

302.935

2

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

6

*XX. ÉVFOLYAM · BUDAPEST 1968. JÚNIUS*

A mész- és cementipar, az üvegyipar-, a finomkerámia-, a téglá-, cserép- és kő-kavicsipar tudományos szakirodalmi folyóirata

\*

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

\*

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke 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: 221-285

\*

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62. Előfizetési díj: ¼ évre 22,50,— Ft; félévre 45,— Ft; egyes szám ára: 7,50,— Ft. — Csekkzámlaszám egyéni 61.252; közületi 61.060 vagy átutalás az MNB B. sz. folyószámlájára

08.6., 7229 Révai Nyomda,  
Budapest V., Vadász utca 16.  
F. v.: Póvárnai Jenő

Index: 25 250

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

### TARTALOMJEGYZÉK

<i>Toropov, N. A.</i> : Szilikátos rendszerek vizsgálatának alapjai . . . . .	205
<i>Szabó Erzsébet</i> : Színes üvegáruk előállítása új kémiai és új technológiai eljárásokkal . . . . .	213
<i>Zacharov, L. A.</i> : Timföld-belitecment . . . . .	219
<i>Korach Mór</i> . . . . .	220
<i>Albert Péter—Takács Tibor</i> : Titánzománcok színtabilitásának vizsgálata . . . . .	221
<i>Gurmai Mihály</i> : Finomüvegyártásunk műszaki és formatervező művészi problémái . . . . .	226
<i>Horváth Sándor</i> : Nagy golyósmalmok meghajtása egyenes-fogú kerekekkel . . . . .	237
A világ szilikátiparáról . . . . .	242
Egyesületi Élet . . . . .	243

### СОДЕРЖАНИЕ

<i>Торопов, Н. А.</i> : Основные стадии изучения силикатных систем . . . . .	205
<i>Е. Сабо</i> : Пути повышения производительности и улучшения качества изделий из цветного стекла за счет применения новой химии и технологии . . . . .	213
<i>Л. А. Захаров</i> : Глиноземисто-белитовый цемент . . . . .	219
<i>П. Алберт—Т. Такач</i> : Изучение стабильности титановых глазурей . . . . .	221
<i>М. Гурмай</i> : Технические и художественные проблемы проектирования форм в производстве тонкого стекла . . . . .	226
<i>Ш. Хорват</i> : Привод великих шариковых мельниц с прямо зубчатым колесам . . . . .	237

### INHALT

<i>Toropov N. A.</i> : Die wichtigsten Phasen bei der Prüfung von Silikat-systemen . . . . .	205
<i>Szabó, Erzsébet</i> : Produktivitätssteigerung und Qualitätsverbesserung bei der Herstellung von Farbgläsern mit Hilfe von neuen chemischen Vorgängen und mittels neuer Technologie . . . . .	213
<i>Zacharov, L. A.</i> : Tonerde-Belit-Zement . . . . .	219
<i>Maurus Korach</i> . . . . .	220
<i>Albert, Péter—Takács, Tibor</i> : Untersuchung der Farbstabilität von Titanglasuren . . . . .	221
<i>Gurmai, Mihály</i> : Technische und künstlerische Formmacher-Probleme unserer Feinglaserzeugung . . . . .	226
<i>Horváth, Sándor</i> : Antrieb der großen Kugelmöhlen mit gerade gezahnten Rädern . . . . .	237

### CONTENTS

<i>Toropov, N. A.</i> : Major Stages in the examination of silicate systems . . . . .	205
<i>Szabó, Erzsébet</i> : New Chemistry and Technology to Increase Productivity and Improve Quality in the Manufacture of Coloured Glass . . . . .	213
<i>Zacharov, L. A.</i> : Alumino-belite Cement . . . . .	219
<i>M. Korach</i> . . . . .	220
<i>Albert, Péter—Takács, Tibor</i> : Colour Stability Examination of Titania Opacified Enamels . . . . .	221
<i>Gurmai, Mihály</i> : Technical and Artistical Design Problems in Fine Glass Manufacture . . . . .	226
<i>Horváth, Sándor</i> : The Driving of the Large Ball-mills with Spur Gears . . . . .	237

# ÉPÍTŐANYAG

20. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM

## Szilikátos rendszerek vizsgálatának alapjai\*

T O R O P O V, N. A.  
Szovjet Tudományos Akadémia Szilikátkémiai Intézete,  
Leningrád

### Alapelvek

Az egyensúlyi rendszerek állapotábráinak meghatározása jelenleg szorosan összefügg a szilárd-kristályos, ritkábban amorf fázisainak szerkezeti elemzésével. Az egyensúlyi állapotot általában határozott összetételű mintán, meghatározott hőmérsékleti és nyomási körülmények között, meghatározott idő alatt érjük el. Tisztában kell lenni azzal, hogy rendszerint még a leggondosabb megközelítés sem éri el a valódi egyensúlyi állapotot. Ugyanakkor azonban a fázisábrák a termodinamikailag stabilis végső állapotot jelzik. A gyakorlatban igen sokszor a végső állapoton kívül szükséges a közbeeső állapotok jellemzése: azoké az állapotoké, melyek végül is az egyensúlyhoz vezetnek. Igen nagy jelentőségű tehát a metastabilis, nem egyensúlyi viszonyok ismerete is. Ezek elsősorban a kinetikai jellegű vizsgálatok szempontjából hasznosak.

Az állapotábrák megszerkesztése során végredményben bizonyos mértani modellek állnak elő. Ezek a modellek lehetővé teszik, hogy mélyebben és szemléletesebben értsük meg a rendszerben lezajló fizikai és kémiai folyamatok lényegét, a külső hatások, például a hőmérséklet, a nyomás változtatásának eredményeit.

A kémia és a geometria közötti kapcsolatot a XVIII. század végén két tudós alapozta meg: Claude Louis Berthollet, a kémikus és Gaspard Monge, az analitikai geometria megteremtője. Ez azonban még csak síkbeli ábrázolás volt és tulajdonképpen Van't Hoff volt az, aki a molekulaszerkezet magyarázatában a térbeli elrendezést is segítségül hívta.

Van't Hoff úttörő vizsgálatait után, melyet a Stassfurt-i sótelepeken végzett, ez a vizsgálati irány szokatlan fejlődésnek indult. Geometriai ábrázolások nélkül a természetben lezajló fázisátalakulások megértése, a technológiai folyamatok irányítása lehetetlenné válna.

\* A IX. Szilikátipari Konferencián elhangzott előadás.

A geometriai eszmék mélyen behatoltak az anyagátalakulás leírásának területére. A fázisdiagramok igazi jelentőségének felismerése azonban a múlt század 70-es, 80-as éveire nyúlik vissza, amikor napvilágot láttak W. Gibbs klasszikus munkái a kémiai egyensúlyról és annak matematikai leírásáról. Az ő nevéhez fűződik a fáziselmélet legfontosabb alapelvének felfedezése, melyet tiszteletére mai napig is Gibbs-féle fázisszabálynak neveznek.

Gibbs-nek az összetevőkről és fázisokról alkotott elképzelései tették lehetővé az egyensúlyi rendszerek grafikus ábrázolását, osztályozását. Gibbs azonban igen elvont gondolatokkal foglalkozott, melyek közvetlen kémiai alkalmazása csak akkor vált lehetővé, miután Van der Waals és Roseboom ezeket mintegy „lefordították” a szokásos kémiai nyelvre. Van der Waalsé továbbá az érdekes kémiai nyelvre. Van der Waalsé továbbá az érdekes kémiai nyelvre. Van der Waalsé továbbá az érdekes kémiai nyelvre. Van der Waalsé továbbá az érdekes kémiai nyelvre.

Van't Hoff úttörő vizsgálatait után nemcsak a sókeverékek, hanem a fémötvözetek, a természetes és a salakoszilikátok óriási területén is megindult a munka. Ezek áttekintése révén N. Sz. Kurnakov fejlesztette tovább azt a gondolatot, hogy feltétlenül szükség van az összetétel—tulajdonság diagramok rendszeres osztályozására; ezzel megvetette egy új tudományos tan, a fizikai-kémiai elemzés alapjait.

A fázisdiagramok értékelését sajnos még ma sem tanítják kellő részletességgel egyetemcinken, annak ellenére, hogy a fázisdiagramok geometriai képe egyértelműen jelzi a különböző oladási típusú új vegyületek, fázisok, szilárd és cseppfolyós oldatok képződését, homogén olvadékok és üvegek szételegyedését stb. Mindezeknek a fázisdiagramon megfelelő pontok, vonalak, felületek és térfogatok felelnek meg, melyek elrendeződéséből a kémiai tulajdonságokra lehet következtetni. Ezekkel a fázisdiagramokkal a kémia új nemzetközi geometriai nyelvet kapott, amely hasonló a kémiai képletek nyelvéhez, sőt bizonyos szempontból

annál sokkal általánosabb: nemcsak bizonyos összetételű vegyületekre vonatkozik, hanem az illető fázisdiagram-típushoz tartozó valamennyi kémiai vegyületre. Egy típuson belül a legkülönbözőbb kémiai fajtájú vegyületek: szervesetlen sók, fémek, szilikátok, szervesanyagok fordulhatnak elő; ezek tanulmányozása révén a fázisátalakulások mélyebb kémiai értelmet nyernek.

A fázisdiagramok geometriai koncepciója és a szilárd testek felépítéséről szóló tudomány termékeny egyesítésének másik iránya a modern kristálykémia. Ez azonban véleményünk szerint még csak kevéssé van kidolgozva, különösen a szilikát-szerkezetek tekintetében.

A kristálykémia a geometriai kristálytan szigorú és bebizonyított elméletére épül, és ehhez felhasználja a röntgenszerkezeti elemzés hatalmas eszközét. Lehetővé teszi a fizikusok és a kémikusok számára, hogy mélyen behatoljanak a kémiai szerkezet lényegébe, még olyan esetekben is, ahol a szokásos vegyi módszerek nem kielégítőek vagy teljesen csődöt mondanak.

A szilikátkémia fejlődésének jelenlegi szakaszát úgy lehetne jellemezni, hogy ez a szakasz a tudományos megismerés két haladó módszere komplex alkalmazásának szakasza: a fizikai-kémiai elemzés a kristálykémia módszereivel. A jelenlegi irányzat egyik legfontosabb ága a kristályrácsok geometriájának tanulmányozása egykristályokon. Az egykristályok röntgenszerkezeti vizsgálata gyakran a legfinomabb összefüggések felismerésére is alkalmas és ezzel hatalmas eszköz a természet megismerésére a hozzáértő kezében. Talán csak egyetlen hátránya, hogy a megfelelő méretű egykristályok előállítása meglehetősen nehéz, de a fejlődés mind a kristálynövesztés módszereiben, mind pedig az igen apró méretű kristályok röntgenvizsgálatra való alkalmazhatóságában új és új eredményeket hoz.

A Szovjet Tudományos Akadémia Leningrádi Szilikátkémiai Intézetének laboratóriumaiban egyre szélesebb körben terjed a kérdések ilyen komplex megközelítése. Ez a természet jobb megismerésén kívül lehetővé teszi, hogy továbbfejlesszük a nagy tűzállóságú szilikátos és oxidos anyagok elméletét.

### Ritkaföldfém-szilikátok komplex vizsgálata

A szilikátkutatás új területeként a ritkaföldfém-szilikátokat választottuk; ezek közbeeső helyet foglalnak el a magnézium-, alumínium-, vas(II)- és vas(III)-szilikátok (tehát kisátmérőjű kationok szilikátjai) és a kalcium-, stroncium-, bárium-szilikátok (azaz nagyátmérőjű kationok szilikátjai) között. E kutatásaink lehetővé tették, hogy a szilikátvegyületek új csoportjának tanulmányozásán túl számos érdekes jelenségre bukkanjunk az izotopia, izomorfia területén is.

A kisátmérőjű kationok szilikátjait főképpen Manchesterben tanulmányozták (Bragg és iskolája); ezek a tanulmányok szolgáltak alapul a szilikátgyökök első osztályozásához. A nagyátmérőjű kationok szilikátjait Belov és munkatársai tanulmányozták; Belov erre az anyagra építette fel a szilikátok kristálykémiajának 2. fejezetét. Ezek

ben a szerkezetekben különös hangsúlyt kapott a diorto-szilikát csoport ( $\text{Si}_2\text{O}_7$ ), mert e csoport mérete hozzávetőleg megfelel a nagy átmérőjű kationok oxigénekkal alkotott koordinációs csoportjának méreteivel (mint ismeretes, ez rendszerint oktaéderes, de például a  $\text{CaO}_6$  esetében trigonális hasáb is lehet).

A ritkaföldfém-szilikátok jelentősége abban áll, hogy a ritka földfémek kémiaiailag rendkívül hasonlók, átmérőjük ugyanakkor a lantántól a lutéciumig fokozatosan nő és csaknem zökkenőmentesen betöltik az előbb említett kisméretű és nagy méretű kationok közötti intervallumot. Ennek következtében a ritkaföldfém-szilikátok jelentősége rendkívül nagy a kristályos szilikátszerkezetek általános rendszerezésében. Nem kevésbé érdekes az izomorf helyettesítés számos lehetősége mind a kation, mind pedig az anion-elemekben. Az izomorf helyettesítéseket részben a ritka földfémek egymásközt, részben egyéb ionok végezhetik (lantántól lutéciumig egyrészt, vizsgálati területeinkön a báriumtól a kalciumig másrészt). Igen érdekes tanulmányozási terület továbbá a szilícium-oxigén kötésvaltozásának nyomonkövetése az azonos kémiai sajátságú, de változó rendszámú (azaz elektromos töltéserősségű) ritka földfémek helyettesítésének függvényében.

Az Intézetünkben végzett kutatások általában mindig ugyanazt a rendszert követik. Az első feladat a vizsgálandó anyag egykristályának előállítása, a fázisdiagramban való előfordulási helyének pontos rögzítése. Ezeket a munkákat munkatársaim közül rendszerint Bondar és Galahov végezték. Ezt követte a kapott kristályos fázisok kristályoptikai állandókkal való jellemzése, a röntgenometriai rácsállandó meghatározása és az infravörös színeképvizsgálat. Ennek alapján rendszerint már elegendő anyag gyűlt össze ahhoz, hogy a vizsgált anyag osztályozását megfelelő pontossággal elvégezhessek. Ezeket a munkaszakaszokat Lazarev és Teniseva látták el. Végül a következő lépés az egykristályok szintézise, melyekkel mind a röntgenszerkezeti, mind pedig az infravörös vizsgálat precíziós technikával végezhető el.

Valamennyi általunk vizsgált trendszerben kimutatható volt az  $\text{Rf}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  bruttó összetételű monoszilikát (az Rf ebben a képletben valamint a továbbiakban általánosságban ritka földfémeket jelent La-tól Lu-ig). Az összetétel és az infravörös vizsgálatok alapján feltételezhető volt, hogy ezek a vegyületek a ritka földfémek három vegyértékű ionjainak oxo-ortoszilikátjai és a  $\text{Rf}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$  általános képlettel jellemezhetőek. Ezek a vegyületek a  $\text{SiO}_4$  tetraéderek elrendeződése alapján a sziget-szerkezetekhez tartoznak.

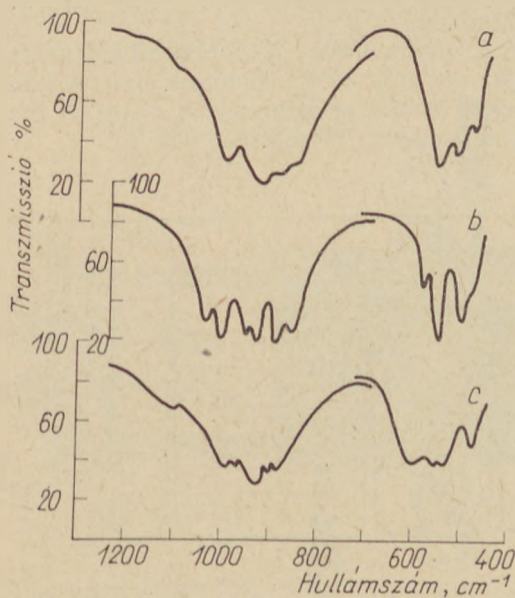
Már az első infravörös spektroszkópiai vizsgálatok alapján ki lehetett mutatni azt, hogy valamennyi szóban forgó monoszilikát színeképében erős sáv mutatható ki a  $850\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$  tartományban. Ez a számítások szerint a  $\text{SiO}_4$  tetraéder háromszor degenerált vegyértékrezgésével hozható összefüggésbe. Ezen kívül határozott sávok jelentkeznek  $600\text{ cm}^{-1}$  tartományban is, ez

megfelel a Rf—O-kötések vagyértékreghzésének és a SiO-kötések deformációs rezgésének. 800 és 600  $\text{cm}^{-1}$  között sávot nem találtunk. Mint ismeretes a Si—O—Si-kötések vegyértékreghzései jelentkeznének ezen a helyen. Ez a hiány arra mutat tehát, hogy Si—O—Si-kötés nem fordul elő, a  $\text{SiO}_4$  tetraéderek izoláltak. Az oxi-ortoszilikátok nagy osztályán belül az infravörös színeképek alapján három kisebb csoport alakítható ki. Ezeken a csoportokon belül a színeképek majdnem teljesen egyformák. Ez világosan mutatja a kristályok izomorfiáját. Az ábrákon ezért csupán csoportmélvségig mutatjuk be az infravörös görbéket.

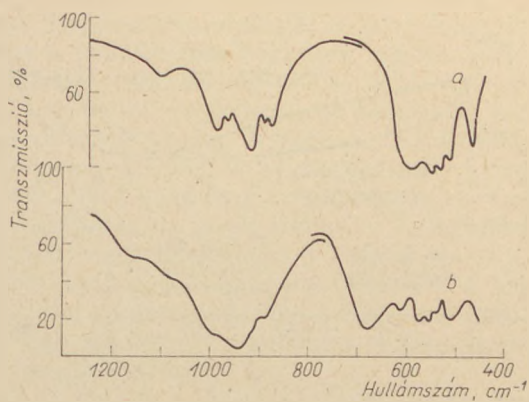
A ritkaföldfém-oxi-ortoszilikátok osztályában az első csoporthoz tartoznak a lantán és a számárium, a másodikhoz az eurórium és a gadolinium, a harmadikhoz diszprozium, az ytterbium és a szkandium oxi-ortoszilikátjai.

A szilícium-oxigén anion felépítésében részt nem vevő oxigén-ionok alakítják ki a Rf—O—Rf kötést. Az e kötéshez tartozó rezgések intenzitása az első, de részben a második csoport oxi-orto-szilikátjai esetében meglehetősen kicsi, lényegesen nagyobb a harmadik csoportban, mert itt a kötések kovalens jellege már jóval erősebb. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a centrális atomokat az erős Si—O-kötésen kívül az Rf—O—Rf híd is megterheli; ezzel lényegében véve megnövekszik az atom energiája, és gyengül az Rf—O-kötésekre jutó kölcsönhatás (1., 2. ábra).

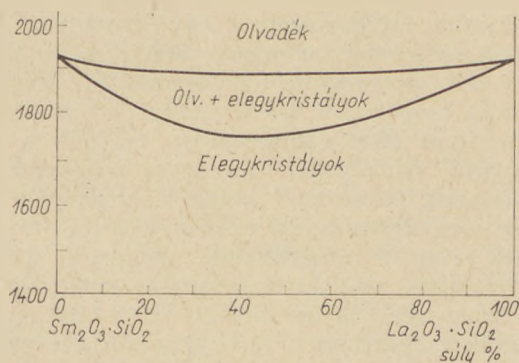
Az intenzitás csökkenésének másik magyarázata az lehet, hogy az Rf—O kötés kovalenciájának mértéke csökken a túlnyomórészt kovalens Si—O kötés jelenléte folytán. Az oxi-orto-szilikátok csoportjain belül lényegében az  $\text{Rf}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$  csoport három különböző stabilis koordinációs poliéderéről van szó (a koordináció mindig oxigénre vonatkozik). Ez az elmélet jól megmagyarázza az egyik szerkezeti típusból a másikba való ugrás-



1. ábra. A lantán-, gadolinium és ytterbium-oxi-ortoszilikát infravörös színeképei. a:  $\text{La}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ , b:  $\text{Gd}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ , c:  $\text{Yb}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$



2. ábra. Az itrium- és szkandium-oxi-ortoszilikát infravörös színeképei. a:  $\text{Y}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$ , b:  $\text{Sc}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$

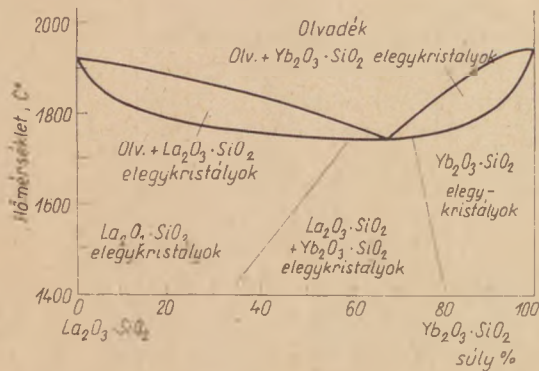


3. ábra. A  $\text{Sm}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ — $\text{La}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  rendszer fázisdiagramja

szerű átmenetet. Bondar és Galahov munkatársaimmal együtt megvizsgáltuk a különböző ritkaföldfém-oxi-ortoszilikátok szilárd oldatait is. A szilárd oldatok termikus, kristályoptikai és röntgenvizsgálata a fenti elmélettel teljes összhangot mutatott.

A 3. ábrán bemutatjuk az oxi-orto-szilikátok közötti folyamatos elegykristályosorok képződését azokban az esetekben, amikor a komponensek ugyanabba a szerkezeti típusba tartoznak (például a lantán-oxi-ortoszilikát—számárium-oxi-ortoszilikát rendszer). Ha azonban az összetevők nem ugyanabba a szerkezeti csoportba tartoznak (például lantán-oxi-ortoszilikát—ytterbium-oxi-ortoszilikát) az elegykristályosodás már nem folytonos: elegyedési hézag mutatkozik (4. ábra).

A ritka földfémek szilikátjainak másik nagy osztálya a diortoszilikátoké. Ezek közös oxidos képlete:  $\text{Rf}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , ami így is írható:  $\text{Rf}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ . Valamennyi általunk tanulmányozott rendszerben a lantántól a szkandiumig sikerült kimutatni e szerkezeti csoportot. A diortoszilikátok termikus stabilitása az atomsúllyal, illetve rendszámával növekszik: a kezdeti inkongruens olvadást a szkandiumtól kezdve kongruens váltja fel. E vegyületek infravörös színeképét Lazarev tanulmányozta. Megállapította, hogy itt is három csoport különböztethető meg. Az egyes csoportokon belül az eltérés lényegtelen. Az első csoportot a lantán, a cérium és a számárium diortoszilikátjai alkotják. E vegyületek színeképeiben 800—1100  $\text{cm}^{-1}$  közötti tar-



4. ábra. A  $La_2O_3 \cdot SiO_2$ — $Yb_2O_3 \cdot SiO_2$  rendszer fázisdiagramja

ományban hét sávból álló csoport figyelhető meg, egy másik csoport 600 és 550  $cm^{-1}$  között és végül még kisebb hullámszámnál egy magányos sáv. A másik csoportba tartoznak az ittrium, a gadolinium és a diszprozium diortoszilikátjai. Végül a harmadik csoportban, a szakandium, az erbium és az itterbium diortoszilikátjaiban találjuk a leg egyszerűbb szinképeket. Az egyes csoportok kialakulásának oka az  $Rf^{3+}$  kation koordinációs számának megváltozása; de ezzel együtt a Si—O—Si-kötések szöge is megváltozik, mégpedig közelítő értékelések alapján ez a szög az első csoportban  $120^\circ$ , a második csoportban  $120$ — $150^\circ$ , míg a harmadik csoportban a  $180^\circ$ -ot is elérheti; ebben az esetben a szerkezet a tortveitittel izomorf.

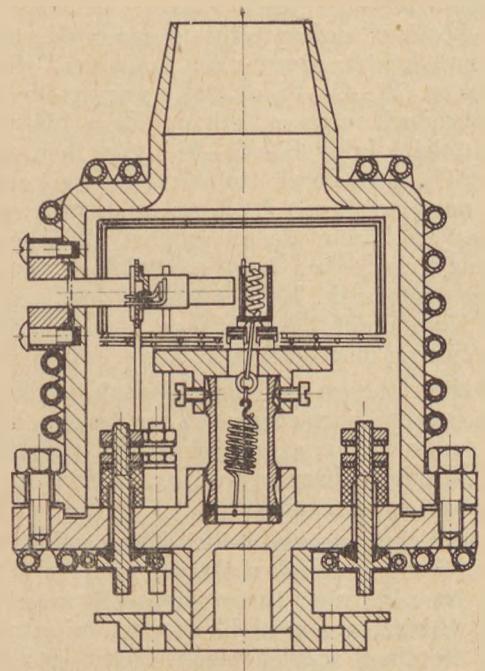
Vizsgálataink során hasonló jelenséget tapasztaltunk a ritkaföldfém-szilikátokon kívül a ritkaföldfém-germanátok esetében is.

A diortoszilikátok fizikai és kémiai tulajdonságainak mélyebb vizsgálata során tanulmányoztuk a különböző diorto-szilikát párok által képzett állapotábrákat. Itt is megállapítottuk, hogy az azonos csoportba tartozó diortoszilikátok között az elegykristályosodás folytonos, míg különböző csoportok esetén hézagos. Az egyes elegykristályokra vonatkozólag ezenkívül számos közvetlen röntgenszerkezeti vizsgálatot is végeztünk. Ez a kísérleti munka és a kapcsolatos számítások Szmolin és Sepelev nevéhez fűződnek.

### Egykristályok mint rendszerek szilárd fázisai

Mint ismeretes termodinamikai szempontból az egykristály a rendszer valódi, stabilis szilárd fázisa. A nem egykristályos anyagok számos finomabb tulajdonsága különbözik az egykristályokétól. Ezért feltétlenül szükségesnek tartjuk a rendszerek valamennyi diagramjában az egykristály-mélység történő tanulmányozást.

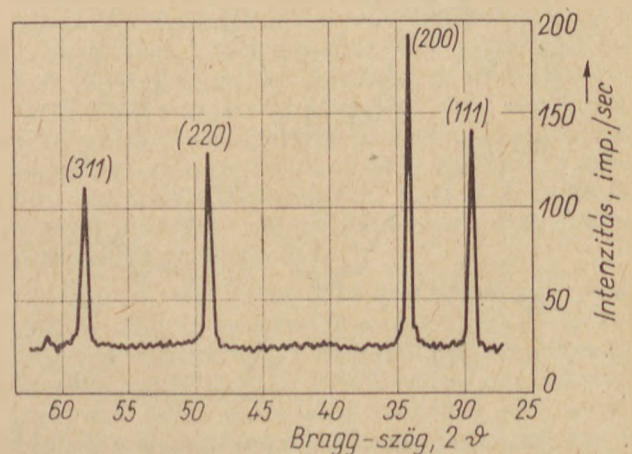
Magas hőmérsékletű szilikátos rendszerek állapotábráinak megszerkesztése során rendszerint a termikus elemzés (sztatikus módszer) adatait tartják a legfontosabbnak. Ezek lényege az, hogy gyors lehűtéssel stabilizálják a rendszer magas hőmérsékletű fázisállapotát. Sajnos azonban a nagy kristályosodási sebességű anyagok esetében még a leggyorsabb lehűtés sem alkalmas arra, hogy segítségével az olvadék üveges állapotban szilárduljon meg. Ezért különösen nagy jelentőségre tesznek



5. ábra. Magas hőmérsékletű röntgenkamra vázlata

szert azok a módszerek, melyek a magas hőmérsékletű rendszer fázisállapotának közvetlen rögzítését teszik lehetővé. Ezek közé tartoznak a hevithető tárgyasztallal ellátott mikroszkópok és a speciális magas hőmérsékletű röntgenkamrák. Az 5. ábrán látható az Intézetünkben tervezett (Boganov—Rudenko—Makarov-féle konstrukció) magas hőmérsékletű röntgenkamra. Ebben a kamrában a minta hevítését volframból készült sugárzásos hevítőberendezés végzi.  $2000^\circ$ -ig terjedő vizsgálatokra nyílik lehetőség. Ezzel a berendezéssel vizsgáltuk a hafnium-dioxid és a cirkónium-dioxid magas hőmérsékletű polimorf átalakulásait. Még magasabb hőmérséklet érhető el elektronbombázással. Erre a célra Intézetünkben speciális elektronágyút szerkesztettek.

A 6. ábra a tiszta cirkónium-dioxid diffraktogramját mutatja  $2330^\circ$  hőmérsékleten. A vonalak értékelése szabályos szimmetriára utal. A felvétel  $CuK_\alpha$  sugárzással, Ni szűrővel készült.



6. ábra. A  $ZrO_2$  röntgendiffraktogramja  $2330^\circ C$ -on

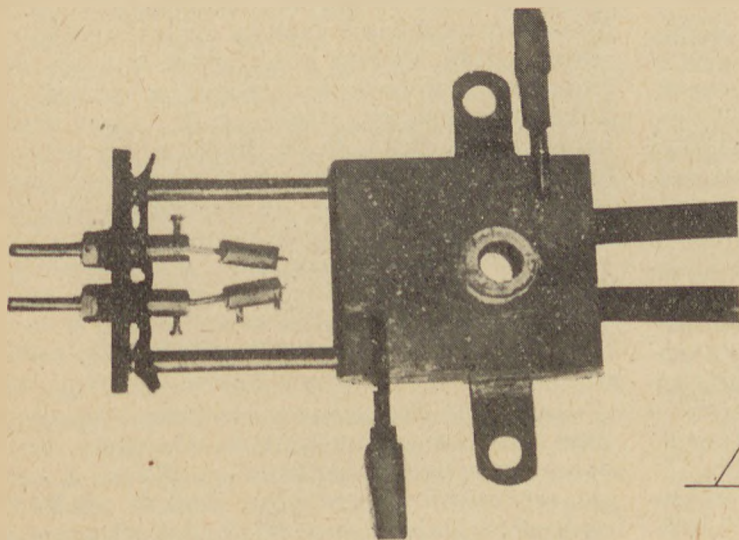
A magas hőmérsékletű mikroszkópia legfontosabb előnye, hogy lehetővé teszi a kristályok közvetlen vizuális megfigyelését. A törésmutató-mérés szokásos módszerei itt nem alkalmazhatók, de a polimorf átalakulások következtében fellépő ugrászerű kettőtörés-változás jól megfigyelhető. Meghatározható továbbá a kettős töréssel közvetlen összefüggésben álló interferencia-szín rendje, a kioltási szög, az optikai tengelyszög, az optikai jelleg és az ikerkristályok fellépése. Az Intézetünkben használt hevíthető mikroszkópi tárgyasztal szerkezetét a 7. ábra mutatja. A felsorolt vizsgálatokon kívül a hevíthető mikroszkóp alkalmas arra is, hogy fémek nemfémes olvadékokkal való nedvesíthetőségét tanulmányozzuk különböző (oxidáló, redukáló vagy inert) atmoszférákban. A berendezéssel elérhető maximális hőmérséklet 2800°C-ig terjed az alkalmazott fűtőszál (platina, iridium, molibdén, wolfram) kémiai jellegétől függően. A hevítő tárgyasztalon megolvasztva az olvadék optikai viselkedése tanulmányozható; óvatos hűtés esetén igen gyakran az anyag egykristályos alakjában nyerhető. Az egykristályok optikai vizsgálatának fontosságát nem szükséges külön indokolni. A műszert Rumjancev és Leonov tervezték.

