ezer tonna, 1964-ben pedig 115 ezer tonna. A bergamói új gyárról a kerámiai szaklapok mint a világ legkorszerűbb kőagyagcső-gyáráról írnak.

Előkelő helyet foglal el a kőagyagcső-gyártásban *Hollandia*, a termelés volumene, de *különösen az egy lakosra eső kvóta tekintetében*: a termelés mennyisége az 1955. évi 65 ezer tonnáról 1958-ban már 100 ezer tonna fölé emelkedett. A következő években a termelés visszaesett: 60—80 ezer tonna között ingadozik. Ez a hazai szükséglet csökkenésére utal, amit alátámaszt az is, hogy a 60-as években a kőagyagcső-import is visszaesett: az 1960. évi 15,8 ezer tonnáról 1963-ban 5,6 ezer tonnára.

A Közös Piac országai között kiemelkedően legmagasabb a kőagyagtermelés és felhasználás a Német SZK-ban. Az 50-es évek derekán a termelés még csak 200—250 ezer tonna körül mozgott, 1960-ban már a 600 ezer tonnát is meghaladta. 1964-ben csatornázási csövekből és alkatrészekből, ill. egyéb durva kőagyagárakból a termelés mintegy 850 ezer tonna volt, 1965. évi adatok szerint már 900 ezer tonna felett. Az NSZK kőagyagtermelése a 60-as években mintegy háromnegyedét adja a Közös Piac termelésének. A belföldi szükséglet nagyobb mint a termelés, 10 ezer tonna körüli kivitellel szemben 70—80 ezer tonna behozatal mutatkozik. A behozatali átlagár 36—38 \$/tonnát, a belföldi termelői átlagár 200 DM = 50 \$/tonna körül mozog. Az 1964. évi egy lakosra jutó kőagyagár-termelés Nyugat-Németországban 14,5 kg, a Közös Piac egyéb országainak átlaga pedig ugyanebben az évben mindössze 2,2 kg.

Összehasonlításképpen említést érdemel, hogy az európai szocialista országok közül az iparosodás — különösen a vegyipar fejlettsége — valamint az urbanizáció szempontjából, legmagasabb szinten

állónak tekinthető NDK-ban a kőagyagtermelés volumene 1964-ben 112 ezer tonna volt, ami 6,5 kg/lakos termelési kvótának felel meg.

Forrás: Industriestatistik 1966. II. n. év; Statistisches Jahrbuch der DDR kötetei; Silikattechnik, 1965. 5. sz.

Az 1966-1970. évi Jugoszláv ötéves terv cementipari vonatkozásai

A jugoszláv építőanyagipar fejlődése az elmúlt másfél évtized alatt általában nem tartott lépést az építőipar által támasztott követelményekkel. Különösen megmutatkozik ez a cementipar tekintetében. A jugoszláv cementfelhasználási fejkvóta az európai országok közül a legalacsonyabbak közé tartozik: 1964-ben 171 kg/lakos. Csak Portugáliában és Törökországban kisebb ennél (145 illetőleg 94 kg/lakos), ezzel szemben a KGST-országokban a fejtárlag 278 kg, a Szabadkereskedelmi Övezet országaiban 355 kg, a Közös Piac-i országokban pedig 477 kg.

Míg a két háború közötti időszakban Jugoszlávia a termelés jelentékeny részét — egyes években mintegy felét — exportálta, az utóbbi években egyre növekvő mértékű importra szorul. (1965-ben 3079 ezer tonna termeléssel szemben mintegy 230 ezer tonna behozatali többlet mutatkozik.)

Az 1966—70 évre kidolgozott jugoszláv nép-gazdaság-fejlesztési terv egyik fontos célkitűzése az építőipar fejlődését — olykor az építkezések folyamatoságát is — gátló építőanyag-hiány felszámolása a legfontosabb építőanyagok vonatkozásában. Az új ötéves terv a cementtermelés megkésztetését irányozza elő, a jelenlegi 3 millió tonnáról 6 millió tonnára. Ez mintegy 15%-os átlagos évi fejlődési ütemet jelent az építőanyagok termelésének átlagos 11,8%-os növekedésével szemben. A cementtermelésnek ilyen mértékű emelkedése 1970-re az import teljes megszüntetését eredményezné, a cementkivitelt pedig — a korábbi évek színvonalára — mintegy 500 ezer tonnára emelkedne. A cementipar fejlesztésének súlyponti jelentőségére utal, hogy az építőanyag-ipari beruházások 200 milliárd dinárnyi összegből mintegy

60%-ot a cementgyártás fejlesztésére. A termelés jelzett mértékű növekedésével az egy lakosra jutó cementfelhasználás 1970-ben 250—260 kg körüli szintre emelkedik.

A jugoszláv cementipar fejlesztési terve anynyiban is figyelmet érdemel, hogy Magyarország jelentős — 1965-ben közel 250 ezer tonna — mennyiségű cementet exportált Jugoszláviába.

Forrás: Dokumentácija (Belgrád) 1965. 98. sz; Statisticki Godisnjak SFRJ kötetei.

300 éves jubileum a francia üvegyiparban

Az elmúlt év végén ünnepelte fennállásának 300. évfordulóját Franciaország — sőt Európa — egyik legnagyobb üvegyipari vállalata, a Párizs melletti Neuilly központtal működő Compagnie de Saint-Gobain. A jelenleg közel 100 000 személyt foglalkoztató, ma már — bizonyos mértékben — általános vegyészeti jellegű nagy konszern eredete a XIV. Lajos király által alapított és a muranoi üvegyártás egyeduralmának letörésére hivatott tükörüveg-manufaktúrára vezethető vissza.

A társaságnak jelenleg 10 különböző országban 130 saját üzeme van, egyedül az NSZK-ban 15 üzeme található.

A konszern 1964. évi összes forgalma mintegy 7,1 milliárd NF (=1,5 milliárd\$), ebből 42% jut különböző üvegyipari termékekre. A társaság saját üzemeinek forgalma — leányvállalatok nélkül — 1087 millió NF (=220 millió \$).

A társulat nyugat-németországi üvegyipari üzemeinek forgalma 217 millió DM (=54 millió \$) ezen felül 516 millió \$ volt a konszern többi termelő egységeinek forgalma.

Egyesült Államokbeli leányvállalatai 1964-ben 49 millió \$ üzleti forgalmat bonyolítottak le.

A vállalat franciaországi üzemeinek termelése az üvegyipari termékek igen széles körére terjed ki. Különösen megélenkült a síküvegtermelés, főleg az autóipar fellendülésével párhuzamosan. Az öblösüveg- és az üvegyapot-termelés szintén jelelentes növekedést mutat.

Forrás: Sprechsaal 1966. 5. sz.

Egyesületi élet

A *Finomkerámiaipari Szakosztály* 1966. augusztus 12-én tanulmányi kirándulás szervezett a FOV Romhányi Porcelángyár megtekintésére. A csoport reggel 7 órakor indult a Technika Háza elől. Romhányban Gyökér István főmérnök fogadta a csoportot, majd rövid előadásban ismertette a gyár történetét és technológiai fejlődését napjainkig.

A gyárat 1921-ben Szátok községben alapították. Szátok azonban elég messze esett mind a nyersanyagforrásoktól, mind a szállítási lehetőségektől, ezért az üzem 1923-ban Romhányba települt át. Az első időben edényt és díszműűret gyártott, később azonban áttért falburkoló-lapok, kályhacsempék és falburkolócsempék gyártására. A kályhacsempé minősége kezdettől fogva igen jó volt, ezért az érdeklődés növekedésével fokozatosan ez vált fő profilá. A kályhacsempét kézfizomázással gyártották, és fatüzelésű, szakaszos üzemelésű kemencében égették. Az államosítás a gyár életében nagy változást hozott. Lehetővé vált a termelés mennyiségének gyors növelése és a technológia fejlesztése. 1951-ben alagútkeemence, 1953-ban új formázó-csarnok épült. Az igényeket azonban a gyár még így sem tudta kielégíteni, ezért a minisztérium a gyár bővítését határozta el.