Az egykristályok termelése számos üzemben nagyiparilag folyik; az előállított egykristályok azonban rendszerint a természetben is előforduló, de műszaki célokra nem eléggé tiszta, vagy nem eléggé nagyméretű kristályokra korlátozódik (kvarc, gyémánt, csillám, fluorit stb.). Igen fontos volna a műszakilag egyelőre még nem jelentős anyagok egykristályainak előállítása is, mert ezek vizsgálata lényegesen mélyebb összefüggésekre világít rá, mint a polikristályos anyagok tanulmányozása. Ilyen anyagok esetében az egykristálynövesztésnek még csak a kezdetén tartunk: mullitból, különböző alumínium-oxid módosulatokból, spinellekből már sikerült kellő méretű egykristályokat előállítani, sőt nagyiparilag gyártanak különböző anyagokkal színezett korundkristályokat (rubinkristályok ékszerészeti és óracsapágy-célokra) ezeknél azonban az egykristályos jelleg nem olyan lé-

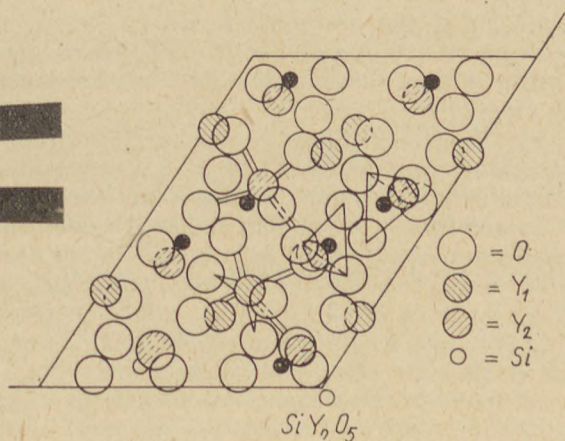
nyeges. Laboratóriumunkban komoly előrehaladás történt a ritkaföldfém-szilikátok egykristályainak előállítására. Sikerült előállítani az  $Rf_2(SiO_4)O$  típusú vegyületek egykristályait lantántól kezdve egészen a szkandiumig. A szerkezet részleteit laboratóriumunkban Szmolin derítette fel a  $Gd_2(SiO_4)O$  példáján; tőle függetlenül Franciaországban ugyanerre az eredményre jutott Michel az  $Y_2(SiO_4)O$  szerkezetének vizsgálata során. A Gd, az Eu és a Sm oxo-orto-szilikátjai a monoklin rendszerben kristályosodnak, szerkezeti szempontból közel állnak az apatithoz. Az oxo-orto-szilikátok másik csoportja rombos szimmetriájú.

A gadolinium-oxo-ortoszilikát egykristályait Szmolin különleges módszerrel, apró gömbök alakjában állította elő. A szerkezetben levő nehéz atomok eloszlását háromdimenziós Patterson-elemzés útján határozták meg. Ezután a nehéz atomok hatását is számításba véve, meg lehetett határozni a szilícium és az oxigén atomok térbeli koordinátáit. Az eredmények megbízhatóságát minden egyes  $(hkl)$  síkhálóra nézve a legkisebb négyzetek módszerével igazoltuk. A szerkezet részleteit a 8. ábra mutatja a  $(001)$  síkkal párhuzamos metszet elektronsűrűségi adatai alapján. A legvalószínűbb értelmezés szerint az ittrium (illetve gadolinium) atomok a  $(010)$  síkkal párhuzamos váltakozó rétegeket alkotnak olyan módon, hogy a koordinációs szám 9. Ez a koordinációs szám úgy adódik, hogy az anionpoliédert oxigén atomok alkotják, melyek közül 8 a  $SiO_4$  tetraéderekben van lekötve, míg a 9. szabad oxigén atom. A következő rétegben a koordinációs szám 7.

9-es koordinációs szám esetén a gadolinium-atom és az oxigénatomok közötti távolság 2,49 Å; ez az érték megegyezik a gadolinium és oxigén ion-sugarainak összegével, ha a koordinációs javítást is figyelembe vesszük. 7-es koordinációs szám esetén a megfelelő értékek 2,29 és 2,41 Å. A közepes távolság 7 koordinációs esetben azért csökken, mert a gadolinium és a szabad oxigén között a kötéserősség nagyobb. Az alábbi táblázatban látható atomközi távolságok áttekintése azt mutatja,



7. ábra. Magas hőmérsékletre fűthető mikroszkópi tárgyasztal



8. ábra. Az  $Y_2(SiO_4)O$  szerkezete

hogy az oxigén és szilíciumatomok közötti távolság csökkenése a gadolinium és oxigénatomok közötti távolság növekedésével jár. Ebből arra lehet következtetni, hogy a gadolinium—oxigén kötés meglehetősen kovalens jellegű. Ebben az esetben ugyanis elméletileg a gadolinium-oxigén kötések kisebb nagyságrendje magával hozza az oxigén szilícium kötések távolságának megnövekedését és viszont:

$$\begin{aligned} \text{Gd—O}_1 &= 2,395 \pm 0,009 \text{ \AA} \\ \text{Gd—O}_2 &= 2,464 \pm 0,008 \text{ \AA} \\ \text{Gd—O}_3 &= 2,473 \pm 0,009 \text{ \AA} \\ \text{Gd—O}_4 &= 2,622 \pm 0,009 \text{ \AA} \\ \text{O}_1\text{—Si} &= 1,669 \pm 0,011 \text{ \AA} \\ \text{O}_2\text{—Si} &= 1,630 \pm 0,010 \text{ \AA} \\ \text{O}_3\text{—Si} &= 1,631 \pm 0,009 \text{ \AA} \\ \text{O}_4\text{—Si} &= 1,601 \pm 0,009 \text{ \AA} \end{aligned}$$

Michel adatai szerint az ittrium-ortoszilikátban az ittrium atomok kétféleképpen helyezkedhetnek el. Az első típus ittrium atomjait 6 oxigénatom veszi körül deformált oktaéder alakjában. A második típusú ittrium helyzetét az jellemzi, hogy hét oxigénatommal van körülveve. A  $\text{SiO}_4$  tetraéderek elszigetelten helyezkednek el. A szerkezet kémiaiilag mint oxi-orto-szilikát fogható fel; ez az eredmény teljesen megegyezik infravörös színképvizsgálataink eredményével.

A diorto-szilikátok szerkezete (9. ábra) analóg a thortveitit-szerkezettel. Szmolin és Sepelev vizs-



9. ábra. A  $\text{Gd}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  szerkezete

gálatai szerint az itterbium-diorto-szilikát szerkezete teljesen azonos, a gadolinium-diorto-szilikát szerkezete azonban kissé eltér a thortveititétől, mert a gadolinium koordinációs száma 7-re emelkedik olyan módon, hogy a  $\text{Si—O—Si}$  kötés hídállású oxigénje belép a gadoliniumot körülvevő koordinációs csoportba.

A  $\text{Si—O—Si}$  kötési szöge a thortveititben (szkandium-diorto-szilikát)  $180^\circ$ ; ez a szög a gadolinium-diorto-szilikátban  $158^\circ 40'$ -re esik, teljesen megfelelően a infravörös színképlelemzési adatokból számított értékkel. A röntgendiffrakciós adatok alapján a  $\text{Si—O}$  távolság ebben a szerkezetben  $1,670 \pm 0,008$  és  $1,673 \pm 0,007$  Å; mint ismeretes a  $\text{Si—O}$  távolság a zárócsoportokban 1,514 Å; az itt mért érték tehát ezeknél lényegesen nagyobb.

A fenti szerkezetvizsgálatai adatokból világosan látható, hogy a ritka földfém kationok koordinációs számának megváltozása 6-ról 7-re azzal jár, hogy a diorto-csoport konfigurációja módosul, és

hídállású oxigénatomok révén a szerkezetbe új  $\text{R—O—R}$  kötések kerülnek. Véleményünk szerint ez a felismerés nagyban hozzá fog segíteni a három-vegyértékű ritka földfémek összetett rendszereinek megértéséhez.

### Oxigén mint szilikátos rendszerek összetevője

Mint ismeretes, a szilikátos rendszerek első állapotábráit szinte egyidejűleg készítették el Oroszországban Levinszon-Lesszing és az Egyesült Államokban Day professzor laboratóriumában, még a század elején. Körülbelül 5 évtized során a kutatók figyelmé főként a kondenzált rendszerekre terjedt ki, azaz olyan rendszerekre, ahol a gázfázis hatását nem kell figyelembe venni. Ez alól csak néhány könnyen illó összetevőt tartalmazó rendszert vizsgáltak. A mai technika szempontjából azonban elsőrendűen fontos az olyan rendszerek jobb megismerése, melyben az oxidok vagy egyéb alkotók párolgása a vizsgálati hőmérsékleten olyan nagymértékű, hogy lényegesen befolyásolja a rendszer fázis-egyensúlyát. A környező gáztér összetétele változó vegyértékű fémek oxidjainak vizsgálata során is erős befolyást gyakorol. Ilyen esetekben elkerülhetetlen a nyomás hatásának figyelembevétele és az oxidok disszociációjának értelmezése is. Másszóval ezt úgy is ki lehet fejezni, hogy az oxigén a szó fázisegyensúlyi értelmében is összetevővé válik; a fázistörvény tehát csak ennek figyelembevételével alkalmazható.

A vizsgálatok másik iránya a nagy vákuumban, vagy ellenkezőleg, a nagy nyomáson végzett kutatás. Ilyen körülmények között is gyakran előfordul, hogy az egyébként összetevőnek tekinthető fázisok, például  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{GeO}_2$  stb. is megbomlanak az alkalmazott kísérleti körülmények között.

Gyakorlati fontosságuk miatt különös részletességgel tanulmányozták az  $\text{Fe—O}$  rendszert, melynek minél pontosabb ismerete a vaskohászati folyamatok technológiájának szempontjából döntő fontosságú. Ugyancsak a gyakorlati fontosság indokolta számos tűzálló oxid tanulmányozását (titán-, króm-, mangán- stb.) olyan körülmények között, ahol a disszociáció már nem elhanyagolható. Noha ezek a kutatások gyakran gyakorlati célkitűzésűek voltak, elméleti jelentőségük nem kevésbé fontos, ezért intézetünkben részletesen vizsgáltuk különböző szilikátok, alumínátok, germanátok, oxidok ( $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Pr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  stb.) és néhány hasonló vegyület viselkedését az oxigén hatásának figyelembevétele mellett. Az alkalmazott kísérleti körülmények között számos elemnél elértük a kétvegyértékű való redukálódást. A kétvegyértékű ritka földfémek szilikátjai jellemző módon mind metaszilikátok. Érdekes, és talán iparilag is hasznosítható az a felismerésünk, hogy a kétvegyértékű európium szilikátjai ferromágneses tulajdonságúak.

A Szovjet Tudományos Akadémia kiadásában sajtó alatt van az intézetünkben elkészített „Szilikátos rendszerek állapotábrái” c. könyv. A sajtó alá rendezéssel kapcsolatban értékelt rendkívül nagyszámú irodalmi és kísérleti adat azt mutatta, hogy e könyv nem töltheti be célját ha csak kondenzált rendszerekkel foglalkozik. A kézikönyv má-



sodik kötete (előkészítés alatt) a fém-oxigén rendszerek egyensúlyának leírásával foglalkozik. Az ebben tárgyalt szempontok a tűzálló-oxidok kísérleti tanulmányozásával és gyakorlati alkalmazásával foglalkozó kutatókat maximálisan érdeklik. Sajnos azonban a publikált kutatások nagy száma ellenére jelenleg még csak mintegy 30 kétösszetevős rendszerről áll rendelkezésre megbízható adat.

Itt kell megemlíteni bizonyos tűzálló oxidok elpárolgásának kérdését. Ez a gondolat kereken 20 évvel ezelőtt vetődött fel, amikor újravizsgáltuk a már teljesen megismertnek, lezártnak tekintett  $\text{SiO}_2\text{—Al}_2\text{O}_3$ -rendszert. (Toropov és Galahov, 1951.) Megállapítottuk, hogy a korábbi állapotokra jól tükrözi ugyan a kísérleti eredményeket, de nem a valódi rendszert. Ennek oka éppen az, hogy a  $\text{SiO}_2$  nem tekinthető a rendszer komponensének, mert az alkalmazott magas hőmérsékleten párologni kezd és ezért a termék  $\text{SiO}_2$ -tartalma kisebb az eredetileg elképzelnél. E kérdéssel kapcsolatban még ma is igen sok a vita, de az intézetünkben felderített kongruens olvadási jelleg behatároltáknak tekinthető, legfeljebb csak az lehet a kérdés, hogy a  $\text{SiO}_2$  közvetlenül, vagy  $\text{SiO}$ -lépcsőn keresztül távozik-e el a rendszerből. Levegőn vagy más atmoszférában hevített mullitminták kihűlés után mindig tartalmaznak apró, mikroszkópikus méretű korundkristályokat; ez azonban mint azt behatároltunk, nem az inkongruens olvadás jele, amint az első pillanatban feltételezni lehetne. Zárt edényben, ahol a  $\text{SiO}_2$  elpárolgása lehetetlenné van téve, a hevített mullitminták korund-kiválást nem mutatnak.

#### *Elegykristályok és izomorf helyettesítés szilikátrendszerek kristályos fázisaiban*

Az általunk vizsgált és előállított ritkaföldfém-szilikátokban igen gyakori az elegykristályok képződése és az izomorf helyettesítések. Ez a körülmény nagymértékben megnövelte a kutatási lehetőségeket: könnyebbé vált az izotip szerkezetek kiválasztása, mert ezek könnyen képeznek egymással elegykristályokat. Különböző alkáliföldfémek is helyettesíthetők ritkaföldfémekkel, azonban a várható hatás előrebecslésénél mindig figyelembe kell venni a helyettesítendő kation sugarát és töltését. Csaknem minden esetben végbemegy a  $\text{Ca}^{2+}$  helyettesítése  $\text{Y}^{3+}$ -ionnal, a  $\text{Sr}^{2+}$  helyettesítése  $\text{Eu}^{3+}$  ionnal stb. Még tovább növeli az izomorfia lehetőségeit, hogy helyettesítés nemcsak a kationrácsban, hanem az anionrácsban is végbemehet, és ilyen módon legkülönbözőbb sziliko-foszfátok, sziliko-germanátok, sziliko-titanátok állíthatók elő. Ezek legnagyobb része nagy tűzállóságú, úgyhogy gyakorlati alkalmazásuk is szóba kerülhet.

#### *Rendeződési jelenségek a szilikátrendszerek kristályos fázisaiban*

A korszerű fizikai-kémiai vizsgálatok egyik legfontosabb kérdése a rendezetlen kristályszerkezetű anyagok rendeződése magasabb hőmérsékleten; ennek ellenkezője, a szétrendeződés is gyakran előfordul. Számos nagytekintélyű fiziko-kémikus, mint például Guinier, Bürger, Bernal, Hume-Rothery és mások szinte teljes tevékenységüket e kérdés szolgálatába állították.

E kérdések értelmezésében döntő fontosságú volt az a felismerés, hogy különböző összetett, sok atomból álló alapszerkezetre egy szuperstruktúra épülhet, és bizonyos körülmények között ez a szuperstruktúra irányítja a rendeződés, szétrendeződés és a fázisátalakulások mechanizmusát. Ezzel a hatással elsősorban az egykristályok és az ötvözetek számos jelensége magyarázható meg kielégítően. Sajnos még egyelőre nem rendelkezünk olyan kísérleti technikával, mellyel a szuperstruktúra kialakulását nyomon lehetne követni. Johansson és Linde (1966) precíziós röntgenvizsgálatokkal kísérelték meg értelmezni Kurnakov korábbi felismerését, hogy a réz-arany rendszer megfelelő hőkezelése rendezett állapot kialakulását vonja maga után. Röntgenvizsgálatok és az ebből levont termodinamikai következtetések arra mutattak, hogy megfelelő sebességű hűtés esetén az ötvözetet alkotó atomok új elrendeződést vesznek fel: ez az új állapot, melynek létrejöttében a szuperstruktúra döntő szerepet játszik, rendezettebb mint a korábbi, tehát a rendszer szabad energiája csökken. Régebbi elméletek szerint ez az átrendeződés folytonos folyamat, újabban azonban közvetlen kísérleti bizonyítékok állnak rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy a rendszerben olyan kétösszetevős tartományok alakulnak ki, melyekben a rendezett és a rendezetlen fázis egymással egyensúlyban van. E rendeződési folyamatok tanulmányozása feleletet adhat számos eddig nem kellően ismert jelenség, mint például természetes ásványok (földpát, kordierit), vagy mesterséges szilikátok fázisátalakulásainak jellegére vonatkozólag. Intézetünkben számos ilyen jellegű vizsgálat folyt: Szir-azsidinov és Zsuszkauskasz a mesterségesen előállított kordierit, Hotimcsenko természetes és mesterségesen előállított diopszid, Bojkova pedig trikálcium-szilikát rendeződési jelenségeivel foglalkozott. Ez utóbbi munka a konferencián külön előadásként is szerepel.

#### *Toropov N. A.: Szilikátok rendszerek vizsgálatának alapjai*

A leningrádi Szilikátkémiai Intézetben végzett munkák alapján összefoglaljuk szilikátos rendszerek heterogén egyensúlyainak problémáit és a kutatás lehetőségeit. A kutatások távlati főirányai: korszerű fizikai és kristálykémiai módszerek alkalmazása szilikátos és oxidos rendszerekben; egykristályok előállítása és vizsgálata; változó vegyértékű vagy disszociáló oxidok tanulmányozása olyan módon, hogy az oxigén mint önálló összetevő szerepel. Ez utóbbi kutatási irány elsősorban a nagy tűzállóságú oxidos rendszerek esetében nélkülözhetetlen. Igen jelentős továbbá a rendezetlen szerkezetek rendeződésének kérdése, valamint az elegykristályosodás és az izomorfia tanulmányozása. A fenti kutatási problematika minden részlete alkalmazást nyer a ritkaföldfém-szilikátok területén, ahol két különböző szerkezeti típus biztos felismerése és azonosítása tartozik legújabb eredményeink közé.

#### *Toropov, N. A.: Основные стадии изучения силикатных систем.*

При всестороннем изучении физико-химических систем решаются задачи определения термодинамических условий фазовых равновесий в системе путем построения при помощи определенных графических приемов их диаграмм состояния, описания структур, образующихся в системе кристаллических фаз, и измеряются физические и химические характеристики этих кристаллов.

Подробный анализ полученных в настоящее время в различных исследовательских лабораториях данных по изучению силикатных и других оксидных систем, проведенный нами в связи с изданием в СССР фундаментального справочника „Диagramмы состояния силикатных систем“ показал, что в настоящее время значительно расширились возможности для проведения подобных исследований и соответственно увеличилось количество получаемой исследователями информации. Ниже отметим наиболее существенное.

В настоящее время все большее значение приобрели исследования не только конденсированных систем и построение соответствующих диаграмм состояния, но и соответствующие исследования, проводимые в условиях вакуума или варьирующего состава газовой фазы с одной стороны и при повышенных давлениях, с другой. В качестве примера следует привести оседающее плавление муллита и открытие новых модификаций кристаллического кремнезема.

Особое внимание надлежит уделять изучению систем металл-кислород и неметалл-кислород, позволяющие характеризовать системы, компонентами которых являются не только окислы, но более простые составляющие. До настоящего времени число таких работ все еще остается весьма незначительным, несмотря на большое их теоретическое и технологическое значение.

В числе наиболее важных элементов систематических структурных исследований прежде всего следует отметить развитие теории и экспериментальных работ по твердым растворам, явлениям их дисперсионного распада, возникновению упорядоченных и разупорядоченных состояний. В нашей лаборатории детально изучены и описаны подобные явления в системах редкоземельных силикатных, а также диопсид-энстатитовых твердых растворах и кристаллах цементного клинкера.

#### *Toropov, N. A.: Die wichtigsten Phasen bei der Prüfung von Silikatsystemen*

Von den vielfältigen Aufgaben des physikalisch-chemischen Studiums der Silikatsysteme ist eine der wichtigsten Phasen die Bestimmung der thermodynamischen Verhältnisse der Phasengleichgewichte, der Aufbau der Phasendiagramme mittels entsprechender graphischer Methoden; wesentlich ist weiterhin die Prüfung der physikalischen und chemischen Charakteristik der sich im System bildenden Struktur der kristallinen Phasen.

Im Zusammenhang mit dem in Vorbereitung stehenden Werk „Zustandsdiagramme der Silikat-Systeme“ studierte man die letztthin publizierten, auf die Silikat- und Oxyd-Systeme bezüglichen Angaben. Es konnte festgestellt werden, daß sich die Forschungsmöglichkeiten erweiterten und die Zahl der Informationen sich in den letzten Jahren vermehrte.

In der jüngsten Vergangenheit wurde nicht nur die Forschung kondensierter Systeme und der Aufbau der auf Grund dieser Forschungen konstruierten Phasendiagramme durchgeführt, sondern man befaßte sich auch eingehend mit der Forschung von nicht kondensierten Systemen. Die charakteristischen Forschungsverfahren dieser Systeme sind Prüfung in Vakuum bzw. in kontrollierter und geregelter Gasatmosphäre, außerdem die Versuche unter Hochdruck. Einige wesentlichen Erfolge:

Beweis des kongruenten Schmelzens von Mullit, oder die Entdeckung der neuen kristallinen Modifikationen des  $\text{SiO}_2$ .

Besonderer Aufmerksamkeit wert sind die verschiedenen Metall-Sauerstoff und Nichtmetall-Sauerstoff Systeme, die sich aus einfacheren Komponenten aufbauen als die üblichen Systeme auf Oxyd-Basis; die Zahl der diesbezüglichen Forschungen ist derzeit noch nicht besonders groß, ihre theoretische Bedeutung und technologische Wichtigkeit erhöht sich jedoch ständig.

Bei der systematischen Strukturforchung der allerwichtigsten Elemente soll die Entwicklung der Theorie und Forschungsmethodologie des Studiums der Mischkristalle, das Studium des dispersiven Zerfalls und die Prüfung des Entstehens geordneter und ungeordneter Verbindungen in Mischkristalle enthaltenden Systemen erwähnt werden.

Im Laboratorium wurden die seltenen Erdmetall-Oxyd— $\text{SiO}_2$  Systeme, die Mischkristallisation der Diopsid-Enstatit Systeme und die die Struktur der im Zementklinker vorkommenden festen Lösungen und Kristallphasen untersucht.

#### *Toropov, N. A.: Major Stages in the Examination of Silicate Systems*

Among the comprehensive tasks of physico-chemical studies of silicate systems, one of the most important stages is the determination of the thermodynamic conditions of phase equilibria, constructing the phase diagram with the help of suitable graphic methods, further, it is important to examine the physical and chemical characteristics concerning the crystal phase formation in the system.

During editorial works of the book: “Equilibrium Diagrams of Silicate Systems” the data concerning the silicate and oxide systems recently published, were studied. It was ascertained that in the recent years the possibility of research as well as the amount of information increased.

In recent times a plenty of research work was done in condensed systems and phase diagrams constructed on basis of such research; but much research went on in the field of non-condensed systems too. Characteristic research processes of such systems are: examination in vacuo or in a controlled and adjusted gas atmosphere, and also research done at high pressure. Some important results are: proving the congruent melting of mullite, or the discovery of the new crystal modifications of  $\text{SiO}_2$ .

Special attention should be paid to the different metal—oxygen and non-metal—oxygen systems, which are constructed of simpler components than the usual oxide-base systems; such types of research are not numerous as yet, but their theoretical importance and technological significance is increasing.

Among the structural research of the most important elements the theoretical and research-methodological development of solid solutions ought to be mentioned and, also the study their disaggregation and the formation of compounds with ordered-disordered structure, in systems containing solid solutions.

Detailed studies were undertaken in this laboratory concerning the rare earth-oxide— $\text{SiO}_2$  systems, the formation of solid solutions in the diopside—enstatite systems, and the structure of solutions and crystal phases occurring in cement clinker.

Az utóbbi két évtizedben világszerte fokozatosan eltűntek az anyagukban színes üvegárak munkaigényesebb kategóriái, noha a brüsszeli és a montreáli világkiállítás ezt a kategóriát a szintelen kristályüveg fölé emelte.

A legértékesebb színes finomüveg-kategóriák a következők:

Anyagában színesen gyöngyözött, fátyolozott, brokátozott és patinázott üvegek.

Rétegelés színes üvegrúdból: sapkázással és tölcéses eljárással.

E kategóriák gyártásának mai gazdaságtalansága technikai és technológiai okokból rejlik.

Az üvegiparban mintegy fél évszázad óta megindult nagyütemű gépesítés, az olvasztóanyagok olcsóbb előállítása, az olvasztási technika, valamint a tűzálló anyagok minőségének javulása, lépést tartott az általános technikai fejlődéssel. A színesüvegek gyártásának technikája és technológiája azonban elmaradt, és ma is a 100 év előtti módszereket használják. A kereskedelem és a lakosság nagymértékben igényli a finom színesüvegeket, de egyrészt a szintelen kristályáruhoz viszonyított magasabb árakat, másrészt az egyhangú monoszínezést nem fogadja szívesen. A modern folt-piktúra, a hangulati színek kompozíciók realista kifejtése a közízlést is differenciáltabbá tette, és színesüvegben is hangulatos, üde hatást, változatos és könnyed színváltozásokat, a környezetbe illeszthetést és környezetalakító hatást követel. Tizenöt évvel ezelőtt elindult egy irányzat, több füzékben olvasztott, más-más színekkel áttört üvegek egymásra merítése színvariációk képzésére, de technikai és technológiai hátrányok miatt nem bizonyult időtállóknak, mert technológiája nem az elmaradás okát, hanem csupán az egyhangúság változtatását tűzte céljául. A valódi ok az, hogy a finom színesüvegek gyártása nem vette figyelembe a kémia időközben óriási fejlődését s ennek hiánya minden hátrányával sújtja a korszerű finom színesüveggyártás talpraállását és a többi üvegkategoriók mellé való felzárkózását.

Mint üvegtervező művésznék, finomüvegek előállítása a hivatásom. A felsorolt színesüvegkategoriók mai kelendőséghiányának okát kutatva a már említett hiányosságokra jöttem rá; ennek a társadalmi életben nélkülözhetetlen, sok derűt és kultúrát jelentő üvegfajtának jogossága, nagy jelentősége van üvegkultúránkban. A világ szakirodalmát áttanulmányozva csupán az okokra találtam támpontokat, s ezzel saját tapasztalatom és megállapításom igazolására kaptam meg. Az okok technológiai megoldására nem kaptam választ. Ezért mintegy tíz évvel ezelőtt elhatároztam, hogy rendszeres kutatást fogok végezni e területen, s tíz év óta rendszeres kísérletekkel, a modern kémia segítségével, tudományos módon fogtam hozzá, hogy egy újfajta színesüveget fejlesszek ki.

Kétségtelen, hogy mióta üveget készít az ember, a tökéletesen szintelen, kristálytisztá üveg-

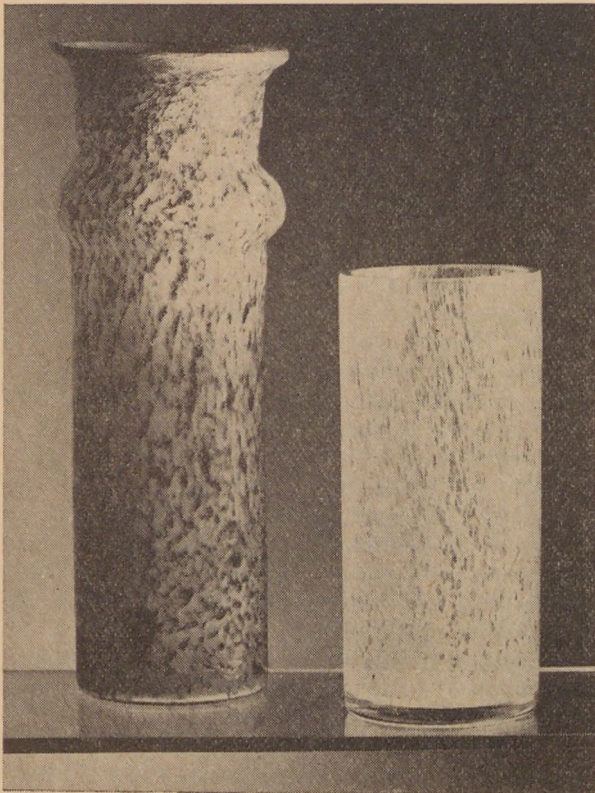
anyag elérésére törekszik, de a modern ízlés egyre inkább a színes asztali készletek és a díszüvegek területe felé szorítja. Ugyanis azóta nemcsak az ízlés változott meg, hanem annak gyökere, az életforma is, — s ezt a változást követi az üvegművészet: az eredeti és egyedi műfaj ipari méretűvé bővülése. Nagy öröm azt tapasztalni, hogy ez a bővülés a környezetalakításban is érvényesül, és a hidegen csillogó kristályüvegek helyett meleg színtónusokkal, kifinomult esztétikus formákkal a színesüvegek törnek előre, s a színesüveg fokozatosan az üvegművészetben is korszerű műfajjává válik. Az intim, elszigetelt térbe illő régi üvegek az új anyagok és új formák, nemes arányok és gondolatgazdag motívumok, lehelletfinom és tömör színek ezernyi változatával legelőkelőbb eszközeivé váltak a mai ember környezetének alakításában.

A kirakatainkban igen gyér számban látható, anyagukban és felületi festéssel színezett üvegeink idegenkedést keltenek. Feltámad bennük az előző korok cirádás díszítő ízlése, ami lehangoló és nem csoda, ha évekig porosodnak az üzleti polcokon. Alighogy leküzdöttük a teljes simaság, a dísztelenség elvét hirdető és mindent a funkciónak alárendelő ridegen szomorú irányzatot, itt-ott felüti fejét a sivár, művésztelen üveg-giccs, készletekben és díszmű üvegekben is. Az egészségesebb, őszintébb életformáért vívjuk a harcot s üvegkultúránk területén kvalitással, korszerűséggel kell rehabilitálni a színesüvegeket is, amely általános társadalmi kívánalom, s az emberi társadalom, az emberi természet dísz iránti, ősi igényét magas szinten kell kielégíteni. Az éhhez való kísérletezés kora még nem járt le. Mi, kísérletezők, nem vetjük el a régi hagyományokat, s arra törekszünk, hogy üvegtervező művészetünk ne csak felújítsa az értékes tradíciókat, hanem olvassza magába az életképes művészi irányzatok mindazon eredményeit az üvegtervezés területén, melyeket a miénkkel azonos szemléletű üvegtervezők másutt a világon elértek.

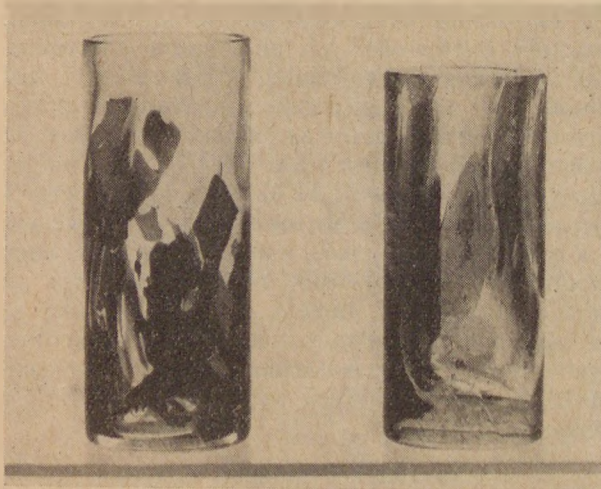
## A kísérleteket indokoló elmélet

Az ízlés a színező anyagok abszorpciója okozza. A fény abszorpciójára és ennek következtében az üveg színére a több vegyértékű ionok játszanak fontos szerepet. Egyes anyagok átengedik a fényt, mások nem, a fényvel való kölcsönhatás függvényében. Legerősebb ez a kölcsönhatás, ha valamely anyagban szabad elektronok vannak. Ilyen anyagok a fémek, amelyek ezért a fény számára áthatolhatatlanok. Kiseb energiájú fény esetén csak a színező ionok lépnek kölcsönhatásba a fényvel, nagyobb energia jelenléte esetén azonban már az egyes üvegalkotók is kölcsönhatásba lépnek vele.

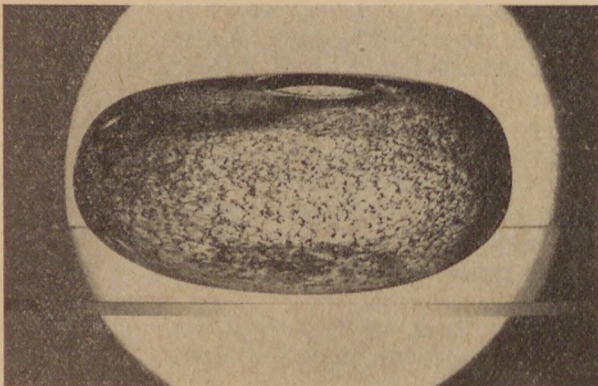
Olyan üveg, amely a ráeső fényt teljes mennyiségben átengedi, nincs. Ezt a fényvisszaverés és fényelnyelés jelensége okozza, amely merőlegesen ráeső fénynél általában 8%. Az átlátszóság olyan



1. ábra. Színes üvegvázák. Brokát fehér-szürke váza és kék csipkehálós váza



2. ábra. Színes mozaiküveg vázák



3. ábra. Kobaltkék cirmos váza

fénybeállításal, amely a teljes visszaverési mezőre ferdén van irányozva, csökkenthető. Ezt a helyzetet üveggörrel is előállíthatjuk, mely rétegbe rendezve, a teljes fényvisszaverés miatt, ugyancsak áttetsző. Izzó üvegre felvett üveggör-rétegnél a visszaverés mellett további fényvesztés-forrás is fellép a fényszórás miatt. Ha pedig az üvegszemcsék nagysága a látható fény hullámhosszainak tartományába esik, a zavaros átlátszatlanság a maximumát éri el. Ha ennél is kisebb üvegszemcséket alkalmazunk, akkor a fényelhajlás jelensége lép fel, amely opálosságot okoz. Különösen szép színező hatás érhető el így, ha tömör üvegre ilyen nagyságrendű színező testecskéket juttatunk, melyek egy része üveges állapotban, másrésztük kristályként foglal helyet.

Ha a hutai melegmunkában színtelennek minősülő üveg izzó felületével színező vegyületek elemei érintkeznek, és a hőerjesztés hatására ionizálódnak, az aktiváció mértékének megfelelően színeződik az üveg. Legbrizánsabb ilyen színezők: Cu, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co és Ni. Ezek az elemek lépnek fel, ionizálódnak, abszorpciós képességük kifejlődik, és a látható fénytartományban színnek mutatkoznak. A megfigyelhető szín elsősorban az elem fajtájától függ. A folyamatot az izzó üveg falába juttatás után a környezet is befolyásolja, azaz milyen gyorsan és mennyi oxigén ionnal tud kötést létesíteni. Ugyanis lényeges színárnyalati különbség lép fel, ha az izzó üveg felületére juttatott színező anyag oxid alakú, vagy termikus bomlás közben a levegőből vesz fel oxigént, vagy az üveg szerkezetében levő oxigénionokkal létesít kötést. A legcsillogóbb, és a régi színesüveg-olvasztási technikával soha el nem érhető nemes színárnyalat, megteremtett kedvező feltételek mellett, az utóbbi esetben érhető el.

Az üvegolvadékban a színező ionok oxigénnel koordináltak s miközben a folyamat során a színező anyagok vegyértékváltozásokon esnek keresztül, az üvegben a színező ionok koordinációs helyzetei is változnak, amelyek szintén jelentős hatással vannak a szín kifejlődésére.

A gyakorlati üvegek hálózatelemének központi szilícium kationját koordináló oxigén anionok külső szabadértékei, ha nem másik tetraédert kapcsolnak, továbbá más szabad és fölös oxigén ionok a színező ionok elektron affinitása mértékében létesíthetnek kötéscet, melyek erőssége az adott helyzetben éppen fennálló erőviszonyai (polarizációk, deformációk stb.) és a színező ionok elektronkészlete szerint alakul datív vagy kovalens formában.

A gyakorlati üvegolvasztásban a színező ionoknak elegendő idő, tér és energia áll rendelkezésre a hálózathoz való legkedvezőbb illeszkedésre, eloszlásra, az optimális egyensúlyi helyzet elfoglalására. Az általam kísérletezett színezési technológiában azonban más a helyzet. A színező anyagokat olyan kémiai állapotban kell az izzó üveg felületére juttatni, hogy azokat az izzó masszúra rövid idő alatt lehessen beleforgatással vagy rászórással felvenni, s ezért adhéziójuknak olyan mértékűnek kell lenni, hogy jó feltapadásuk után a színező termokémiai folyamatok nyomban

meginduljanak. Ezeket olyan vegyületekben kell előkészíteni, hogy bomlásuk a hőenergia felvételével késedelem nélkül kezdődjék: a színezést zavaró gőzöket és gázokat gyorsan leadják s eközben ionizálódnak.

Ha a színező kation viszonylag hosszabb ideig marad üvegen kívül a felületen, olyan mértékben aktiválódhat, hogy a levegő oxigénjével alakul oxiddá. Ez kerülendő, mert az ilyen kötés nem bontható fel többé, s az így oxid formában üvegbe ágyazódott színező molekula csak igen nagy hőenergia jelenlétében tud a hálózatba szerkezetileg is beilleszkedni, különben idegen testként záródik be üvegközi állapotban, s ennek következtében elveszti brilliánsan tiszta színezését, s alig haladja meg az ismert fazékszínek tisztaságát.

Elméletileg is igazolható gyakorlati tapasztalatom, hogy élénk szín akkor keletkezik, ha a vegyület szerkezetében változtatva sorakoznak ugyanannak az elemnek alacsonyabb és magasabb vegyértékű ionjai és közöttük vegyértékváltozásra nyílik alkalom. Különösen káprázatos vegyérték-változás-variációk hívhatók elő, ha az egyes színező vegyületekhez változtatott igen kis mennyiségű sárga-vörös-fekete vasoxidot adagolunk. Az ezernyi számban előidézhető (pl.  $\text{Co}^{2+}$ — $\text{Co}^{4+}$ — $\text{Co}^{2+}$ — $\text{Co}^{3+}$  stb.) ionsori vegyérték-változások elektron- és energiatovábbítása nem közvetlenül, hanem oxigénionokon keresztül történik s ehhez elegendő, ha a közvetítő oxigénionok könnyen polarizálható állapotúak. Az üveg —O—Si—O— kötéseiiben az oxigén erősen polarizált, a végállásokban azonban gyengébben. A színező vegyület oxidáló katalizátoraiban kristályos rendezettségük miatt könnyen polarizálható állapotúak az oxigénatomok s tapasztalatom szerint a színeződés annál erősebb, minél több gyengén polarizált oxigéniont juttatok a színező kationhoz s ebből következtetem, hogy ez a hatást tovább erősíti, ha az izzó üvegfelületbe diffundált színező kation minél több végállású s ezért gyengén polarizált oxigénionra lel.

Kísérleteim során kialakult tapasztalataim eredménye, hogy bizonyos akcelerátorok nélkül nem lehet egyenletes színezést biztosítani. Bár ilyenek alkalmazása nem minden esetben szükséges, mégis a színes asztali készletek, világítási üvegek, még ha timhidrátos fehér fátyolozást kapnak is, nem készíthetők ilyen gyorsítók nélkül, ha tisztát, homogén, transzparens színeket akarunk nyerni. Ezek az akcelerátorok színező anyagokként más és más hatásúak. A kísérlet során pl. a lila színezőkhöz nátriumklorid vált be legjobban; a kék színezőket folyópát gyorsítja jól; a zöld színezőket a fluorapatit futtatja, a sárga színezőket a bórtioxid; a narancssárga színezőket az alumíniumfluorid; a vörös színezőket az ammóniumnátriumfluorid, a feketét és szürkét pedig a bórtioxid + kalciumfluorid keverék állítja be.

#### A kísérletek és részeredményeik

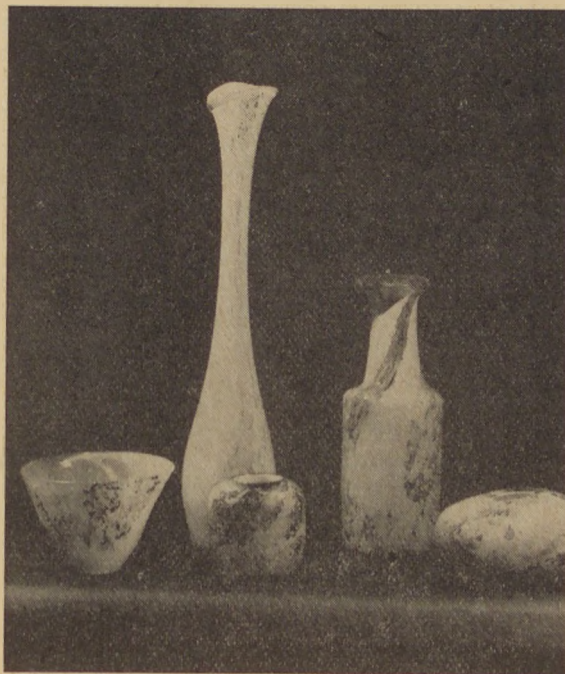
Hatféle díszítés fajtát (transzparens opalin, sima, gyöngyös, hálós, brokát és patinás) a hét alapszín és két keverékszín alkalmazásával vettem kísérlet alá (ibolya, kék, zöld, sárga, narancs, barna, vörös; valamint füstpáz és fekete).



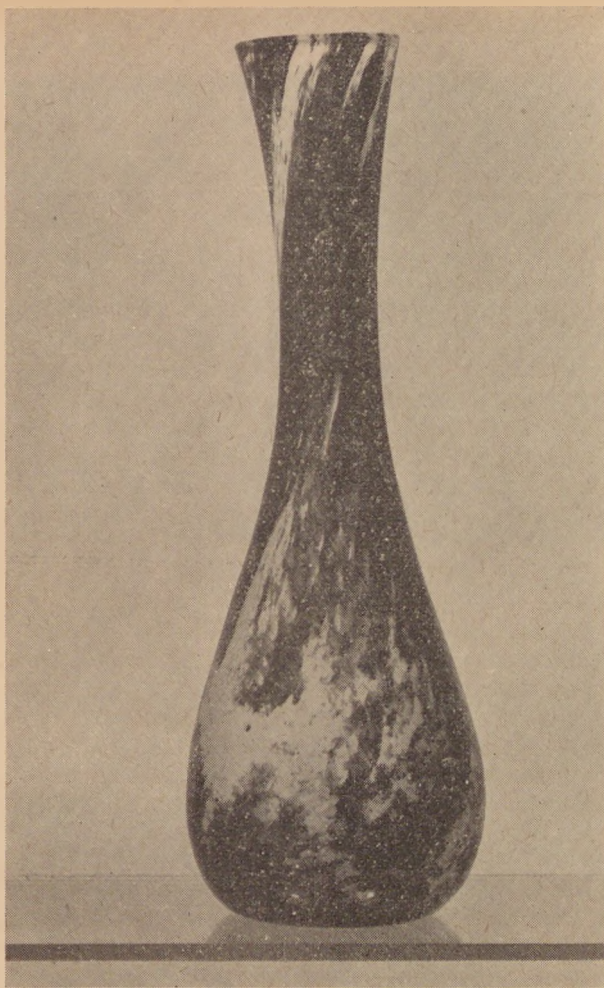
1. ábra. Gyöngyös színes kavics váza



5. ábra. Színes üvegrázák. Orvól dróthálós váza és ezüstbrokát sárga váza



6. ábra. Fehéropál vázák ezerrivágos színben



7. ábra. Szürke-fehér márvány váza

A színező anyagok felvétele az izzó kezdőgolyóra hutamunkában, a fűvási művelet közben történik, beleforgatással vagy felszórással. A színező anyag beégetése vagy ismételt bemelegítéssel, vagy a merítésre váró golyón hagyva történik az egyes színező anyagfajták termikus viselkedése szerint, a következő műveletleírás alapján:

A pipa végére kezdőgolyónak felvett üveget egy vaslapon alakítás után a színező anyagba vagy annak oldatába forgatjuk, ill. mártjuk, amíg abból elegendő vastagságú réteg filmhártyaszerűen rakódik fel. A kezdő golyót csak ezután fűjjük ki. A golyón a színezőréteg tükörfényes, göresmentes, teljesen sima felületű legyen. A kezdő golyóra ezután felvesszük a készüveghez szükséges üvegmenyiséget, majd megfelelő alakítás után a formába fűjjük az üveget.

A kezdő golyó kifűvése és szükség szerinti beégetése alatt a színező anyagok termikus bomláson esnek át, s gőz- és gáztartalmuk részben megkötődik, részben elillan. Eközben és ezután a felvett hőenergiával aktiválódott színező ionok részben a kezdőgolyó falába diffundálnak, részben pedig ráfagynak. Utóbbi rész a készüvegre merítés után diffundál a friss üvegbe. A golyó és a rámerítés között kb. 0,05–0,2 mm vastag színesedett réteg keletkezik. Diffúzió fordítva is végbemegy, nemcsak színező ionok vándorolnak az alapüvegbe, hanem az egyensúlyi állapotra törve az alapüvegből is vándorolnak ionok a színező rétegbe. Ez az ellentétes irányú mozgás nagymértékben elősegíti a

színező ionok sztöchiometrikus eloszlását azalatt, amíg a kedvező képlékeny állapot fennáll. Ez a diffúziós folyamat homogenizálja a színes tartományt, és a fedő tiszta üvegen át csillogóan fényes, egyenletes vagy a mintázatnak megfelelően árnyékolt szép színezés tükröződik elő.

Az eljárás természetéből folyik, hogy a talpakon, szárazokon, fenékrészekén, füleken és fogókon a vastagságtól függő szintelen üveg is megjelenik, amely nagymértékben kihangsúlyozza az üvegszerűséget.

#### Részműveletek

Gyöngyös transzparens kivitelnél a színező anyagokat olyan 10%-os hígítású kálixüvegoldatban keverjük el, amelyben előzőleg 0,3% kristályos boraxot, 0,1% arzénlisztet és 0,5% antimonoxidot oldottunk fel. A kezdőgolyó alakításához a pipavégére kiemelt üvegcsomót teljesen az oldatba merítjük, és abban addig tartjuk, míg szemre kb. 1 mm vastag lepedék rakódik fel. Ezután a már ismertetett módon járunk el.

Csipkésen hálós textúrát termikus bomlás közben szálakká sodródó fehér vagy színes anyagok képeznek. Alapanyagként legalkalmasabbnak a jódos oldatban 48 órán át kezelt, 150°C-on izzított timhidrát bizonyult. Ha az így előkészített kompozíció lenolajos oldatába az izzó üvegcsomót belemártjuk, majd beégetjük és üveget merítünk rá, az üveg falában horgolt csipkéhez hasonló textúrát kapunk.

Brokát transzparens díszítést rendszerint sötét alapszínre alkalmazunk. Csillogó lemezkék, golyócskák és más felületlénkítő berakások képezik a rátéteket. A brokát felület második réteggént kerül a sima vagy textúrás alapszínre.

Patinás transzparens dekorációt tömény fémgőznek az üveg felületébe diffundáltatásával érünk el. Erre a fémek kloridjai bizonyultak alkalmasnak. Az ezüst, a réz, az ón, a stroncium és a bizmut kloridjai redukáló adalékokkal tiszta bevonatot adnak, amely a borító szintelen üveg alól a fémek sajátosságainak megfelelő színekben csillog elő. Beégés közben a lefolyó termikus bomlás eredményeként a Cl<sup>-</sup> ionok elillannak, a színező fémkationok pedig az üveg felületébe diffundálnak. A fémkationokat erélyes redukáló körülmények megteremtésével kell stabilizálni s el kell zárni az oxidos vegyületekké történő képződés lehetőségét.

Az opalin színek homályosságának hordozója az ónklorid + nátriumfluorid komplex 3:1 arányú keveréke. A képződő selyemhomályosság nátriumsztannát tartalmú; a Cl<sup>-</sup> és F<sup>-</sup> ionok elillannak. Utóbbiak jelenléte főleg a reakciók megindulásakor feltétlenül szükséges, mert együttesen katalizálják a folyamatot. A nátriumsztannát komplex ion igen aktívan diffundál az üvegfelületbe, s ez a nagymértékű affinitása kedvezően segíti elő egyéb színhordozó ionok behatolását is. Egyéb színhordozó anyagok adagolása nélkül fehér színű selymes transzparens homályosságot kap az üveg. Színes opalinok képzéséhez a pink alaphoz kell a színező anyagokat keverni.

Az ibolya alapszín legfőbb hordozója a mangán. Ólomüvegben a nikkell és a neodim. Mind-

három elem oxid formájában helyezkedik el az üvegben s ez a forma a színhordozó is. Barnakó nem alkalmas, mert szennyezései zavarják a tiszta szín kifejlődését. A mangánvegyületek szódával vöröslilát, hamuzsírral kékeslilát adnak. Stabillabb és fénylőbb színt ad a káliumpermanganát és a káliummanganát magasabb oxigén állományuk miatt. Opalin lilához mangánhidrogénfoszfát vált be, sima transzparens lilához mangánnitrát; gyöngyös és csipkés lilához mangánklorid; hálós transzparens lilához mangánszulfát és lilabrokáthoz mangánkarbonát vegyületek bizonyultak a legalkalmasabbaknak a kísérletek során.

Opalin lila színhez (pink lila) azért a mangánhidrogénfoszfát bizonyult a legalkalmasabbnak, mert a homályosító ónkomplexet ennek a vegyületnek a foszfátja stabilizálja és a selymes homályosságot csillogóan jégvirágossá teszi. Ha ezzel a vegyülettel rétegelt izzó üveg felületét vizes ruhával gyöngén megtörlik, a foszfáttartalom kikristályosodik, felületi opálréteget ad, amely az áttörő lila színnel eddig ismeretlen ametiszt árnyalatot ad.

Világosra feltisztult fénylő lila színekhez az ónkomplex: mangánvegyület 3: 0,5 arányban készíthető. Árnyalatváltoztató alkáli adagok 0,5—0,8 súlyszázalékúak.

Neodimot oxid alakban nem lehet alkalmazni, ennek klorid vegyületei alkalmasak. A nikkellal alakban csupán az ólomüveget színezi élénk lilára; más üvegekben kloridja és acetátja alkalmas; szulfátja, formiátja, kalciumcianidja, valamint karbonátja sajátságosan elütő tónusú szürkés-lilára színez.

Kék színt igen változatos árnyalatokban lehet üvegbe vinni. Az opalin és transzparens kivitel színhordozói azonosak. Kísérleteim során az égkék, ametisztkék, tengerkék, türkizkék, zafirkek, galambkék és sötétkek fajtákkal dolgoztam. Az égkék színt 2: 0,03 arányú rézszulfát: kobalt-nitrát keverékkel; ametisztkéket 3: 0,2 arányú mangánklorid: kobaltklorid; türkizkéket 3: 5: 2: 1 arányú rézeianid: rézammóniumsulfát: rézkarbonát: rézklorid keverékkel; zafirkéket rézkáliumcianiddal; galambkéket 3: 0,02 arányú talkum: kobaltszulfát és sötétkéket kobaltkarbonáttal nyertem a legkedvezőbbben.

A zöld szín — a füstszürke mellett — ma a legkedveltebb üvegszín világszerte, mind építészeti, mind világítási és készletüvegek terén. Számos fajtája és árnyalata van, s ezek részben mono, részben kevert színek. Legváltozatosabb és legtöbb a zöld színt hordozó elemek száma is.

Kikísérletezett zöld színfajták színező anyagai, amelyek a már ismertett alapkeverékhez (aktíváló + gyorsító + katalizáló + stabilizáló anyagok) adagolandók: Olaj (moha) zöld színhez vaskarbonát: káliumbikromát:

vanádiumpentoxid 4: 1: 2 arányú színezéket kell adni

Fényes zöld: káliumkromát: rézeianid: urán-oxid: vasgálic 4: 3: 2: 2 arányú színezék.

Sárgászöld: uránkarbonát (erősen fluoreszkál).

Rezedazöld: káliumkromát: réz-gálic: vas-szulfid 1,5: 0,5: 0,3 színezék.

Sötétzöld: káliumbikromát: rézformiát: vaskarbonát 2,3: 1,5: 0,4 arányú színezék.

Annazöld: urán-oxid: réz-gálic: káliumkromát 0,75: 0,60: 1,3 arányú színezék.

Kékeszöld: vasgálic.

Kehelyzöld: rézkarbonát: káliumbikromát: vasgálic 3: 2: 1 arányú színezék.

Sarjuzöld: urán-nátron: rézeianid 3: 2 színezék.

Szeladonzöld: káliumkromát: rézszulfát: urán-oxid 2: 0,5: 1 arányú színezék.

Jelzőzöld: káliumkromát: rézkarbonát: réz-gálic: vasoxid 2,5: 1: 1: 1 színezékekkel.

Méregzöld: káliumbikromát: réz-gálic: kobalt-nitrát 2: 0,6: 0,01 színezék.

Krómozöld: káliumkromát: réz-gálic 2: 0,7 arányú színezék.

Acélzöld: káliumkromát: rézoxid 1,75: 2 színezék.

Antikzöld: 0,6: 3: 1: 0,5: 2: 0,01 arányú káliumkromát: rézoxid: réz-gálic: vasoxid: barnakő: kobaltkarbonát színezékekkel.

Smaragd-zöld: rézeianid: réz-gálic: urán-nátron 1,5: 3: 1,5 arányú színezék.

Tengerzöld: rézoxid: vasoxid 0,5: 1,5 arányú színezék.

Borsózöld: káliumkromát.

Sárga színárnyalatokat kénvegyületekkel, fémszulfidokkal, mangán + vasvegyületekkel, cer + titánvegyületekkel, uránvegyületekkel és ezüstvegyületekkel lehet izzó üvegre égetéssel előállítani.

A narancs keverékszín a sárga és vörös egymásba hatása, s kadmiumsulfid és szelén keverésével készíthető. Kevésbé fénylő narancsszínt barnakő és vasoxid keveréke is ad, de ennek már inkább a sötétsárga az uralkodó tónusa.

A barna is keverékszín, melyet mangánvegyületek és vasvegyületek keverékéből lehet előállítani. Káliumrodanid, valamint kénvegyületek faszénes keveréke mély barna színt, cer + didium + + nikkellal keverékek keveréke szürke tónusú, vörösbarna kettős színárnyalatot ad.

Piros színt rézoxid + okker keverékkel, vagy kadmiumsulfid + szelén keverékkel lehet elérni. Az alapkeveréken kívül az alapkeverék súlyszázalékában még redukálószerként 0,5% arzént, 0,3% faszénlisztet, 0,1% Al-port és 0,15% Si port, valamint 2,5% cinkvegyületet és 0,5% ónvegyületet kell adagolnunk. Ezt a keveréket lenolajban 48 órán át kell 60°C-on állandó kavarással mellett melegíteni, majd ebbe mártva, vagy ezt kiszárítva és porítva beleforgatva az izzó üveggolyót kell felvenni.

A szürke (füst) színek legfontosabb színhordozói a nikkellal és a mangánvegyületek. Nikkellal keverék önmagában nátron és kálium üvegben zöldeskékes szürkét ad. Ha ehhez 2% vas- és 3,5% rézvegyületet adunk, semleges (ún. neutrál) szürkébe csap át. Ha hamuzsír többlettel pótlékoljuk, lila árnyalatot fész fel, melyet füsttopáznak neveznek. Acélszürke árnyalathoz az alapkeverék 0,07%-ában kobaltvegyületet kell adni. A közismert nemesfüsttopáz színhez még 2% uránsót pótlékolunk.

A fekete ugyancsak keverékszín. Legolcsóbb a barnakő+vasoxid keverékéből nyert fekete, amelyet ha 0,2 mm-nél vékonyabb rétegben vészünk fel, lilás árnyalatú füstszínt nyerünk, ha a keverékben a barnakő a több, és barna árnyalatú füstszínt kapunk, ha a vasvegyületek-mennyisége több. 0,5 mm rétegvastagság felett egyre mélyülőbb és átlátszatlanabb lesz a fekete. Folypát és kriolit adagolásával vékonyabb rétegben is átlátszatlan feketét nyerünk, de az üveg tüzes fényéből veszít. Kobaltvegyületek adagolásával kékesfekete, nikkelvegyületekkel szürkésfekete, krómvegyületekkel zöldes árnyalatú, ún. hollófekete színt nyerünk.

### Összefoglalás

A kísérletek és a készített minták bebizonyították, hogy szintelen üvegből fűvás közben a kezdő golyóra por alakú vagy oldatból bemártással felvett színhordozók alkalmazása, megfelelő előkészítés után, mindhárom hagyományos színező eljárásnál lényegesen jobb színhatású és változatosabb színskálájú eredménnyel lehet színesüveget gyártani. Az eljárás világviszonylatban új és eredeti. Így készült üvegeim első ízben az 1967. őszi prágai nemzetközi üvegiállításán kerültek bemutatásra, s a birtokomban levő műszaki és művészeti szakasjtó egyöntetűen eredetinek és eddig nem ismert eljárásnak minősíti mind technikai, mind a formatervező művészi újdonságok, új formaelemek, típusjegyek, alakítójegyek és esztétikai jelenségek tekintetében. Ugyancsak eddig nem ismert új és eredeti esztétikai formatervező művészi alkotásnak jelentette be az ezzel az eljárással készült üvegeimet Magyarországon tartózkodása idején Mme J. des Cressonieres a Nemzetközi Ipariformatervezők Szövetsége (ICSID) igazgatója is, rádió interjújában.

Budapest, 1968. február 17.

### *Szabó Erzsébet: Színes üvegárak előállítására új kémiai és új technológiai eljárásokkal*

A színes öblösüveg árak háttérbe szorulásának oka magas előállítási költségükben rejlik, ami pedig az alkalmazott elavult, régi technológia következménye. Az új kémia és az új technika vívmányainak megfelelő alkalmazásával lényegesen alacsonyabb, olyan szintű önköltségen állítható elő a színesüveg is, amellyel a világpiaci árszinten értékesíthető. A színesüveg-termékek sajátosságuknál fogva túlnyomórészt üvegtervező művészi értéket képviselnek s értékükben erre a munkára esik a nagyobb rész. Szerző tízéves kísérlettel teremtette meg a lehetőségét annak, hogy a színező oxidokat ne az olvasztmányba keverve, hanem hutamunkában kimerítés után felvéve és az üvegbe diffundáltatva alkalmazzák. Fázékban színezett üveget kismennyiségű rendelés esetén határozott cél nélkül kell többletérésében kidolgozni a régi technológiával; kád-üveget pedig nem lehet színezni, mert ezt sem mennyisége, sem színtartó-képessége nem teszi lehetővé. A mai új technológiával kád-üvegből is készítenek már finomüveget, és az ebből való színesüveg-gyártás még nem megoldott. Szerző kísérletei bebizonyították, hogy szintelen finom kád-üvegből is lehet jóminőségű színesüveget gyártani, utólagos színezéssel. A szerző által kikísérletezett módszerrel előállított finom színesüveg önköltsége 18—20%-kal alacsonyabb, mint a régi technológiával gyártottaké.

*E. Sabo: Пути повышения производительности и улучшения качества изделий из цветного стекла за счет применения новой химии и технологии.*

Одной из причин снижения уровня производства изделий из бытового цветного стекла являются высокие затраты на производство, представляющие в свою очередь результат применения устаревшей технологии.

За счет внедрения новой химии и технологии можно значительно снизить себестоимость цветного стекла и даже экспортировать его по ценам мирового рынка. Цветное стекло имеет в основном художественное значение, и большая часть затрат в ходе его производства падает именно на его художественное оформление.

Автор на основе десятилетних экспериментов, разработал метод окрашивания стекла не добавлением окисей в стекольный расплав, а последующим диффузированием их в уже готовое стекло.

При варке стекла в горшковых печах в случае небольших заказов, необходимо вырабатывать стекло по частям, по старой технологии; ванное стекло же окрашивать нельзя как в связи с количеством последнего так и с невозможностью сохранения цвета.

С помощью современной, новой технологии можно получать тонкое стекло также и в ванньных печах, но проблема его окрашивания пока еще не разрешена.

Автор на основе собственных экспериментов доказывает что из ванного тонкого стекла можно приготавливать цветное стекло путем последующего окрашивания. Себестоимость этого стекла на 18—20% дешевле, чем производство стекла по старой технологии.

### *Szabó, Erzsébet: Produktivitätssteigerung und Qualitätsverbesserung bei der Herstellung von Farbgläsern mit Hilfe von neuen chemischen Vorgängen und mittels neuer Technologie*

Der Rückgang auf dem Gebiet der farbigen Hohlgläser ist auf ihre hohen Herstellungskosten zurückzuführen, was wiederum eine Folge der überholten, alten Technologie ist. Durch entsprechende Anwendung der Errungenschaften der neueren Chemie und Technologie wird es möglich Farbgläser zu erzeugen, deren Selbstkostenpreis es erlaubt, sie auf dem Weltmarkt zu verwerthen. Die farbigen Glasprodukte sind infolge ihrer Eigentümlichkeit vorwiegend künstlerische Werke, einen guten Teil ihres Wertes muß man eben der künstlerischen Arbeit zuschreiben. — Nach zehn Jahren des Experimentierens gelang der Autorin die Möglichkeit zu erschaffen, daß die färbenden Oxyde nicht der Schmelze zugesetzt werden, man mischt sie nach dem Ausschöpfen bei, und läßt sie diffundieren. Bei dem Färben von kleinen Mengen mittelst der alten Technologie stieß man auf verschiedene Schwierigkeiten, und das in Wannen hergestellte Glas konnte nicht gefärbt werden: im Falle alter Technologie erlaubten das die Mengenverhältnisse und auch die Farbechtheitsrückichten nicht. Die moderne Technologie ermöglicht die Herstellung von Feinglas in Wannen, doch war dabei die Farbgläserzeugung noch nicht möglich. Experimente der Autorin haben bewiesen, daß man auch aus Wannen-glas Farbglasprodukte von entsprechender Güte herzustellen vermag. Die Selbstkostenpreise sind um 18—20% niedriger als die Erzeugungskosten ähnlicher Produkte mittelst überholter Technologie. (S. G.)

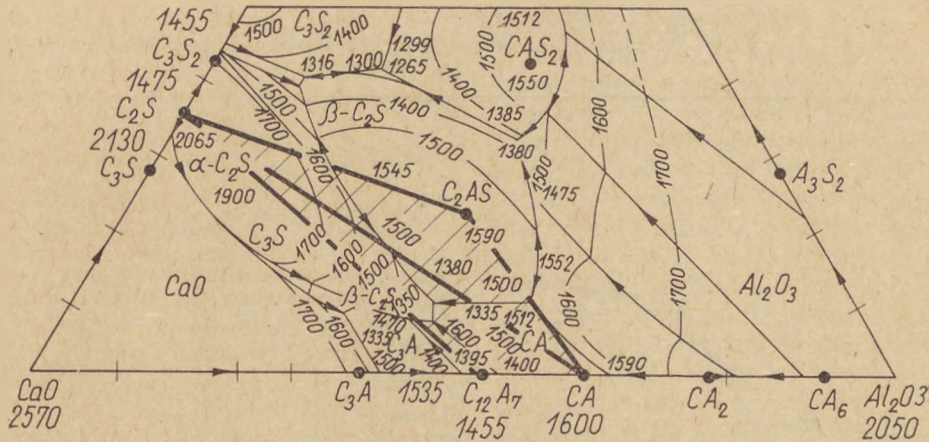
### *Szabó, Erzsébet: New Chemistry and Technology to Increase Productivity and Improve Quality in the Manufacture of Coloured Glass*

Coloured glass is expensive due to its old, outdated technology. New chemical and technological methods may solve this problem. The most satisfactory solution was worked out during the decade-long experiments by the author. In this technique the colouring oxides are added after melting and refining to the glass on the blowpipe, and not to the batch, as before. Colouring is a consequence of diffusion. This secondary colouring is much more economic than the usual, primary method for it enables the utilisation of colourless tank furnace glass as well. The savings obtained in case of fine glassware by the new technology may amount to 18—20%.



A timföldcementnek és a portlandcementnek — melyeket jelenleg a legkitűnőbb építőanyagok közé sorolunk — olyan hátrányaik vannak, amelyek gyakran megnehezítik alkalmazásukat. A timföldcement fő hátránya, hogy idővel szilárdságvisszaesést mutat, a portlandcementnek viszont a korrózióállósága nem megfelelő.

összetételű termék előállításának, mely főtömegében  $C_2S$ -ből és  $CA$ -ból áll, és vagy egyáltalán nem, vagy csak minimális mennyiségű  $C_2AS$ -ot tartalmaz. Az említett összetételű klinkereket úgy jellemezhetjük, mint alacsony ( $1250-1300^\circ C$ ) hőmérsékletű égetésnél keletkező nem-egyensúlyi rendszereket.



1. ábra. A C—A—S háromösszetevős rendszer állapotábrájának a különböző cementek területeit magában foglaló része

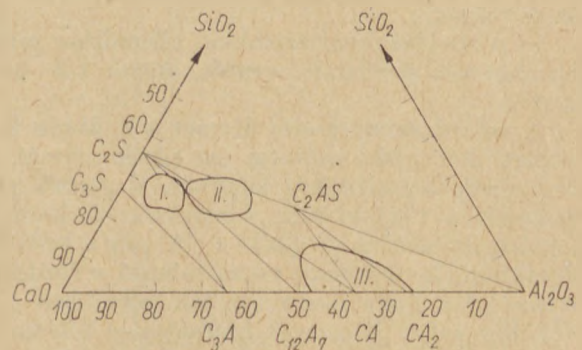
E hibák kiküszöbölésének kérdése komoly figyelmet érdemel és egyidejűleg kutatni kell az új cementnyersanyag-fajták felhasználási lehetőségeit. Ezáltal széles határok között változtathatók a vizsgált cementek tulajdonságai.

Ha a  $CaO-SiO_2-Al_2O_3$ -rendszert ábrázoló háromszöget úgy fogjuk fel, mint az említett oxidok lehetséges kombinációinak geometriai helyét, akkor szembevesszük, hogy a cementgyártás szempontjából a háromszög területének csak egy igen kis része jöhet számításba, melyet három különálló, kis terület (a bázikus kohósalak, a timföldcement és a portlandcement területe) határol. A közbeeső cementösszetételek különböző okokból egyelőre még felhasználásra alkalmatlannak minősülnek, kivéve a N. A. Toropov és V. V. Szerov-féle alumíniumszilikát cementet, mely azonban még mindig nem terjedt el kellőképpen a gyakorlatban.

Érdekes viszont foglalkozni e háromösszetevős rendszer egy másik érdekes részével, mely a  $C_2S$  és  $C_2AS$  összetételnek megfelelő pontok közötti határvonal mentén fekszik (1. ábra). Az e vonal fölé eső összetételek kristályosodási végtermékei a  $C_2AS$ ,  $C_3S_2$  és  $C_2S$ , melyek közül az első két ásvány gyakorlatilag hidraulikusan inert anyagként viselkedik. A vonal alá eső összetételek kristályosodási végtermékei a  $C_2AS$ ,  $C_2S$  és a  $CA$ . Ha figyelembe vesszük, hogy a  $C_2S$  és a  $CA$  alacsonyabb hőmérsékleten keletkezik, mint a gehlenit, akkor láthatjuk: fennáll a lehetősége olyan

A fenti elméleti következtetések előrebocsátása után rátérünk kísérleteink ismertetésére. Kísérleteink során a C—A—S rendszerben a gehlenit és a dikalcium-szilikát elsődleges kiválási területeit elválasztó eutektikus határgörbe környékére eső, pontosabban a  $CA-C_2AS-C_2S$ , ill. a  $C_{12}A_7-C_2S-CA$  elemi háromszögek által határolt területekhez tartozó összetételű cementek fizikai-kémiai tulajdonságait tanulmányoztuk.

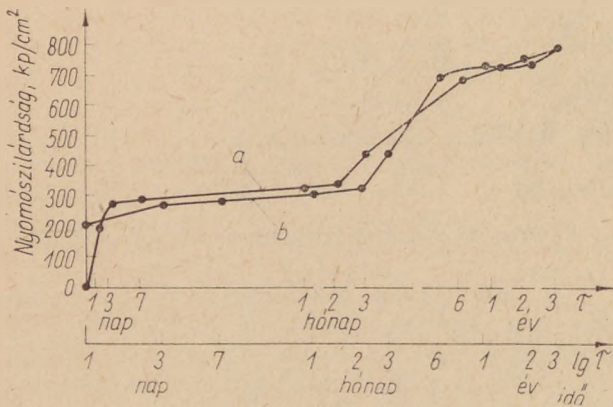
Mind az elméleti megfontolások, mind a gyakorlati tapasztalat alapján a szerkezetükben maximális mennyiségű hasznos összetevőt tartalmazó cementek összetétele a  $CA-C_2S-C_{12}A_7$  háromszögbe esik. Ez a cement, melyet timföld-belit cementnek nevezünk, a C—A—S rendszerben határterületet képez a bauxit(timföld)cementek és a



2. ábra. A különböző cementek elhelyezkedése a C—A—S rendszerben  
I — portlandcementek, II — timföld-belit cementek, III — timföld cementek

\* A IX. Szilikátipari Konferencián elhangzott hozzászólás.

professzort — akinek nyolcvanadik születésnapját nemrégiben ünnepeltük — a Londonban székelő Science of Science Foundation tiszteletbeli tagjává választotta. Vele együtt tiszteletbeli tagja lett az intézménynek — a Tudományok Tudománya Alapítványnak, amely az ún. Royal Institutions egyike — J. D. Bernal professzor is, továbbá W. L. Bragg, a Nobel-díjas tudós. Ezzel csupán a kitüntetés súlyát és jelentőségét kívánjuk jellemezni, nem pedig Korach professzor érdemeit, amelyek fejében kitüntették. Mert az indoklás szerint a tudományok tudománya, más szóval: a tudománynak a tudomány eszközeivel végzett vizsgálata nemzetközi téren való műveléséért választották tiszteletbeli taggá, ezenfelül a fiatal magyar kutatók között folytatott eredményes nevelőmunkájáért. Mindez pedig a szemünk láttára ment végbe, tehát jól tudjuk, mennyire megérdemelt az újabb kitüntetés. Szeretettel köszöntjük egykori főszerkesztőnket, Egyesületünk tiszteletbeli elnökét.



3. ábra. A timföld-belit cement nyomószilárdságának növekedése  
a — normál lépték, b — logaritmus lépték.

portlandcement között, közvetlenül kapcsolódva a portlandcement területéhez (2. ábra).

A timföld-belit cement fiziko-kémiai és építéstechnikai tulajdonságainak vizsgálata során az alábbi megállapításokat tettük:

a) a timföld-belit cement egyesíti magában a timföld- és a portlandcement összes előnyeit, de ugyanakkor nincsenek meg benne azok hátrányos tulajdonságai;

b) a sóoldatokkal szembeni ellenállása jóval meghaladja a portlandcementét, annak 1,2—3,3-szerese.

A szilárdságnövekedés ütemét a 3. ábrán feltüntetett két görbe mutatja (az egyik normál, a másik pedig logaritmus léptékű). E görbék jellegzetesek a timföld-belit cementnél: a kezdeti szilárdságnövekedés kiváltója a CA, míg a későbbi időszakban (3—6 hónap) tapasztalható szilárdságnövekedést a nagy mennyiségben jelentkező  $\beta$ - $C_2S$  biztosítja. E cement hidratációja folyamán nem állnak fenn a hexagonális kalcium-hidroaluminátok szabályos módosulathoz való átkristályosulásának feltételei, ezért a szilárdság-visszaesések nem következnek be.

### Zacharov L. A.: Timföld-belit cement

A C—A—S rendszerben a portlandcement és a timföldcement területei közé eső összetételű, főképpen CA és  $C_2S$  ásványokból álló újfajta cementet állítottunk elő, amelyet timföld-belitcementnek neveztünk el. A timföld-belit cement egyesíti magában az említett két cementfajta előnyeit, de nem rendelkezik azok hátrányos tulajdonságaival. Sóoldatokkal szembeni ellenállóképessége még a timföldcementét is meghaladja. Jellegzetessége, hogy a szilárdság kialakulása két lépcsőben történik: a kezdőszilárdságot a CA, az utószilárdságot pedig a  $C_2S$  biztosítja.

### Л. А. Захаров: Глиноземисто-белитовый цемент.

Автором был получен новый тип цемента, названный им глиноземисто-белитовым. Состав этого цемента в системе  $CaO-Al_2O_3-SiO_2$  располагается в области между портландцементом и глиноземистым цементами, и состоит главным образом, из минералов CA и  $C_2S$ . Новый тип цемента объединяет в себе положительные свойства портландцемента и глиноземистого цемента. Так он обладает повышенной по сравнению с глиноземистым цементом прочностью. Характерным является, что нарастание прочности происходит в две ступени: начальную прочность обеспечивает наличие CA, конечную прочность — наличие  $C_2S$ .

### Zacharov, L. A.: Tonerde-Belit-Zement

Es wurde im C—A—S System eine vorwiegend aus CA und  $C_2S$  Mineralien bestehende Zementart hergestellt, deren Zusammensetzung ein Mittelding zwischen Portland- und Aluminatzementen ist, die wir mit dem Namen 'Tonerde-Belit-Zement' bezeichneten. Der Tonerde-Belit-Zement vereint in sich die Vorteile der genannten Beiden Zementtypen, doch ohne die unvorteilhaften Eigenschaften. Seine Widerstandsfähigkeit gegen Salzlösungen gegenüber übertrifft die des Tonerdezementes. Seine charakteristische Eigenheit ist, daß die Ausgestaltung der Festigkeit in zwei Stufen vorstättengeht: die Anfangsfestigkeit wird durch das CA, die Endfestigkeit durch das  $C_2S$  gesichert. (S. G.)

### Zacharov, L. A.: Alumino-belite Cement

A new type of cement, called alumino-belite cement has been manufactured. This new product has an intermediate position between Portland cement and aluminous cement within the  $CaO-Al_2O_3-SiO_2$  system. Its main clinker minerals are monocalcium aluminate (CA) and dicalcium silicate ( $C_2S$ ). Alumino-belite cement incorporates the advantages of Portland and aluminous cements without their drawbacks, while its resistance against salt solutions is even better than that of pure aluminous cement. Strength develops in two steps in this cement: initial and final strengths are given by CA and  $C_2S$ , respectively.

## Bevezetés

Az utóbbi két évtizedben a régi ónoxid fehérítésű zománcok helyett egyre inkább az ún. rekrisztallizációs zománcokat és ezek közül is elsősorban a titánzománcokat alkalmazzák.

Ezeknél a zománcoknál a régebbi típusoktól eltérően a fehérítő anyagokat nem malomra adagolják, hanem beolvasztják. Az olvasztás folyamán a fehérítők teljes mértékben feloldódnak a zománcban és lehűléskor a fritt teljesen átlátszó. Egy újabb hőkezelés — jelen esetben az égetés — hatására a fehérítőként adagolt anyag újból kikristályosodik és megfehéríti a zománcot.

A rekrisztallizációs titánzománcokat két fő típusra oszthatjuk:

- cink-titánzománcok,
- bór-titánzománcok.

Előbb a cink-titánzománcokat sikerült előállítani. Ezek a zománcok rendszerint bórmentesek és nagy mennyiségű cinket tartalmaznak. Égetéskor belőlük nem titándioxid, hanem cinktitánát válik ki, és a fehérítést az okozza. Mivel a cinktitán típusú zománcok általában a kívánt hőmérsékletnél magasabban égethetők le, és a takarókéességük sem éri el a bór-titánzománcokét, ma már csak ritkán kerülnek felhasználásra. A korszerű üzemek már rátértek a „bór-titán” zománcok alkalmazására, mert azok nagy takarókéességük mellett savállóbbak, és könnyen beégethetők.

A „bór-titán” zománcokból égetéskor nem titanát, hanem titándioxid válik ki. A titándioxid három allotrop módosulata közül eddig csak az anatázt és a rutilt sikerült kimutatni a titánzománcokból (1).

Az anatáz tartalmú zománcok általában kékes, a rutil tartalmúak pedig sárgás színárnyalatúak. Ez annak a következménye, hogy a rutil kristályok a fehér fényből a rövid hullámhosszú kék sugarakat nagyobb mennyiségben nyelik el, mint az anatáz kristályok (2). *1. ábránkon* jól megfigyelhető a rövidebb hullámhosszaknál (kékes színekénél) a rutil és anatáz remissziója közötti különbség.

A színstabilitást befolyásolja az is, hogy a rutil kristályrácsába könnyebben épülhetnek be idegen részecskék, elsősorban hasonló kristályszerkezetű dioxidok ( $\text{CrO}_2$ ,  $\text{VO}_2$ ,  $\text{MoO}_2$  stb.), amelyek a rutilt és egyben a zománcot elszínezik (3).

A titánzománcok égetésének folyamán általában három kristályosodással kapcsolatos reakció mehet végbe (7):

1. anatáz kristályosodik ki,
2. rutil kristályosodik ki,
3. az anatáz átalakul rutillá.

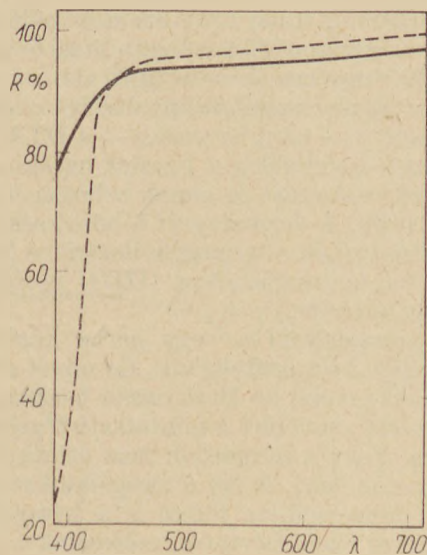
Az, hogy az égetés folyamán melyik reakció játsza az uralkodó szerepet, a zománc kémiai össze-

tételétől — elsősorban a  $\text{TiO}_2$  koncentrációtól — ill. a zománcolvadék fizikai-kémiai tulajdonságaitól függ.

A zománc színstabilitása szempontjából nem közömbös, hogy égetéskor a két titándioxid módosulat közül melyik válik ki a zománcból, vagy esetleg mindkettő kiválik, továbbá, hogy az égetés folyamán a kivált anatáz átalakul-e rutillá.

Hátrányos, ha az égetés alatt a harmadik reakció könnyen lejátszódhat. Ha kékes árnyalatú zománcot akarunk előállítani, akkor a zománc kémiai összetételét úgy kell megválasztani, hogy lehetőleg csak az első reakció menjen végbe, sárgás árnyalatú zománcok esetében viszont égetéskor nem zavar, ha a második reakció megy végbe. Ha egy zománc égetése közben mindkét reakció jelentős mértékben végbemegy, vagy a harmadik reakció is intenzíven játszódik le, akkor a zománc nem stabil. Általában a kékes árnyalatú titánfehér zománcokat kedvelik, ezért a zománc kémiai összetételét úgy választják meg, hogy abból égetéskor anatáz váljék ki, és az az égetés folyamán még magasabb hőmérséklet, vagy hosszabb égetési idő esetén se alakuljon át rutillá. Természetesen azt csak úgy lehet megvalósítani, ha megfelelő módszer áll rendelkezésre a zománcban levő titándioxid módosulatok meghatározására, illetve a módosulatok átalakulásának követésére.

A zománcban levő titándioxid módosulatok vizsgálatához általában röntgendiffraktométert használnak (1), (4), (5), (6), (7), (8), (9). A diffraktogramon az anatáz 3,51 Å és a rutil 3,25 Å síkhálótávolságának megfelelő reflexiók közel fekszenek



1. ábra. Anatáz és rutil remissziós görbéje  
— anatáz — — rutil

egymáshoz és intenzitásuk is alkalmas a vizsgálat elvégzéséhez. Ennek a vizsgálati módszernek viszont az a hátránya, hogy a színtabilitás meghatározásához sok mérést kell végezni, és a mérésekhez szükséges minták előkészítése meglehetősen munkaigényes.

Mivel a kristályosodási folyamatok entalpia változással járnak, több kutató a titándioxid kiválását, ill. az égetéskor végbemenő anatáz-rutil átalakulást DTA-vizsgálattal kísérte meg kimutatni (6), (10), (11). Ugyanis mind az anatáz kristályok kiválása, mind az anatáz-rutil átalakulás hőtermeléssel járó folyamat, amely megfelelő körülmények biztosítása esetén a termogramon exoterm csúcs alakjában jelentkezik.

Meg kell jegyeznünk, hogy az anatáz-rutil átalakulás lényegesen kisebb hőenergia felszabadulásával jár, mint az anatáz kiválása és azért az ennek megfelelő exoterm csúcs is sokkal kisebb, mint az anatáz kiválásnak megfelelő csúcs. Ebből következik, hogy kimutatása is érzékenyebb műszert, ill. pontosabb mérést igényel, de nem lehetetlen. Pl. W. F. Sullivan és S. S. Cole (12) az anatázt DTA-val vizsgálva 700 és 950°C között jól definiált exoterm csúcsot talált, amely az anatáz-rutil átalakulásnak felelt meg.

A szakirodalomban közzétett DTA vizsgálatok (6), (10), (11) csak fél sikerrel jártak. A zománctól kiváló anatáz kristályok növekedését jól definiált exoterm csúcs alakjában sikerült kimutatniuk, de az anatáz-rutil átalakulásnak megfelelő exoterm csúcsot nem találtak. Ez részben annak tudható be, hogy a műszer adottságai miatt a méréssel még a csúcs jelentkezése előtt, alacsonyabb hőmérsékleten le kellett állniuk. Ezenkívül közrejátszhatott a műszer érzékenysége is, és nem utolsósorban az is lehetséges, hogy éppen olyan zománccokat választottak ki a vizsgálatokhoz, amelyeknél az átalakulás fokozatosan, igen lassan, alig észlelhetően megy végbe.

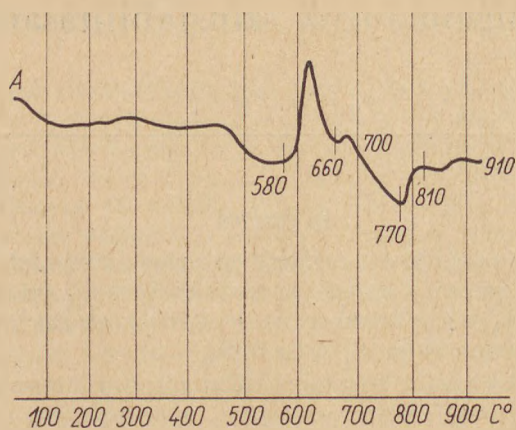
### Kísérleti módszer

Kísérleteink során több hazai és külföldi eredetű titánzománccot DTA színtabilitási és röntgen-diffrakciós vizsgálatnak vetettünk alá.

A termikus vizsgálatokat derivatográfal végeztük, amely — mint ismeretes — a DTA-felvétel készítésével egyidejűleg a hevítés hatására bekövetkező súlyváltozást és annak sebességét is méri és regisztrálja. A derivatográf a hőmérsékleti görbét, a DTA-görbét, a termogravimetrikus (TG) és a derivált termogravimetrikus (DTG) görbét automatikusan rajzolja.

Vizsgálatainknál a négy görbe közül csak a DTA-görbére volt szükségünk, de mivel a derivatográf érzékenyebb az általánosan használt DTA-készülékekénél, továbbá a mintatartó tégléce olyan kiképzésű, hogy a termoelem nem érintkezik közvetlenül a mintával, és így a vizsgálatokat a minta lágyulási hőmérséklete fölött is a beragadás veszélye nélkül lehet folytatni, méréseinket eredményesen csak a derivatográfal végezhetjük.

A vizsgálatokhoz kezdetben platina mintatartó tégléce használtunk, majd később rátértünk



2. ábra. Az A jelű zománc DTA-görbéje

a termokeram téglécek használatára. Ez lehetővé tette, hogy a vizsgálatot tetszés szerinti hőmérsékleten megszakítsuk, majd a tégléceket összetörve a vizsgált anyagot porítsuk és röntgen-diffrakciós vizsgálatnak vessük alá.

Így minden kétséget kizáróan sikerült kimutatni, hogy a termogramon jelentkező csúcsok milyen kristályosodási folyamatokat jeleznek.

A termikus méréseket Paulik F.—Paulik J.—Erdey L.-féle derivatográfal végeztük. Mérési adatok: bemérés 1 g, felfűtési sebesség 10°/min, érzékenység: TG 100 mg, DTG 1/10, DTA 1/20.

A röntgenfelvételeket Rigaku—Denki gyártmányú diffraktométerrel készítettük. Felvételi adatok: Cu K $\alpha$  sugár, Ni szűrő, 32 KV, 24 mA, teljes szélesség 1000 c/s.

### A kísérleti eredmények és azok értékelése

Az általunk megvizsgált zománccokat a DTA-felvételek alapján három típusra oszthatjuk. Az első típus termogramján 600°C körül előbb egy elnyújtott endoterm csúcsot, majd annak közvetlen folytatásaként egy jól definiált intenzív exoterm csúcsot, és valamivel magasabb hőmérsékleten egy sokkal kisebb intenzitású exoterm csúcsot kaptunk.

A második típus termogramja hasonló az elsőéhez, de hiányzik róla a második kisebb intenzitású exoterm csúcs.

A harmadik típusnál az első exoterm csúcs elnyújtottabb, nem annyira hegyes, mint az előző típusoknál és a második, kisebb exoterm csúcs ennél is hiányzik.

Az előzetes, 900°C-ig végzett DTA-vizsgálataink alapján az első típusból két zománccot választottunk ki részletes vizsgálatra. Az ezekről készült DTA-felvételek abban különböznek egymástól, hogy az egyiknél (A) a második endoterm csúcs 800°C fölött, a másiknál (B) 800°C alatt volt.

Mint már említettük, a termokeram téglécek használatára lehetővé tette, hogy magát a DTA-vizsgálatnak alávetett mintát röntgenezzük meg.

Az A jelű zománc (2. ábra) termogramján az első endoterm csúcs 460 és 580°C között található, ezért a DTA-vizsgálatot először 580°C-on szakítottuk meg. Majd a mintatartó termokeram tégléce szétzörve, a mintát kivettük, porítottuk és röntgen-

diffrakciós vizsgálatnak vetettük alá. A diffrakto-gramon kristályos fázisnak nyomai sem jelentkeztek. Ez azt a feltevést látszik igazolni, hogy ez az endoterm csúcs az üvegtranszformációját és lágyulását, valamint a  $\text{TiO}_2$  kristálycsírák képződésének (a nukleációnak) endoterm hatását jelzi.

A termogramon 580 és 700°C között egy jól definiált kettőzött exoterm csúcsot találtunk. A végbemenő folyamatok meghatározására két DTA-felvételt készítettünk. Az egyiket 660°C-ig, a másikat a csúcs befejeződéséig, 700°C-ig. A mintákat az előbbihez hasonlóan röntgendiffrakciós vizsgálatnak vetettük alá. Ezekből a mintákból a röntgen segítségével anatóz kristályok jelenlétét sikerült kimutatni.

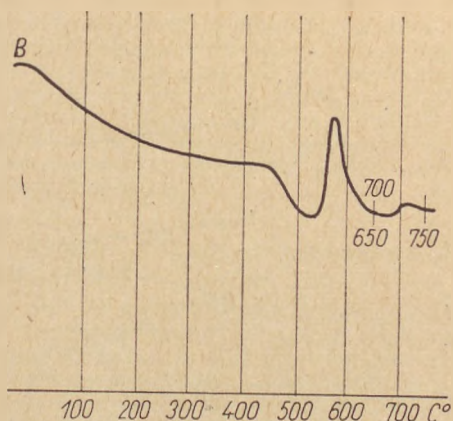
A felvételeken az anatóz 3,52 Å síkhálótávolságnak megfelelő reflexiója mindkét esetben azonos, 27-es intenzitással jelentkezett. A rutil 3,23 Å síkhálótávolságnak megfelelő reflexiója nem volt kimutatható. Ez minden kétséget kizáróan bizonyítja, hogy az 580 és 700°C között levő exoterm csúcs az anatóz kristályok növekedése következtében termelődő hőnek a hatására keletkezett, vagyis az anatóz kristályok ebben a hőmérsékleti intervallumban képződnek.

A termogramon 700 és 800°C között egy endoterm csúcs jelentkezett, amelynek minimuma 770°C-nál volt, ezért a következő DTA-vizsgálatot 770°C-nál szakítottuk meg. A röntgendiffraktométerrel ebből a mintából is csak anatózt sikerült kimutatni, de reflexiójának intenzitása 24-re csökkent.

A következő vizsgálatot 810°C-nál végeztük, az előbb ismertetett endoterm és a második, kisebb intenzitású exoterm csúcsoknak megfelelő hőmérsékletek között. A röntgenvizsgálat ebből a mintából is csak anatózt mutatott ki, de intenzitása 18-ra csökkent. Ezen két vizsgálat eredményéből arra lehet következtetni, hogy a már kivált  $\text{TiO}_2$  egy része az endoterm csúcsnak megfelelő hőmérsékleti intervallumban visszaoldódik, az endoterm csúcs a  $\text{TiO}_2$  feloldódásához szükséges hőmennyiséget jelzi.

Meg kell jegyeznünk, hogy az ehhez a típushoz tartozó zománcoknak csak egy részénél jelentkeznek ilyen intenzitással az endoterm csúcs. Több olyan zománcot vizsgáltunk, amelynél ez a csúcs csak igen kis intenzitású volt, vagy egyáltalán nem is jelentkezett. Az utolsó vizsgálatot 910°C-ig, a második, kisebb intenzitású exoterm csúcs fölötti hőmérsékletig végeztük. Ennek a próbának a diffraktoqramjáról már elmaradt az anatóz reflexiója és helyette a rutil 3,23 Å síkhálótávolságnak megfelelő reflexiója jelentkezett. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy ez a magasabb hőmérsékleten jelentkező kis intenzitású exoterm csúcs az anatóz-rutil átalakulás következtében felszabadult hő hatására keletkezett, vagyis ez a csúcs az anatóz-rutil átalakulást jelzi.

Mint említettük, ebből a típusból a B zománcot is részletes vizsgálatnak vetettük alá, melynek a második exoterm csúcsa lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten jelentkezett és az első exoterm csúcs nem volt kettőzött. Ezt a zománcot a második exoterm csúcs kialakulása előtti és utáni hőmérséklet-intervallumban kívántuk megvizsgálni, annak be-



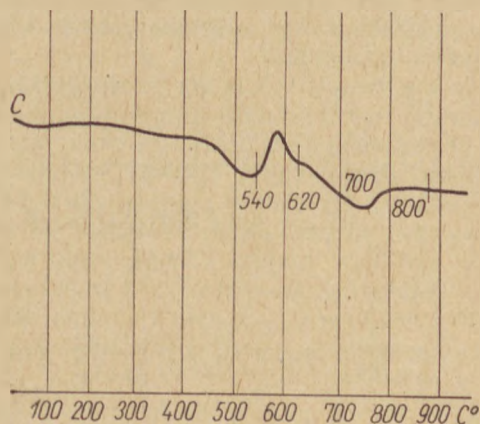
3. ábra. A B jelű zománc DTA-görbéje

bizonyítására, hogy ez a csúcs ebben az esetben is az anatózrutil-átalakulás következtében jött létre. Ezért a DTA-vizsgálatokat 650, 700 és 750°C-on megszakítottuk és a készülékből kivett mintákat porítás után megröntgeneztük (3. ábra).

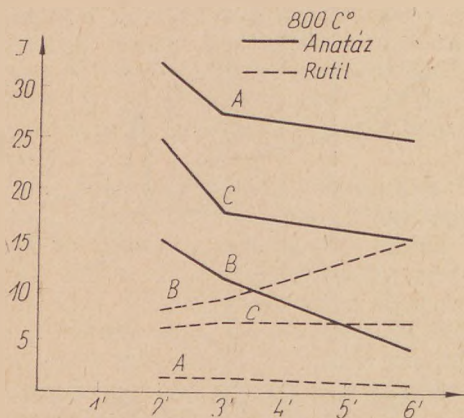
A röntgendiffrakciós vizsgálat feltételezésünket ebben az esetben is igazolta. Az exoterm csúcs alatt, 650°C-on, csak anatóz, a csúcs kezdeténél, 700°C-on az anatóz mellett már a rutil is kimutatható volt, viszont a csúcs feletti hőmérsékleten, 750°C-on, már csak a rutil reflexiója jelentkezett. Tehát ennek a zománcnak a termogramján a 650 és 750°C között jelentkező exoterm csúcs az anatóz-rutil átalakulást jelzi.

Mint már említettük, a második típushoz azokat a zománcokat soroltuk, amelyeknél csak egy exoterm csúcsot találtunk. A részletes vizsgálatnak alávetett C zománc termogramján 460 és 540°C között az endoterm csúcs, 540 és 650°C között az anatóz növekedését jelző exoterm csúcs, valamint 650 és 800°C között endoterm csúcs jelentkezett. A termogram magasabb hőmérsékleten nem mutatott csúcsot, viszont 950°C felett a görbe endoterm jellegű lett (4. ábra).

Mivel a termogramon az anatóz-rutil átalakulásnak megfelelő exoterm csúcs nem jelentkezett, két eshetőségre számíthattunk. Vagy annyira stabil a zománc, hogy az anatóz még 900°C-on sem alakul át rutillá, vagy az átalakulás olyan kis reak-



4. ábra. A C jelű zománc DTA-görbéje



5. ábra. Zománczott mintatáblák diffraktométeres csúcsmagasságainak burkológörbéje az égetési idő függvényében

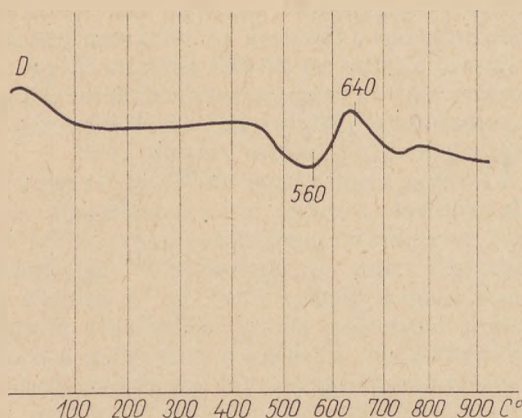
ciósebességgel megy végbe, hogy azt a műszer nem képes érzékelni.

Az első DTA-vizsgálatot a feltételezett anatóz kristálynövekedésnek megfelelő hőmérséklet alatt (540°C) szakítottuk meg. A mintát megröntgenezve kristályos fázist nem találtunk. A következő mérést 620°C-ig végeztük, ebből a próbából a röntgen csak anatózt mutatott ki. A 700°C-os vizsgálatnál még mindig csak anatózt találtunk, de megismételve a DTA-vizsgálatot oly módon, hogy a próbát 700°C-on félóráig hűtöttük, már megjelent a rutil reflexiója fele akkora intenzitással, mint az anatózé. (Az A zománcal végzett hasonló vizsgálatnál a rutil nem sikerült kimutatni). A 800°C-os vizsgálatnál a rutil reflexiójának intenzitása (12) már meghaladta az anatózét (10). 940°C-on az egész anatóz mennyiség átalakul rutillá és 1000°C-on már a rutil reflexiójának intenzitása is csökkent.

Ezek a vizsgálatok azt a feltevésünket látszanak igazolni, hogy ennél a zománcnál az anatóz-rutil átalakulás ugyan aránylag alacsony hőmérsékleten indul meg, de a reakció sebesség igen kicsi, az átalakulás nagyon lassan megy végbe.

Vizsgálataink és a zománcok gyakorlati alkalmazása közötti összefüggés megkeresésére a 3 zománcal további kísérleteket végeztünk, úgy, hogy azokat megőrölve, velük mintatáblákat zománcoztunk be, amelyeket különböző hőmérsékleten és különböző ideig égettünk be. Az így előkészített mintalemezeket, amelyeknek mérete megfelelt a röntgendiffraktométer mintatartójának, közvetlenül megröntgenítettük.

Ezek a vizsgálatok is azt bizonyították, hogy a zománcok csak a második exoterm csúcsnak megfelelő hőmérséklet alatt égetve stabilak, mert annál magasabb hőmérsékleten égetve a zománcban kivált anatóz az égetési idő függvényében fokozatosan átalakul rutillá. Az 5. ábránkon jól látható, hogy a 800°C-on égetett minták közül az A zománc — amelynek az anatóz-rutil átalakulási csúcsa 850°C felett van — anatóz tartalma még hosszabb ideig égetve sem alakul át rutillá, viszont a B zománc esetében, amelynek az anatóz-rutil átalakulási csúcsa 800°C alatt van, 3 min égési idő elteltével már a rutil mennyisége meghaladja az anatózét, és az égetési idő növelésével tovább növekszik.



6. ábra. A D jelű zománc DTA-görbéje

A C zománcban az anatóz-rutil átalakulás gyorsabban megy végbe, mint az A zománcban, de lassabban, mint a B zománcban. A fentiek alapján az A jelű zománcot nagyon stabilnak, a C jelűt közepes stabilitásúnak és a B jelű zománcot gyenge stabilitásúnak minősíthetjük.

Az eddig ismertetett zománcoknál égetéskor mindig előbb anatóz vált ki, és az később alakult át rutillá. A harmadik típusba tartozó zománcokból közvetlenül rutil válik ki, a termogramjukon megtalálható a nukleációnak és lágulásnak megfelelő endoterm csúcs és a kristálynövekedésnek megfelelő, aránylag kis intenzitású exoterm csúcs.

A rendelkezésre álló ilyen típusú zománcokból egy titánsárga zománcot választottunk ki, és azzal végeztük el a részletes vizsgálatokat. A zománc termogramján 460 és 560°C között egy elnyújtott endoterm csúcs, majd 560 és 720°C között az előző típusoktól eltérő alakú, lényegesen kisebb intenzitású exoterm csúcs jelentkezett. A megszakított DTA-vizsgálatokat 560 és 640°C-ig végeztük. A röntgenvizsgálat az 560°C-ig hevített próbából kristályos fázist nem mutatott ki, a 640°C-ig hevített mintából pedig csak rutilt. Tehát ennél a zománcnál az exoterm csúcs a rutil kristályok kiválását jelzi. Mivel már ezen az alacsony hőmérsékleten az exoterm csúcs hőintervallumában is csak rutilt sikerült kimutatni, jogosan feltételezhető, hogy az ilyen típusú zománcokból a rutil közvetlenül válik ki.

A vizsgált zománcal bezománcozott és 800 fokon különböző ideig égetett mintatáblákból is a röntgendiffraktométerrel csak rutilt sikerült kimutatni, ami fenti megállapításunkat megerősíti.

Összefoglalva kísérleteink eredményét megállapíthatjuk, hogy az általunk vizsgált zománcok egyik csoportjából a hőkezelés hatására előbb anatóz válik ki, majd az magasabb hőmérsékleten rutillá alakul át, a másik csoportból pedig hevítéskor közvetlenül rutil válik ki, vagyis vannak anatóz és rutil típusú titánzománcok.

A zománcok derivatográfia készített DTA-görbéjéből meg lehet állapítani azt, hogy a zománc anatóz vagy rutil típusú-e. Nevezetesen az anatóz típusú zománcok DTA-görbéjén a kristálynövekedést jelző exoterm csúcs sokkal hegyesebb.

Az anatóz típusú zománcok stabilitása DTA-görbéből meghatározható. Azok a zománcok stabilak, amelyeknek DTA-görbéjén az exoterm csúcs az égetési hőmérsékletnél magasabb hőmérsékletnél jelentkezik.

Ha a DTA-görbén az anatóz-rutil átalakulásnak megfelelő csúcs nem jelentkezik, a zománc stabilitását a DTA-görbéből egyértelműen meghatározni nem lehet.

#### IRODALOM

- [1] M. D. Houston: Influence of Lithia upon the Recrystallization of Titania, *Am. Ceram. Soc. Bul.* 36 (1957) 139—141.
- [2] S. S. Cole: Fundamental Aspects on Titania-Opacified Enamels, *J. Amer. Ceram. Soc.* 35 (1952) 181—187.
- [3] Kyri—Haeseler: Messung und Definition der Brennbeständigkeit von Weißemails, *Mit. VDEFA* 6 (1958) 93—99.
- [4] R. Patrick: Some Factors Affecting the Opacity, Color and Color Stability of Titania-Opacified Enamels, *J. Amer. Ceram. Soc.* 34 (1951) 96—102.
- [5] Douglas—Zander: X-Ray Study of Reaction at the Steel Surface when Titanium Enamel is Applied Directly to Steel, *Better Enameling* 23 (1952) 2. füzet.
- [6] Tin Boo Yee—Andrews: The Relation of Viscosity, Nuclei Formation, and Crystal Growth in Titania-Opacified Enamel, *J. Amer. Ceram. Soc.* 39 (1956) 188—195.
- [7] Eppler—McLeran: Kinetics of TiO<sub>2</sub>-Opacified Cover Coat Enamel, *J. Amer. Ceram. Soc.* 50 (1967) 152—156.
- [8] Albert P.: Kísérletek a rekristallizációs zománcokból égetéskor kiváló anatóz stabilitásának meghatározására, (Pokusi radi odredivanja stabiliteta anatas, koji se prilikom pecenja izdvaja iz rekristalizacionih emajla), *Emajl* 2 (1966) 7—8. füzet 39—54.
- [9] Takáts—Albert: Röntgendiffrakciós vizsgálatok alkalmazása a zománciparban, *Gép* (1967) 291—297.
- [10] F. D. Olympia: Differential Thermal Analysis of Titania-Opacified Enamels, *Amer. Ceram. Soc. Bul.* 32 (1953) 412—414.
- [11] Imoto—Hirao: Opacifying Characteristics of Titanium Enamel Frit, *Differential Thermal Analysis, J. Assoc. Japan.* 63. (708) 1955. 198—202.
- [12] W. F. Sullivan—S. S. Cole: Thermal Chemistry of Colloidal Titanium Dioxide *J. Amer. Ceram. Soc.* 42 (1959) 127—133.

Albert Péter—Takáts Tibor: Titánzománcok színstabilitásának vizsgálata

A szerzők a titánzománcok égetése folyamán végbe menő kristályosodási folyamatok tanulmányozására derivatográfus vizsgálatokat végeztek. Termokerám tégely alkalmazásával lehetővé vált a termikus vizsgálatoknak tetszésszerűen hőfokon történő megszakítása és a készü-

lékből kivett minták röntgenvizsgálata. Ezzel sikerült a DTA-görbén jelentkező effektusok pontos értelmezése. Kimutatták, hogy a vizsgálat alá vett titánzománcok DTA-görbéjük alapján három típusba sorolhatók. Bizonyították, hogy a görbék egyben a zománcok stabilitására is jellemzőek. Véleményük szerint a DTA-vizsgálatok felhasználhatók a zománcok típusba sorolásához és stabilitásuk vizsgálatához.

П. Алберт—Т. Такач: Изучение стабильности титановых глазурей.

Авторы изучали процессы кристаллизации, происходящие при обжиге титановых глазурей, с помощью термического метода — ДТГ. За счет применения тиглей из термокерама открылась возможность проводить термические испытания при желаемой температуре, и изъятые из прибора образцы подвергать рентгеновским испытаниям. Это дало возможность точного толкования эффектов на кривых ДТА. Авторы показали, что на основе кривых ДТА можно разделить титановые глазури на три группы. Одновременно было доказано, что кривые являются также характеристиками стабильностей глазурей. По мнению авторов метод ДТА может быть использован как для группировки эмалей по типам так и для испытания их на стабильность.

Albert, Péter—Takáts, Tibor: Untersuchung der Farbstabilität von Titanglasuren

Es wurden, um die während des Ausbrennens verlaufenden Kristallisationsvorgänge zu studieren, derivatographische Prüfungen vorgenommen. Die Anwendung von Thermokeram-Tiegeln ermöglichte die Unterbrechung der thermischen Prüfungen bei beliebiger Temperatur und die röntgenographische Prüfung der aus der Apparatur herausgenommenen Musterstücke. Dadurch gelang die auf der DTA-Kurve erscheinenden Effekte genau zu deuten. Es wurde bewiesen, daß die untersuchten Titanglasuren aufgrund ihrer DTA-Kurve drei verschiedenen Typen angehören. Bewiesen wurde, daß die Kurven zugleich auch hinsichtlich auf die Stabilität der Glasuren charakteristisch sind. Nach Auffassung der Autoren sind die DTA-Untersuchungen zum Einteilen der Glasuren in Typen geeignet, des weiteren auch zur Bestimmung ihrer Stabilität. (S. G.)

Albert, Péter—Takáts, Tibor: Colour Stability Examination of Titania Opacified Enamels

Derivatographic examinations were made to study the crystallization processes during the firing of titania enamels. The use of sintered alumina crucibles enabled the discontinuation of heating at any arbitrary temperature and the X-ray diffraction investigation of the quenched samples; by this way the DTA-peaks can be interpreted exactly. Three groups can be distinguished among the enamels tested; the DTA-groups at the same time are characteristic to the colour stability of enamels too. The use of DTA is recommended as a classification of titania-opacified enamels.

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

Egyetlen múzeumi látogatás meggyőzhet bennünket arról, hogy egész kultúrákat, korokat és népeket értékelünk előkerült üvegtárgyaik esztétikai és funkcionális minősége szerint. A festményekkel, szobrokkal egyenlő értékmérők szemünkben a régi korokból ránkmaradt üvegtárgyak. Ezeknek a régi üvegremekeknek ezernyi formavilága van. Nemcsak a múlt korszakai szerint különböznek, hanem sajátos szépségük az egyes népek és földrajzi területek szerint is más és más. Mindezek ellenére mégis közös vonásuk a forma és a célszerűség egysége. Az üvegeket belső logikájuk szerint alakították s nem erőszakolták, hogy az valami más legyen.

Ez a szemlélet máig sem változott. A magasra fejlődött és rendkívül differenciált technika modern sorozatgyártó módszerei legkevésbé a finomüveggyártás termékeit érintette, mert megtartotta félig manufakturális (kézimunka), félig technikai (sorozat) gyártmány jellegét.

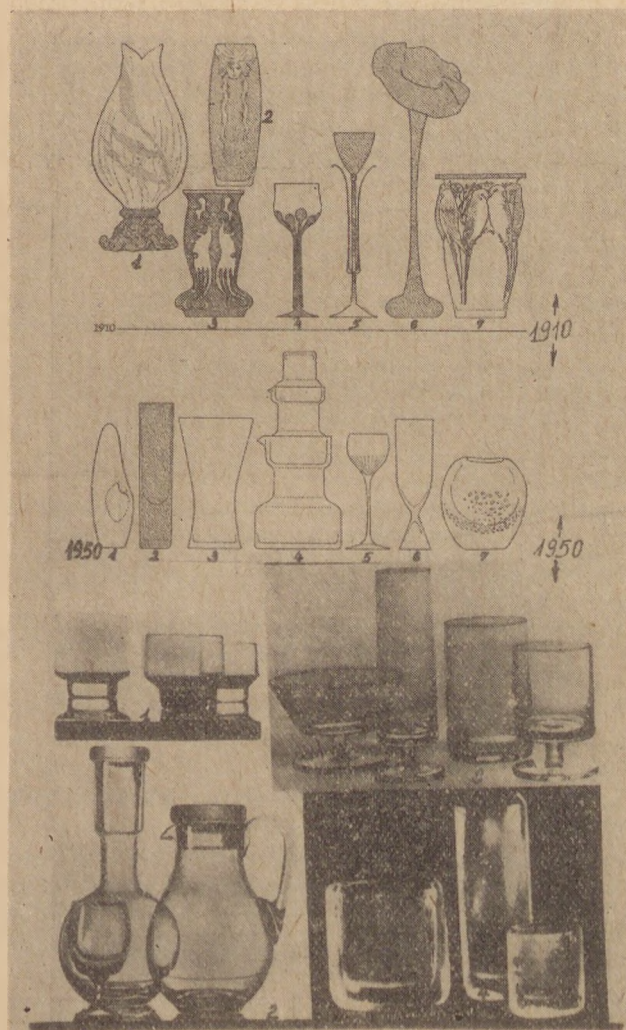
A kézimunkával végzett sorozatgyártásban (pl. pipával fúvott és kéziszerszámokkal alakított üvegekelyheknél) a kivitelezés minden precizitása mellett sem hasonló tökéletesen egyik darab a másikhoz, s ebben van esztétikai vonzóereje. Ez az esztétika teljes mértékben alá van vetve a művészi ipari formatervezés követelményeinek, amely nem más, mint az újtechnika által rendelkezésre bocsátott legjobb anyagból, a rendelkezésre álló legjobb technológiával, a legmagasabbrendű szellemi képesség birtokában formálni. Tehát a mérnök és az üvegtervező művész munkájának szintéziséről van szó. A mérnöknek is és az üvegtervező művésznek is minden új finomüvegforma tervezésénél elsősorban a technika által adott új feltételekből kell kiindulni. A technika nap mint nap újabb eredményekkel lepi meg a világot, s ezeket a változásokat ma már lehet hagyományos magyarázatokkal és fogalmakkal kísélni. Régi receptek ma már nem használhatók. A mérnök és az üvegtervező művész munkájának szintézisével a minőségnek egy olyan új, eddig ismeretlen fokozatához juthatunk, amelyet korszerű finomüveggyártásnak nevezhetünk.

Minden korban a funkció, az anyag, a technika és a társadalmi fejlődés összefüggéseit kutatva keresték a legmegfelelőbb formát. A finomüveggyártás mai modern formavilágának kialakulását két fő stílusirányzat előzte meg: a századforduló táján a szecesszió és az 1920–30-as évek funkcionálisizmus. Ezek feloldódásából származik a konstruktivista ipari művészeti irányzatnak az a további fejlődésbe lendült folytatása, amelyet ma legtöbbször modernnek és elegánsnak neveznek.

Az 1. ábrán a három egymásból fejlődött formastílus alapvető formaelemeit bemutató finomüvegeket látunk. A felső 1910. év választóvonalá felett a szecessziós és rokonstílusok; az alsó 1950. év választóvonalá felett a funkcionalista stílus, alatta

pedig két képsorban konstruktivista stílusú modern üvegek vannak.

Természetesen éles határvonalak e stíluskorok között nem húzhatók, hiszen nemcsak az egymást követők, hanem többízigen egymásra fejlődtek is, több koron át tovább hatnak egyes stíuselemeikkel. Mégis híresebb munkák által jelzett formastílus-fejlődésbeli változás évtizedes viszonylatban lehetővé tesz ilyen elhatárolásokat.



1. ábra. Felső sor: 1910. év előtti szecessziós és rokon stílusú finomüvegek

1. Emile Gallé bronztalpú vázája; 2. Lambert (Halda) vázája; 3. Goldberg vázája; 4. A Rajnai Üveggyár boroskelyhe; 5. Köppling díszkelyhe; 6. Tiffany virág alakú vázája; 7. Lalique vázája

Középső sor: 1910—1950 közötti szigorú funkcionalista formák:

1. Timo Sarpaneva vázája; 2. Süßmuth vázája; 3. Wagenfeld pohara; 4. Engler összerakható mixer-készlete; 5. Gangkofner boroskelyhe; 6. Löffelhardt vázája; 7. Kaj Franek vázája

Alsó sorok: 1950. év utáni híresebb konstruktivista formák:

1. Tapio Wirkkala poharai (1957, Iittala); 2. Riedl professzor (Wien 1904) üvegei; 3. Sattler professzor (München, 1966) üvegei; 4. Szabó Erzsébet (Budapest, 1967) vázái



Annak dacára, hogy a finomüveggyártás még ma is őrzi a manufaktúra jellegét, mégis e három stíluskoron át jól megfigyelhetjük a technika időközi fejlődésének nemcsak a formaelemekre, de az egész felületi tektónika formaegészére gyakorolt hatását is.

Ezek alapján, az újtechnika lehetőségeit felhasználva, korunk üvegtervező művészi irányzatát követve, tekintünk át a finomüveggyártásunkkal szemben támasztandó követelményeket.

## Műszaki követelmények

### Üveganyag

Finomüveget üvegfúvó pipával és kézi szerzőkkel, automata és félautomata szívó-fúvó géppel, automata és félautomata préselő géppel, vagy ezek kombinációjával gyártanak.

Árucsoport-típusok: poharak, csészék, kelyhek, kancsók, tálak, tányérok, vázák, hamutartók, világítási üvegek és mindenféle dízüveg.

Megmunkálási technológia szerinti osztályozás: hutakész, sima, csiszolt, festett, különlegesen megmunkált finomüvegek.

Az üveganyag színe szerinti osztályozás: színtelen, színes, több színben kevert vagy bevont lehet. Az üveg összetétele szerint: nátronüveg, kálíkristály vagy ólomkristály finomüveg.

Olvasztási minőségi feltételek: tiszta, fényes, tökéletesen színtelen vagy sziporkázóan tiszta fényes színes; teljesen csomó, huzal, gyűrődés, foltok és buborékok nélkül; nem lehet a finomüveg törékeny és megfelelően hőállóknak kell lennie.

A nyersüveg anyaga, a keverék jól olvasható legyen, ne legyen hajlamos kristályosodásra, alkalmas legyen a finomüveg kezelésével és használatával járó mechanikai, hő és vegyi hatások jó elviselésére; s a jól megmunkálás érdekében lassú dermedésű legyen.

Mindezeknek megfelelő alapüveg-összetételek:

1. Finom nátronüveg: 76%  $\text{SiO}_2$ ; 6,5%  $\text{CaO}$ ; 16%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 1%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 0,5%  $\text{BaO}$ .

2. Finom kálíkristályüveg: 76%  $\text{SiO}_2$ ; 6%  $\text{CaO}$ ; 13,5%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 1%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 0,5%  $\text{BaO}$ ; 3%  $\text{Na}_2\text{O}$ .

3. Ólomkristályüveg 24% minimális  $\text{PbO}$ -tartalommal: 60%  $\text{SiO}_2$ ; 24%  $\text{PbO}$ ; 10%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 4%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 2%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ;

Finompréselt üvegeknél a  $\text{CaO}$  2%-át  $\text{MgO}$ -val helyettesítjük.

A finomüveggyártásban alkalmazott nyersanyagoknak szuper tisztának kell lenni. Az üveg csillogó színét, fényjátékát és fényességét csak úgy lehet elérni, ha a vasoxid-tartalom nem haladja felül a 0,01%-ot. Ebben benne van az a vasoxid-mennyiség is, amely a gyűrűk, a fazék vagy a kád tűzállóanyagának korróziója következtében megy át az üvegbe.

Teljesen sima, rátétmentes, modern készletüvegek gyártásához egyre több finomüveggyárban (Orefors, Leningrádi, Tiroli, Iittala, stb.) cink-barit kristályüveget olvasztanak, mert ez maradottabb üzemi körülmények között is csomó- és fonalmentesen olvad, kevesebb  $\text{SiO}_2$ -tartalmú és a tűzállóanyaggal szembeni somlegessége igen alacsony vas-

oxid-tartalmat jelent az üveg számára. A Tiroli Glaswerke AG cinkbarit kristályüvegéből Riedl professzor a világkiállításokra és a milánói triennáléokra sorozatosan nagydíjat és arányérmet nyert üvegeket tervez. Ennek az üvegnek az összetétele: 55%  $\text{SiO}_2$ ; 6%  $\text{ZnO}$ ; 18%  $\text{BaO}$ ; 3%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 16%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 1%  $\text{B}_2\text{O}_3$  és 1%  $\text{As}_2\text{O}_3$ .

Tüzesen fénylő, tökéletesen tiszta üveget neutrális kemence atmoszférában olvasztanak. Kivételt néhány fajta színesüveg és az ólomkristályüveg képez. Szelénnel vagy vegyületeivel, valamint kénvegyületekkel színezett üvegeket homogen, erőlyesen redukáló-, ólomkristályüvegeket pedig erőlyes oxidáló szerek adagolása mellett 12% levegő többlettel alkalmazott oxidáló tűzvezetéssel olvasztanak. Különösen az ólomkristályüveg redukálódik könnyen, kolloid nagyságrendű fémólom-szemcsék válnak ki, melyek neutrálszürkére, nikkeloxid szintelenítőszer jelenléte esetén pedig lilászürkére szennyeznek a kristályüveget.

A nátron, káli és cinkbarit finomüvegek olvasztási hőmérséklete, üvegszinten mérve 1420°C; tisztulási hőmérséklete pedig 1470°C. Fazekakban a fűjtatás elengedhetetlen; kádakban azonban a felületi tüzelés folytán eltérő áramlási viszonyok miatt nem alkalmazható, mert hatása ellenkező, késlelteti a tisztulást a kialakult termikus áramlási rendszer összekuszálásával. Kádakban bátrabban lehet a tisztulást a hőmérséklet felső határának (1470°C) megközelítésével gyorsítani. Fazekas olvasztásban az ún. fűjtatáshoz ma már kevés helyen alkalmaznak vízben áztatott fa, répa, vagy más anyagdarabot, mert ezek elkerülhetetlen redox vegyi folyamatokat is megindítanak, amelyek nem mennek tökéletesen végbe s „vakulást”, homályosodást, tisztaságcsökkenést okoznak. Ehelyett magas tűzállóságú acécsövet szűrnak fenéig, melyen át tiszta levegőt nyomnak az olvadék aljába, s ennek felszínre törő buborékai tisztítanak és homogenizálnak. Finomüveg kádkemencén ólomkristályüveg olvasztásakor sülyeszthető, és a boltozatig felhúzó keverő berendezést alkalmaznak az optikaiüveg-olvasztás hagyományos gyakorlata mintájára.

A finomüveg mindenféle fajtájának legnagyobb értéke szembeszökő tisztasága. Ha bármilyen kis mennyiségben is szintelenítő szereket kell alkalmazni, elsősorban ez a nagyfokú tisztaság csökken, az üveganyag tökéletes átlátszótsága homályt kap, amely a szintelenítő szerek növekedésével fokozódik, a finomüveg kristály jellege elvész, értéke csökken. Ezért a legnagyobb gondossággal kell a keverék és a tűzállóanyag vasoxid-tartalmának a legminimálisabbra való csökkentésére törekedni, hogy így szintelenítő szer adagolására is csak igen minimális mennyiségben kerüljön sor. A szintelenítő szereket a finomüveggyártásban az alapüveg összetételének megfelelően nátron, káli, ólom vagy cinkborát vegyületeiben adagolják, valamely a keverékhez kimért alkáli hordozóba, s ebben jól elkeverve kerül a keverékbe. Ennek a módszernek nagy jelentősége van a szintelenítés okozta szürkehomály felvilágosításában.

Az  $\text{SiO}_2$  bevitelére a finomüveggyárak, a nagyértékű, sima, díszítésmentes, színtelen kristály-

üvegek olvasztásához, kalcinálással vastalanított örült kvareitot használnak, mert a gömbölyűszemcsés kvarchomok hajlamos a huzalosodásra. Lehetőleg gyorsítók és katalizátorok nélküli ún. rövid keveréket célszerű használni a huzalosság fokozottabb elkerülése végett, s a  $\text{SiO}_2$ -tartalmat a lehető legmagasabbra kell emelni, a kristályosodási veszély alsó határa közeléig. Fényességnövelő ( $\text{BaO}$ ,  $\text{CeO}$ ,  $\text{ZrO}$ ) és felületfeszültség-csökkentő ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ) anyagoknál sem tanácsos az illető fazékra az elméleti számítás alapján kísérletezett optimális mennyiség túllépése, mert a többletmennyiség tisztulási többletenergiát igényel.

Rendkívül gondosan kell bánni a visszajáró üvegcserepével. Idegen cserep, de még a szomszédos fazekak azonos cserepe sem jöhet szóba. A fazék vagy kád saját cserepére pedig kedvező forduló ciklust kell kikísérletezni, amely általában 20—25 olvasztási nap, ezután a forduló cserepet kevésbé finom üveghez adagolják, s egy olvasztást, rendszerint szombatról hétfőre újra cserepadagolás nélkül végeznek. A visszajáró cserepet válogatják, tisztítják, tiszta folyóvízzel mossák, finomra őrlik s pontosan állandó (10—15%), jól kikísérletezett mennyiségben adagolják a keverékbe. Az örületlen cserep és a megolvadt keverék részek között akkora felületfeszültség-különbség lépne fel, hogy az ennek nyomán keletkező huzalosság rendkívül nehezen lenne kitisztítható.

Finomüveggyártásban fluoridok gyorsítókénti alkalmazása rendkívül veszedelmes dolog, mert eltekintve attól, hogy az átlagos összetételű keverékben 1,5%-on felül kristályosodást okoznak, nagymértékben roncsolják a tűzállóanyagot, aminek következtében jelentős köves és huzalos üveghibák támadnak.

Kb. 1,5% kálsalétrom, 0,5% antimontrioxid és 0,5% arzéntrioxid adagolása ellenben kedvező hatású a szintelen finomüvegre, mert részben az olvasztás, de főként a tisztulás folyamatait, bőségesen ellátják nascens, s ezért brizáns és ennek következtében gyorsan távozó, könnyű gázokkal s nagymértékű homogenizálódást idéznek elő, növelve az üveg fényátbocsátó képességét.

Különösen nevezetes a vegytiszta arzéntrioxid szerepe. Amíg az olvasztmány átlagos hőmérséklete  $1200^\circ\text{C}$  alatt van, arzénpentoxidá alakulva aktív redukáló anyag, ezért alkalmazásánál a tűzvezetésre nagy gondot kell fordítani, mert az általa redukált anyagok (színező anyagok is!) elvesztik vagy fokozzák színező képességüket, színtorzulást, homályt okoznak.  $1200^\circ\text{C}$ -on felül az arzénpentoxid disszociál, oxigént ad le, amely a jelenlevő  $\text{FeO}$ -t is oxidálja. A hőmérsékletnek a tisztulás utáni csökkenése folyamán az arzéntrioxid elnyeli az oxigénbuborékok maradékait, a vasoxidokkal pedig szintelen vasarzenát komplexumokat képez. Természetesen itt a legfontosabb folyamat leegyszerűsített analiziséről van szó, mert a valóságban a helyzet bonyolultabb a rendszerint jelenlevő káliumnitrát és antimontrioxid miatt. Az arzéntrioxid redukeiós folyamata alatt a káliumnitrát feladata az oxigénegyensúly fenntartása; a nitrátgyök bomlását az antimontrioxidból lehasadó

oxigén katalizálja, míg az uralkodó hőmérsékleti viszonyoktól függően, időben lépcsőzetesen lefolyó és befejeződő reakciók eredményeként bőséges oxigén stabilizálja a hálózatképző tetraéder rendszert, feleslege az  $\text{NO} + \text{NO}_2$  állománnyal, (tehát az el nem nyelt  $\text{O}_2 + \text{NO} + \text{NO}_2$ ) a kemenceatmoszféra hasonló állományának parciális nyomása szerint távozik az olvasztmányból. Egyéb jelenlevő gázok hatásának analízise bonyolultabbá tenné a tárgyalást, de erre itt most nincs is szükség.

A színező anyagokat igen finoman porítva, 9-es sz. szitán áteresztve kell alkalmazni. Piros, rózsaszín, lila és füst színű üvegekbe arzént nem adagolnak, mert a rendszerint csak részben végbe menő, kétlépcsős átalakulása az arzéntrioxidnak, a csillogó színt homályosítaná. A színezőanyagokat általában  $600^\circ\text{C}$ -on előzőleg nátriumnitráttal összeolvasztva, frittézve, porítva adagolják a keverékbe. Nagyértékű, szintónust folyamatosan tartó finomüvegek keverékéhez visszajáró cserepet nem adagolnak.

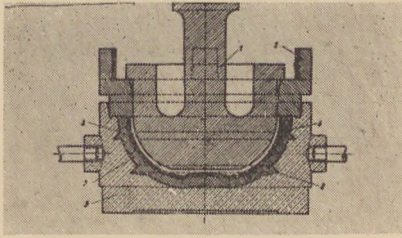
Nagyértékű szintelen finomüvegek olvasztásához a fazekakat és gyűrűket behordás előtt aránylag igen magas hőmérsékleten,  $1480^\circ\text{C}$ -on kell kiégetni; ezért ha ez a hőmérséklet a temper kemencében nem állítható elő, behordás után két napig nem olvasztanak a fazekakban, hanem az első napon a kiégetést fejezik be az olvasztó kemencében, a második napon pedig a cserepadagolással a fazékfalakat glazurozzák be, s csak ezután a harmadik napon olvasztanak először munkához.

### Új technológiák

Finomüveget túlnyomórészt ma még mindenhol üvegfúvó pipával és köziszerszámokkal alakítanak. Csúpan az elmúlt néhány év alatt indult rohamos fejlődésnek a finomüveggyártás egyes műveleteinek automatizálása és gépesítése. Az így készült finomüvegek minősége semmiben sem marad el a kézimunkáé mögött, meg sem különböztethetők, de jelentősen olcsóbb előállításuk miatt szinte versenytárs nélküliek a világpiacon.

Az üveg felülete a vele érintkező forma falának textúráját veszi fel. Mikroszkópikus méretekben minél finomabban simább a forma üveggel érintkező felülete, annál finomabban simább lesz a benne alakított üveg felülete is. Ez részben a fém vagy fémötvözet szövetszerkezetének finomságától részben pedig az üveggel érintkező fémfelület megmunkálási finomságától függ.

Forgástest alakú, kevés darabszámú vagy kis sorozatú finomüveg-készítményeket, ha pipával fújják, rendszerint faformákban, vagy karentes finomkorom képző anyaggal (a sok közül egyik gyakoribb recept: faliszt + gyanta + lenolaj főzet) kikent vasformákban készítenek. Ez azonban ma már ebben a kategóriában is fokozatosan kiszoruló módszer. A világpiac legnagyobb értékű finom üvegeit a híres finomüveggyárakban (Orefors, Littala, Tiroli, Leningrádi stb.) mind a pipával fúvott, mind az automatán, félautomatán fújt vagy préselt finomüvegeket szintiszta nikkal bélésű formákban készítik. A szín nikkal magas hőálló képességű, jól bírja a hőlökéseket, szövetszerkezetének finomsága



2. ábra. Nikkelbetétes üvegpreselő forma:

1. Présdugó; 2. Formazáró gyűrű; 3. Nikkel formabetét; 4. Támasztó lemezek; 5. Szürkeöntvény formaalsóréz; 6. Betétrögzítő hornyok; 7. Vörösvasöntés

pedig, kellő finom felületi megmunkálással, a legjobban megközelíti az üveget s hígított szilikonolajjal kezelve sziporkázóan csillogó, tiszta üvegfelületet ad.

A szín nikkelt igen drága. Ezért csak a formának az üveggel érintkező belső felületét készítik ebből. Technikailag úgy oldják meg, hogy háromrétegű formát (2. ábra) készítenek. Az üveggel érintkező legbelső réteget (3) az üvegtárgy nagyságának és vastagságának megfelelően 2—5 mm vastag nikkelt lemezből mélyhúzzák vagy alkalmas kokillában öntik. Ennek a nikkelt rétegnek a felső felülete adja az üveg alakját. Ezt a réteget kb. 15 mm hézaggal (7), egy olyan szürkeöntvénybe (5) ékelik lemezekkel (4), amely a teljes forma nagyságával és felszerelésével bír, s a belső csészéje betétek befogadására előmunkált. Az így előkészített két réteget felizzítják, és a hagyott 15 mm hézagot, az üresen hagyott közbenső réteget (7) vörösvasöntéssel töltik ki. Az ábrán az (1) sz. a présdugót, a (2) sz. a formazáró gyűrűt, a (6) sz. a betétek stabilizálására szolgáló hornyokat jelzik.

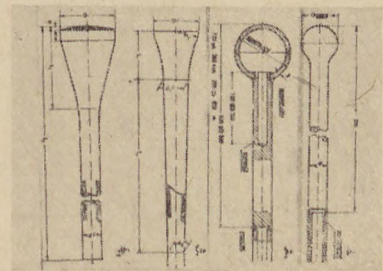
Az ilyen, akár fúvó, akár préselő forma előkészítése gyakorlatilag úgy megy végbe, hogy a nikkelformát a tartólemezekkel a szürkeöntvénybe rögzítik úgy, hogy a két réteg között kb. 15 mm-nyi hézag maradjon. Az így összeállított két részt felizzítják, ezután a gyűrűt és a présdugót, vagy az üveg alakjának megfelelő méretű acélöntvényt a nikkelformába helyezik és az üregesnek hagyott köztes teret vörösvasöntéssel kiöntik. Ugyanis a vörösvasöntvény hővezető képessége több, mint kétszerese a szürkevasöntvényének, s így az üveg a nikkelformában gyorsabban hűl és sem a nikkelforma nem hevül túl, sem az üveg nem ragad bele.

Minden finomüvegnél a világpiacon, az anyag és az alak minőségi követelményei mellett, a gazdaságossággal is versenybe szálláshoz, a harc a grammokért és a másodpercekért is folyik. A formatervezés, a formaszervezés és a munkaszervezés feladata olyan jól értékesíthető finomüvegek kialakítása, amelyekhez a világpiacon versenytársakénál kevesebb üveg és kevesebb munkaidő szükséges, s mind emellett ellenálló képesebb és funkcióra is célszerűbb legyen. Ennek pedig a magas szintű művészi formatervezés, a technológiai formaszervezés és az újtechnológia alkalmazása a kulcsa. Harc a grammokért azt jelenti, hogy a készüveg súlya, valamint a gyártást kísérő sapka, pipatörmelék, se-

lejt, és egyéb hulladék súlya a világpiacon versenytársénál kevesebb legyen; a harc a másodpercekért pedig azt, hogy azzal a legmodernebb technológiával és munkaszervezéssel készüljön, amely egységnyi idő alatt a világpiacon versenytársénál több darab előállítását teszi lehetővé. Ilyen ismert és világvizonylatban egyre terjedő új technológiák a finomüvegyártásban: az üvegtárgyhoz pontos szerkesztéssel és kísérlettel kialakított fémbankák, a gumilabdás fúvás, a gépi formamártogatás és kezelés, kehelyszár mélyhúzása vákuummal, a kehelyszár kihúzása különmerítés nélkül az így alakított kehelycsésze fenekéből, a kehelyszár és talp préselése stb., — megfelelően alkalmazva mind a fúvott, mind a préselt finomüvegeknél. A mai állapot szerint megállapíthatjuk, hogy a világpiacon legértékesebb hasonló üvegtípusaiban a fúvott finomüvegek terén  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ ; préselt üvegek terén pedig 2—3-szoros súlytöbblettel készülnek üvegeink. A vizsgálatok és elemzések során kiderült, hogy a forma alkalmas tervezésével, a megfelelő formaelemek művészi variálásával és a felületi tektonika mesterei alakításával a lényegesen vékonyabb falú üvegek nemcsak tartósabbak az elavult nehéztípusúaknál, hanem egyben lényegesen magasabb a mechanikai- és hőellenállásuk, könnyebben kezelhetők s alkalmasabbak egymásba rakható (stapler) készletek kialakítására.

A közelmúlt nemzetközi finomüveg-kiállításain és a világpiacon ma a legversenyképesebb és legszebb darabok az új technológiákkal készített füleskancsók, csészék, sima és talpas poharak, valamint kehelyárúk.

A 3. ábra új típusú merítővas- és pipafejeket mutat be. Finomüvegek préselésénél és félautomata



3. ábra. Korszerű merítővas- és pipafejek finomüvegyártáshoz

1. Kiseb préselt vagy félautomatán fúvott finomüvegek merítésére alkalmas krómnikkelacél merítőfej; 2. Ua. nagyobb üvegtárgyakhoz; 3. Kisebb üvegek banka nélküli fúvásához alkalmas pipafej; 4. Nagyobb üvegek banka nélküli fúvásához alkalmas pipafej

tán fúvásánál számos minőségi és alakítási hibának forrása az alkalmatlan merítőfej. Minden egyes üvegfőlésre szerkesztéssel és kísérletekkel kialakított más-más merítőfej alkalmas. Különösen finom vékonyüvegek préselésénél és félautomata gépen fúvásánál elengedhetetlen az ilyen pontosan „testreszabott” merítőfej, a melegen felvétel és kihordás, az alakhoz legjobban megfelelő formába terítés, egyenletes elosztás, nyommentes levágás végett. A fejek anyaga magas nikkelt és króm tartalmú acél s felforrasztandó végükkel együtt öntésből készülnek.

Száfúvós eljárásnál számos minőségi hibát okoz az előre kifújt golyóra merítés (fonalas, buborékos, pikkelyes, vakulási stb. hibák). Ennek elkerülésére finomüvegeknél egyre inkább az utóbbi években kifejlesztett közvetlen pipavégre merítést alkalmazzák. Ehhez azonban a présmerítőfejnél írottakhoz hasonlóan, az üvegtárgy alakjához és nagyságához pontosan méretezett és kísérletezett pipafejek szükségesek. Ezeket is öntéssel készítik finom krómnikkel acélból, s utólag fűrik fel.

Nevezetesebb újtechnológiák még a finomüveggyártásban a Leningrádi Művészeti Üveggyárban kifejlesztett gumilabda-technikás fúvás, továbbá finomkehely csészéjének fúvása automata gépen forgató eljárással. Az utóbbi eljáráshoz a kehely szárát talpával együtt a fúvással egyidejűleg préseléssel készítik, s utólag ragasztják melegen a csésze aljához, miként azt a 4. ábra vázlatának műveleti sorrendje mutatja.

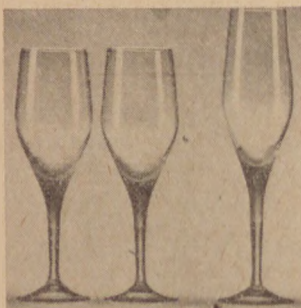


4. ábra. Vékonyfalú kehelyüvegek csészéjének automata (pl. IFA) vagy félautomata (pl. Kiko) fúvógéppel; s szárának és talpának egyidejűleg préseléssel való gyártásának vázlatja

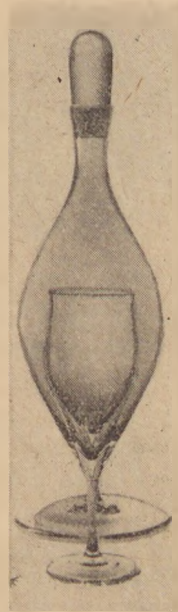
Az 5. ábrán pipával félszárig fúvott és alakított kehelyek vannak, melyek alsó szárrészt a talppal együtt a fúvással egyidejűleg préselték és melegen ragasztották össze a felső szárrésszel.

A 6. ábrán a teljes szárat a kehelycsésze befújt alsó nyúlványából húzták ki, s csupán a talpat préselték, megfelelő illesztő vájattal nikkelformában, a melegen összeragasztáshoz.

A 7. ábra összerakható (stapel) üvegeit egy műveletben, megfelelően alakított nikkelformában préselték. Ezt az üveget 1400°C-on merítik, s formáját a 2. ábrán bemutatott elvek szerint szerkeztik. A konstruktivista stílusban tervezett



5. ábra. Pipával félszárig fúvott és alakított kehelyek; a szár alsó részét és a talpat a fúvással egyidejűleg préselik és melegen ragasztják

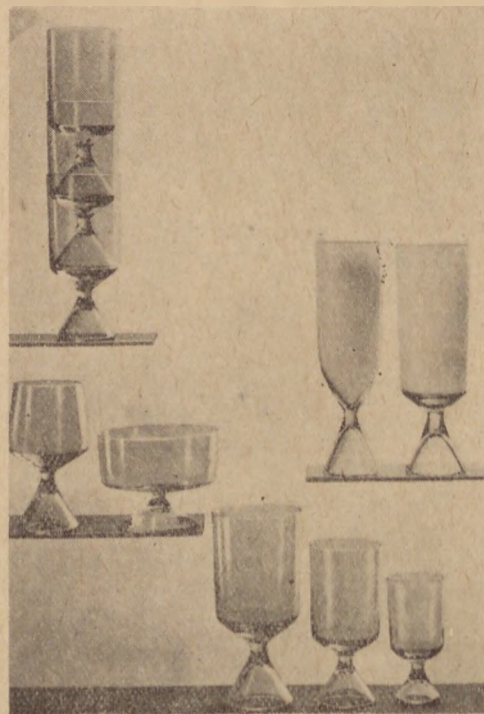


6. ábra. Egy műveletben készült kehelycsésze és szár (külön szárhoz merítés nélkül); a talpat egyidejűleg préselik és melegen ragasztják („veszik fel”)

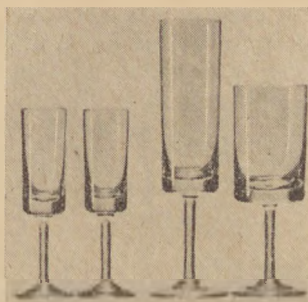
forma mellett szembeszökő a funkció megoldása a likőröspohárnak is alkalmas talprésszel.

A 8. ábra pipával fúvott kehelyeket ábrázol, préselt szárral és talppal.

Amint látjuk, túlnyomóan a fúvás és préselés kombinációjának kifejlesztése van soron. Kehelyáruknál a csészerezést automata és félautomata fúvógépeken egyaránt forgatva fújják, s ezért pl. az ún. „kiko” gépekre szerelt elő és kész formákat ilyen forgató berendezéssel kell ellátni. Fúvópipával a hagyományos módon (de bankafúvás nélkül) készül a kehelycsésze, azonban feltétlenül nikkelformában



7. ábra. Finompréseléssel nikkelformában, egy műveletben előállított összerakható (stapel) üvegek



8. ábra. Pipával fúvott kehelycsészék, préselt szárral és talppal

formában. Az eljárás 200—300%-kal termelékenyebb a ma ismert általában 5—7—9 személyes brigádokban végzett munkánál, s emellett együttesen több személyzetet sem igényel, sőt a létszámot kellő begyakorlás után csökkenteni is lehet. A nikkel présformából kikerült szár és talp lényegesen tisztább, csillogóbb és simább, mint a kézi szárhúzóval és talpforgatóval készített minőség. A formáknak az illeszkedési helyeken jó felfekvést biztosító kialakításával a szár és a talp ragasztásának a helye eltűnik, sem a száron, sem a talpon nem lehetkezhetnek minőségi hibák (gyűrűk, ráncok, befogott buborékok, egyenetlenségek, felületi rásülések, ragasztási csomók stb). Ellenben olyan mélyhúzási (6. ábra), szárragasztási (5. ábra) és kettős alakítási (7. ábra) megoldások hívhatók életre, amelyek új esztétikai formaelemeket képeznek.

#### Formatervezői követelmények

Ma már minden eredményre törő finomüveggyár problémájává vált a formát és a fejlődött technikát összhangba hozni, s így újabb és újabb formákkal fellépni. Az állandóan fejlődő társadalom napi követelménye környezetét olyan magas szinten alakítani, amilyent a technika teljesíteni képes. Ettől elmaradni a finomüveggyáraknak is veszélyes dolog, mert aki elmarad, azt verik. Ma gyorsabban használjuk el finomüvegtárgyaikat is, mint a régebbi korok emberei. Nagy mennyiségben igényelünk egyre újabb anyagfajtákból, egyre újabb célokra is finomüvegeket. Ennek kielégítésére a technika és a természettudományok minden vívmányát ki kell használnunk, hogy eredményesen versenyben maradhassunk.

Bizarr finomüveggyártási specialitásunk, hogy mást gyártunk exportra és mást belföldre. Azaz kívülről dirigálják, hogy mit csináljunk; ez pedig sohasem illik gyáraink sajátosságaihoz, és ezért kevésbé sikeres tevékenység. Pedig minden sikeres export előfeltétele az exporttermelés és a hazai célokra folyó gyártás közötti különbségek megszüntetése. Nem lehet igazán jó minőséget gyártani exportra sem, ha a termelés tetemes hányadával szemben alacsony követelmények érvényesülnek. Ha a belföldi ellátásnál másodlagos a választék és a művészi kivitelezés, a finomüveggyár újdonságokat, amelyeknek igazán jó ára van, a külföldnek sem tud nyújtani. Ugyanis, ha a finomüveggyár idehaza nem kísérletezik önállóval, eredetivel, egyénivel, akkor rendszeres utánzásra kényszerül, és utánzásra szorítkozik ahelyett, hogy önálló,

eredeti művészi ízléssel jelentkeznék. Lehetővé kell tenni, hogy a hazai fogyasztóknak az a rétege, amely fogékony a legújabb, a művészi iránt, hozzá jusson ezekhez az újdonságokhoz, amikor azok a vásárlók többsége számára még szokatlannak tűnnek. Így az új termék technikai vizsgálata piaci kontrollal párosul. Lehetővé kell tenni, szerződéses megbízásokkal tág kapukat kell nyitni üvegtervező művészek számára, hogy külső munkatársként korlátozás nélkül vegyenek részt a finomüveggyárak művészi üvegtervezéseiben. A gyári tervezők a nagy mennyiségű napi rutinmunkákban nyakig elmerülve, előbb-utóbb olyan veszélyes „üzemi vak-ságot” kapnak, amely teljesen kikapcsolja a kerítésen átlátás képességét, s nincs más hátra, mint az ollózás és utánzás. Ez pedig a finomüveggyártásban nagyon veszedelmes dolog, mert egyre fokozódó elmaradásban jelentkeznek, s elavult formákkal csak a külföldi kereskedő külső perifériás olcsó kategóriájában fellépő hiányra lehet számítani. A külső üvegtervező munkatársak messzebb látnak, nap, mint nap rajta tartják kezüket a világpiac üvegművészeti irányainak változásain, országok, földrészek és népek szerint ismerik az ízléseket, helyi piaci helyzeteket, a legértékesebbnek számító üvegek iránti igényeket. Ezt bizonyítja a külföld leghíresebb finomüveggyárainak tervező művészi szervezetsége, amelyekben igen magas szakképzettségű üvegtervező művészek állandó alkalmazása mellett, világhíres üvegtervező művészekből szerződöttnak nagyszámú külső munkatársat.

Az eddig elmondottakban belső gyári szemmel nézve, számos belső ellentmondás is rejlik. Ezeket a gyár igazgatójának és az üvegtervező művésznak kell feloldania. Ennek sikeres megoldásához az első és legfontosabb követelmény az üvegtervező művészettel szemben, hogy logikus, konstruktív legyen a gondolkodásmódja, akeptálja a technika empirikus pozitív alapvonásait és új formák tervezésénél a megoldást ne a mindentől elrugaszkodott szabadság útján, hanem az üvegművészet és a technika okosan kiművelt szintézisének harmoniájában keresse, mert az üvegtechnika nem hagyja magát szeszélyek által vezérelni, mindig racionálisan tájékozódik. Alapos szakismerettel bírjon, és közvetlenül együtt dolgozzon a műszaki szerkesztőkkel, az üzemmérnökökkel és a kereskedelmi szakemberekkel.

Az üvegtervező művésznak magas szinten képzettnak, tanult művésznak kell lennie, hiszen többek között nem utolsó feladata: A világon, (de legalább az exportra tekintetbe jövő népek földjén) éppen uralkodó, élő, közkedvelt művészi irányzatok ismerete, átélése és megfelelő transzformálása útján képzett emóciók és inspirációk, valamint a legfejlettebb finomüveggyártási technika szintézisének a lehető leggazdaságosabb megalkotása. Az üvegtervező művész munkájának tehát döntő része; tehetséges és képzett elemzése azoknak a tudat alatt élő benyomásoknak, tanult és tapasztalt ismereteknek, amelyek később alkotásában jelentkeznek. Az üvegtervező művész tehát nem mintakészítő, nem rajzoló, nem vágatkészítő, nem összekötő diszpcéser és fullajtár a gyár és a kereskede-

lem között, nem külföldre utazgató ügynök; hanem formatervező művész és felelős munkatárs, ha a tevékenysége helyesen van beágyazva a technikai organizmusba.

Az üvegtervező művész komplex karakter, mert szellemi biztonságát tehetségén felül, a legmagasabb szinten tanult művészi és technikai ismeretei adják, s ez jellemzi alkotásai intuitív oldalát is. Ez az intuíció pedig művészi neveléséből és képzéséből, tapasztalvaiból, kutatási tevékenységéből, a technikai problémák áttekintéséből, a gyártmányok használhatóságának megítéléséből és a kor aktuális időpontjában vidékek és népek körében, valamint általánosan is uralkodó legkedvezőbb üvegművészeti irányzat iránti ismeret és érzés összetételéből fakad; és alkotásaira ezek az intuíciós tényezők nyomják rá bélyegüket: technológiai, funkcionális és művészi harmóniában. Mindezek beteljesedésekor mondják rá: megtalálta önmagát, egyénisége van az üvegművészetben; s száz más üvegművész ezernyi üvege között is tévedhetetlenül rá tud a hivatott kritikus mutatni egyetlen ott levő munkájára is: ez az ő alkotása.

Amint az építőművésznek statikusra, felmérőkre és sok más specialistára van szüksége, úgy az ipari finomüvegtervező művész is arra van utalva, hogy feladatterületének (pl. lakásdíszítési, háztartási, vendéglői stb. finomüvegek; tűzálló üveg-edények, világítási üvegek, különleges palacküvegek stb.) más szakértőivel dolgozzon együtt. Ha a világhíres finomüvegyárak formatervező művészeinek szervezettségét vizsgáljuk, azt látjuk, hogy művészileg, technikailag és gazdaságosság tekintében egyaránt kitüntetett finomüveg féleségeiket túlnyomóan külső munkatársak tervezték. Az ilyen üvegtervező karakterek ugyanis nemcsak a már szóba hozott ún. üzemi vakságtól mentesek, de mentesek a helyi régi receptektől, beidegződött elavult helyi nézetektől, belülről befolyással bíró laikus beképzésektől is. A külső munkatárs egyben kitűnő antenna is valamely gazdaságosan működni akaró finomüvegyár, vagy értékes eredményekre törekvő üvegkereskedelmi vállalat számára. Befolyásmentesen veszi fel a finomüvegyártás külvilágának művészi, technikai és gazdaságossági jeleit; ezeket időben és az aktuális konkrét helyzeteknek megfelelően transzformálva adja tovább terveiben az igénylőknek és a kivitelezőknek. Ebből annak a dualizmusnak a feloldása is következik, hogy amennyire fontos a helyi adottságok részletes ismerete, annyira elengedhetetlen a képesség annak a felismerésére is, hogy elavult és értéktelen meglevő helyzetek ne befolyásolják munkáját.

Végül az üvegtervező művész személyi jellemzéséhez tudni kell azt is, hogy tevékenysége elválaszthatatlan a tudományos kutatástól. A finomüvegyártásnak a formatervezéssel szembeni érzékenységét *nem lehet izolálni a kor tudományos és technikai állásától*. A formatervezésnek nemcsak az esztétikai formaminőség emelésére kell hatnia, hanem a teljes gyártási folyamatban költségesökentésre, munkaerő-megtakarításra, technológiai, anyagi, funkcionális minőségre is. Mindezeket előzi meg a formatervező legfontosabb tevékenysége

— és ebben van minden üvegtervező művész próbája — az alkotóművészi emberi tevékenység.

Az igaz, hogy a technika minden részlete és a születő új termelőeljárások is visszahatnak erre az alkotó impulzusra, de az alkotó üvegtervező művészi eszmék eddig ismeretlen, új lehetőségeket tárhatnak fel, teljesen új alkotó impulzusokat s teljesen új irányt is teremthetnek.

#### *Elegáns modern forma — új minőség*

A XX. sz. formavilága korunkban, a század 60-as éveiben még nem alakult ki. Az utóbbi 30 évben, az üvegművészetben is az előző szoros irányzatok fokozatos fellazulása észlelhető: előkészület az ipari formához, amelynek jönni kell! Számos világhíres üvegipari formatervezés tanúskodik már erről: a svéd Orefors Üvegyár formatervezőinek Edward Haldnak és Simon Gatenak elegáns, tiszta anyagú, nyugodt vonalvezetésű üvegei; a finn Karlhula Iittalai Üvegyár tervezőinek Tapio Wirkkala (jelenleg a Rosenthal Studio tervezője és a Tiroli finomüvegyár külső munkatársa) és Timo Sarpaneva trigonometrikus, szférikus geometrikus vonalvezetésű egyedi és egymásba rakható variaüvegei.

A finomüveg új formavilágának kialakítására törekvő formatervezőben, kivitelezőben és vásárlóban egyaránt él, s ez a fő mozgató ereje a finomüvegyártásban napjainkban kibontakozó új formastílusra-törekvésnek is.

Üvegtervező művészeinkre vár a feladat, hogy az elkövetkező 10—15 évben kialakítsák ezt a várva várt formát.

Nem érdektelen tudni, hogy a ma kialakulóban levő üvegipari formavilág bölesőjét Európában a századforduló korában kialakult azonos művészi irányzat ringatta, amelyet Párizsban „art nouveau”-nak, Londonban „modern style”-nek, Németországban „Jugendstil”-nek és Bécsben „secessionsstil”-nek neveztek. Helyi hatásuk rendkívüli volt. A magyar üvegművészetre elsősorban a szecessziós stílus, hatott.

A szecessziós és az említett rokon stílusok tulajdonképpen a történelmi stílusok ismétlődésének a reakciója volt. Művelői mint úttörők a forma és a dekor egységességével törekedtek koruk valóságos kifejezésére. A századforduló utáni évtizedben vonalakkal dekoráló díszítő művészetük már megszontosodott, és művelőik az erősödő meztelen funkcionálizmussal, a tiszta gépi szellemmel találták szemben magukat, amely a használati célszerűség követelményét mindenek fölé emelve, de ideálisan tiszta és harmonikus formában kereste az újat.

A szecessziós stílus virágkora 1897—1905 volt. Jeles művelői: Schneider, Hoffmann Lobmeyr és Moser üvegművészek voltak.

A szecessziós és rokon stílusok, mint egy ipari művészeti reformmozgalom eredménye, és mint a történelmi stílusok ellenáramlata, saját formavilágot teremtett ugyan, de akkor már az egész világot átfogó ipari forradalom formaproblémáit nem tudta megoldani. Az ipari forradalom azt a szemléletet követelte, hogy mindent újból át kell gondolni, át kell fogalmazni és az ipar törekvéseinek a szolgálá-

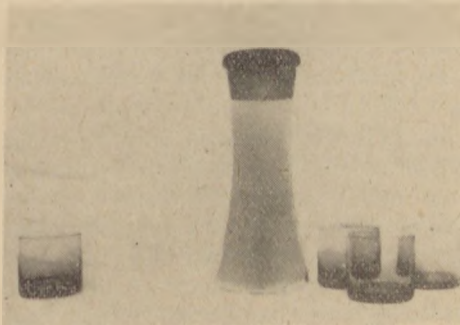
tába kell állítani. A gépek bevezetése egy új hivatást, az ipari formatervezést követelte. A szükségessé vált ipari üvegtérvezés széles kapukat nyitott addig idegen munkaerőknek, az üvegművészet ki lépett addigi elszigeteltségéből s érdekköre is kitágult. De ezzel együtt járt az üveg dekorálása terén a visszaélés lehetősége, a szecessziós stílusra törekvés veszélye is. Ezért tanították a kor haladó üvegművészei, hogy az üveg valóban jó formára alakítása nemcsak tehetséget, hanem karaktert is követel. Van de Velde ennek során a másik végletbe csapott át. Szerinte: „A tökéletesen hasznos üveg, ha azt a gazdaságossági és technikai szerkesztési elvek szerint tervezték, az utolérhetetlen szépség feltételeit is teljesíti”. Uralomra jutott a funkcionalizmus, mely a 30-as évekig tartott.

A funkcionalizmus rideg dogmatikája ellen hamar felekeltek a fiatal üvegművészek, s a két Mauder, Eiff, Gangkofner, Erdős és mások elegáns formái ma is modernül hatnak. A funkcionalizmust megtörő fiatal üvegművészek első jelszava: „A forma követi a funkciót is” volt, s igyekeztek gyakorlatilag megvalósítani. Keresték a kapcsolatot az iparral s pl. Moholy-Nagy és Wagenfeld a Jénai Üvegművek és a weisswasseri Egyesült Üvegművek számára ma is még nagy szériákban gyártott tűzálló edényeket és finomüvegeket terveztek, s üvegeikkel 1937-ben Párizsban, 1940-ben és 1957-ben Milánóban nagydíjat és aranyérmet nyertek. Követők: Sarpaneva, Süßmuth, Engler, Löffelhardt és Kaj Franck munkái tovább enyhítették a rideg funkcionalizmus szigorúságát, a tiszta funkcionalizmus frontját végleg áttörték, s megnyitották az útját a humanisztikusan realista, a modern konstruktivista üvegtérvezésnek.

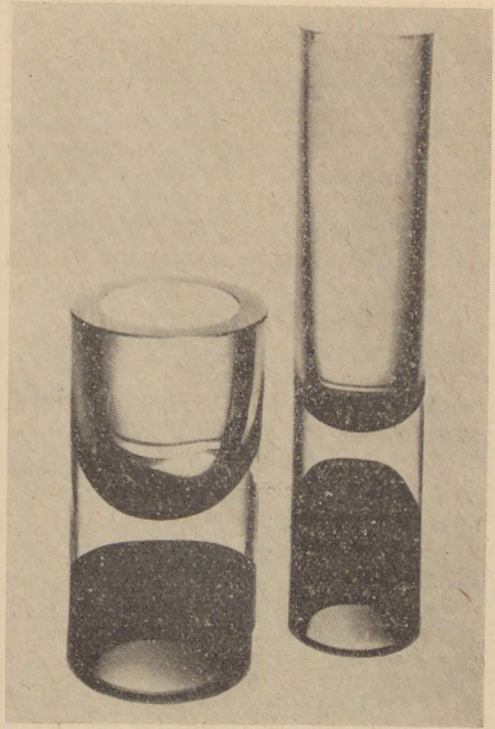
Napjaink világhíres üvegtérvezői: Ilse Decho, Szabó Erzsébet, Tapio Wirkkala, Ingeborg Lundin, Libensky, Brichtova, Friedrich Bundzen, Jakob E. Bang, R. Süßmuth és mások már a korábbi irányzatok nemes forma elemeit megőrizve új utakon járnak, s századunk új finomüveg-formavilágának megteremtésén munkálkodnak, keresvén helyüket korunk kínzó s lelkesítő életében.

A 9., 10., 11., 12., 13., 14. és 15. ábrák a vilámai élvonalán levő, elismert üvegművészek olyan tipikusan kiemelhető formaelemeket viselő üvegeit és vázlatait, mutatják, amelyek stílusjegyei s konstruktivista művészi irányzat pilléreinek számíthatók.

A századfordulótól napjainkig tehát logikus fejlődésben telt az idő. Az emberi környezet alakí-



9. ábra. Löffelhardt professzor (München) konstruktivista stílusú koktél készlete



10. ábra. Tapio Wirkkala (Rosenthal Studio; 1967) aranyérmes henger vázái



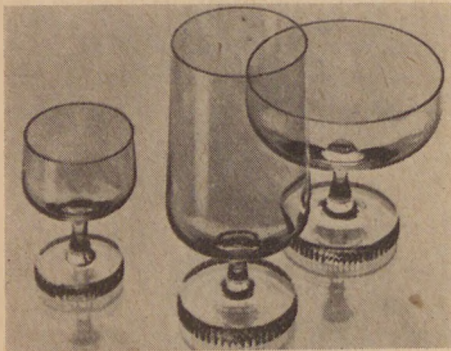
11. ábra. Ilse Decho (Leipzig) állami díjas zöldüveg palackjai és vázái

tás művészetének fejlődésével lépést tartott a finomüvegek formavilágának fejlődése is. Üvegtérvező művészeink számára elengedhetetlen e folyamat állandó tanulmányozása, ha tehetségüket e logikus fejlődési folyamat szolgálatában akarják hasznosítani.

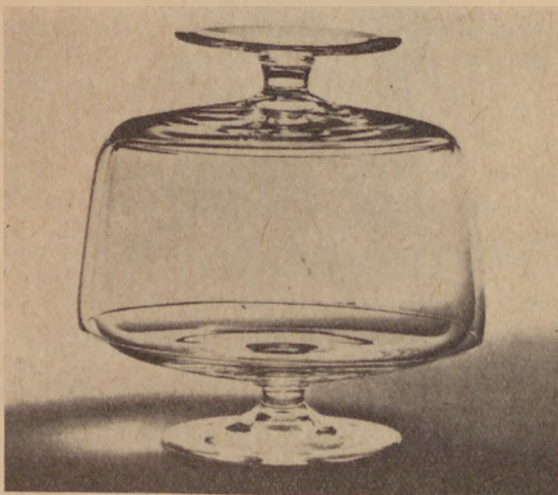
A mai modern finomüveg nemzetközi képében az elmondott logikusan fejlődött stílusok mai fej-



12. ábra. Szabó Erzsébet vizlatkönyvéből: modern, elegáns, konstruktivista stílusú rajzok



13. ábra. Tapio Wirkkala üvegekelyei



14. ábra. Wilhelm Wagenfeld (Stuttgart) kettős gyümölcsös tálja



15. ábra. Sattler professzor (München) könnyű préselt tálkészlete

lettségi fokán két szélsőségként egy dórikus és egy ionikus pólus közötti szerkezet utáni kutatás is fellelhető. Legalább is ezt mutatják a háromévenként Milánóban rendezett üvegkiállítási triennálék és Szabó Erzsébetnek 1967-es prágai nemzetközi kiállításon szereplő üvegei.

A magyar üvegtervező művészeknek minél nagyobb számban el kell érni, a finomüveg tervezésében is a világszínvonalat. Ehhez a technika tudománya mellett át kell élniök az élő üvegművészet tudományát is. Mert az üveg a térben születik. Tehát az üvegművészeknek a három irányú komponensből összetevődő térbe kell ágyaznia üvegét. Ez a tér kettős: a környezet tere és az üveg tere. Az első adott, ez a valóság; a másodikat az üvegművész tervezi. A két tér ellentmondásából következik az a feszültség, amelyet minden kor üvegtervező művésze a maga módján old fel. Ennek a feloldásnak a jegyeit nevezzük egyéni stílusnak, amelynek formaelemei alá vannak vetve a kor uralkodó művészeti irányzatának.

Korunk finomüveg-ipari művészeti stílusjegyei, mint ismeretes, a szecesszionista és a funkcionalista irányzatok folyamatos továbbfejlődésében érlelődnek a dórikus és ionikus szélsőségek hatása alatt; s nem kétséges, hogy számos új formaelem mellett ezek a behatások tudat alatt is bizonyos fajta szintézisét adják mindazon törekvéseknek, amelyek korunk konstruktív jellegű finomüvegipari művészetét meghatározzák. A konstruktivista jelleg művészileg abban nyilvánul meg, hogy az egyoldalúság ellenében a gazdagabb tapasztalati valóság jut előtérbe, s a finomüvegtervezésben ennek találkozását kell megoldani a funkciói problematikájával.

Ha a ma élő üvegtervezők három olyan nagyjának finomüvegeit elemezzük, akik más-más úton járnak, de modern konstruktivisták, azt látjuk, hogy:

Wirkkala formaviharzású üvegei nyugtalanító feszültséggel töltik meg a teret; Libensky nagy, tiszta színű monumentális alkotásaival keresi az új formavilágot; Szabó Erzsébet pedig az adott valóságnak, a térnek tapintható kifejezését alkotja meg üvegeiben s keresi a szerkezet, az üveg kristályos voltát: egyszer lázgörbeszerűen kigyózó nyers indulatokkal, máskor önmaga álmvilágának vízióit vetíti üvegeibe. Kutatja a szerkezetet, a



konstrukciót, miként lehet a valóságot és az álmot az üvegben megjeleníteni.

A finomüveggyártás ritkán termel egyedít és néhány darabot, mert a gazdaságosságra törekvés minél nagyobb sorozatokra ösztönöz. A formatervező eszméje tehát sorozatbani reprodukciókkal valósul meg. Ez egyébként az emberi környezet minden használati dolgára érvényes, s az ilyen művészi meglátással létesült modern környezetbe kell beépülnie a finomüveggyártás formáinak. A modern formaelemek olyan virtuóz variálására van tehát szükség, amely a kísérő követelményeknek is megfelel. És valóban, a modern finomüvegek formafejlődésének tendenciái e felé haladnak mind a készlet- és díszműüvegek, mind pedig a világítási üvegek terén. Amíg azonban a funkcionális minőség tényezői, ha nem is teljesítik mindig a feltételeket, magától értetődőknek látszanak, addig az esztétikai minőség mint érték önmagában nem érvényesülhet, mert egész sor technológiai és piaci feltételek kísérik. Ennélfogva az üvegtervező művész és a vásárlók között olyan nagy távolság keletkezik, hogy közvetlen megegyezés a technikai apparátus figyelembevételével alig lehetséges.

Az üvegtervező egy elképzelt formából indul ki. Ennek a formának kifejezett értéke van. Azonban már a kezdet kezdetén akadályba ütközik az eredeti elképzelés, olyan szűkítő korlátokba és előírásokba, amelyek abszolút szabad kifejezést lehetetlenné tesznek, azaz a technikai feltételek kényszerítő erejével találkozók. Nemcsupán a dimenziók és az anyagminőség az, mellyel a szabad elképzelés szembe ütközik, sokkal inkább bonyolultabb, komplex feltételekről van szó. A funkció és követelményei, a gyártómű és előírásai, valamint a kereskedő az ő piaci tapasztalataival és törekvéseivel a főbb feltételek. Ezeknek van alávetve minden finomüvegipari termék, s ezeket minden üvegtervezőnek ismerni kell.

A feltételek közt első és a legfontosabb a funkció követelménye. Ez a tervezői elképzelés zsinórmértéke. Meghatározza az anyagot és annak minőségét, s ebből kiindulva alkotja meg a kereskedő is saját kritikus ítéletét.

Következőnek a mérnök követeli a termék előállításának feltételeit a formatervezőtől. Ebben a racionális tefmelés követelménye jelenik meg minden következményével: Minél egyszerűbb és alkalmasabb legyen az üveg sorozatgyártásra; az önköltségsökkentéshez, az üzemi berendezés átszervezéséhez és átigazításához, az előállítás módja, felszerszámozás, mukaidő, hér és kalkuláció jelennek meg, mint formameghatározó tényezők.

A kereskedő feltétele a következő: azaz amit a piac kíván. Az eladás eredményessége vagy eredménytelensége a vevő magatartásától, a kor ízlésétől függ, s az érdeklődés középpontjába a vevő kérései és kívánságai kerülnek.

Ebben a néhány mondatban van a finomüvegipari tervezés teljes problematikája összefoglalva. Önmagában a forma, mint művészi mű, az ilyen-szerű korlátokhoz nincs kötve. Nincs funkciója, nem kapcsolódik a piahoz, és ami létrehozásának technikai feltételeit illeti, alig jelent valamit.

A technikai feltételek nem állandóak. A technika folyamatos fejlődése, újabb és másfajta anyagok, találmányok, újítások, változó célkitűzések vagy termelőeljárások a technikai feltételek rugalmas felfogását követelik.

Bennünket itt mindennek előtt a technikai feltételeknek a finomüvegipari formatervezésre gyakorolt hatása érdekel, mert ezen a területen kellemtelen fékként jelentkezhetnek. Ezért a technikai feltételeknek harmóniában kell lenniök a formatervezés kívánságaival, s annyi játékkeret feltétlenül szabadon kell hagyniok, hogy a formatervezés esztétikai követelményei teljes értékben jelentkezzenek az üvegben.

A formatervezés irracionális eredete hozza magával, hogy minden túlprecíz előírás és szerkesztési utasítás túlzásai alól kivonja magát. A végcél az, hogy minden üvegtárgy környezetünket javítsa, s ennek maga a forma is alá van vetve. Így a technikai és a művészi feltételek összeolvasztása lehetőséget ad arra, hogy környezetünk képébe nem illő divergáló irányokat egymásnozt közelítsük.

A felhozott értelemben túlszigorúan rögzített technikai feltételek végeredményben önmagának a technikának a fejlődését is akadályoznák. Éppen napjainkban vagyunk tanúi, a már tárgyalt új eljárások kifejlődésének a finomüveggyártásban, s ezzel nemcsak az eddigi technológiai eljárás fejlődik magasabb szintre, hanem jelentősen bővül az üvegtervező művész területe is új formák alkotásához.

Művészetileg könnyebb megtervezni néhány ezer darabos finomüvegekészletet, még ha az a perzsa sahnak készül is, mint pl. egyetlen fajta, de sokmillió darab söröspoharat. Ugyanis az utóbbival elméletileg sokszorosan több igény megelégedését kell kivívni, mert végeredményben minden egyes darab finomüvegipari terméknek egyes emberek egyéni ízlését kell kielégítenie. Az egyéni ízlések megismerése, az ízlések nagy számban helyes értékű átlagolása a tudományos piackutatás feladata, s ezt a kereskedelmi vállalatoknak kell elvégezni, a világszint mércéjével is magas szinten képzett, kiváló szakismeretekkel bíró piackutatókkal.

Végeredményben az üzemi termelési terv alapját az ilyen alapos piackutatás eredményeinek tervezőművészi és technikai kiértékelésével készült formatervek, majd ezek alapján feladott megrendelések képezik. A vevőkkel és kereskedőkkel szembeni eladási pszichológia, ízlés- és igénybegyűjtő tesztlapok, tudakozódások és minden helyi igényvel számoló ajánlat átlagra értékelése az a tényező, amely kialakítja a formatervező művészi intuícióját, és mozgásba hozza a technikai apparátust.

Ma világviszonylatban új finomüvegformaigény tényleges szükséglete utáni piackutatásban a teszt-eljárás a túlnyomóan uralkodó gazdasági szervezési forma. Ellenben meglevő kész finomüvegek eladásához szuggesztív módszerek alkalmasak, a kiszemelt vásárló helyzetének, tényleges szükségleteinek és hiányainak alapos előtanulmányozása után.

Gazdasági érdekből minden finomüveggyár a használati érték legmagasabbra emelését tartja

legfontosabbnak, s minden további követelményt ennek rendel alá. Ezért a tervezőnek olyan magasfokú ismeretekkel és tapasztalatokkal kell bírnia, amellyel a sorozatban való gyártáshoz a legjobban alkalmazkodó olyan művészi formát tervez, amelynek megvalósítása a világpiacon szóba jöhető minden versenytárs üvegénél magasabb használati értéket biztosít.

Minden új tervezésű sorozatot el is kell adni, vagyis a formatervező tehetsége egyben jótállás is ahhoz, hogy a piac az általa tervezett üveget át fogja venni, mielőtt a gyár abba anyagot, felszerszámozást és munkát investálna. Ez a tény emeli ki gazdaságilag az üvegtervező művész személyiségét.

A finomüvegipari formatervező a társadalmi fejlődés és átalakulások adta változások, a kereskedelmi emberek homályos kívánságai, a műszaki intenciók, a konstruktorok elgondolásai, az anyagot ismerő kémikus és a gyártásban tapasztalattal rendelkező mérnökök tanácsai és figyelmeztetései, a kalkulációs szakértő számításai és jóslásai által ide-oda rángatva keresi az útját akkor, amikor az előkövetkező gyártási eljárás is még csak durva körvonalakban látható.

És ez az üvegtervező művészi munka mégis elbűvölő ingert gyakorol, sejtelmes művészi mítosz veszi körül, a legtehetségesebb, legmagasabban képzett és legokosabb művészi erőket vonzza, akik magukat korukkal összhangban érzik. Mert az ipari finomüveg tervezése nekik nemcsak út a hivatásos megélhetéshez, hanem emberi életük egésze, s az általuk tervezett formák életük formája.

Budapest, 1968. február hó 15.

*Gurmai Mihály: Finomüveggyártásunk műszaki és formatervező művészi problémái*

Üvegiparunk vezetői napjainkban hoznak átfogó intézkedéseket finomüveggyártásunk világszintre emelésére. A finomüveg a kor legfejlettebb technikájának, és az uralkodó művészi irányzat szellemében tervezett művészi formának szintézise. A gazdaságosságot az üvegolvasztásban új anyagok és új követelmények alkalmazása, a technológiában új eljárások bevezetése; a művészi formatervezésben pedig az általánosan kedvelt üvegművészeti irányzat formaelemeinek a népek és országok ízléseinek legjobban megfelelő stílusban megalkotása biztosítja. Az anyagok új felismerése, az új technológiák és az üvegtervező művész helyes intuícói ma a világversenyben nagyértékű finomüvegekkel élenjáró üveggyárak verhetetlenségének bázisai. Az üveggyári mérnöknek az új üvegtechnika, az üvegtervező művésznek pedig az új technikával szintézisbe hozott modern és elegáns forma tudományos és művészi ismereteit kell a legmagasabb szinten elsajátítania. Ezért az üvegtervező művészt nagyjelentőségű feladatának megfelelően kell a műszaki apparátusba beágyazni.

*М. Гурмай: Технические и художественные проблемы проектирования форм в производстве тонкого стекла.*

Одной из важнейших задач в промышленности тонкого стекла является достижение мирового уровня.

Тонкое стекло представляет собой продукт сочетания наиболее развитой современной техники с наиболее современными художественными формами.

Экономия в технике плавки стекла обеспечивается за счет применения новых материалов и новых требований, в технологии — путем внедрения новых методов, а в области художественного проектирования форм — путем создания новых элементов форм, наиболее полно отвечающих требованиям, предъявляемым к современному художественному стеклу, а также удовлетворяющих вкус и потребности различных стран и народов.

Одной из важнейших основ передовых стекольных заводов, обеспечивающих им преимущество на мировом рынке, является новое открытие материалов, правильная художественная интуиция при выборе новых технологий и форм. В связи с этим, если главной задачей заводских инженеров является ознакомление с новой стекольной техникой то главной задачей художественных проектировщиков стекла является научное и художественное ознакомление с современными и элегантными формами на самом высоком технологическом уровне. Для выполнения этой важной задачи необходимо в техническом аппарате стекольных заводов предусмотреть наличие художника-проектировщика стекла.

*Gurmai, Mihály: Technische und künstlerische Formmacher-Probleme unserer Feinglaserzeugung*

In unseren Tagen bemühen sich die Leiter unserer Glasindustrie vermöge umfassender Anordnungen die Feinglaserzeugung auf ein in der ganzen Welt konkurrenzfähiges Niveau zu erheben. Das Feinglas ist eine Synthese der entwickeltsten Technik des Zeitalters und der im Geiste der vorherrschenden Kunstrichtung gestalteten Form. Die Wirtschaftlichkeit wird durch Anwendung neuer Stoffe und Berücksichtigung neuer Forderungen gesichert; des weiteren durch die Einführung neuer Verfahren in die Technologie, wie auch durch die Gestaltung der Formelemente der allgemein beliebten glaskünstlerischen Richtung in einem Stil, der dem Geschmack der Völker und der Länder meist entspricht. Die neue Erkenntnis der Stoffe, die neuen Technologien und die richtige Intentionen des Künstlers beim Projektieren des Glases bilden die unerschütterliche Basis der leitenden Manufakturen und ihrer hochwertigen Feingläser in der Weltkonkurrenz. Die Techniker der Glasfabrik haben die neue Glastechnik, die projektierenden Künstler dagegen die Synthese der neuen Technik und der technischen und künstlerischen Kenntnis der zeitgemäßen und eleganten Formen durchwegs auf höchstem Niveau sich eignen zu machen. Man muß also den projektierenden Künstler seiner überaus wichtigen Aufgabe gemäß in der technischen Apparatur unterbringen. (S. G.)

*Gurmai, Mihály: Technical and Artistical Design Problems in Fina Glass Manufacture*

Fine glass is a synthesis of most advanced engineering with preponderant artistical forms. Most advanced engineering methods mean new materials and new technology in glass melting and refining, and as a consequence, improved economy. Artistical design covers the composition of the ware in such a style as to obtain best fit between the shape elements of general glass art and the taste of countries and people. The success of fine glass is based upon the good selection of materials and technologies as well as the sane intuitions of the glass artist. The co-operation of the engineer and the artist must bring a high-level synthesis concerning advanced technology with modern and elegant shape.

## Jelölések

Az indexek jelentése: 1 kiskerék, 2 koszorú.

$z$	fogszám
$n$	modul, mm
$\alpha=20^\circ$	szerszám-kapcsolószög
$\mu=0,1$	súrlódási tényező
$p=Q/b$	vonalnyomás, kg/cm
$\omega=n/9,55$	szögsebesség, fok/p
$N_i$	alappont
$\sigma_{fk}$	a fogtő kifáradási határa ismételt hajlításnál, kg/mm <sup>2</sup>
$k_K$	a palástnyomás-tényező kifáradási határa, kg/mm <sup>2</sup>

## Bevezetés

A lábatalani cementgyár rekonstrukciója során nagyteljesítményű golyósmalmokat építettek be a nyers- és cementőrő üzemben. Őrléstechnikai szempontból a malmok konstrukciója kisebb belső változtatás után megfelelőnek bizonyult. Jól rendben tartott páncézzal és teljes töltettel a 20 t/óra teljesítmény is elérhető. Nem ilyen megnyugtató a helyzet, ha a malmok meghajtását vizsgáljuk gépészeti szempontból. A tervezők itt újszerű megoldást alkalmaztak. Egy 28 pólusú szinkronizált aszinkronmotor közvetlenül hajtja meg az előtétengelyt, mely nyíl fogazattal kapcsolódik a malomtestre szerelt fogaskoszorúhoz. Ennek a megoldásnak elvileg több előnye van (az egész meghajtó-rendszer igen egyszerű, kevés alkatrészből áll, nincs szükség közbenső hajtóműre), mely azonban csak akkor érvényesül, ha feltételezzük a fogazatok tökéletes elkészítését. Az üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy ezt nem sikerült biztosítani. Még az utóbbi években is a javítási időnek mintegy 15%-ában kellett a fogaskerekekkel kapcsolatban tevékenységet folytatni. A kerek élettartama is rövid, és különösen a gyakori fogaskoszorú-cserék rónak nagy megterhelést az üzemre. A meghajtásnál tapasztalt hibák miatt ezek a malmok jelenleg csak 75%-os töltettel üzemelnek, így a teljesítmény is lecsökkent.

Az üzembiztosság fokozására és az üzemelési költségek csökkentése végett szükségessé vált a malmok meghajtó-rendszerének átalakítása.

A módosított megoldás kidolgozásakor az új gazdasági mechanizmus szellemében még több tényezőt kell mérlegelni, mint eddig. Az ideális eset az, amikor a beruházási költség a legkisebb, és az üzembiztosság a legnagyobb. Ha a berendezés értéke magas, akkor nagy lesz az eszközlekötési járulék, melyet akkor is be kell fizetni, ha a gép meghibásodás miatt áll és semmi hasznot nem hoz. Ha kicsi az üzembiztosság, akkor sok pótalkatrészt kell raktáron tartani, mely után szintén eszközlekötési járulékot kell fizetni.

A legegyszerűbb megoldás az lenne, ha az eddigi nyíl fogazatot helyett egyszerű egyenes fogazatot használnánk, úgy, hogy a fogaskoszorú az eredeti faminta minimális átalakításával leönthető legyen. Tehát a hajtás méretezésekor a fogaskerék-számítás egy speciális esetével állunk szemben. Adott az átviendő teljesítmény:  $N=800$  kW, a kiskerék fordulatszáma:  $n_1=214/p$ , a tengelytávolság:  $a=2210$  mm, és a lehetőség szerint meg kell közelíteni a malom eredeti fordulatszámát:  $n_2=19,7/p$ . Ezekkel a megkötésekkel kell megvalósítani a hajtást.

Az egyenesfogazású kerekéknél, a ferdefogazásúakhoz viszonyítva, megnő a fogak igénybevétele, mert csökken az egyidejűleg érintkező alkotó hossza. Kissé javul a helyzet azáltal, hogy a nyíl fogazat középső hosszanti hornyának helyét is fogakkal lehet kitölteni, és így a kerek szélessége:  $b=550$  mm-re nő.

## Geometriai méretezés

Szilárdsági szempontból arra kell törekedni, hogy a modul minél nagyobb legyen, de közben vigyázni kell arra, hogy a kiskerék fogszáma ne menjen a határfogszám alá. Ha megtartjuk az eredeti 22 mm-es modult,  $z_1=17$ -nek és  $z_2=183$ -nak adódik, és így a módosítás:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{183}{17} = 10,7647$$

lesz, mellyel a malom fordulatszáma:  $n_2=19,88/p$ . Ez a régi fordulatszámától csak jelentéktelen mértékben tér el, így üzemtani szempontból a választott értékek megfelelnek.

Számítsuk ki a hajtás geometriai jellemzőit: Az elemi tengelytáv:

$$a = \frac{z_1 + z_2}{2} m = \frac{17 + 183}{2} \cdot 22 = 2200 \text{ mm}$$

Azonban a szerkezeti adottságok miatt a tengelytáv kötött:  $a=2210$  mm. Ezt a tengelytávot a választott értékek mellett, általános fogazással tudjuk megvalósítani, vagyis profileltolást kell alkalmazni. A fajlagos tengelytáv-növekmény:

$$\delta = \frac{a - a_0}{m} = \frac{2210 - 2200}{22} = 0,454545$$

A gördülőkör-sugarakat úgy kapjuk meg, hogy a tengelytávot a módosítás arányában osztjuk:

$$r_{\sigma 1} = \frac{a}{1+i} = \frac{2210}{1+10,7647} = 187,850 \text{ 09 mm}$$

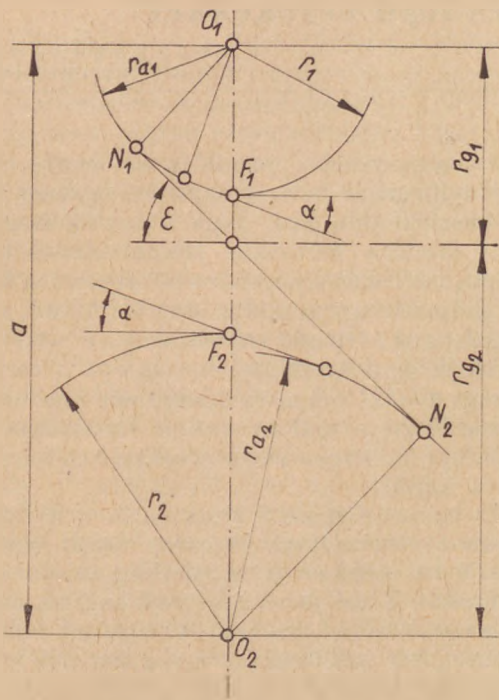
és

$$r_{\sigma 2} = a \frac{i}{1+i} = 2210 \frac{10,7647}{1+10,7647} = 2022,14991 \text{ mm}$$

Az osztókör-sugarak a következők lesznek:

$$r_1 = \frac{m \cdot z_1}{2} = \frac{22 \cdot 17}{2} = 187 \text{ mm}$$

\* A „Petrik Lajos” pályázaton díjazott tanulmány.



1. ábra. A hajtás fontosabb jellemzői

$$r_2 = \frac{m \cdot z_2}{2} = \frac{22 \cdot 183}{2} = 2013 \text{ mm}$$

Az alapkör-sugarak az osztókör-sugarakból számíthatók:

$$r_{a1} = r_1 \cdot \cos \alpha = 187 \cdot \cos 20^\circ = 175,7226 \text{ mm}$$

és

$$r_{a2} = r_2 \cdot \cos \alpha = 2013 \cdot \cos 20^\circ = 1891,6020 \text{ mm}$$

A szükséges profileltolás meghatározásához kiszámítjuk a kerék-kapcsolószöget az 1. és a 2. ábra alapján:

$$\cos \varepsilon = \frac{r_{a1} + r_{a2}}{a} = \frac{175,7226 + 1891,6020}{2210} = 0,935461$$

ebből

$$\varepsilon = 20^\circ 42' 2''$$

A profileltolási tényező az

$$x = \frac{z_1 + z_2}{2} \Phi$$

összefüggésből számítható. A  $\Phi$  függvény értéke táblázatból (1) vehető ki, mellyel a teljes profileltolási tényező:

$$x = \frac{17 + 183}{2} \cdot 0,0046223 = 0,46223$$

lesz.

A közös fogmagasság  $c_1 = 0,2$  fejhézag-tényező figyelembevételével:

$$h_k = \left( 2 - \frac{x - \delta}{1 + c_1} \right) m = \left( 2 - \frac{0,46223 - 0,454545}{1 + 0,2} \right) 22 = 43,8592 \text{ mm}$$

Ebből számolható a teljes fogmagasság:

$$h = h_k \left( 1 + \frac{c_1}{2} \right) = 43,8592 \left( 1 + \frac{0,2}{2} \right) = 48,24512 \text{ mm}$$

Igen fontos a közös fogmagasság helyes elosztása, illetve az  $x_1$  és az  $x_2$  profileltolási tényezők meghatározása. Az általános evolvens-fogazás törvényszerűségei lehetővé teszik, hogy a  $h_k$  közös fogmagasságot az  $F$  főponthoz képest — bizonyos határok között — tetszőlegesen helyezzük el. A hajtás eleve meglévő hibáinak ellensúlyozása végett itt a Botka-féle hármas kiegyenlítésre kell törekedni.

Ez megvalósítható a kiegyenlített csúszásra való helyesbítés által. A közös fogmagasságot úgy helyezzük el az  $F$  főponthoz képest (vagy másképpen: a működő kapcsolóvonal-szakaszt úgy tologatjuk az  $N_1N_2$  egyenesen), hogy a kapcsolóvonal kezdő és végpontjában ( $k_1, k_n$ ) a relatív csúszás értékei ( $\eta_1, \eta_2$ ) megegyezzenek.

A Vörös-féle szerkesztő eljárás (2) itt a nagy módosítás és a nagy méretek miatt nem alkalmazható, ezért a kiegyenlített csúszás esetét próbálgatással kell meghatározni. A közös fogmagasságot két részre osztjuk:

$$h_k = f_{g1} + f_{g2}$$

ahol  $f_{g1}$  a kiskerék,  $f_{g2}$  a koszorú fejevonalának a távolsága az  $F$  főponttól. Ezek felhasználásával számíthatók a fejkör sugarak:

$$R_1 = r_{g1} + f_{g1}$$

és

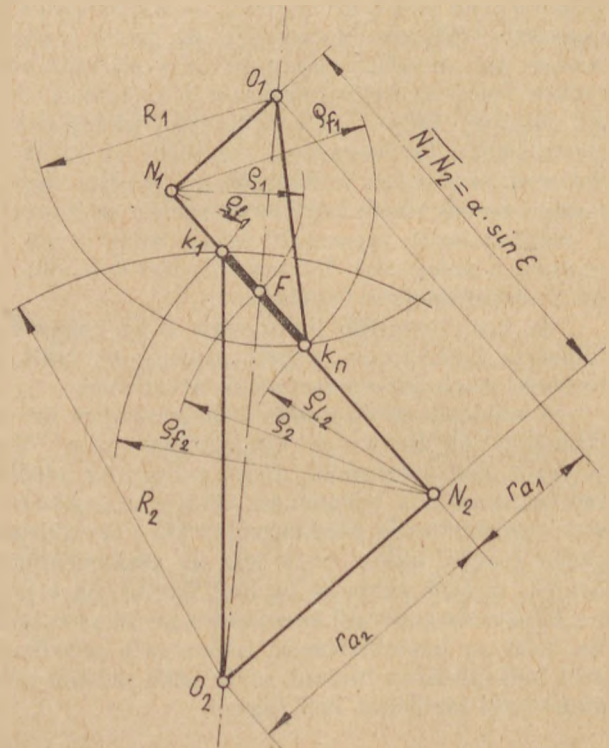
$$R_2 = r_{g2} + f_{g2}$$

A relatív csúszások értékét az

$$\eta_1 = \frac{O_{f2}}{i \cdot O_{l1}} - 1$$

és az

$$\eta_2 = \frac{i \cdot O_{f1}}{O_{l2}} - 1$$



2. ábra. A görbületi sugarak számítása

összefüggésből számíthatjuk. Szükség van még a fovegolvensek görbületi sugaraira, melyeket a 2. ábra alapján felírható összefüggések adnak meg:

$$r_{f1} = \sqrt{R_1^2 - r_{a1}^2}$$

$$r_{f2} = \sqrt{R_2^2 - r_{a2}^2}$$

$$q_{f1} = a \sin \varepsilon - q_{f2}$$

$$q_{f2} = a \sin \varepsilon - q_{f1}$$

A fenti összefüggések alapján meghatározott  $\eta_1$  és  $\eta_2$  értékeket az  $f_{g2}$  függvényében diagramban ábrázolva néhány próbálkozás után megkapjuk a görbék metszéspontját és a vízszintes tengelyen a kiegyenlítés esetét (3. ábra). Ugyanide felvihetjük a  $q_{f1}$  és a  $q_{f2}$  értékeit, hogy a számolás közben elkövetett hibák azonnal kiugorjanak.

A jelen esetben a kiegyenlített csúszás értéke  $f_{g2} = 12,4$  mm-nél  $\eta_1 = \eta_2 = 1,17$ -nek adódott. Egy ilyen clostás esetén a koszorút  $x_2 = -0,01341$ -es profileltolási tényezővel kellene készíteni, ilyen csekély szerszámelállítást azonban nem érdemes alkalmazni. Célszerűbb, ha a megnövekedett tengelytáv megvalósításához szükséges, teljes profil-eltolást a kiskeréknél alkalmazzuk, a nagyméretű fogaskoszorút pedig elemi fogazással készítjük. A profileltolási tényezők tehát a következők lesznek:

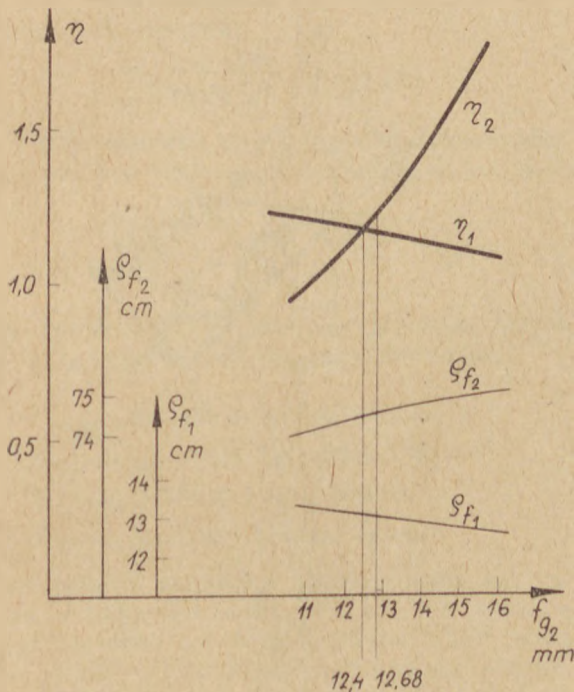
$$x_1 = x = 0,46223; \quad x_2 = 0.$$

Ezekkel a fejkör-sugarak:

$$R_1 = [(z_1 + 2) + 2x_1 - 2(x - \delta)] \frac{m}{2} =$$

$$= [(17 + 2) + 2 \cdot 0,46223 - 2(0,46223 - 0,454545)] \frac{22}{2} =$$

$$= 291,0001 \text{ mm}$$



3. ábra. A relatív csúszások diagramja

$$R_2 = [(z_2 + 2) + 2(x - \delta)] \frac{m}{2} =$$

$$= [(183 + 2) + 2 \cdot 0,00768] \frac{22}{2} = 2034,8310 \text{ mm}$$

Továbbá:

$$f_{g2} = R_2 - r_{g2} = 2034,8310 - 2022,1494 =$$

$$= 12,6816 \text{ mm}$$

A relatív csúszások diagramjába ezt az értéket bejelölve megállapíthatjuk, hogy a relatív csúszások ebben az esetben már nem lesznek teljesen kiegyenlítettek:

$$\eta_1 = 1,22 \text{ és } \eta_2 = 1,16.$$

A fogaskerékajtás fontos geometriai jellemzője a kapcsolószám, melynek értékét a kapcsolóvonal (a 2. ábrán erősen vastagított szakasz) és az alaposztás viszonya adja meg. Az alaposztás:

$$t_a = m \cdot \pi \cdot \cos \alpha = 22 \cdot 3,1416 \cdot \cos 20^\circ =$$

$$= 64,9468 \text{ mm}$$

Ezzel a kapcsolószám:

$$\alpha = \frac{q_{f2} - q_{f1}}{t_a} = \frac{749,92 - 650,50}{64,9468} = 1,5$$

lesz, tehát meghaladja a megengedett 1,15—1,2-es értéket, ami azt mutatja: hogy a hajtás a megvalósított nagy módosítás ellenére még elég nyugodt járású lesz.

### Szilárdságtani ellenőrzés

A hajtómotor teljesítménye  $N = 1090$  LE, így az átviendő nyomaték az  $n_1 = 214/p$ -es fordulatszámú előtét tengelynél:

$$M_1 = \frac{71\,620 \cdot N}{n_1} = \frac{71\,620 \cdot 1090}{214} \approx 364\,800 \text{ cmkg}$$

A főpontban ébredő kerületi erő:

$$P = \frac{M_1}{r_{g1}} = \frac{364\,800}{18,785} \approx 19\,500 \text{ kg}$$

Ennek a felületre merőleges irányú komponense:

$$Q = \frac{P}{\cos \varepsilon} = \frac{19\,500}{\cos 20^\circ 40'} \approx 20\,850 \text{ kg}$$

A továbbiakban ezt a terhelést fogjuk figyelembe venni.

Először vizsgáljuk meg, mekkora Hertz-feszültségek ébrednek a fogfelület egyes helyein. A Hertz-feszültség a

$$\sigma_H = \sqrt{0,35 \cdot \frac{Q}{b} \cdot E_k \cdot \frac{1}{\rho_k}}$$

összefüggésből számítható; ahol  $E_k$  a közös rugalmassági modulus, itt krómaceél és acélöntés érintkezése esetén:  $E_k = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ; továbbá:

$$\rho_k = \frac{2 \cdot q_1 \cdot q_2}{q_1 + q_2}$$

az érintkező felületek közös görbületi sugara.

A legnagyobb Hertz feszültség helyének megállapításakor óvatosan kell eljárni. Két helyen lehet a Hertz-feszültségeknek maximuma: a kapcsolóvonal kezdeténél a  $k_1$  pontban és az egyedi kapcsolódás kezdetén az  $e_1$  pontban. A  $k_1$  pont azért veszélyes, mert közel fekszik a kiskerék

alapköréhez, és így a  $\rho_1 = \rho_{11}$  sugár kicsi, az  $e_1$  pontban pedig a terhelés hirtelen  $Q/2$ -ről  $Q$ -ra vált át. Célszerű ezért mindkét pontban kiszámítani a Hertz-feszültség értékét.

A  $k_1$  pontban levő közös görbületi sugár a 2. ábra alapján:

$$\rho_{k1} = \frac{2\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{2 \cdot 3,128 \cdot 74,292}{3,128 + 74,292} = 6,0055 \text{ mm}$$

és így a Hertz-feszültség:

$$\sigma_{H1} = \sqrt{0,35 \cdot \frac{20850}{2 \cdot 50} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{6,0055}} = 5050,6 \text{ kg/cm}^2$$

Az egyedi kapcsolódás első pontját úgy kaphatjuk meg, ha a  $k_n$  pontból felfelé visszamérjük az alaposztást. Jelen esetben az  $e_1$  pont az  $F$  főponttal csaknem egybeesik, ugyanis a főponti görbületi sugarak:

$$\rho_1 = \frac{\alpha \cdot \sin \varepsilon}{1 + i^2} = 6,64 \text{ cm}$$

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot i = 71,8 \text{ cm}$$

továbbá felírható, hogy:

$$\alpha \sin \varepsilon - (\rho_1 + \rho_2) = 78,12 - (6,64 + 71,8) = 6,43 \text{ cm} \approx t_a,$$

tehát a Hertz-feszültség a főponti görbületi sugarakkal is számítható:

$$\rho_{ke1} = \frac{2\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{2 \cdot 6,64 \cdot 71,8}{6,64 + 71,8} = 11,24 \text{ cm}$$

ezzel:

$$\sigma_{He1} = \sqrt{0,35 \cdot \frac{2085}{50} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{11,24}} = 5215 \text{ kg/cm}^2$$

Az Almen-féle szorzat képzéséhez szükség lesz még a  $k_n$  pontban ébredő Hertz-feszültségre:

$$\sigma_{Hn} = 2649,1 \text{ kg/cm}^2$$

Ezután határozzuk meg a palástnyomás-tényezőket, melyekre a fogaskerekek anyagának kiválasztásakor lesz szükség. A palástnyomás-tényezőt a

$$k = \frac{M}{bd^2} \cdot \frac{4}{\sin 2\varepsilon}$$

összefüggés segítségével számítjuk ki. Az összefüggés második tagja mindkét keréknél megegyezik:

$$\frac{4}{\sin 2\varepsilon} = \frac{4}{\sin 2 \cdot 20^\circ 42' 2''} = 6,048 509$$

Az első tagok a gördülőkörök négyzetében különböznek:

$$\frac{M_1}{b \cdot d_{o1}^2} = \frac{364800}{50 \cdot 37,57^2} = 5,169$$

és

$$\frac{M_2}{b \cdot d_{o2}^2} = \frac{3926900}{50 \cdot 404,43^2} = 0,48$$

ezekkel palástnyomás-tényezők:

$$k_1 = 5,17 \cdot 6,05 = 31,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_2 = 0,48 \cdot 6,05 = 2,9 \text{ kg/cm}^2$$

A következő lépés a hajlítófeszültségek kiszámítása. A kiskeréknél ébredő hajlítófeszültséget a

$$\sigma_1 = \frac{2Qy_1}{bm}$$

összefüggés adja meg. Az  $y$  fogalak-tényező értékét táblázatból (2) vehetjük. Behelyettesítve:

$$\sigma_1 = \frac{2 \cdot 20850 \cdot 2,4}{50 \cdot 2,2} = 452,9 \text{ kg/cm}^2$$

A koszorúnál a fogalak-tényező arányában csökken a feszültség:

$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{y_2}{y_1} = 452,9 \frac{2,14}{2,4} = 403,8 \text{ kg/cm}^2$$

A kiegyenlítés ellenőrzésére számítsuk ki a hőmérséktemelkedést a kapcsolóvonal végpontjaiban. A hőmérséklet-emelkedés a

$$\vartheta = 0,6 \mu p \frac{(\sqrt{v_{t1}} - \sqrt{v_{t2}})}{\sqrt{w}}$$

összefüggésből számítható, ahol  $w$  az érintkező felületek benyomódásának félszélessége, mely Blok szerint (1):

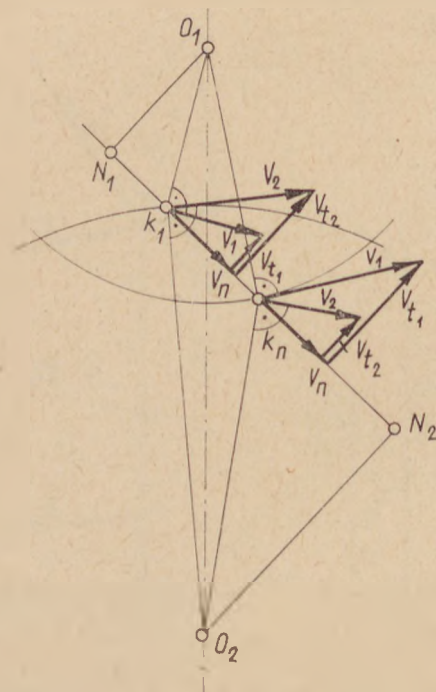
$$w = 1,52 \sqrt{\frac{p}{E_k} \cdot \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}}$$

A  $v_t$  tangenciális sebességeket a 4. ábra alapján kell kiszámítani. A behelyettesítendő értékek és négyzetgyökeik a  $k_1$  pontban:

$$v_{t1} = \rho_1 \cdot \omega_1 = 70,0922 \text{ cm/s}; \quad \sqrt{v_{t1}} = 8,3711$$

$$v_{t2} = \rho_2 \cdot \omega_2 = 156,1333 \text{ cm/s}; \quad \sqrt{v_{t2}} = 12,498$$

$$w_1 = 0,0229 \text{ cm}; \quad \sqrt{w_1} = 0,1518$$



4. ábra. A sebességek felbontása

és a  $k_n$  pontban:

$$v_{t1} = \rho r_1 \cdot \omega_1 = 292,8726 \text{ cm/s}; \quad \sqrt{v_{t1}} = 17,113$$

$$v_{t2} = \rho l_2 \cdot \omega_2 = 135,4341 \text{ cm/s}; \quad \sqrt{v_{t2}} = 11,637$$

$$w_n = 0,0435 \text{ cm}; \quad \sqrt{w_n} = 0,209$$

Ezekkel a hőmérséklet-emelkedések:

$$\theta_{k1} = 0,06 \cdot 0,1 \cdot 158,5 \cdot \frac{8,371 - 12,498}{0,1516} = 25,89^\circ\text{C}$$

$$\theta_{kn} = 0,06 \cdot 0,1 \cdot 158,5 \cdot \frac{17,113 - 11,637}{0,209} = 24,92^\circ\text{C}$$

A kapcsolóvonal végpontjaiban számított hőmérséklet-emelkedések különbsége kisebb mint  $1^\circ\text{C}$ , tehát a kiegyenlítés ebből a szempontból is megfelelő.

Hátra van még az Almen-féle szorzatok, vagyis a csúszási sebességek és a Hertz-feszültségek szorzatának vizsgálata. A csúszási sebességeket megkapjuk, ha az érintőleges sebességeket kivonjuk egymásból (5. ábra). Így a  $k_1$  pontban:

$$v_{s1} = v_{t2} - v_{t1} = 86,0411 \text{ cm/s}$$

és a  $k_n$  pontban:

$$v_{sn} = v_{t1} - v_{t2} = 157,4385 \text{ cm/s.}$$

Ezekkel az Almen-féle szorzatok:

$$v_{s1} \cdot \sigma_{H1} = 86,04 \cdot 5050,6 = 434\,553,6$$

és

$$v_{sn} \cdot \sigma_{Hn} = 157,44 \cdot 2849,1 = 417\,074,3$$

tehát megközelítőleg az Almen-féle szorzatok is kiegyenlítettek.

Itt kell megjegyezni, hogy a Botka-féle hármas kiegyenlítés mellett a tangenciális sebességek viszonya is kiegyenlített. A hányados a  $k_1$  pontban:

$$\frac{v_{t2}}{v_{t1}} = \frac{156,1333}{70,0922} = 2,227\,541$$

valamint a  $k_n$  pontban:

$$\frac{v_{t1}}{v_{t2}} = \frac{292,8726}{135,4341} = 2,162\,473$$

Végül válasszuk meg a fogaskerek anyagát. Ehhez meg kell határozni a  $\zeta_d$  dinamikus tényezőt.

$$\zeta_d = \sqrt[3]{\frac{r_{\sigma 1} \sigma_{H1}}{9,55}} = \sqrt[3]{\frac{18,78 \cdot 214}{4,55}} = 1,61$$

A dinamikus tényezővel való szorzás útján kapjuk meg az anyagjellemzők megengedett értékeit:

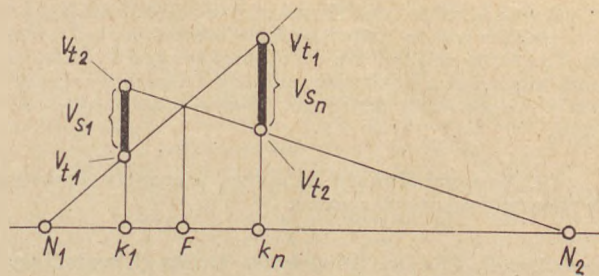
$$\sigma_{1m} = \sigma_1 \zeta_d = 452,9 \cdot 1,61 = 729,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{2m} = \sigma_2 \zeta_d = 403,8 \cdot 1,61 = 650,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_{1m} = k_1 \zeta_d = 31,2 \cdot 1,61 = 50,2 \text{ cm}^2$$

$$k_{2m} = k_2 \zeta_d = 2,9 \cdot 1,61 = 4,7 \text{ kg/cm}^2$$

A fenti adatok alapján a kiskerék anyagául válasszuk a hőkezelés nélküli Cr 135 jelű acélt, a koszorú esetében gyártástechnológiai okok miatt az Aö. 60 jelű acéltöntvény mellett kell maradnunk. Az anyagok jellemzőivel a biztonsági tényezők a következők lesznek:



5. ábra. A csúszási sebességek szerkesztése

$$X_{1\sigma} = \frac{\sigma_{fK}}{\sigma_{1m}} = \frac{33}{7,292} = 4,52$$

$$X_{2\sigma} = \frac{\sigma_{fK}}{\sigma_{2m}} = \frac{19,5}{6,501} = 2,99$$

$$X_{1k} = \frac{k_K}{k_{1m}} = \frac{0,79}{0,502} = 1,57$$

$$X_{2k} = \frac{k_K}{k_{2m}} = \frac{0,25}{0,047} = 5,32$$

Látható, hogy mind a négy esetben 1,5-nél nagyobb biztonsági tényező adódik, tehát ebből a szempontból a fogazat megfelelő. A Hertz-feszültségek szempontjából nem ilyen kedvező a helyzet. Az Aö. 60-as anyagnál a Hertz-feszültség kifáradási határa  $42,8 \text{ kg/mm}^2$ , mely kisebb a számított fellépő Hertz-feszültségnél. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy a Hertz-feszültségnek a nagykeréknél nincs olyan erős hatása, mint a kiskeréknél. Egyrészt a koszorúnak sokkal nagyobb az élettartam-tényezője, vagyis a koszorú egyes fogai sokkal ritkábban kerülnek kapcsolatba, mint a kiskeréké, másrészt figyelembe kell venni, hogy a Hertz-feszültség hatására létrejövő kipattogzás (pitting) csak a fogak láb részén szokott jelentkezni, viszont a koszorúnak éppen a fejrészénél nagy a Hertz-feszültség.

A fentiekben röviden ismertetett számítás is bizonyítja, hogy az egyszerű, egyenesfokozású megoldás nem lehetetlen. Egy kísérleti koszorú mutatná meg, hogy a fellépő nagy Hertz-feszültségeknek nem lesz-e kóros hatása.

#### IRODALOM

- (1) *Pattantyús*: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve. 3. kötet. D/91., 99.
- (2) *Vörös*: Gépelemek III. Fogaskerek. 26., 44.

*Horváth Sándor*: Nagy golyósmalmok meghajtása egyenes-fogú kerekkel

Szükségessé vált a cementgyári nagy golyósmalmok nyílfogazású meghajtórendszerének átalakítása. Számítással igazolható, hogy az eredeti modul és a tengelytávolság megtartása mellett a hajtást egyszerű egyenes fogazású kerekkel is meg lehet valósítani. A mérétezőskor a Botka-féle hármas kiegyenlítésre, vagyis a relatív csúszások, a hőmérséklet-emelkedések és az Almen-féle szorzatok kiegyenlítésére kell törekedni a kapcsolóvonal végpontjaiban. Általános fogazást alkalmazva elég jó kiegyenlítést kapunk, ha a nagyméretű fogaskoszorút elemi fogazásúra, a kiskeréket pedig ennek megfelelő pozitív profilletolással készítjük.

A fogak szilárdsági ellenőrzése a hajlítófeszültségek és a palástnyomás-tényezők összehasonlításával történik. Megfelelnek lesznek a biztonsági tényezők, ha a kiskerék anyagául a hőkezelés nélküli Cr 135 jelű acélt választjuk, a koszorút pedig Aö. 60-as acélöntvényből készítjük.

**III. Хорват: Привод бальных шаровых мельниц с преиозубчаными колесами.**

**Horváth, Sándor: Antrieb der großen Kugelmöhlen mit gerade gezahnten Rädern**

Es tat Not das mit Pfeilzahlung ausgestaltete Antrieb-System der großen Kugelmöhlen für Zementwerke umzubauen. Man kann mittels Berechnen nachweisen, daß der Antrieb, bei unverändertem ursprünglichen Modul und Achsenabstand, auch mit einfacher Geradzahnung ausführbar ist. Beim Berechnen der Abmessungen wird die dreifache Ausgleichung nach Botka angewandt, das heißt: die relativen Rutschungen, die Temperaturerhöhungen und die Almensen Produkte müssen in den Endpunkten der Eingriffslinie ausgeglichen werden. Es ergibt sich ein ziemlich gutes Ausgleichen, wenn der große Zahnkranz als Nullrad und der Ritzel mit einer entsprechenden positiven Profilverschiebung gefertigt wird.

Die Festigkeitsprüfung wird auf Grund vom Vergleich von Biegefestigkeiten und Walzendruckfaktoren ausgeführt. Man bekommt hinreichende Sicherheitsfaktoren, wenn der Ritzel aus Stahl Cr 135, ohne Härtung, und der Kranz aus Stahlguß Aö. 60 ausgeführt wird.

**Horváth, Sándor: The Driving of the Large Ball-mills with Spur Gears**

It was necessary to reform the double helical gear driving system of large ball-mills operating in the cement factory.

It can be proved by computation that the driving can be released with simple spur gears, also in case of the conservation of the former modul and distance between axes. At the dimensioning one must amount the Botka triple compensation, or in other words, the compensation of the relative slips, the temperature rises and the Almen products. Applying a general gearing we shall get a compensation good enough, if we produce an elementary gearing gear rim and, suitably, a positive profile displacement smaller gear.

The strength test of the teeth happens with the comparison of the bending-stresses and the pall pressure coefficients. The factors of safety are suitable, if the smaller gear is made from steel Cr-135 without heat treatment and the gear rim from steel casting Aö-60.

## A világ szilikátiparából

Az NSZK-ban új, automatikusan működő, ún. Holderbank rendszerű titráló berendezést használnak a karbonát-titráláshoz. A berendezést a cementgyári nyersliszt vagy iszap folyamatos ellenőrzésére alkalmazzák, amelynek részei: a mintavevő, a nyersliszt-előkészítő malom, a minta mérésére szolgáló automata-mérleg, a CaCO<sub>3</sub>-tartalom meghatározására szolgáló titrométer és a vezérlőberendezés. Egy mérési ciklus időtartama 6 perc, tehát óránként 10 titrálást végez folyamatosan.

\*

Svédországban a cement iránti kereslet készítette arra a linhamni cementgyárat, hogy kapacitását 60%-kal emelje meg, és évente 500 000 t cementet gyártson. A gyár kiépítése során új forgókemencét állítottak fel, amely hagyományos rendszerű, de méreteiben (170 m hosszú és 5–6 m átmérőjű) felülmúlja a meglévőket. Nagymértékben korszerűsítették a mészkőjövesztést és a gyárba való szállítást is. A megtört mészkő durva frakciójából leválasztják a könnyebb mész-szilikátot, és a finom őrlőfázis előtt silókban tárolják a nyersanyagot. A véglegesen előkészített iszapot 2 km hosszú alagúton át szállítószalagon szállítják a gyárba. A gyártási folyamatot elektronikus adatfeldolgozó vezéri.

\*

A NSZK-ban a cementgyári nyersiszap szállítására gazdaságossági vizsgálatokat végeztek. Az üzemelő serleges szállítómuvek az iszapszállító csigák, a dugattyús, a mammut- és a centrifugálszivattyúk képezték a vizsgálatok egyik részét, míg a másik részben a hevederes szállítószalagok, ill. csővezetéken való szállítások kihatásait vizsgálták.

A hevederes szállítószalagok gazdaságosan alkalmazhatók — a lefolytatott vizsgálatok alapján — a bányáktól a cementgyárig történő iszapszállításnál, ha a távolság nem haladja meg a 4 km-t, a teljesítmény pedig az 1000 t-át. Nagyobb szállítási távolságok esetén a csővezetéken való továbbítást találták gazdaságosabbnak. A gyakorlatban a 600 t/óra teljesítményű berendezés alkalmazását javasolják. A sűrűbb konzisztenciájú iszapok könnyebb szállíthatósága érdekében — az építőiparban alkalmazott csővezetékes habarcsszállítás esetében bevált — komprimált levegő bevezetését szükségesnek tartják.

\*

Az NSZK téglaiiparában „forradalmi”-nak nevezik a COANDA-effektus alkalmazását az alagútkelemenek és a szárítók kapacitásának növelésére. Ezzel az új eljárással biztosítják a különböző hőmérsékletű energiahordozók keringtetését, miáltal növelhető a hőmérséklet emelési sebessége, anélkül, hogy a termékek minőségét veszélyeztetné. Ezzel az eljárással megtakarítást érnek el, mivel pl. egy 100 t/nap kapacitású téglagyártáshoz 15 kg fűtőolajat használtak fel a keringtető-berendezéshez, amelyből mindössze 1,5 kg volt szükséges a kinetikai energiához. A további 13,5 kg hőenergiát szolgáltatott, míg a 495 m<sup>3</sup> égési levegő sűrítéséhez 10 kW<sub>0</sub>-t használtak fel. 5–10%-os gyártásnövekedés esetében a selejtet 50%-kal sikerült csökkenteniük.

\*

Ugyancsak az NSZK-ban az agyagok szárítási érzékenységének vizsgálatához infravörös-spektrográfiai módszert dolgoztak ki.

A kaolin és a jellegzetes agyagok szárítási érzékenységét gyors szárítóban vizsgálták, 800°-ig hevítve azokat, rövid időn át.

A kaolin infravörös diagramjából megállapítható volt, hogy 200°-ig már lényeges változás következik be, míg az egyes agyagok csak magasabb hőmérsékleten veszítik el víztartalmukat. Elektron-optikai eljárásokkal következtettek a szárítási érzékenységre, majd ipari körülmények között szárított termékek tanulmányozásával egészítették ki vizsgálataikat és dolgozták ki módszerüket.

\*

Az agyagiparban is széles körben lehet alkalmazni a pneumatikus szállítóberendezést, amit pedig az agyag szállítására és fellazítására állapítottak meg az NSZK szakemberei.

A pneumatikus agyagszállító berendezések 6 t/órától 300 t/óra teljesítményig raktárról kaphatók, de készítenek 400, sőt 500 t/óra teljesítményű berendezéseket is. (Pl. 200 t/óra pneumatikus szállítószalag az energiaszükséglet 1,04 kW<sub>0</sub>/t, 46 m szállítási szintkülönbség esetében).

Jól bevált a pneumatikus fellazítás az agyagsilókban. Újabb silóúrrító berendezéseket is készítenek pneumatikus megoldással.



A korszerű koks-fűtésű mészégető aknakemencék irányméretei az NSZK-ban a következők:

Az előmelegítési szakasz magassága a kemenceoszlop magasságához viszonyítva 1 : 3,5—1 : 5-ig; az égetési szakasz magassága 1 : 3-tól 1 : 4-ig, míg a gyűjtőszakasz magassága 1 : 3,5—1 : 5-ig terjed.

Az átmérő aránya a hasznos magassághoz viszonyítva 1 : 6 120—200 mm nagyságú mészakadarak esetében, míg 30—60 mm nagyságnál az arány 1 : 5,2—5,7. A korszerű, nagyteljesítményű aknakemencék — zsugorított dolomittal bélelve — elérik a napi 250 tonna égetettség-kapacitást is.

\*

Angliában olyan kőbányákban, ahol a másodlagos robbantás vagy az ejtőkos alkalmazása körülményes, a másodlagos aprítást fűrókalapáccsal, újabban hidraulikus közethasító géppel oldják meg. A közethasító az előfűrt lyukba helyezve 2 percnél rövidebb idő alatt 70 t nyomást képes kifejteni, és ezzel hasítja szét a kőzetet.

A furatba helyezett 37,5 cm (15 hüvelyk) hosszú és 62 mm (2,5 hüvelyk) átmérőjű hasító fejen 9 db dugattyú adja át a feszítőerőt a furat belső falára.

\*

A General Electric Company kutatólaboratóriumában vizsgálatokat végeztek az új „Yttralox” kerámiaanyaggal kapcsolatban, amely annak ellenére, hogy olyan átlátszó mint az üveg, annál jobb hővezetési és szilárdsági tulajdonságokkal rendelkezik.

Az Yttralox 2200° hőmérsékleten olvad. Anyaga 90 %  $Y_2O_3$ -ból és 10 %  $ThO_2$ -ből áll. Kedvező tulajdonságainál fogva, az Yttralox-ot elsősorban a magas hőfokú kemencék bepillantó ablakaihoz, az elemek megfigyelésére szolgáló mikroszkopok elállításához, valamint különböző fajtájú világítótestek (nagy fényintenzitású izzólámpák és csövek) elállításához kívánják felhasználni.

\*

Az USA-ban az alumíniumoxidnak a finomkerámiai anyagokra gyakorolt hatását vizsgálták. E célból megvizsgálták a 40 % kaolint, 30 % nefelinszenitet és 30 % soványítóanyagot tartalmazó nyerskeverékből készült finomkerámiai massa tulajdonságait. Megállapították, hogy a zsugorított alumíniumoxidból készült termékek tulajdonságai hasonlóak az ömlesztett alumíniumoxid-tartalmú anyagokéhoz. Az alumíniumoxid-tartalmú anyagok nagy stabilitással rendelkeznek, ez a kisebb mértékű hőterjedésben és alakváltozásban nyilvánul meg, szemben a szilíciumoxid-tartalmú masszával.

A durva szemmagyságú anyag természetesen kevésbé segíti elő az olvadást mint a finomszemcséjű. Ezt a mikroszkópia és a röntgenvizsgálatok is bizonyítják.

Legnagyobb mértékben a szilíciumoxid, közepes mértékben a zsugorított alumíniumoxidot tartalmazó cserép zsugorodik. Ebből a szempontból legkedvezőbbnek az  $Al_2O_3$ -at tartalmazó masszát találták.

\*

A finomkerámiai — (elektroporcelán) — massa hulladékának a nyersanyaghoz való visszavetésére ultrahanggal működő keverőberendezést dolgoztak ki az USA egyik szigetelőporcelán-gyárában. A berendezés a hulladékmassa ismételt felhasználhatóságának időtartamát jelentősen lecsökkenti. A berendezés leglényegesebb része egy ultrahanggenerátor, amely egy motorikus vezérlésű nagynyomású szivattyúval van összekötve. A sajtolt masszahulladékot kb. 6590 l (1500 gallon) úrméretű előkeverő kádba juttatják, ahol vízzel keverik. Ezután a nagynyomású szivattyú segítségével az ultrahanggerjesztésű „szondátor”-ba nyomtatják, ahol a diszpergált masszahulladék megfelelő viszkozitásúvá és egységessé, ezáltal ismét feldolgozhatóvá válik.

\*

A svéd üvegyárakban megindították a harcot az üvegolvadék-hibák ellen, mivel az üvegyipari termékek törésének zömét az üvegolvadék hibái okozzák. A küzdelem első fázisa a hibaforrások megállapítása volt, melyet igen gyorsan kellett végrehajtani, hogy az üzemmenetben a hibák elhárítását sürgősen el lehessen végezni. A munkába a kutatóintézeteket is bevonták, folyamatos a konzultáció és a többoldalú ellenőrzés főként a hibaforrások keletkezésének megelőzése terén.

A vizsgálatok rámutattak arra, hogy az üveghibák kiküszöböléséhez egyre inkább szükséges az alapvető jelenségekre vonatkozó ismeretek kutatás útján való bővítése.

A jelenségek tanulmányozásához polarizációs, ill. interferencia-mikroszkópot, valamint igen pontos vegyelemzést kell alkalmazni. A svéd Üvegyipari Kutató Intézetben jelenleg kidolgozás alatt van egy olyan készülék, amellyel — gázkromatográfiai elemzés segítségével — meg lehet majd határozni az üvegben levő buborékok gáztartalmának összetételét, mégpedig az eddigiek-nél tízszer nagyobb pontossággal.

A hidrogénfluoriddal maratott felületű üveg hajlítószilárdsága a felületi mikro-repedések leoldódása következtében 35 000 kp/cm<sup>2</sup> értéket is elérhet, de a felület legcsekélyebb kopása vagy sérülése hatására (pl. mechanikai hatás vagy 200°-nál magasabb hőmérséklet) a szilárdság a 10—20-adára esik vissza.

Ha a maratás nem  $H_2F_2$ -ben, hanem vízmentes oldvadékokban történik (pl. megolvasztott alkáli-nitrátban oldott alkáli-boro-fluoridban) a szilárdság a hőkezelés hatására sem változik, de a mechanikai kopásra a felület továbbra is érzékeny marad.

E hatás kiküszöbölésére az üveg szilárdságának növelésére az olvasztott só-fürdőben történő kezeléskor az USA-ban a sófürdőhöz 1—2% ezüstöt adagoltak. A felületi rétegben bekövetkező ioncsere hatására a réteg nyomófeszültség alá kerül, kopásállóvá válik, és ezzel a maratás hatására bekövetkező kb. 4—5-szörös szilárdságnövekedés tartósan megmarad.

## Egyesületi élet

A **Cementszakosztály március hó 22-én megtartott ülésén Németh Miklós**, a Cement- és Mészműi főenergetikus tartott beszámolót a cement- és mészipar távlati energiaellátási lehetőségeiről.

Megállapította, hogy míg 1960-ban az ipar energiaszükségletének mintegy 80%-át biztosították, addig 1965-ben már csak mintegy 55%-át tudják majd hazai termelésből fedezni. A többit importból kell pótolni, amit célszerűen magas kalóriatartalmú anyagokkal (elsősorban kőolajjal, földgázzal) érdemes megvalósítani.

Annak ellenére, hogy az energiahordozók termelése (a széné is) abszolút mértékben növekszik, megosz-lásuk aránya nagymértékben meg fog változni. Így például az 1960. évi kb. 2,5% helyett a kőolaj és a földgáz felhasználásának mértéke 1975-ben már 17%-ra nő.

A földgáztelepek kihasználására a földgázvezetékek széles hálózata épült meg, illetve áll építés alatt. 1970 és 1975 között várható, hogy az iparilag hasznosítható földgáz a DCM-be is eljut. Ugyanakkor kevésbé valószínű, hogy a közeljövőben az új beremendi gyár is kap földgázvezetéket, mivel a felhasznált mennyiség nem állna arányban az építési költségekkel.

Jelenlegi földgázimportunk Romániából évi kb. 200 millió m<sup>3</sup>. Ennek bővítése nem várható, de remélhetőleg a Szovjetunió és Olaszország közötti megállapodás alapján épülő földgázvezeték lehetővé teszi a szovjet földgáz behozatalát.

Cementgyártási szempontból egyértelműen a földgáz az ideális tüzelőanyag: kis beruházási igénye, könnyű kezelhetősége és automatizálhatósága, nagy égési

hőmérséklete miatt. A nem kielégítő lángsugárzás megfelelő intézkedésekkel (például kis légfeslegtényezővel való égetés útján javítható.)

A budapesti gázellátás nyári feleslegének felhasználására tervezik a DCM-nél mind a klinker- mind a mészégető kemencékben a vegyes tüzelés bevezetését oly módon, hogy áprilistól októberig csak gáz-, a többi időszakban pedig olajtüzeléssel működjenek. Ez a beruházás a nagymérvű importolaj-megtakarítás miatt igen rövid idő alatt megtérülne. A földgáz-körvezetek kiépítésének befejezése után BÉlapátfalván is sor kerülhet a földgáz alkalmazására a cement-, illetve mészégetésnél. A további vezeték bővítés (Budapest—Tokod—Győr vonal) lehetővé teszi a későbbiek során a Lábatlani Cementgyár bekapcsolását is. A Cement- és Mész-mű jelenlegi tervei szerint 1975-ben a földgáz a teljes energiafelhasználás 48%-át fogja elérni.

A nagy érdeklődéssel fogadott beszámoló után számos kérdés és hozzászólás hangzott el, és a szakosztályvezető Chikán János zárószavában teljesen jogosan értékelte rendkívül hasznosnak az előadást és az azt követő vitát.

\*

**A Durrakerámiai Szakosztály, a Szilikátipari Film-bizottság közreműködésével, március 20-án egésznapos szakmai filmbemutatót tartott.**

A bemutatott filmek áramlástechnikai alapfogalmakkal ismertették meg a közönséget, olyan modellkísérletek segítségével, melyek az ipari gyakorlatban előforduló, bonyolultabb — matematikai úton nehezen követhető — áramlási problémák megoldását megkönnyítik.

A Film-munkabizottság vetítéseket eddig csak klubdelutánok keretében tartott, ezek iránt az érdeklődés igen mérsékelt volt. Új kezdeményezésként a Bizottság egy témakörből válogatott filmekből először rendezett egésznapos vetítést olyan nagy érdeklődés mellett, hogy a klubhelyiség kicsinek bizonyult; az érdeklődők száma elérte a 80-at.

A műsort négyrészes amerikai film vezette be, mely az áramlástechnikai hasonlóságelmélet alapjait mutatta be, igen színesen. A további két szakfilm olyan módszertani kérdésekkel foglalkozott, melyek az áramlástechnikai modellezésben jelentős segítséget nyújtanak a kutatóknak. Az első elektrolitikus úton szemlélteti az áramlásképet, a második a polarizált fény alkalmazási lehetőségeit mutatja be itt és a hőtechnikai kísérletek területén.

A szoros értelemben vett szakfilmeket kívül néhány pihentető rövidfilmet is vetítettek.

**A Finomkerámiai Szakosztály 1968. március 28-án, a Durrakerámiai Szakosztály Tűzálló szakcsoportjával közösen, „A Finomkerámiai ipar Tűzállóanyag-problémái” címmel ankétot tartott.**

A finomkerámiai ipar égetési segédeszközökkel való ellátásában a hamarosan üzembe lépő hódmezővásárhelyi Porcelánedénygyár égetési segédeszköz-üzeme döntő fordulatot fog jelenteni. A szakosztályvezetőség úgy gondolta, hogy első hazai, világszínvonalon álló égetési segédeszköz-üzemünk üzembehelyezése előtt szükséges felmérni az ipar tűzállóproblémáit, eredményeit, hiányosságait. E kezdeményezés szerencsésen találkozott az ipar igényeivel, az ankét jól sikerült és a célkitűzésnek megfelelt.

Richter Vladimír a FIM műszaki igazgatójának megnyitó szavai után a következő előadások hangzottak el:

Terényi Gyula: „Fejlesztési tendenciák a szilicium-karbid-termékek gyártásában”

Dr. Lócsei Béla: „Javitott minőségű új kemence-szerkezeti anyagok tulajdonságai” című előadását Karabélyos Péter ismertette

Szántó Lajos: „Égetési segédeszköz-gyártás tanulmányozása az NDK-ban”

Zömbik József: „Eljárás újfajta égetési segédeszköz előállítására”

Az előadások után Abód László felkért hozzászóló mondta el észrevételeit, míg Jilek József hozzászólását írásban küldte be.

Minden előadást élénk vita követett. Összesen mintegy 25-en szóltak az elhangzottakhoz. Az előadások, továbbá a velük kapcsolatban elhangzott hozzászólások szövegét az „Építőanyag” és a „Szilikástechnika” c. folyóiratokban fogjuk ismertetni.

Az ankét Molnár Gyula szakosztályvezető zárószavával ért véget.

(M. Gy.)

## Hírek az iparból

Dr. Timár Mátyás látogatása az Alföldi Porcelán-gyárban. Habuda Ádám vezérigazgató Higi László igazgató és Pálinkás Keresztély főmérnök tájékoztatták a vendégeket vállalatunk új létesítményének termelési feladatairól és terveiről, kitérve az egész iparág feladataira, a termelés gazdaságosságára és az exportlehetőségekre. Dr. Timár Mátyás ezután megtekintette a már működő szaniter gyáregységet. A látogatás befejeztével a miniszterelnökhelyettes elismerően nyilatkozott a látottakról.

\*

Befejezés előtt áll az Alföldi Porcelángyár égetési segédeszköz-üzemének építése. A próbaüzemeltetés májusban indul. Az Alföldi Porcelángyár szükségletein felül a FIM többi gyárainak égetési segédeszköz-igényét is ki fogja elégíteni az új üzem mind a regál- és tololapok, mind pedig a különböző tok fajták területén.

\*

Épül a második váltókocsis kamráskemence Herenden. Az 1966-ban üzembehelyezett 4 m<sup>3</sup>-es propán-butángáztüzelésű, váltókocsis kemence után, amely kitűnő minőségű árut szolgáltat, a közeljövőben üzembehelyezik Herenden a második gáztüzelésű kemencét, amelyet ugyancsak a Riedhammer-cég szállított.

\*

Áprilisban kezdte meg üzemelését a Romhányi Cserép-kályhagyárban az NDK-ból vásárolt kályhacsempe-sajtológép. A gép teljesítménye 400 db/ó sfcsempe és 350 db/ó sarokcsempe.

\*

Kétesatornás, villamosfűtésű kemencét helyeztek üzembe a Budapesti Porcelángyárban. A kemencét a SITI-cég szállította. Jelenleg különböző külső és belső burkolásra alkalmas lapok, dekoratív és színes csempék égetésére alkalmazzák az új kemencét, amely egyébként 30 000 m<sup>2</sup>/év teljesítményű.

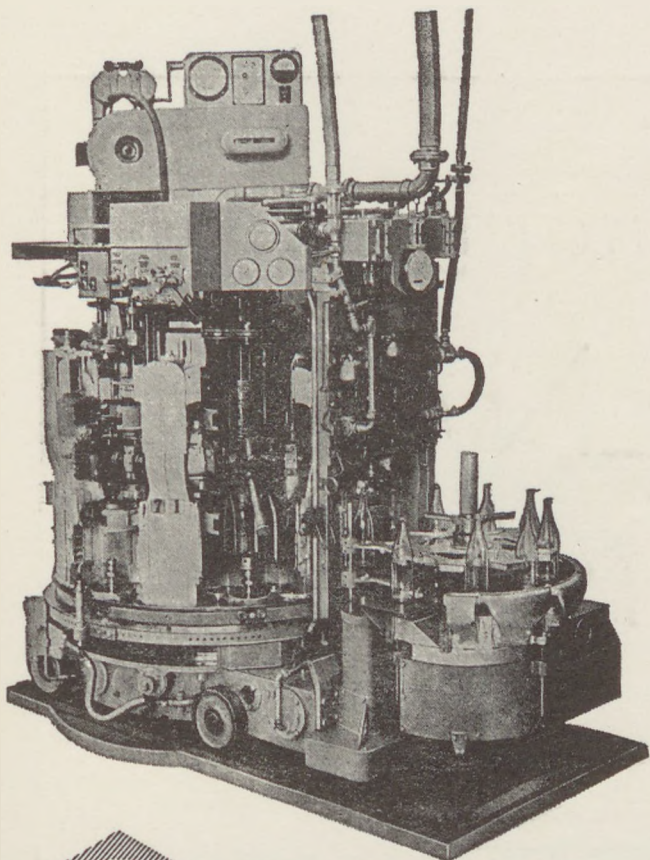
\*

Szófiában a Finomkerámiai Művek és a bolgár Üveg- és Kerámia Tröszt műszaki-tudományos és gazdasági együttműködési szerződést kötött január 18-án.

A szerződés keretében egyrészt informálja majd a két fél egymást (kutatási témák és eredmények vonatkozásában), másrészt olyan kiemelt kutatásoknál működnek majd együtt, mint a félporcelán háztartási edénygyártástechnológiájának kidolgozása, gipszformakészítés korszerűsítése, nyersanyagok vizsgálata stb.

Az év folyamán kölesönös tapasztalatcsere lesz az edény, falburkoló csempe és egészségügyi kerámia gyártását illetően.

(M. Gy.)



Világszerte gyártják a

**ROIRANT**

típusú gépek százai a különféle üvegeket,  
palackokat, ballonüvegeket... stb.

**250 darab R7 típusú gép**  
(lásd a képen)

került eladásra 10 éven belül  
palackok és hasonló tárolóedények  
nagy szériában való gyártására

**UTOLÉRHETETLENÜL  
ALACSONY ÁR!**

*Kívánatra részletes ismertetőt küld:*



**ATELIERS J. HANREZ S.A.**

MONCEAU-SUR-SAMBRE - CHARLEROI - BELGIQUE - ☎ (07) 31.44.00

**HIRDESSZEN AZ**

**Építőanyag-ban**

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

**LAPKIADÓ VÁLLALAT, BUDAPEST VII., LENIN KÖRÚT 9—11**

*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.) csekkszámlájára vagy átutalással,  
valamint a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

## PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK:

V., Váci utca 10.  
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban,  
ugyanitt az 1966-ban eddig megjelent példányok is beszerezhetőek.

## HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA,

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