A rekonstrukció előkészítési munkáit 1958-ban kezdték meg, a teljes üzembehelyezés 1964-ben történt. A bővítés következtében a gyár termelése több mint kétszeresére emelkedett. A régi épületek korszerűsítésén kívül felépült egy korszerű generátortelep, egy új üzemi épület, egy új alagútkeemence, út- és vasúthálózat és igazgatási épület. A kézi csempégyártást szalagszerű gépi-öntés váltotta fel úgy, hogy jelenleg a termelés mintegy 80%-a így készül.

Ezután került sor a technológia ismertetésére. A gyár kétféle alapanyagot: II. o. petényi agyagot és petényi agyagból készült samott-törmelékot használ.

A petényi agyag agyagfarkason történő aprítás után az oldó, majd a pihentető keverőbe kerül, ahol a megfelelő szemszerkezetű samottörleménnyel összekeverik, majd szóda és vízűveg hozzáadásával beállítják az öntőiszap litersúlyát (1880—1910 g/l). Az iszap ezután az öntőgépekbe kerül. Az öntőgépéből kiszedett csempéket a szikkasztóba, azután a szárítóba rakják. A mintegy 6—7% nedvességtartalmú csempék előbb angóbozásra, majd gépi mázolásra kerülnek. Néhány napi szárítás után következnek az égetés, 1140—1150 fokon, generátorgáz-tüzelésű, muffolás alagútkeemencékben. Ezután a kész csempék osztályozása, és a kályhák komplettírozása következik. A gyár eredményei az üzembehelyezés óta állandóan javulnak. Már túlhaladták az eredetileg tervezett mennyiséget.

Gyökér István főmérnök rövid ismertetője után az üzem megtekintése következett. A korszerű kialakítás a gyáriakat és az ÉM Iparterv tervezőit egyaránt dicséri.

Az üzem megtekintése után igen jó ebéd következett, majd Tóth Dezső, a csoport vezetője megköszönte a szíves vendéglátást, a társaság autóbuszra szállt, megkezdődött a nap kulturális programja.

Először a Tudományos Akadémia vácrátóti arboretumát, majd a főtí katolikus templomot, Ybl Miklós alkotását tekintették meg a tanulmányút résztvevői.

Összefoglalva: az út szép időben, igen jó hangulatban zajlott le. Dicséret illeti Tóth Dezső szakosztályvezetőségi tagot az út megrendezéséért, a Romhányi Cserépkályhagyárat a szíves fogadtatásért. Gyökér István, Maróti László és Ottmár Gyula igen jó kísérőknek bizonyultak.

*

Mozgalmas napja volt a *Finomkerámiaipari Szakosztálynak* 1966. szeptember 8-án.

Délelőtt Karjuk elvtárs, a kievi Szuperkemény Anyagok és Szerszámok Intézetének igazgatóhelyettese „Mesterséges gyémántok és a műszaki haladás” címmel tartott előadást. A mesterséges gyémánt ipari jelentősége, mióta a nagyüzemi gyártás sikeresen megoldódott és árban is versenyképes lett a természetes gyémánttal, egyre növekszik. A Szovjetunió első helyen áll a világon a gyémánt ipari felhasználásában.

A mesterséges gyémántnak több előnye van természetes testvérével szemben. Minősége egyenletesebb, ára olcsóbb, csiszolóteljesítménye jobb, mert a felhasználás következményeit már a gyártásnál figyelembe lehet venni. Jelenleg a Szovjetunióban háromfajta mesterséges gyémánt nagyüzemi előállítására folyik, ezek alakban és mechanikai tulajdonságaikban különböznek egymástól. Célzerű kiválasztásukkal a legkülönbözőbb felhasználási területeken (üveg-porcelán, korund-kerámia, keményfémipar, honolás, szuperfiniselés stb.) minden igényt ki lehet elégíteni, sőt nem egyszer a természetes gyémántból készült csiszolószerszámoknál gazdaságosabban. A mesterséges gyémántból nemcsak vágó- és csiszolóidomok, de különböző porok és paszták is készülnek. Igen érdekes újdonság az I mikron alatti ún. szubmikroszkópos gyémántpor, amely különleges igények kielégítésére is alkalmas. Az előadás után Karjuk elvtárs válaszolt a feltett kérdésekre.

Ugyanaznap délután összekötői értekezlet volt. Tárnya: a szakosztályi munka értékelése és az 1967. évi munkaterv megbeszélése. Élénk vita alakult ki. A megjelent összekötők bírálatokkal értékes segítséget adtak a szakosztályi vezetőségének az 1967. évi munkaprogram összeállításához, valamint a szakosztályt érintő egyéb kérdésekben.

Ezután Abód László „Áramlástan mérés alagútkeemencében” címmel tartott előadást. Ismertette az áramlási sebesség mérésére alkalmazott különböző módszereket, majd megindokolta, hogy miért kellett ezektől némileg eltérő mérési módszert kidolgozni, amellyel a kemencében fellépő kissebességű áramlások megfelelő pontossággal mérhetők. A mérőmódszer kiválasztásánál a nagy üzemi hőmérsékletet (1400°) és a mérőszonda irányérzékenységét, mint két legfontosabb szempontot kellett figyelembe venni. Kerámiai kemencéről lévén szó, a nagy hőmérséklet különösebb magyarázatot nem igényel, az irányfüggőség azonban igen. Ismeretes, hogy áramlástan mérésnél az érzékelő-fejnek lehetőleg az áramlásra merőlegesen kell állnia. A mérőlegestől való eltérés mérési pontatlanságot okoz. A mérőfej merőleges beállítása azonban az adott esetben, figyelembe véve a mintegy 1 m vastag kemencefalat, igen nehéz, sőt gyakorlatilag kivihetetlen. A kidolgozott mérőmódszer, mint ezt a szélesatorna-kísérletek igazolták, megfelelő irányérzékenységű. A mérési eredmények azt mutatják, hogy a mért alagútkeemencében mindenütt lamináris áramlás van, a vízszintes irányú áramlási sebesség értéke az előmelegítő zónában 3—8 m/mp, a tűzzónában 2—5 m/mp között van.

A méréseket tovább kívánják folytatni, és ennek alapján egy bizonyos idő után a kemence működésére érdekes következtetéseket kívánnak levonni.

Az előadás után vita alakult ki, melynek során a hozzászólások megegyeztek abban, hogy a közölt adatok hosszabb megfigyelési időszak után értékes támpontokat nyújthatnak, mind a kemencetervezőknek, mind az üzemeltetőknek.

A ma tudománya — a holnap technikája!

Olvassa rendszeresen műszaki-tudományos szaklapjainkat!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Bányászati Lapok	Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Bőr- és Cipőtechnika	Kép- és Hangtechnika
Elektrotechnika	Kohászati Lapok
Energia és Atomtechnika	Közlekedéstudományi Szemle
Élelmezési Ipar	Magyar Építőipar
Építőanyag	Magyar Grafika
Épületgépészet	Magyar Kémiai Folyóirat
Az Erdő	Magyar Kémikusok Lapja
Faipar	Magyar Textiltechnika
Finommechanika	Mélyépítéstudományi Szemle
Fizikai Szemle	Mérés és Automatika
Gép	Műanyag és Gumi
Gépgyártástechnológia	Műszaki Élet
Hidrológiai Közlöny	Öntöde
Híradástechnika	Papíripar
Ipari Energiagazdálkodás	Városépítés
Ipargazdaság	Villamosság

Fenti kiadványaink előfizethetők

minden postahivatalban,

a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámájára vagy átutalással,
valamint a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

Példányonként kaphatók:

V., Váci utca 10.

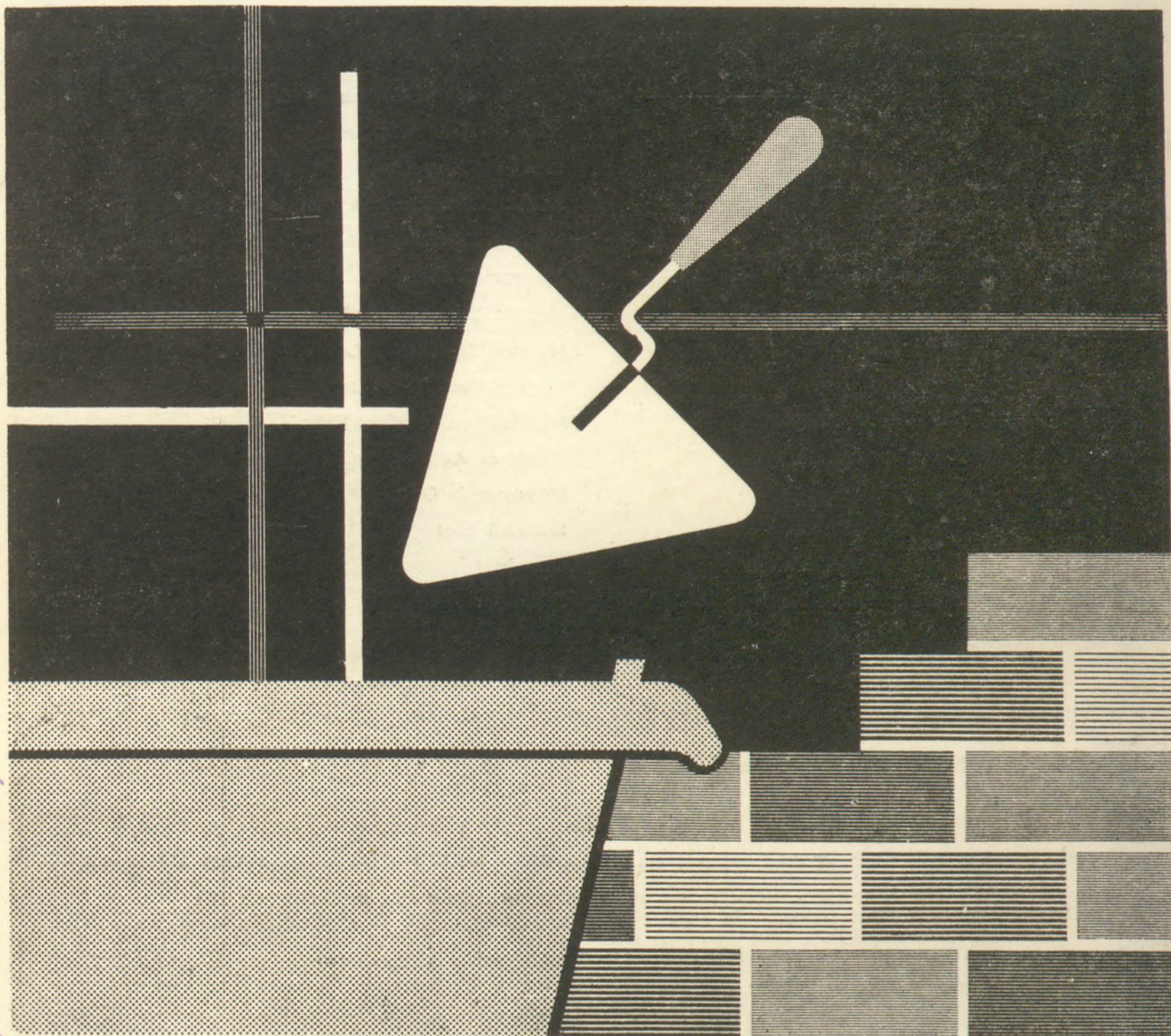
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti Hírlapboltokban,
ugyanitt az 1966-ban eddig megjelent példányok is beszerezhetők.

Hirdetéseket felvesz a Lapkiadó Vállalat hirdetési osztálya,

VII., Lenin körút 9—11. I. em. 120. (222-251).

A Hoechst-cég gyártmányai az építőipar részére:

Beton- és habarcsadalék-anyagok, építési segédanyagok, műanyagok építőelemek előállításához, nyersanyagok festékekhez, védőanyagok fához, nyersanyagok ragasztómasszákhöz és padlóbevonatokhoz, szigetelőfóliák, kitt-anyagok és habarcsok a tűz- és savvédelem céljaira, lágy PVC-fóliák a téli építkezésekhez és rossz időjárás esetére, [®]TREVIRA nagy szilárdságú anyag munkavédelmi öltözetek, kötelek, építkezési védőhálók, műanyagréteges és gumírozott ponyvák, szállító- és hordozószalagok előállításához, [®]HOSTALEN- G készítmények tartályok, edények gyártásához.



8 0 7-H

HOECHST



FARBWERKE HOECHST AG FRANKFURT/M.-HOECHST
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND