

302.935

# ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI  
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
FOLYÓIRATA*

4

*XXII. ÉVFOLYAM • BUDAPEST 1970. ÁPRILIS*

2

## A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar,  
az üvegeipar-, a finom-  
kerámia, a féglá-, cserép-  
és kő-kavicsipar tudomá-  
nyos szakirodalmi folyóirata

\*

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

\*

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

\*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

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. Tel.: 180-850)  
és minden postahivatalnál. A  
folyóirat külföldre előfizethető:  
„Kultúra” P. O. B. 149, Buda-  
pest 62. Előfizetési díj: 1/4 évre  
22,50 Ft; félévre 45,— Ft; egyes  
szám ára: 7,50 Ft. — Csekkszám-  
lászám egyéni 61.252; közzületi  
61.066 vagy átutalás az MNB 8.  
sz. folyószámlájára.

70.4., 11786 Réval Nyomda,  
Budapest V., Vadász utca 16.  
F. v.: Povárny Jenő

Index: 25,250

## TARTALOM

<i>Genge Rezső</i> : Üvegipari napok, Megnyitó .....	121
<i>Szalontai Károly</i> : Az üvegolvasztás intenzifikálásának irányai .....	122
<i>Száder Rudolf</i> : Új kemence konstrukciók az üvegiparban .....	128
<i>Vissy László</i> : Öntött tűzállóanyagok maximális igénybevétele .....	141
<i>Hudák István</i> : Az elektromos pótfűtés hazai lehetőségei .....	147
A világ szilikátiparából .....	150
<i>Magyari János</i> : Sugárzó izotópos mérések eredményeinek gyakorlati felhasználása .....	151
Külföldi lapszemle .....	157
<i>Wilberger Ferenc</i> : A sugárzó izotópos mérések eredményei .....	158

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>P. Генге</i> : Вступительное слово .....	121
<i>К. Салонтаи</i> : Направления интенсификации стекловарения .....	122
<i>P. Садер</i> : Новые конструкции печей в стекольной промышленности .....	128
<i>Л. Виши</i> : Максимальные показатели службы литых огнеупоров .....	141
<i>И. Худак</i> : Отечественные возможности применения дополнительного электрического нагрева .....	147
<i>Мадьян, Й.</i> : Практическое использование результатов измерений с помощью радиоактивных изотопов .....	151
<i>Ф. Вилбергер</i> : Результаты изотопных измерений .....	158

## I N H A L T

<i>Genge, Rezső</i> : Eröffnungsansprache .....	121
<i>Szalontai, Károly</i> : Intensifizierungstendenzen beim Glasschmelzen .....	122
<i>Száder, Rudolf</i> : Neue Ofenkonstruktionen der Glasindustrie .....	128
<i>Vissy, László</i> : Die höchste Inanspruchnahme feuerfester Gußmaterialien .....	141
<i>Hudák, István</i> : Die Möglichkeiten elektrischer Hilfsheizung in Ungarn .....	147
<i>Magyari, János</i> : Praktische Anwendung der mit strahlenden Isotopen erhaltenen Meßergebnissen .....	151
<i>Wilberger, Ferenc</i> : Die Resultate der Messungen mit strahlenden Isotopen .....	158

## CONTENTS

<i>Genge Rezső</i> : Introduction .....	121
<i>Szalontai, Károly</i> : Intensification of Glass Melting .....	122
<i>Száder, Rudolf</i> : New Kiln Constructions in the Glass Industry .....	128
<i>Vissy, László</i> : Maximum Performance of Cast Refractories .....	141
<i>Hudák, István</i> : Possibilities of Electric Boosting in Hungary .....	147
<i>Magyar, János</i> : Practical Applications of Results Obtained by Radioactive Isotopes .....	151
<i>Wilberger, Ferenc</i> : Results of Measurements with Radioactive Isotopes .....	158

## ÉPÍTŐANYAG

1969. ÉVI

## TARTALOMJEGYZÉKE

## 1. szám

<i>Bergida László</i> : A MTESZ jubileuma.....	1
<i>Kunvári Árpád</i> : A szilikátipar 1971—75. évi műszaki fejlesztésének fő irányai .....	3
<i>Kovács Róbert</i> : Beszámoló az 1968. IX. 23—25. között Várnában megrendezett I. Cementkonferenciáról.....	11
<i>Farkas Ödön</i> : A szilikátipar energiahelyzete és problémái .....	14
<i>Póra Ferenc</i> : A földgáz és a propán-bután-gázzolgáltatás helyzete és távlati fejlesztési tervei ...	19
Egyesületi Élet .....	22
Hozzászólások <i>Póra Ferenc</i> : A földgáz és a PB-gázszolgáltatás helyzete és távlati fejlesztési tervei c. előadásához .....	23
<i>Seidel, G.—Sörgel, P.</i> : A lángkialakulás és a hőátadás összefüggése a klinkerégető forgókemencében .....	25
Hozzászólások <i>Seidel, G.—Sörgel, P.</i> : A lángkialakulás és a hőátadás összefüggése a klinkerégető forgókemencében c. előadásához .....	32
A 100 éves Pécsi Porcelángyár .....	34
A világ szilikátiparából .....	35
Külföldi Lapszemle .....	37
Pályázati felhívás .....	39

## 2. szám

<i>Vajta László—Rapp Tamás</i> : A tüzelő- és fűtőolajellátás helyzete és távlati fejlesztési tervei ....	41
<i>Csizi Béla</i> : Különböző tüzelőanyagokkal fűtött és különböző tüzelési rendszerű téglaiipari alagút-kemencék összehasonlítása .....	44
<i>Leblanc P.</i> : A francia üveggyártás és a földgáz ....	54
<b>Pjotr Petrovics Budnikov</b> .....	59
<i>Vasadi Ferenc</i> : A mészégető akna- és forgókemencék energetikai összehasonlítása .....	60
Egyesületi Élet .....	71
<i>Abod László</i> : Szénhidrogéntüzelés finomkerámiai kemencékben .....	72
<i>Makoldi Mihály</i> : A tüzeléstechnika és energiagazdálkodás újabb eredményeinek alkalmazása a szilikátiparban .....	77

## 3. szám

<i>Beke Béla—Nagy Mihályné</i> : Körfolyamatos őrlés a porcelániparban .....	81
<b>Dr. Papp Ferenc (1901—1969)</b> .....	86
<i>J. E. Taylor</i> : Kalcium-szilikát-hidrátok képződés-hője .....	87
<i>Tamás Ferenc—Sziklai Géza</i> : Hidratált cementek fajlagos felületének meghatározása .....	90
<i>Biczók Imre</i> : Cementkémia — Betonkorrozio .....	96
Egyesületi Élet .....	103, 119
<i>Tasnádiné Marik Klára</i> : A Képző- és Iparművészeti Szakközépiskola Üvegosztályának Kiállítására az ÉVM Üvegipari Bemutatótermében .....	104
<i>Sarlós János</i> : Százéves a lábatlani cement .....	106
<i>Fischer, B.—Szymborski, W.</i> : Savanyú masszák kulpókemence bélelésére .....	113
Könyvismertetés .....	116
<i>Simon Jenő</i> : Beszámoló az angol Kőbányászati Intézet 1968. X. 1—3. között Harrogate-ben (Anglia) tartott konferenciájáról .....	117
Folyóiratszemle .....	120

## 4. szám

<i>Habuda Ádám</i> : A finomkerámiaipar fejlesztése ....	121
A világ szilikátiparából .....	124
<i>Grofszik János</i> : A Pécsi Porcelángyár (volt Zsolnayergyár) termékeinek fejlődése kerámiai szempontból .....	125
<i>Katona Imre</i> : Néhány szó a Zsolnayergyár eozinról .....	134
<i>Sikota Győző</i> : A Pécsi Porcelángyár művészeti problémái az utolsó két évtizedben .....	138
<i>Svoboda Vilmos</i> : A porcelángyártás gépesítése és automatizálása .....	142
<i>Kocsis Albert</i> : Kerámiai mázak és festékek .....	149
Egyesületi Élet .....	152
<i>Kiss Lajos</i> : Finomkerámiai hazai nyersanyagok ...	153
Könyvismertetés .....	155

## 5. szám

A Szilikátipari Tudományos Egyesület húsz esztendeje.....	161
<i>Lafuma, H.</i> : Az alumínátcement-betonok tartóssága .....	162

Egyesületi Élet .....	167
<i>Talabér József</i> : Az alumínátcement-betonok tartósága .....	168
<i>Csutor János</i> : A korszerű betontervezés egyes kérdései .....	171
<i>Bálint Pál</i> : Néhány száradási érzékenység meghatározási módszer összehasonlítása hazai anyagoknál .....	177
Külföldi lapszemle .....	180
<i>Bolgyár Gábor</i> : Krómércartaltulnó tűzállóanyagok elemzése .....	181
<i>Mátrai József</i> : Téglalaagyagok szemcseösszetételének szerepe az égetett termékek tulajdonságainak kialakításában .....	184
A világ szilikátiparából .....	187, 199
<i>Opoczky Ludmilla</i> : Felületaktív anyagok hatása a cementklinker őrlési folyamataira .....	188
<i>Hovorka, O.—Procházka, S.</i> : Kis zsugorodású, nagy tím földtartalmú kerámiai anyagok .....	194

### 6. szám

<i>Albert János—Mátrai József</i> : Téglalaagyagok égetésénél végbemenő folyamatok .....	201
<i>Knapp Oszkár</i> : Összefüggés a szilikátüvegek dielektromos veszteségi tényezője, törésmutatója és sűrűsége között .....	214
<i>N. F. Fjodorov</i> : Portlandcement és egyéb kötőanyagok szintetikus analogjai .....	217
Egyesületi Élet .....	221
<i>Gróf Ferenc</i> : Cementszuszpenziók zavart kötésének vizsgálata .....	222
<i>P. Balta—M. Bičala</i> : Kén-, szelén- és tellurszennyeződések hatása a $V_2O_5$ alapú üvegek tulajdonságaira .....	230
A világ szilikátiparából .....	233
<i>Csáki Ida</i> : Téglalaagyagok szemcseösszetétel-meghatározási módszereinek összehasonlítása .....	234
Az V. Nemzetközi Cementkémiai Szimpózium, Tokió, 1968. ....	238

### 7. szám

<i>Bolgyár Gábor—Terényi Gyula</i> : Bázikus tűzállótégla és cementek kölesönhatásának vizsgálata ..	241
<i>Sajó István</i> : Szilikátok kvantitერიális gyorsselemlése ..	249
<i>L. Szabó Erzsébet</i> : Látogatás a düreni finomüveggyárban .....	256
<i>Adonyi Zoltán—Siska József—Novotny György</i> : Cementkötésgátló a homlokzati elemek felületének változatosabbá tételére .....	260
<i>Tasnádiné Marik Klára</i> : Európa legrégebb gyári irattára (A Meissen Porcelángyár levéltára) ..	267
<i>Boros Jánosné—Balázs György</i> : $C_3A-CaSO_4-H_2O$ rendszerek hidratációja. Derivatográfiás vizsgálatok a hidratáció első 48 órájában .....	269
<i>Hudák István</i> : Üvegolvasztó kemencék villamos fűtésének problémái I. ....	275
A világ szilikátiparából .....	248, 268, 278
Egyesületi Élet .....	280

### 8. szám

<i>Beke Béla—Opoczky Ludmilla</i> : Cementklinker őrlése nagy finomságra .....	281
<i>Kocsis Géza—Börzsönyi Sándor</i> : Ipari üvegek viszkozitásának kapcsolata az elektromos vezetőképességgel nagy hőmérsékleten .....	287
<i>Kertész Pál—Kósa Péter</i> : Zúzottkavics-vizsgálatok általánosított zúzottkő-vizsgálatokkal .....	292
<i>Tasnádiné Marik Klára</i> : Régi formák, idegen szokások szerepe az üvegtervező munkájában ..	300
<i>Erdős Klára</i> : Szilikátok börtartalmának meghatározása .....	305
Könyvismertetés .....	309
<i>Melnár László</i> : A városlódi újabb kerámiák ..	310
<i>Kárpáti Judit—Pinkert Andrásné</i> : Üveggyári automatikus nyersanyagadagolás keltette porzás és annak csökkentése .....	313
A világ szilikátiparából .....	318
Egyesületi Élet .....	319

### 9. szám

A Szilikátipari Tudományos Egyesület 20 éves jubileumi közgyűlése .....	321
<i>Szokup Lajos</i> : Elnöki megnyitó .....	321
Egyesületi Élet .....	323, 328
Együttműködési megállapodás .....	324
<i>Szabó János</i> : A szilikátipar fejlesztésének időszerei kérdései .....	325
A Szilikátipari Tudományos Egyesület 20 éves jubileumára .....	329
<i>Jugovics Lajos</i> : A Karancs hegy andezitjének közettani-közetmechanikai vizsgálata .....	332
<i>Williamson, J.—Rogers P. S.</i> : Nukleáció és kristályosodás vasoxidot tartalmazó üvegekben ..	342
<i>Gutzow, J., Tascher S.—Marinov M. és Popov E.</i> : Kristálymag-képződés és kristálynövekedés a modellüvegbe adagolt nemesfém részecskék hatására .....	346
Könyvismertetés .....	352
A világ szilikátiparából .....	346, 353
<i>Erdősi Ferenc</i> : Kiszemelt kő-, kavics- és homokfejtők a Délkelet-Dunántúlon .....	354

### 10. szám

<i>Lőcsei Béla—Ivócs László</i> : Tűzálló anyagok hatása ipari kemencék konstrukciójának fejlesztésére ..	361
<i>Budník, P. P.—Haritonov, F. Ja.</i> : A cirkonium-dioxid kerámiai anyagok stabilitásának vizsgálata magas hőmérsékletű vízgőz hatásával szemben .....	375
Külföldi Lapszemle .....	377, 382
<i>Lukics Gyula</i> : Alagútkenyence hőátadási viszonyai ..	378
<i>Schink, Heinz</i> : Cementművek forgókemencéinek automatikus vezérlése .....	383
A világ szilikátiparából .....	387, 392, 397, 399
<i>Mueller, Othmar</i> : A robbanó zagyok kőbányászati felhasználása .....	388
<i>Albert Péter</i> : Szilikátzománczóshoz alkalmas fémek .....	393
Könyvismertetés .....	398

### 11. szám

20 éves a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés .....	401
<i>Talabér József</i> : CaO diffúziója szilárdfázisú ásványi anyagokban .....	403
Egyesületi Élet .....	407, 436
<i>Nurse, R. W.</i> : Szilárd anyagok felületi energiája, adhéziója és kohéziója .....	408
A világ szilikátiparából .....	416, 437
<i>Gálos Miklós—Kertész Pál—Kürti István</i> : Kőzetvizsgálat triaxiális nyomócellában .....	417
<i>Bernolák Béla—Udvardi Miklós</i> : Mikroszonda alkalmazása üveghibák elemi összetételének megállapítására .....	423
<i>Lulacs Mihály</i> : A kvarc és alumíniumoxid őrlési finomságának befolyása a műszaki porcelán mechanikai szilárdságára .....	425
<i>Ferenczy Pál</i> : Kavicsbányák osztályozott késztermék tárolói .....	428

### 12. szám

<i>Albert János</i> : Téglalaagyagból gyártott építőanyagok .....	441
Emlékezzünk <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">id. Déry Attila</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Szabó László</span> ....	449
<i>Nagy Andrásné</i> : Cementek gyors minősítő vizsgálata .....	450
Egyesületi Élet .....	458
Gratulálunk .....	459
<i>Sulok Andrásné—Dr. Szántai János</i> : Matematikai programozási modellek alkalmazása az építőanyagipar gazdasági tervezésében .....	460
<i>Sebők Ferenc</i> : Repedés hatása betonvért sugárvédelmi tulajdonságaira .....	463
<i>Knapp Oszkár</i> : Világítási üvegek tulajdonságai és alkalmazása .....	471
A világ szilikátiparából .....	477
Egyesületi Élet .....	479

# NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

Szerző neve	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Abód László	finomkerámia	2	72
Adonyi Zoltán—Siska József—Novotny György	cement	7	260
Albert János	durvakerámia	12	441
Albert János—Mátrai József	durvakerámia	6	201
Albert Péter	zománcipar	10	393
Balázs György—Boros Jánosné	szilikátkémia	7	269
Balta P.—Biala M.	üveg	6	230
Bálint Pál	durvakerámia	5	177
Beke Béla—Nagy Mihályné	kerámia	3	81
Beke Béla—Opoczky Ludmilla	cement	8	281
Bergida László	általános	1	1
Bernolák Béla—Udvardi Miklós	üveg	11	423
M. Biala—P. Balta	üveg	6	230
Biezók Imre	cement	3	96
Bolgár Gábor	tűzállóanyag	5	181
Bolgár Gábor—Terényi Gyula	tűzállóanyag	7	241
Boros Jánosné—Balázs György	szilikátkémia	7	269
Börzsönyi Sándor—Kocsis Géza	üveg	8	287
Budnikov, P. P.—Haritonov, F. Ja.	kerámia	10	375
Chikán János	cement	1	32
Csáki Ida	durvakerámia	6	234
Csizi Béla	durvakerámia	2	44
Csutor János	beton	5	171
Erdősi Ferenc	kő-kavics	9	354
Erőss Klára	szilikátkémia	8	305
Farkas Ödön	energia	1	14
Fekete Zoltán	üveg	1	24
Ferenczy Pál	kő-kavics	11	428
Fischer, B.—Szyzborski, W.	tűzállóanyag	3	113
Fjodorov, N. F.	cement	6	217
Gálos Miklós—Kertész Pál—Kürti István	kő-kavics	11	417
Gróf Ferenc	cement	6	222
Grofesik János	finomkerámia	4	125
Gutzow, J.—Taschev, S.—Marinov, M.—Popov, E.	üveg	9	346
Habuda Ádám	finomkerámia	4	121
Haritonov, F. Ja.—Budnikov, P. P.	kerámia	10	375
Hovorka, O.—Procházka, S.	kerámia	5	194
Hudák István	üveg	7	275
Ivócs László—Lőcsei Béla	tűzállóanyag	10	361
Jugovics Lajos	kő-kavics	9	332
Katona Imre	finomkerámia	4	134
Kárpáti Judit—Pinkert Andrásné	üveg	8	313
Kertész Pál—Kósa Péter	kő-kavics	8	292
Kertész Pál—Kürti István—Gálos Miklós	kő-kavics	11	417
Kiss Lajos	finomkerámia	4	153
Knapp Oszkár	üveg	6	214
Knapp Oszkár	üveg	12	471
Kocsis Albert	kerámia	4	149
Kocsis Géza—Börzsönyi Sándor	üveg	8	287
Kósa Péter—Kertész Pál	kő-kavics	8	292
Kovács Róbert	cement	1	11
Kunvári Árpád	szilikátipar	1	3
Kürti István—Gálos Miklós—Kertész Pál	kő-kavics	11	417
Lafuma, H.	cement	5	162
Leblanc, P.	üveg	2	54
Lenkei György	finomkerámia	1	34
Lőcsei Béla—Ivócs László	tűzállóanyag	10	361
Ludas Mihály	finomkerámia	11	425
Lukics Gyula	durvakerámia	10	378
Makoldi Mihály	energia	2	77
Makoldi Mihály	energia	1	33
Marinov, M.—Popov, E.—Gutzow, J.—Taschev, S.	üveg	9	346
Mátrai József	durvakerámia	5	184
Mátrai József—Albert János	durvakerámia	6	201
Molnár László	kerámia	8	310
Mueller, Othmár	kő-kavics	10	388
Nagy Andrásné	cement	12	450
Nagy Mihályné—Beke Béla	kerámia	3	81
Németh Miklós	cement	1	23
Novotny György—Adonyi Zoltán—Siska József	cement	7	260
Nurse, R. W.	szilikátkémia	11	408
Opoczky Ludmilla	cement	5	188
Opoczky Ludmilla—Beke Béla	cement	8	281
Pinkert Andrásné—Kárpáti Judit	üveg	8	313

Szerző neve	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Popov, E.—Gutzow, J.—Taschev, S.—Marinov, M. ....	üveg	9	346
Póra Ferenc.....	energia	1	19
Procházka, S.—Hovorka, O. ....	kerámia	5	194
Rapp Tamás—Vajta László .....	energia	2	41
Rogers, P. S.—Williamson, J. ....	üveg	9	342
Sajó István .....	szilikátkémia	7	249
Sarlós János .....	cement	3	106
Sebők Ferenc.....	beton	12	463
Seidel, G.—Sörgel, P. ....	cement	1	25
Sikota Győző .....	finomkerámia	4	138
Simon Jenő .....	kő-kavics	3	117
Siska József—Novotny György—Adonyi Zoltán .....	cement	7	260
Sörgel, P.—Seidel, G. ....	cement	1	25
Sulok Andrásné—Dr. Szántai János .....	közgazdasági	12	460
Svoboda Vilmos .....	finomkerámia	4	142
Schink, Heinz .....	cement	10	383
L. Szabó Erzsébet .....	üveg	7	256
Szabó János .....	szilikátipar	9	325
Dr. Szántai János—Sulok Andrásné .....	közgazdasági	12	460
Sziklai Géza—Tamás Ferenc .....	cement	3	90
Szokup Lajos.....	jubileum	9	321
Szymborski, W.—Fiszer, B. ....	tűzállóanyag	3	113
Talabér József .....	cement	5	168
Talabér József .....	szilikátkémia	11	403
Talabér József .....	jubileum	9	329
Tamás Ferenc—Sziklai Géza .....	cement	3	90
Taschev, S.—Marinov, M.—Popov, E.—Gutzow, J. ....	üveg	9	346
Tasnádiné Marik Klára .....	üveg-iparműv.	3	104
Tasnádiné Marik Klára .....	finomkerámia	7	267
Tasnádiné Marik Klára .....	üvegtervezés	8	300
Taylor, J. E. ....	szilikátipar	3	87
Terényi Gyula—Bolgár Gábor .....	tűzállóanyag	7	241
Török László .....	finomkerámia	1	24
Udvardi Miklós—Bernolák Béla .....	üveg	11	423
Vajta László—Rapp Tamás .....	energia	2	41
Vasadi Ferenc .....	mész-cement	2	60
Williamson, J.—Rogers, P. S. ....	üveg	9	342

## Üvegipari Napok Megnyitó

GENGE REZSŐ  
Üvegipari Művek

Közel három éve, hogy először rendeztünk Üvegipari napokat, ezt a szűkebb szakmai összejövetelt a Szilikátipari Tudományos Egyesület rendezésében. Az első Üvegipari Napok témaanyaga igen széles szakmai területet ölelt fel és részben bemutatta a legújabb hazai és külföldi kutatási és technológiai tevékenységet. Nagy siker volt, mind a két nap, nagyszámú részvétel, sok hozzászólás és élénk szakmai vita folyt.

Ennek tapasztalatai alapján az Üvegipari Művek és az SZTE Üvegszakosztálya úgy határozott, hogy két évenként, a Szilikátipari Konferenciák szünetében megrendezi az Üvegipari Napokat.

Reméljük, hogy ezen törekvésünk később hagyománnyá válik és a szakemberek minden alkalommal profitálni fognak, látóköriük bővül, jobban megismerik a hazai kutatás és fejlesztés célkitűzéseit és eredményeit. Mint említettem az első Üvegipari Napok igen széleskörű területet ölelt fel, a mostanin azonban egy igen fontos téma köré kívánjuk a szakemberek figyelmét irányítani.

Már az üvegipar III. ötéves tervének kidolgozásakor előtérbe került az üvegtermelés intenzifikálásának ügye.

Ez a törekvésünk fokozott hangsúlyt kapott az új gazdaság irányítási rendszer bevezetésével. Az extenzív fejlesztést a népgazdaság minden ágában az intenzív fejlesztésre való törekvés és az ilyen irányú fejlesztést megalapozó technológiai eljárások kutatása, a külföldön már elért eredmények megismerése, átvétele és alkalmazása váltja fel.

Az üvegipar abban a kedvező helyzetben van, hogy intenzifikálása az üvegipari termékek iránti kereslet állandó bővülése közepette kerülhet sor.

Így az intenzív fejlesztés a termelés állandó bővítése mellett valósítható meg. Ez a szükséges pénzügyi fedezet biztosításához kedvezőbb feltételeket teremt és foglalkoztatási problémák sem merülnek fel.

Tudjuk, hogy külföldön már évek óta elindult ez a folyamat és egyes üvegféleségeknél komoly eredményeket értek el a fajlagos kihozatal terén.

A mi szakembereink is meggyőződhetnek a külföldi  $1800-2500 \text{ kg/m}^2/24$  órás olvasztási teljesítmények eléréséről, ugyanakkor idehaza csak  $1300-1400 \text{ kg/m}^2/24$  óra teljesítményt érünk el.

Sokak előtt ismeretes, hogy a IV. ötéves tervben a durva öblösüveg termelést (konzerv- és palack) meg kell duplázni az igények kielégítése végett. Ezt a növekedést a régi módszerekkel elérni nem lehet, ezért idehaza is alkalmazni kell mindazon technikai és konstrukciós módszereket, úgymint elektromos pótfűtés, magas olvasztási hőmérséklet, levegőaláfűtés, keverék granulálás, kemence konstrukció változás, amelyek lehetővé teszik a IV. ötéves tervünk megvalósítását.

Az Üvegipari Napok programját is ennek megfelelően állítottuk össze, s reméljük, hogy több hasznos javaslatot kapunk és ezután is megállapíthatjuk majd, mint az első Üvegipari Napok után, hogy munkánk eredményes volt.

*Genge Rezső: Megnyitó*

*P. Генге: Вступительное слово*

*Genge, Rezső: Eröffnungsansprache*

*Genge, Rezső: Introduction*

# Az üvegolvasztás fejlesztésének irányai

SZALONTAI KÁROLY  
Üvegipari Művek

Köztudott, hogy a mai életünkre, általában századunkra, az egyik jelentős befolyást a technikai forradalom gyakorolja. Az is tény, hogy ez a forradalom az üveggel kapcsolatban is egyre nagyobb követelményeket támaszt mind mennyiségi, mind minőségi vonatkozásban, és szinte naponta tár fel újabb és újabb területeket az üvegipar számára. E hatásokra az ipar fejlődésének dinamikáját az egész világon, így hazánkban is meghaladja az üvegyártás fejlődési üteme. Ezen fokozott dinamika természetes következménye, hogy korunk egyik legnagyobb diadalát jelentő holdutazástól kezdve, a műanyagiparon keresztül a csomagolástechnikában és az építészetben, egyre nagyobb és jelentősebb üvegigény keletkezik, anélkül, hogy a klasszikus felhasználási területeken a legkisebb visszaeséssel kellene számolni.

Ezen világjelenség hazánkban is érezteti hatását, s ennek köszönhető, hogy az üvegyártás fejlődése a jövőben is töretlen, sőt azt minden lehetséges eszközzel gyorsítani kell, mert ellenkező esetben a jelenleg is már sok területen meglévő üveghiány súlyosbodásával kell számolni, ami pedig jónéhány kapcsolódó iparág fejlődését veszélyezteti.

Számításaink szerint a következő ötéves tervben az igényoldal az üvegipar termelésének legalább a megduplázását kíváná.

Egy ilyen fejlődés megvalósítása még abban az esetben is igen nagy feladat lenne, ha ehhez szükséges eszközök korlátlanul állnának rendelkezésre. Nekünk azonban számolnunk kell az adott gazdasági lehetőséggel, ezen belül elsősorban azzal, hogy ezt a fejlődési dinamikát nyomott beruházási körülmények között, egyre súlyosabb munkaerőellátottság mellett, saját erőnkre támaszkodva kell végrehajtanunk.

Ilyen körülmények között a legjárhatóbb útnak a belső tartalékok feltárása és a tartalékok lehető legteljesebb kihasználása látszik, mivel az üvegipar fejlesztése egyike a legeszközigényesebb fejlesztéseknek.

A belső tartalékok között szinte kimeríthetetlen forrásnak látszik az üvegolvasztás intenzifikálása, s ezen az úton nyert többlet üvegolvadék gépi úton történő kidolgozásának megteremtése.

Előadásom célja rámutatni azokra a lehetőségekre, amelyek az üvegolvasztás területén, mint az intenzív fejlődés adottságai rendelkezésre állnak. Megemlítem, hogy e tekintetben az elmúlt két évtizedben igen nagy lépéseket tettünk a világszínvonnaltól való elmaradottság behozatalára.

A lehetőségek konkrét feltárását és nagyságát úgy érzem a legjobban reprezentálja az a közismert tény, hogy egyrészt az üvegiparban használatos olvasztóegységek ún. technológiai hatásfoka, tehát a technológiai folyamat hőszükségletének és a hőfogyasztásnak, azaz a bevitt hőnek a hányadosa 10, fejlettebb olvasztási technológiával rendelkező egységeknél 15–18%, a világszínvonalon álló, ismereteink szerinti legtökéletesebb egységeknél is csak 25%.

Másrészt, ami ebből nyilvánvalóan következik, hogy 1 kg üveg olvasztásához elméletileg szükséges 450–600 kcal helyett még a világviszonylatban legfejlettebb, folyamatosan működő egységek is 1700–1800 kcal-t használnak fel, a fazekas és szakaszos üzeműek pedig ennek többszörösét.

Hazai viszonylatban legjobb olvasztó egységek 2500 kcal felhasználásával olvasztanak 1 kg üveget. Annak ellenére, hogy súlyra vetített üveg mintegy felét olvasztjuk ilyen egységekben az átlagos kalória fogyasztás mégis mintegy 6700 kcal/kg üveg, ami azt jelenti, hogy az elméletileg szükséges hőnek több mint tízszeresét használjuk fel. Ha ehhez hozzávesszük, hogy iparunk igen energiaigényes és a termelési érték mintegy 25%-át teszi ki az energiaköltség, s ezen belül több mint 50%-kal részesedik a gázfelhasználás, látható, hogy ez a terület az önköltségcsökkentésnek egy szinte kimeríthetetlen forrása.

Az elemzés során legelőször szembetűnik a 10 és 25%-os kemence hatásfok nagy különbsége és cél-



szerű, hogy a 10%-os hatásfokú egységeket közelíteni kell a 25%-hoz, de megállapíthatjuk, hogy 25% hatásfokú egység is messze van az ideálistól.

A nagy hatásfok differenciák elsősorban a kemenceegységek konstrukciójából fakadnak. A mai konstrukciók általában 3 nagy csoportba oszthatók:

- fazekas kemencék,
- szakaszos üzemű, úgynevezett nappali kádak
- folyamatos működésű kemencék.

Fajlagos hőfelhasználás szempontjait figyelembe véve, a három típus között a legkedvezőtlenebb a fazekas kemence, melynél a 16 órás olvasztási és tisztulási folyamatot követi a 8 órai kidolgozás. Ez az arány a nappali kádkemencéknél általában 40—50, illetve 60—50% között mozog, s így valamivel jobb, míg legkedvezőbb a folyamatos típusnál, ahol a folyamatos adagolás mellett folyamatos kidolgozási lehetőség van.

Az előzőkből következik, hogy a jövő útja a folyamatos kádkemence. Minden olyan területen, ahol erre lehetőséget ad a kidolgozandó üvegmenyiség, törekedni kell erre az olvasztási módra. Az első két típust csak egészen kis volumenű, ill. gyakran változó összetételű vagy szín-igény esetén indokolt fenntartani.

E téren a magyar üvegiparban igen komoly fejlődés tapasztalható. Egymás után szüntettük meg a fazekas kemencéket, ma már a fehér kristályüveg és az ólomüveg gyártása is folyamatos kádkemencéken történik igen jó minőségben és kedvezőbb hatásfokkal. Fazekas kemencéket szinte kizárólag színesüveg gyártásnál használjuk, és viszonylag kevés a nappali szakaszos üzemű kemencék száma is.

A finomöblösüvegolvasztó folyamatos üzemű kádkemencék hatásfokát azonban nagymértékben rontja az aránylag alacsony fajlagos kivétel, mely jelenleg az esetek többségében a munkaerőhiányra, tehát a kidolgozási kapacitás szűk keresztmetszétére vezethető vissza. Komoly hátrányt jelent e tekintetben, hogy nincs biztosítva a folyamatos munka, mely a rövidített munkaidő bevezetésével tovább romlott. A munkaidő csökkentés bevezetése előtt ugyanis csak a vasárnapi munkaszüneti napokon nem volt üvegkivétel a kemencékből, a rövidített munkaidő bevezetésével ma már szombaton is szünnapot tartunk.

Könnyű belátni, hogy a szakaszos kidolgozás következtében a rendelkezésre álló időalap 15—30%-a csik ki. Mivel ezeken a napokon gázfelhasználás csak minimális mértékben csökkenthető, igen kedvezőtlen fajlagos energia-ráfordítást eredményez. A kedvező helyzet az lenne, ha a 6+2-es rendszerben, tehát 6 munkanap után 2 szabadnappal, s en-

nek megfelelően 4 váltással tudnánk a folyamatos kemencékből az üveget kiemelni. E munkarend általános bevezetését igen megnehezíti a jelenlegi munkaerőhiány, mely végett a 4. műszak munkaerővel való feltöltése lehetetlen.

A gazdaságosság és a nagyobb nyereségre való törekvés előbb-utóbb kikényszeríti a folyamatos üzemmenetet és kívánatos, hogy gyáraink alapos előkészítés után éljenek is ezzel a lehetőséggel. Kedvező alkalmat szolgáltat ehhez a fokozatos gépesítés, mely egyrészt megteremti a lehetőséget munkaerő felszabadításra, így belülről tölthető fel a hiányzó műszak, másrészt pedig a gépesített ki-termelésnél ma már hazánkban is általánosan elfogadott és bevezetett a folyamatos üzem, tehát ez utóbbi esetben nem kell úttörő munkát végezni.

További lehetőségek után kutatva vegyük szemügyre egy kemence hőszükségletét s vizsgáljuk meg, melyek azok a források, ahonnan az üveg olvasztásához szükséges hőmennyiséget nyerjük és melyek azok a folyamatok, melyek a bevitt hőenergiát elhasználják?

Általánosan ismert, hogy a kemence hőszükségletét az alábbi forrásokból fedezi:

- fűtőanyag és az égési levegő érezhető melege
- fűtőanyag elégéséből származó hőmennyiség
- az előmelegített fűtőanyagban, illetve levegőben levő hőmennyiség.

E bevitt hőenergiát az alábbiakra fordítjuk:

- az üveg olvasztásához szükséges elméleti hőmennyiség
- a felfelületen átadó hőmennyiség
- a szabad nyílásokon kisugárzó hőmennyiség
- a füstgázokkal távozó hőmennyiség.

Tegyük először vizsgálat tárgyává a forrás oldalt!

Az elsőnek említett fűtőanyag és az égési levegő érezhető melegét röviden elintézhethetjük. Egyrészt azért, mert az így rendelkezésünkre álló hőmennyiség aránylag csekély, másrészt elsősorban a környezet hőmérsékletétől, s így elsősorban az időjárástól függ, s megváltoztatására befolyást gyakorolni nem tudunk, illetve az csak akkor lenne gazdaságos, ha valamilyen hulladék energiát tudnánk e célra felhasználni.

Ilyen lehetőségek nem nagyon ismertek, és kifejezetten ilyen irányú törekvést a szakirodalomból nem ismerünk.

A második pontban szereplő, a fűtőanyag elégéséből származó hőmennyiség már annál nagyobb figyelmet érdemel. Ismeretes, hogy a régebben kizárólag fatüzeléses kemencerendszerek voltak. Forradalmi változást a vasiparban bevezetésre került Siemens—Martin-kemencék hozták. Ettől kezdve, az addig szinte egyeduralkodó fatü-

zelést felváltotta a szén, illetve az ebből nyert generátorgáz alkalmazása. E téren további fejlődést hozott a városi gáz — mint energiabázis elterjedése, majd újabb mélyreható változást eredményezett az olaj és a földgáz, mint energiahordozó megjelenése az üvegiparban.

Különösen a két energiahordozó alkalmazása tette lehetővé, a magasabb olvasztási hőmérséklet elérését. A régebbi 1400 °C olvasztási hőmérséklettel szemben 1500—1600 °C értékeket lehetett elérni, mely biztosítja az olvasztási folyamat — szilikátképződés, üvegedés, homogénizálódás, tisztulás — meggyorsítását, s ezen keresztül az olvasztási teljesítmények növelését.

A hőenergia hasznosítása szempontjából döntő jelentőséggel bír az olvasztási teljesítmény alakulása, hiszen az általánosan ismert, előzőekben már ismertetett, rendkívül gyenge hatásfok világosan mutatja, hogy a kemencék veszteségei 75—80%-ot tesznek ki. Könnyű belátni, hogy ezek a veszteségek közel állandónak tekinthetők, ha tehát a fajlagos olvasztási teljesítmény emelhető, akkor a hatásfoknak ugrásszerűen javulnia kell.

Ezt a fejtegetést a gyakorlat is igazolta, s ezért vált az olvasztási folyamat egyik lényeges tényezőjévé a magas hőfok használata. Ehhez, a kiindulási alapot, a korszerű energiabázis szolgáltatta.

Hazánkban e téren az utóbbi időben döntő jelentőségű változás következett be. 10 évvel ezelőtt az üvegipar gyárai közül csak a Nagykanizsai és Karcagi Üvegyár működött földgáztüzeléssel, a többiek generátorgázt használtak. Az újonnan megépült Orosházi Üvegyár már földgáztüzelésre telepített, ugyancsak földgáztüzelésre tért át a Sajszentpéteri és a Miskolci Üvegyár, míg a Parádi Üvegyár olajtüzelést kapott. Jelenleg folyamatban van a két salgótarjáni üvegyár földgáztüzelésre és a tokodi gyár olajtüzelésre történő átállítása, s így a harmadik ötéves terv végére az Ajkai Üvegyár kivételével minden gyárban korszerű energiabázissal fogunk rendelkezni. Az Ajkai Üvegyár földgáztüzelésre történő átállítása szintén tervbe van véve, azonban csak a negyedik ötéves tervben várható a megvalósítás.

Bár a korszerű energiabázis megteremtése a magasabb olvasztási hőfokot s ezen keresztül a nagyobb olvasztási teljesítmények eléréséhez a szükséges feltételt biztosítja, sajnos igen sok feltétel hiányzik még ahhoz, hogy ezen kedvező lehetőség ki is aknázódjék. Ma a kemence teljesítmények a durvaöblösüveg gyártásnál a 2000 kg/m<sup>2</sup>/24 óra olvasztási teljesítménynél kezdődnek, s fajlagos hőfelhasználásuk pedig 2000 kcal/kg alatt van, ugyanakkor élettartamuk már inkább a négy év felé ten-

dál. E területen az általunk elért eredmények inkább csak kezdeti lépéseknek tekinthetők, bár le kell szögezni az elmúlt 10 év fejlődése e téren is szembevetendő. Az ipar gyáraiban működő kemencék-nél megközelítettük a 1500 kg/m<sup>2</sup>/24 ó. fajlagos olvasztási teljesítményt, egyes egységeknél a fajlagos hőfelhasználás 2500 kcal/kg üveg alá csökkent, a kemencék élettartama is növekszik és több kemencénél meghaladja a 2 évet.

Az e területen előttünk álló feladatok között, mint egyik leglényegesebbet, a kemencekonstrukciókat kell kiemelni. Fel kell figyelni arra a világtrendjelenségre, hogy az új kemencekonstrukcióknál előnybe részesítik az U lánghoz tartozó elrendezést a keresztirányú tüzeléssel szemben, amely konstrukció nemcsak lényeges építési megtakarítást tesz lehetővé, hanem egyúttal hosszabb utat tud biztosítani a láng kialakulásához, ami — figyelembe véve a korszerű tüzelőanyag — (olaj, földgáz) — lassú égési sebességét — szinte elengedhetetlen követelmény. Ugyanakkor az U lánghoz tartozó kemencekonstrukció automatikus szabályozása is könnyebben, főleg gazdaságosabban biztosítható. E téren talán egyetlen hátrány jelentkezik: a keverékadagolás megoldása, de korszerű gépek segítségével ez a nehézség is áthidalható. Mindenesetre tényként lehet megállapítani, hogy a konstruktőrök a jelenlegi kemencék kialakításánál előnybe részesítik az U lánghoz tartozó tüzelést, s a keresztirányú kemencekonstrukciók szinte kizárólag csak a nagy síküveggvártó egységeknél találhatók meg. Ez utóbbinál viszont szintén megfigyelhető a kemence szélességének határozott növelési tendenciája. A 6—7 méteres szélességről 8—10 méterre, sőt még 10 méter fölé is mennek, így biztosítva megfelelő hosszt a láng kialakításához.

A másik, szintén megfigyelhető tendencia, hogy — különösen a nagyobb élettartamot és jobb hőátadást biztosító fémrekuperátorok elterjedésével — egyre szélesedik a rekuperátorok használata, s ma már ezeket a megoldásokat olyan kemenceegységeknél is sikeresen alkalmazzák (50—60, 70 m<sup>2</sup>-es kemencék), ahol azelőtt ezek alkalmazása szinte ismeretlen volt. Ez utóbbi tendencia kialakulásában minden valószínűség szerint nagy szerepet játszik, hogy a rekuperátor alkalmazása esetén a váltás elmarad, így egyenletesebb tüzelés biztosítható. Elmarad a váltás gázvesztése — ami a nemesebb tüzelőanyagok felhasználásánál nagy jelentőséggel bír, nem utolsósorban a kemencék automatikus hőfokszabályozásának megoldásánál igen lényeges előnyök mutatkoznak a váltás elmaradásával.

Sajnos, e téren nem vettük kellően figyelembe az

energiabázis megváltozásából adódó követelményeket, a generátorgázzal nyert kedvező tapasztalatok alapján a földgáztüzelésnél is a keresztlángú konstrukciókat részesítettük előnybe. Elsősorban áll ez a megállapítás az orosházi és sajószentpéteri földgáztüzelésű kemencékre.

Megfigyelhető, hogy a Junit—Melter típusú kemencék további tért hódítanak. Az aránylag magas fajlagos hőfelhasználást már az első időben is megfelelően ellensúlyozta az aránylag alacsony beruházási költség, s az elterjedését csak gyorsította, hogy a fémrekuperátorok segítségével megoldható a kedvezőbb fajlagos hőfelhasználás (az égők előmelegített levegővel való táplálása). E konstrukciós módosítások eredményeként várható, hogy e kemencetípus előretörése a jövőben még nagyobb mértékű lesz. Föltétlenül kívánatos, hogy ezt a tendenciát jövőbeni terveinknél mi is figyelembe vegyük.

A másik ilyen lényeges megoldandó feladat e téren a megfelelő tüzállóanyag kérdése. Sajnos, e téren is igen komoly problémák vannak, elsősorban a szilikaanyag tekintetében. Az olvasztott korund kövek minősége az utóbbi időben lényegesen javult és további nagy előnyt jelent a hazai zirkonit kádkövek megjelenése. Igen lényeges haladást érhetünk el az alumínium dúsítású keramikus tüzállóanyagok területén is. E téren a legfőbb tennivaló a megfelelő szilika téglá biztosítása, mert ma szinte minden kemence-meghibásodás, s leállási kényszer elsősorban e tüzállóféleség gyenge minőségével függ össze.

A korszerű tüzelőanyagokkal való tüzelés fokozottabban ráirányítja a figyelmet a megfelelő gázlevegőarány beállítására. Itt az egyik döntő jelentőségű dolog, hogy a légfelesleg a lehető legkevesebb legyen. Ezt a célt csak megfelelően kialakított égőkkel és az automatikus szabályozással tudjuk elérni.

Úgy a megfelelő égők beszerzése, mint az automatikus tüzelésszabályozás területén igen figyelemre méltó kezdeményezések születtek az elmúlt esztendőkből hazánkban is, mellyel kapcsolatban szeretném kiemelni a Sajószentpéteri Üveggyárban az Askania—Norma cég által megtervezett és beépített szabályozó kört, mely eddig minden külföldi szakember tetszését kivívta. Sajnálatos, hogy ilyen eredmények ellenére nem sikerült elérni, hogy a gyáraink közötti tapasztalatcsere megfelelő mértékű legyen, és más üzemekben az eddigi hazai tapasztalatok felhasználásra kerüljenek. Ebből következik, hogy szinte minden gyárunk különböző típusú égőkkel, különböző rendszerű műszerezettséggel készül el, melynek kedvezőtlen hatásai már ma is igen erősen érezhetők.

Ahhoz, tehát hogy a korszerű fűtőanyagokra való áttérésben rejlő gazdasági előnyöket még jobban hasznosítani tudjuk, feltétlenül nagy figyelmet kell szentelnünk a kemencekonstrukciók javítására és a megfelelő minőségű tüzállóanyagok, valamint a legjobban bevált tüzelésszabályozás és égőrendszerek alkalmazására.

A kemence részére szükséges hőenergia harmadiknak említett részét a fűtőanyag, illetve az égési levegő előmelegítésével nyerhetjük. A jelenlegi helyzetben a fűtőanyag előmelegítése egyre kisebb mértékben jön számításba, tekintettel arra, hogy a földgáz egyáltalán nem, az olajat pedig legfeljebb 100—150 °C-ra melegítik elő, ez utóbbi azonban más szempont miatt szükséges.

A levegő előmelegítése a hővisszanyerő-berendezésekben történik, mely lehet regeneratív vagy rekuperatív rendszerű. Az ezekkel kapcsolatos tendenciákról már szoltam.

Említést érdemel azonban még két igen fontos körülmény. Az egyik, hogy megnövekedett, illetve állandóan növekvő olvasztási hőfok a hővisszanyerő berendezések nagyobb arányú felmelegedését eredményezi, melyik egyik oldalon kétségtelen rendkívül előnyös, hiszen nagyobb mértékű levegőelőmelegítést tesz lehetővé.

A másik oldalon azonban a nagyobb arányú felmelegedés sokkal inkább igénybe veszi a hővisszanyerő anyagát, így az új konstrukciók ezekkel az anyagokkal szemben is fokozott követelményeket támasztanak.

Éppen ezekkel a követelményekkel kapcsolatos a drágább, de tartósabb fémrekuperátorok nagymérvű terjedése, s ugyancsak ezért van jelentősége az alumíniummal dúsított tüzállóanyagoknak is.

A másik jelentős probléma a magasabb lehuzati hőmérsékletből fakad. A hővisszanyerő részek élettartamát már eddig is igen komoly mértékben befolyásolta a kemencében kialakuló porzás, mely két szempontból is veszélyezteti a tartós üzemeltetést. Egyrészt a szállópor eltömi a járatokat, így nagy mértékben lerontja a hővisszanyerés határfokát, másrészt a szálló por, s főleg a szódatartalom csökkenti a tüzállóanyagok lágyuláspontját, és azok idő előtt tönkremennek. Éppen ezért nagy jelentőségre tesz szert a korszerű adagolási módszer kialakítása, mely a lehető legkisebb porképződéssel jár. Itt az egyik legjobb módszer az üvegfelszín alá való adagolás, mely a porképződés veszélyét a minimumra csökkenti.

A porképződés veszélyét azért is szeretném kiemelni, mert közismert, hogy a nagymértékben felhasználásra kerülő fehérvárcsurgói homok több kedvező tulajdonsága mellett igen sok nemkívánatos

apró szemcsét tartalmaz, melynek következtében a porzásra hajlamos, így az eltömődés veszélye ennél a homokféleségnél igen nagy.

Talán éppen emiatt jelentőséggel bír nálunk az az irányzat, mely a keveréket granulátum formájában juttatja a kemencébe.

Ezt az adagolási formát Japánban már elég kiterjedten használjuk, az ottani megállapítások szerint az olvasztási teljesítmény mintegy 15–20 %-kal növelhető. A kemence élettartamára is igen kedvező hatású, elsősorban a porzás nagyfokú csökkenése végett.

Hátráltatja a módszer elterjedését, hogy a granulátum ára mintegy 20%-kal haladja meg a klasszikus módon előállított keverék árát. Ennek ellenére feltétlen kívánatos, hogy ezzel a témával megkülönböztetett gondossággal foglalkozunk a hazai homok már előbb említett kedvezőtlen szemcse összetétele miatt.

Áttérve most a hőfogyasztó folyamatokra, az első pontot itt is egyszerűen intézhetjük el, mert az üvegolvasztáshoz szükséges elméleti hőmennyiség adott, ezen változtatni csak igen szűk határok között van lehetőség. Itt az egyetlen járható út az összetétel oly értelmű kialakítása, hogy a keverék olvaszthatóság szempontjából a legkedvezőbb legyen.

A falfelületen átadódó hőmennyiség már sokkal több lehetőséget tartogat.

A falveszteségek csökkentését szolgálja az U láng tüzelés előtérbe kerülése a keresztlánggal szemben. Ugyancsak ezzel a törekvéssel van összhangban a kádák mélységének csökkenő tendenciája is. Ez a jelenség különösen az Unit—Melter típusú kemencéknél szembeötlő, ahol már 60 cm-es kemence-mélységekkel is találkozunk.

Ugyancsak ilyen megfontolások vezették a konstruktőröket, hogy a kemencék nagyméretű kidolgozó tereit csökkentsék. Ez az irányzat különösen a gépi feldolgozású kemencéknél figyelhető meg, melyeknél a kidolgozóter 1–1,5 m<sup>2</sup> nagyságú elosztótérre szűkül.

Ugyanide sorolható a kemenceszigetelés nagymértékű terjedése. Nyilvánvaló, hogy ez a módszer feltételezi a tűzállóanyagok minőségi javulását és az eddigi általános boltozat és égőszigetelés mellett egyre nagyobb tért hódít az oldalfalak szigetelése. Új jelenséggént figyelhető meg, hogy a szigetelő tűzállóanyagként megjelentek a szendvics szerkezetek, nevezetesen a 10 cm vastag oldalszigetelő lap belső része más anyagból készült, mint a külső, a kádkő és a szigetelőanyag kontakt reakcióinak elkerülése érdekében. Az oldalfalak fugái továbbra is szabadon maradnak. A szigetelés ellenére az oldalhűtő ventilátorok is készenlétben vannak. A szil-

getelés hatására a kemencék falveszteségei — a magasabb olvasztási hőmérséklet ellenére — 20–30%-kal csökkenthetők.

A kemenceszigetelés hazai viszonylatban aránylag lassan terjed el. Lassítja ezt a folyamatot a tűzállóanyagaink nem mindig megbízható volta, s ezzel kapcsolatos néhány időelőtti meghibásodás, amelynek következtében a szigetelést el kellett távolítani. De hátrányosan befolyásolja a szigetelés elterjedését a szigetelőanyagok nem megfelelő minősége is.

Véleményem szerint igen sok javítani való van a szigetelés technológiáján is, valamint a nem megfelelő gyakorlaton, hogy a szigetelés igen gyakran már egy szódaporral alaposan szennyezett boltozatra történik, s gyakran elmarad a boltozatok megfelelő üzemközbeni takarítása, melynek következtében a szigetelés tetejére ráakadott por igen súlyos korrózió kiindulópontjává válik.

A szabad nyílásokon kisugárzó hőmennyiség aránylag a kisebb veszteségforrások közé sorolható. Ezen a területen a gondos tervezői munka, valamint a gépesítés fokozása hozhatja meg a kívánt eredményt.

A füstgázokkal távozó hőmennyiség a kemencék egyik legnagyobb veszteségforrása. A hővisszanyerőknél tapasztalható legújabb irányzatokról már részletesen szóltam. Itt még csak ezek helyes méretezésére kívánom a figyelmet felhívni.

Igen komoly lehetőségek vannak a hulladékenergia további felhasználása terén. Az orosházi Üveggyárban igen jól működnek a füstgáz hasznosító kazánok, melyek segítségével a gyár fűtése és melegvíz ellátása biztosítva van.

A füstgázzal távozó hő igen komoly veszteség s megérdemli, hogy sokkal intenzívebben foglalkozzunk a kérdéssel, mert komoly önköltségsökkentésnek válhat forrásává.

Áttérve a kemencével összefüggő hőfelhasználási kérdésekről az olvasztási folyamat tanulmányozására, vegyük itt vizsgálat tárgyává először a szilikát képződést és az elüvegesedés fázisát.

E területen az egyik legdöntőbb fejlődési tendenciáról, a granulálásról már szóltam, figyelmet érdemelnek azonban az olvasztás-gyorsító anyagok egyre intenzívebb felhasználása. Nem szeretnék itt e témában mélyebben belemenni, hiszen gyakorlatból is jól ismert anyagok használatáról van szó, csak szeretném hangsúlyozni, hogy a nagyobb olvasztási teljesítmények elérésében ezek is egyre nagyobb szerepet játszanak.

Szeretném megemlíteni azokat a törekvéseket, melyek elsősorban a homogenizálási és tisztulási feltételeket vannak hivatva biztosítani.

E téren nem elhanyagolható a magas olvasztási hőmérséklet, s az ezzel kapcsolatos kedvezőbb viszkozitási értékek.

Ez túlmenően azonban főleg 4 eljárásra szeretném a figyelmet felhívni:

- elektromos pótfűtés
- habling (levegő-aláfúvatás)
- a gát beépítés
- mechanikus keverők használata.

Az elektromos pótfűtés alkalmazása is egyike azon hatásos eljárásnak, amely a kemence olvasztási teljesítményének fokozásához, s ugyanakkor a fajlagos kalóriafelhasználás csökkenéséhez vezet.

Az elektromos pótfűtés szokásos elhelyezési módja az átfolyó előtti szakaszon van. Pontos helyét, — mely a hatásfok szempontjából döntő jelentőségű — modell kísérletekkel határozzák meg. Előnye kettős: egyrészt az elektromos áram melegítő hatását gyakorlatilag veszteség nélkül adja át az olvadéknak, másrészt a tisztulótérben kedvezőbb viszkozitási viszonyokat teremt, ezáltal elősegíti a tisztulási folyamatot. Ugyanakkor a hőfokmaximum egyértelmű kialakításával határozottabb áramlási viszonyokat teremt a kemencében, ami szintén hozzájárul a nagyobb teljesítmények eléréséhez. Az elektromos pótfűtés segítségével a kemencék fajlagos teljesítménye általában 50% körüli értékkel növelhető.

Hazai viszonylathoz is törekvések vannak az eljárás bevezetéséről. A külföldi tapasztalatok e téren igen kedvezőek, hazai elterjedését azonban gátolja az a közismert tény, hogy a viszonylag alacsony gáz és olaj árral szemben az elektromos energia ára meglehetősen magas, hiszen a két energia beszerzési ára között 1:5—1:9 arány is fennáll.

Ez különösen Orosházán döntő jelentőségű, ahol a gáz ára még az az országos átlag alatt is van. Természetesen itt nem vettem figyelembe az elektromos úton elérhető nagyobb hatásfokot, mely a fenti arányokat kedvezőbbé teszi.

A habling és gát beépítése a kemencébe hasonló megfontolások alapján történik, s különösen együttes alkalmazásuk jelent komoly előnyt. Irodalmi adatok és külföldi tapasztalatok alapján a két eljárás együttes alkalmazásával 15—20% olvasztási teljesítménynövelés is elérhető. E téren figyelemre méltó, hogy eleinte a habling bevezetését a kemencébe a gáton keresztül eszközölték, addig a jelenlegi irányzat az, hogy a levegőaláfúvatást a gát elé helyezik, s az eredmények ezzel a módszerrel még jobbakká válnak.

Szeretném még megemlíteni, hogy újabban egyre gyakrabban találkozunk tiszta elektromos árammal történő olvasztással is. Bár ez az eljárás nálunk

az említett gáz-áramköltség miatt elég gazdaságtalannak tűnik, de feltétlen figyelmet érdemel. Előszörban különleges üvegek, színes üvegek olvasztásánál, ahol a pontos tűzvezetés a megfelelő olvasztási atmoszféra kialakítására döntő jelentőségű. A fentiekben megpróbáltam röviden tájékoztatást adni az olvasztási technológiák fejlődési irányzatáról. Sajnos, a felvetett téma olyan szerteágazó, hogy kénytelen voltam a kérdéseket csak érinteni, hiszen minden egyes rész bőven kimerítené egy-egy előadás időtartamát.

A felvetett megoldások szinte kivétel nélkül ismertek, mégis úgy érzem, hogy e téren még igen nagy lehetőségek vannak, s e lehetőség kiaknázására még megfeszített munka vár, mind tervezőinkre, mind az üzemi műszakiakra.

#### *Szalontai Károly: Az üvegolvasztás intenzifikálásának irányai*

A cikk ismerteti az üvegolvasztás területén folyó fejlesztéseket belföldi és külföldi viszonylatban. A szerző rámutat, hogy a hőkihhasználás területén még milyen lehetőségek vannak, amelyek jobb kemence konstrukciókkal, jobb hőtáradással és a melegveszteségek csökkentésével lehet kiaknázni. Ezenkívül utalás van az elektromos pótfűtések alkalmazására, a keverék granulálására. Az üvegolvasztás terén elért fajlagos teljesítmények és fajlagos hőfelhasználás tekintetében részletes ismertetést tartalmaz.

#### *К. Салонтаи: Направления интенсификации стекловарения*

Статья описывает мероприятия, направленные на развитие стекловарения, в отечественных и условиях и за рубежом. Автор указывает на возможности более эффективного использования тепла, например, за счет изменения конструкций печей, улучшения теплоотдачи, снижения тепловых потерь. Помимо этого, упоминается также возможность применения дополнительного электрического нагрева, а также грануляции сырьевой смеси. Дается подробное описание достигнутых показателей удельного расхода тепла и удельных производительностей.

#### *Szalontai, Károly: Intensifizierungstendenzen beim Glasschmelzen*

Es werden die Entwicklungstendenzen des In- und des Auslands bekanntgegeben, des weiteren auf die Möglichkeiten auf dem Gebiet der Wärmeausnutzung hingedeutet, mittelst vorteilhafter Ofenkonstruktion, Wärmeübertragung und Verminderung des Wärmeverlustes. Außerdem werden die Anwendung elektrischer Hilfsheizung und das Granulieren vom Gemenge besprochen. Man bekommt eine ausführliche Darlegung der erreichten spezifischen Leistungen und der spezifischen Wärmeausnutzung. (S: G.)

#### *Szalontai, Károly: Intensification of Glass Melting*

A review is given on the development of glass melting, both in Hungary and abroad. The possibilities of heat economy are summarized and their utilization methods (better kiln construction, improved heat transmission, reduction of heat losses, electric boosting, batch granulation etc.) discussed. A detailed evaluation is given on the specific output and specific heat consumption data of various kilns.

# Új kemencekonstrukciók az üvegyiparban

SZÁDER RUDOLF  
Üvegyipari Művek

A rohamosan fejlődő üvegyiparban a korszerű gyártástechnológia kialakulása — nemcsak a tömeggyártásban, hanem az eddig alkalmazott kézi- és félautomatikus gyártás terén is szükségessé teszi az üvegolvasztó kemencék messzemenő korszerűsítését, egyes esetekben pedig teljesen új konstrukciós megoldások kialakítását.

Már évek óta folynak és jelenleg is folynak erőfeszítések az üvegolvasztó kemencék korszerűsítésére, fejlesztésére, részben laboratóriumi, félüzemi és nagyüzemi kísérletekkel. Most amikor az új gazdasági irányítási rendszer keretén belül a műszaki-gazdasági eredmények még jobban előtérbe kerültek iparági és népgazdasági szinten; e célok elérése még nagyobb erőfeszítéseket kíván minden egyes üvegyipari műszaki és gazdasági szakembertől egyaránt.

A szükségszerű fejlesztésnek mielőbbi eléréséhez hozzájárul még az a tény, hogy az üvegyipar — a többi iparágához hasonlóan — legrövidebb időn belül kell, hogy átálljon korszerű energiahordozókra, mint a földgáz és olaj. Már egyedül ez a tény is megköveteli az új kemencekonstrukciók kidolgozását és a meglévő kemencék megfelelő átalakítását, ill. korszerűsítését.

Az ipar szakemberei előtt ismeretesebbek mindazok az intézkedések, amelyeket külföldön ezen a téren eddig már végrehajtottak vagy folyamatba tettek. Hazánkban hasonló célkitűzések lettek előírva és azok végrehajtása folyamatban van.

Tekintettel, hogy az egyes üvegolvasztó kemenceegységek korszerűsítése, új konstrukciók kialakítása minden esetben függ az új energiahordozókra való átállítástól és az esetleges új gyártástechnológiák megvalósításától, ezért azok részleteit külön-külön tárgyalom.

A legfontosabb célkitűzések, amelyek jelenleg az

üvegolvasztó kemencékkel kapcsolatosan jelentkeznek, a következők:

— maximális fajlagos olvasztási teljesítmény elérése,

— minimális fajlagos energia felhasználás elérése, tökéletes olvasztás és derítési folyamatok mellett,

— korszerű hőhasznosítókra való átállás az új energiahordozók függvényében,

— tökéletesen működő tüzelőberendezések alkalmazása, automatikusan működő mérő és szabályozókkal,

— korszerű tűzálló- és szigetelőanyagok széleskörű alkalmazása az üzempériódus lényeges meghosszabbítása céljából,

— korszerű és tökéletesen működő segéd- és kiszolgáló berendezések alkalmazása a keverék adagolásához, a derítés és homogenizálási folyamatok biztosításához.

Természetes, hogy a felsorolt legfontosabb célkitűzések majdnem minden üvegolvasztó kemence esetében érvényesek, mégis fontos mérlegelés alapján kell minden felmerülő problémát megvizsgálni és a leendő feladatokat meghatározni.

Mivel az üvegyiparban és a Kutató és Tervező Intézetekben dolgozó szakemberek általában ismerik az üvegolvasztó kemencékre vonatkozó alapvető kérdéseket, a jelenlegi előadás keretén belül elsősorban azokra a műszaki kérdésekre kívánok kitérni, amelyek döntő szerepet játszanak a kemencekonstrukciók korszerűsítésénél, fejlesztésénél.

Kiindulva az eddig elért eredményekre, a jövőbeli üvegolvasztó kemencék tervezésénél a következő részfeladatokra kell különleges súlyt fektetni és az azokra vonatkozó megoldásokat mielőbb üzemileg is bevezetni.

## 1. Kádmélység kérdése

Ismert tény, hogy régebben az üvegolvasztó kádak mélységét — az olvasztó felülettől függetlenül — általában 1,20 és 1,50 m között határozták meg és alakították ki. Később kialakult az a nézet, hogy a színes üvegek olvasztása esetén alacsonyabb mélységű kádak, fehér üvegek olvasztására mélyebb kádakat kell alkalmazni.

Ma viszont egyértelműen megállapítható — üvegáramlási tényezőket figyelembe véve — hogy kis- és közepméretű kádkemencék alacsonyabb mélységűek, a nagyméretű kádkemencék pedig mélyebbek lehetnek. A nagyobb mélység előnye azal is magyarázható, hogy a kemencében levő nagyobb üvegtömeg lassabban áramlik a kidolgozóter irányába, tehát tartózkodása megnövekszik és ezzel a fajlagos olvasztási teljesítmény is megnő.

Célszerű tehát a jövőbeni kádkemencék esetében a fentieket figyelembe venni, sőt ezekre vonatkozó megállapításokat modellkísérletekkel is igazolni.

Addig is célszerű a következő kádmélységeket alkalmazni: Színes üvegek olvasztása esetén 600—800 mm, szintelen üvegek olvasztása esetén 1000—1200 mm.

## 2. Levegőbefúvási eljárás, gát és lépcsők alkalmazása

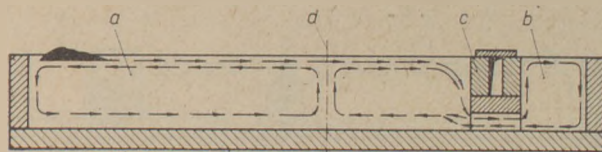
Az üvegolvadék visszaáramlásának csökkentése, a kemence munkatéréből, ill. az olvasztótérben történő tartózkodási idejének növelése érdekében többféle műszaki megoldás alakult ki, melyek szintén modellkísérletekre és gyakorlati eredményekre támaszkodnak.

### a) Levegőbefúvási eljárás (Bubbling)

A levegőbefúvási eljárás alkalmazása elsősorban a derítési folyamatok meggyorsítására és ezzel az üveg minőségének fokozására irányult. Nagyüzemi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az eljárás alkalmazása színes üvegek olvasztása, ill. derítése esetén kiváló eredményeket biztosít, sőt bizonyos mértékben a fajlagos olvasztási teljesítmény növelésére is vezetett. Szintelen üvegek olvasztása esetén pedig csak homogenizálási eredményeket tudunk konkrétan kimutatni.

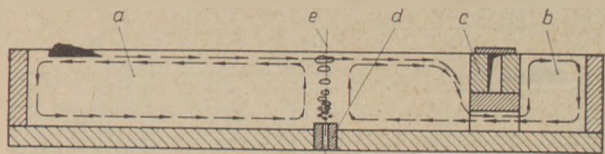
A levegőbefúvási eljárás hatása a következő:

Egyrészt az intenzív levegőbefúvás alapján a mozgásban levő fenéküveg a felszínen levő meleg üveggel keveredik, a meleg üveg a fenék felé áramlik. tekintettel arra, hogy az hidegebb. Másrészt az áramlások csökkentése miatt növekszik az üveg tartózkodási ideje az olvasztó kádban, ezáltal a fajlagos olvasztási teljesítmény is növekszik. Általában a levegő befúvási helyen alakul ki az üvegol-



1. ábra. Hagyományos kádkemencében történő hosszirányú áramlások

a) olvasztótér, b) munkatér, c) átfolyó, d) hőmérsékleti maximum



2. ábra. Levegőbefúvási eljárással ellátott kádkemence hosszirányú áramlásai

a) olvasztótér, b) munkatér, c) átfolyó, d) levegőbefúvás, e) hőmérsékleti maximum

vasztó kemence hőfok maximum zónája, ahol nemcsak visszaáramlás van, hanem a derítési folyamatok is meggyorsulnak.

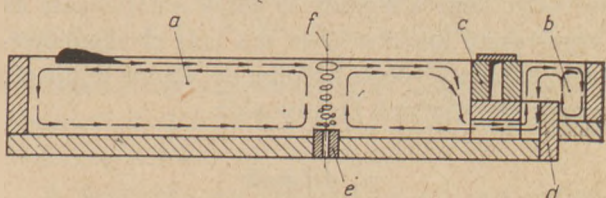
Olyan kemenceegységeknél, ahol nincs levegőbefúvási eljárás beépítve, a következő áramlások alakulnak ki.

A levegőbefúvási eljárás alkalmazásakor az áramlások az 1. ábra szerint alakultak.

Külföldi kísérletek alapján, amelyeknek az volt a célja, hogy a munkatérben levő üveg visszaáramlását az olvasztókádba meggátolják — a munkatérbe beépített alacsony gátakat, ill. lépcsőket alakították ki (2. ábra).

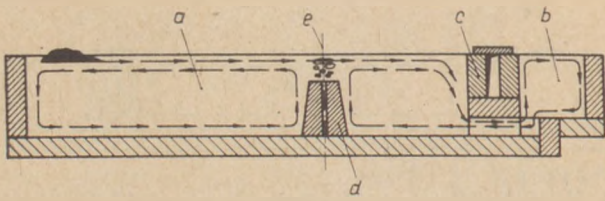
### b) Lépcsők és gátak

A magyar üvegiipar a külföldi kísérletek alapján egyes üvegolvasztó kemencékbe beépített lépcsőket és gátakat, amelyeknek alkalmazása kiváló eredményeket hoztak. Itt meg kell említenem, hogy a gátak beépítése a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet által végrehajtott izotópos áramlási vizsgálatok eredményei alapján történtek meg először kisméretű üvegolvasztó kemencékben, majd később közép- és nagyméretű egységeknél. Az első lépcső beépítése egyben a beépített tűzállóanyag viselkedésének vizsgálatára is irányult,

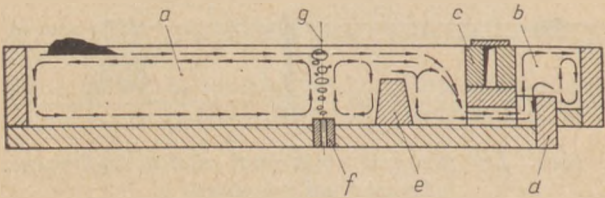


3. ábra. Munkatérben levő lépcsős kádkemence hosszirányú áramlásai

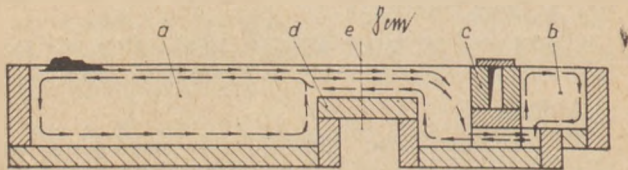
a) olvasztótér, b) munkatér, c) átfolyó, d) lépcső, e) levegőbefúvás, f) hőmérsékleti maximum



4. ábra. Kombinált — gátfelépítménnyel és levegőbefúvási eljárással ellátott — kádkemence hosszirányú áramlásai  
a) olvasztótér, b) munkatér, c) átfolyó, d) gát levegőbefúvással, e) hőmérsékleti maximum



5. ábra. Hosszirányú áramlások az olvasztókádban, beépített gát és külön levegőbefúvási eljárás esetén  
a) olvasztótér, b) munkatér, c) átfolyó, d) lépcső, e) gát, f) levegőbefúvás, g) hőmérsékleti maximum



6. ábra. Hosszirányú áramlások folyamatos üzemi kádkemencében; magasított és hűtött gát alkalmazása esetén  
a) átfolyó olvasztótér, b) munkatér, c) átfolyó, d) levegővel hűtött gát, e) hőmérsékleti maximum

tekintettel arra, hogy ilyen építmény hűtés nélkül került beépítésre (3. ábra).

Az első kísérletek eredményei alapján rátértünk az olvasztó-derítőtér zónájában gát beépítésére, mégpedig levegőbefúvási eljárással kombinálva (4. ábra).

Ismerünk külföldi megoldásokat, ahol a gát és a levegőbefúvási eljárás külön-külön lett beépítve és az áramlások ebben az esetben a következőképpen alakulnak ki (5. ábra).

Hazánkban végrehajtott legutóbbi megoldás egy felemelt és hűtött gát beépítése, amelynél az áramlások a következőképpen alakulnak (6. ábra).

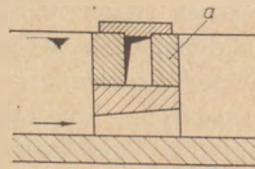
Véleményem szerint az eddig végrehajtott kísérletek és nagyüzemi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a lépcsők és gátak alkalmazása az üvegolvasztó kemencékben ma már elengedhetetlenek, ezért a jövőben felépítendő, illetve felújított kemenceegységeknél beépítendőek.

### c) Átfolyók

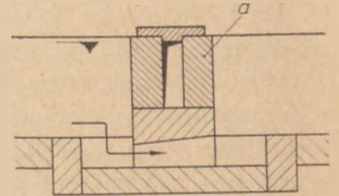
Az átfolyó feladat, hogy az olvasztó kádból a munkatérbe áramló üvegben hőlépcsőt hozzon létre, ill. az üveg kidolgozási hőmérsékletét bizto-

sítsa. Ez elsősorban kézi kidolgozású kádkemencékre érvényes, mégis az automatagépeket kiszolgáló kádkemencéknél is szükség van erre a felépítményre, mivel ellenkező esetben a cseppadagolóhoz érkező üveg túl meleg volna, vagy pedig nagyméretű elosztókádról — volt munkakád — kellene gondoskodni.

Tekintettel arra, hogy a munkakádba, ill. elosztókádba érkező üvegolvadékot bizonyos hőmérséklet tartományban kell tartani, általában kétféle át-



7. ábra. Normál átfolyó  
a) átfolyó



8. ábra. Mélyített átfolyó  
a) átfolyó

folyót használunk, amelyek a következő ábrák mutatják (7., 8. ábra).

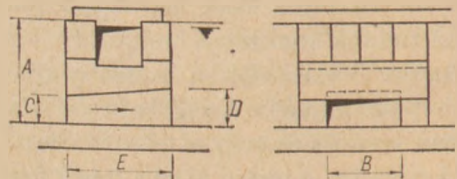
Az átfolyók méretezésében még nincs egységes és végleges állásfoglalás. Vannak vélemények, amelyek alapján az átfolyóban fellépő áramlási sebességeknek alacsonynak kell lenniök, vannak viszont ezzel ellentétes felfogások is.

Az átfolyó feladata elsősorban az, hogy az üveg áramlását bizonyos mértékben csökkentse, tehát az olvasztókád irányából a munkakád irányába és ellenkező irányában fékezőként hasson.

Ezt a hatást végeredményben az átfolyó keresztmetszetének változtatásával lehet szabályozni. Ismert tény, hogy szintelen üveg olvasztásakor általában mélyebben fekvő vagy süllyesztett átfolyót, színes üveg olvasztása esetén pedig magasabban méretezett átfolyót alkalmazunk. A hazai tapasztalatok alapján általában a használt átfolyók méreteit az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat

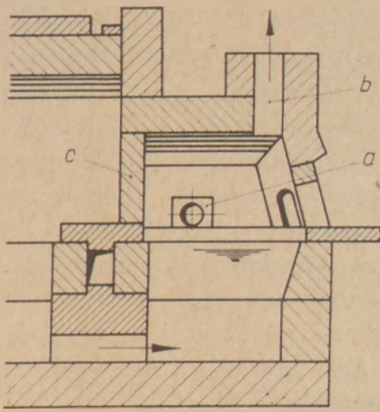
Kemencetípus	A	B	C	D	E	m <sup>2</sup>
Kisméretű kád	5-8000	300	200	250	600	0,06
Középméretű kád	9-10000	400	2-300	250-350	800	0,09-0,12
Nagyméretű kád	12000	600	400	450	1000	0,24



### 3. Olvasztó- és munkakád elválasztása

A magasabb olvasztási hőmérsékleten történő olvasztási és derítési folyamatok nagyobb munkatér hőmérsékletet eredményeznek. Amennyiben az





9. ábra. Kisméretű kádkemencében alkalmazott olvasztómunkatér elválasztó fal, és felépítmény  
a) égő, b) füstgáz lehúzó, c) válaszfal

olvasztótér és munkatér elválasztása a hagyományos árnyékoló ráccsal történik — az átfolyó felépítményre helyezett téglarács —, a munkatér hőmérséklete gyakran ingadozásoknak van kitéve, gyakran pedig a kívánnál magasabb. Ezeket a hátrányokat az olvasztó és munkatér teljes elválasztásával lehet megszüntetni. Szükség esetén a munkatérben külön fűtés alkalmazható az állandó hőntartás céljából.

Ezt a konstrukciós változást először kisméretű ólomüveg olvasztó kádkemencéknél jó eredményekkel alkalmaztuk és ennek alapján fokozatosan alkalmazzuk az összes egyéb kemencéknél is. A következő ábrák bemutatják az egyes üvegolvasztó kemencéknél alkalmazott munkatér elválasztási megoldásokat és a segédűtés bevezetési helyeket.

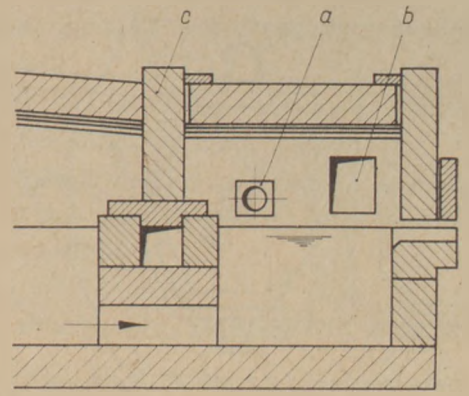
Tekintettel arra, hogy a munkatér fűtése csekély hőmennyiséget igényel, a füstgázok elvezetése általában rekuperátor nélkül, vaskéményen keresztül a szabadba történik (9., 10., 11. ábra).

#### 4. Mechanikus keverőberendezések a munkakádban levő üvegek homogenizálására

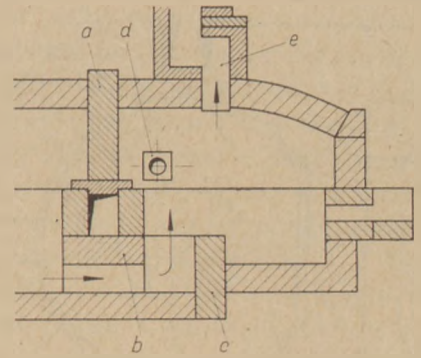
A kézi kidolgozású kádkemencéknél eddig sok problémát jelentett a kidolgozásra kerülő üveg tökéletes homogenitásának biztosítása. Elsősorban az ólomüveg, de a minőségi káli-kristályüveg esetében is inhomogén és huzalos üveggel álltunk szemben, amely mint „üvegrossz” jelentkezett a termelésben

E hiányosság megszüntetése érdekében először egy 24% ólmot tartalmazó üveget olvasztó kádkemence munkatérébe — amely el volt választva az olvasztótértől — építettünk be egy mechanikusan működő keverőberendezést. A keverőlapát samothból készült, a keverő tengelye pedig vízűtéssel volt ellátva. Az elért eredmény kiváló volt, mivel a huzalos üveg teljesen megszűnt (12. ábra).

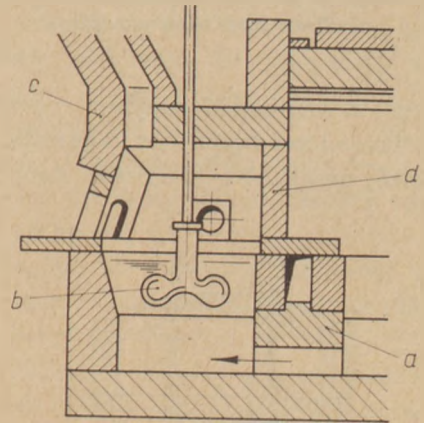
A mechanikus keverőberendezés széleskörű al-



10. ábra. Hengerelt síküveg gyártó kádkemencében alkalmazott olvasztó-munkatér elválasztó fal és felépítmény  
a) égő, b) füstgáz lehúzó, c) válaszfal



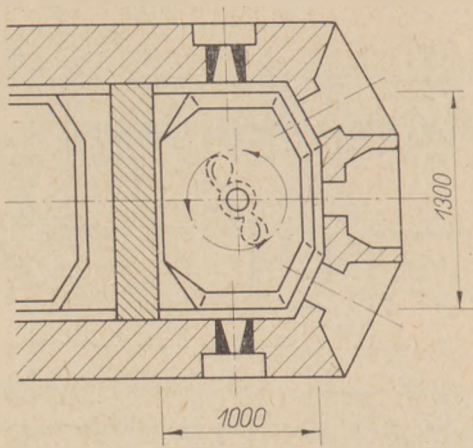
11. ábra. Nagyméretű kádkemencében alkalmazott olvasztó-munkatér elválasztó fal és felépítmény  
a) válaszfal, b) átfolyó, c) lépcső, d) égő, e) füstgáz lehúzó



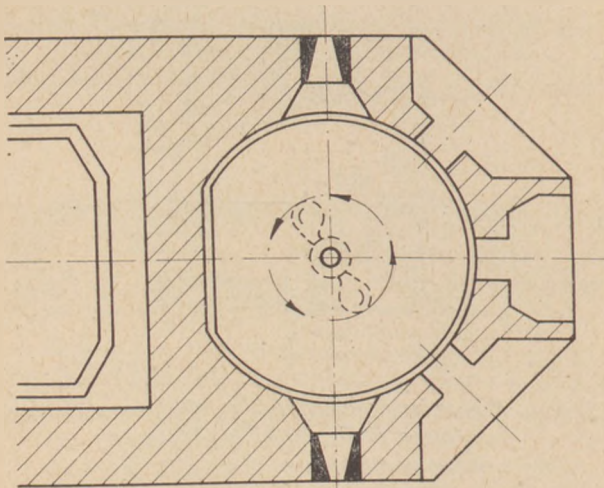
12. ábra. Munkatérben alkalmazott mechanikus keverőberendezés vázlat  
a) átfolyó, b) mechanikus keverő, c) füstgáz lehúzó, d) válaszfal

kalmazásának bevezetése előtt megváltoztattuk a munkakád alakját is a keverőlapát üzemeltetésének megfelelően (13., 14. ábra).

A mechanikusan működő keverőberendezéseket később káli-kristályüvegeket olvasztó kádkemencékben is alkalmaztuk szintén kiváló eredményekkel. Tekintettel arra, hogy ezeknél az olvasztó-

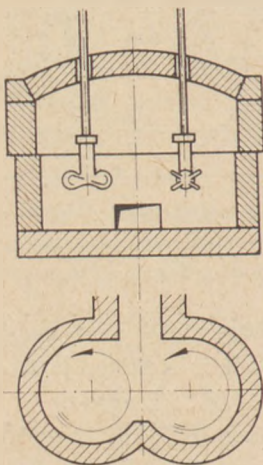


13. ábra. Eredeti munkatér kiképzés a mechanikus keverőberendezés alkalmazásánál



14. ábra. Végleges munkatér kiképzés a mechanikus keverőberendezés alkalmazására

kemencéknél a munkakád nagyobb méretű volt, két keverőberendezés beépítését valósítottuk meg, a következő munkakád kiképzése mellett (15. ábra).



15. ábra. Középméretű kádkemence munkatérének kialakítása iker keverőberendezések alkalmazásánál

## 5. Regeneratív hővisszanyerő kamrák kiképzése

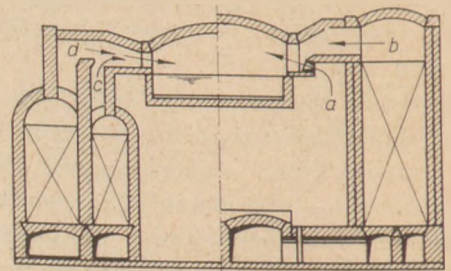
A földgáz vagy olajtüzelésű regeneratív rendszerű kádkemencéket a magas felépítésű regeneratív kamrák és égőfejek jellemzik. A generátorgáz esetében alkalmazott két kamrarendszer — gáz-, levegő előmelegítés — helyett kialakult az egy kamrarendszer, mégpedig csak a levegő előmelegítésére. Az eddig alkalmazott alacsonyra épített regeneratív kamrák helyett, úgynevezett felhúzott regeneratív kamrák használatára tértünk át. A 16. ábra mutatja a két kamrarendszer közötti változásokat (16. ábra).

A földgáz vagy olajtüzelés alkalmazásával lehetőség nyílt arra, hogy a regeneratív kamrák, ill. azok felépítményét ugyanolyan magasra lehetett építeni, mint az olvasztó kemence főboltozatát.

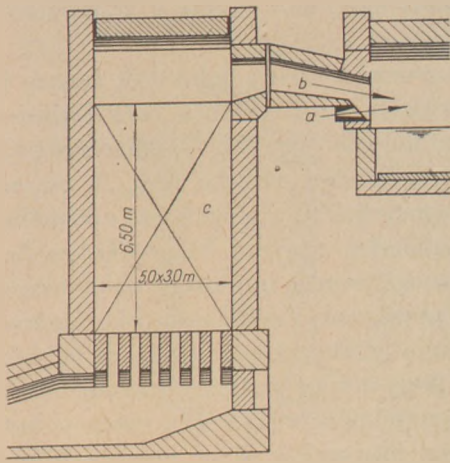
A regeneratív kamrák és az olvasztókád felépítményét egy összekötő csatorna köti össze, amelyben az előmelegített levegő, ill. füstgáz áramlik. Az összekötő csatorna alatt helyezkednek el a földgáz- vagy olajégők-(porlasztók). Az így felhúzott, ill. magasra épített regeneratív kamrákban elhelyezett hőkieserelő rács magassága eléri az összekötő csatornának alsó szintjét. Ily módon a korszerű rácsok elérhetik a 7—8—9 métert a régi 3—4 méter magasságú rácsokkal szemben.

A korszerű regeneratív kamrákban történő levegő előmelegítés sokkal jobb hatásfokkal bír, mivel az 1200 °C-ra előmelegített levegő, alsó értéknek vehető a régi maximum 800—1000 °C-al szemben. További eredménye ennek a rendszernek, hogy a hőmérséklet változás egy váltási periódus alatt sokkal egyenletesebb, vagyis a láng hőmérséklet és a láng formája egy váltási periódus alatt majdnem változatlan marad és emiatt az olvasztás technológiai feltételek állandónak mondhatók. Tökéletes eredményeket lehet elérni, ha a váltási periódusokat az addig alkalmazott 30 perc helyett 20 vagy 15 percesre csökkentjük.

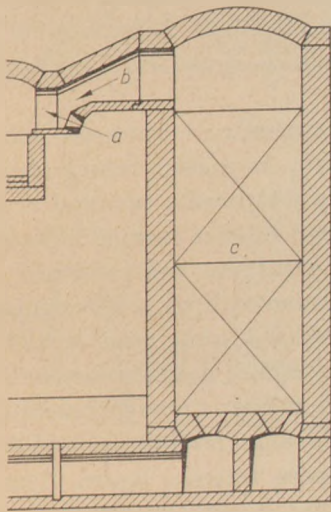
Az új rendszerű álló regeneratív kamráknak másik nagy előnye az áramlástechnikai oldalon keresendő. Tekintettel arra, hogy a felfelé áramló le-



16. ábra. Összehasonlítás a régi és új regeneratív rendszerű kádkemencék felépítményei között  
a) földgáz vagy olajégő (porlasztó), b) előmelegített levegő, c) generátorgáz, d) előmelegített levegő



17. ábra. Korszerű regeneratív kamra kiképzése egy „U” lángtüzelésű kádkemence számára  
a) földgáz vagy olajjég (porlasztó), b) előmelegített levegő, c) regeneratív kamra



18. ábra. Korszerű regenerátor kamra kiképzése kereszt-tüzelésű kádkemence esetén, alsó földgáz vagy olajtüzelés esetén  
a) földgáz vagy olajjég (porlasztó), b) előmelegített levegő, c) regeneratív kamra

vegő vagy a lefelé haladó füstgáz a teljes kamra, ill. rács keresztmetszetét érinti, átöblíti, továbbá a rács felett levő gyújtótér egyenletes áramlást biztosít az összekötő csatornában az olvasztó kemence felé, a

2. táblázat

Mutatók	Rostély rács	Košár rács
Hőterhelés / fűtőfelület [Kcal/m <sup>2</sup> ·óra]	4000	4000
Rácsberakás [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	12,1	13,0
Rács súlya [t/m <sup>2</sup> ], Hőterhelés és, tegyasúly [Kcal·t <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> ]	0,605 * 80000	1,4 ** 37000
Rácsfelület / olvasztófelület [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	35,5	35,5

\* Samottégla

\*\* Magnezittégla

hőátadás és ezzel a hőkihasználás tökéletesnek mondható.

A 17., 18. ábrák egy-egy korszerű regeneratív kamra felépítését mutatják be.

A korszerű rendszerű regeneratív kamrákra vonatkozó legfontosabb műszaki mutatókat a 2. táblázat szemlélteti.

## 6. Rekuperátor, hővisszanyerő berendezés

Ismeretes, hogy kis- és közepméretű kádkemencék — amelyeknek olvasztó felülete 2—50 m<sup>2</sup> között van — általában rekuperatív hővisszanyerő berendezésekkel vannak ellátva. A rekuperatív tüzelés alkalmazásának előnyei elsősorban az egyenletes — váltás nélküli — tüzelésében keresendők. Hátránya pedig, hogy az előmelegített levegőhőmérséklet nem éri el a regeneratív rendszerrel biztosítható értékeket. Mégis, több kis- és közepméretű kádkemenceegység épül rekuperatív, mint regeneratív hőhasznosítással. Ennek magyarázatát elsősorban a beruházási költségek csökkenésében, a váltóberendezések, a nagyméretű alépítmények, szükségtelenségében lehet keresni.

Az eddig alkalmazott rekuperátorok általában kerámikus tűzálló anyagokból épültek fel, az igényeknek megfelelően — SK 30, SK 33, SK 35 samott, és szilimanit csövekből, és idomokból.

Ezek a rekuperátorok a generátorgáz tüzelésű kis és közepméretű kádkemencéknél — az üzemi és olvasztástechnológiai körülményeknek megfelelően jól működtek, amit bizonyít az a tény, hogy hazánkban több mint 40 rekuperatív rendszerű kádkemence egység üzemel a különböző összetételű üvegek olvasztására.

Mégis a földgáz és olajtüzelésre való átállásnál hasonló konstrukciós változtatásokra volt és van szükség, mégpedig:

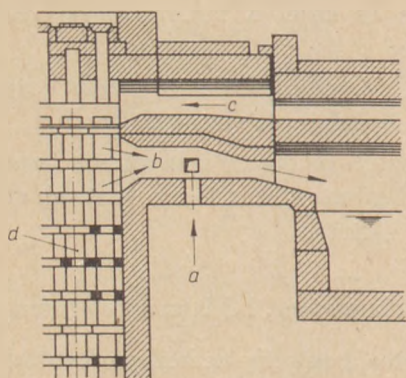
— az égőfej, ill. előmelegített levegő összekötő csatorna megváltoztatása a földgáz és olajok (porlasztók) beépítése végett,

— a földgáz — és olajjégök (porlasztók) beépítéséből származó konstrukciós változások kialakítása céljából,

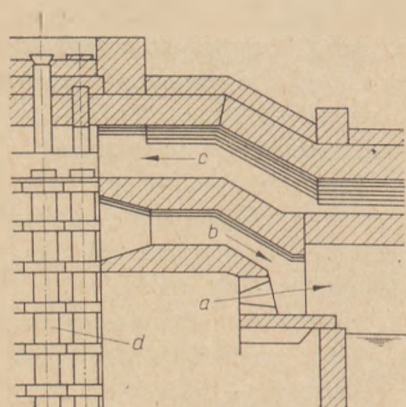
— a kemence konstrukciók részbeni változtatása az új energiahordozókból származó feltételek végett (magasabb olvasztási hőmérséklet, fajlagos olvasztási teljesítmény, keverék adagolás, távozó magasabb füstgáz hőmérséklet stb.),

— korszerű hőhasznosító berendezésekre történő átállítás, ill. azok alkalmazása céljából.

Tekintettel arra, hogy az összes üveglvasztó kemence korszerűsítését vagy azok teljes átépítését nem lehet egyszerre végrehajtani, ezért csak foko-



19. ábra. Generátorgáz tüzelésű, duplaboltozatos, rekuperátoros kádkemenceegység égőfejének kiképzése  
a) generátorgáz, b) előmelegített levegő, c) füstgáz, d) rekuperátor



20. ábra. Földgáz vagy olajtüzelésű, duplaboltozatos, rekuperátoros kádkemenceegység égőfejének kiképzése  
a) földgáz vagy olajégő (porlasztó), b) előmelegített levegő, c) füstgáz, d) rekuperátor

zatosan kerülhet erre sor úgy, hogy azt már részben végre is hajtottuk.

A 19., 20. ábrák segítségével bemutatunk egy duplaboltozatú, keramikus rekuperátorral ellátott folyamatosan üzemelő kádrészletet, eredetileg generátorgáz tüzelésű elrendezésben, majd ugyanezt olaj, illetve földgáz tüzelésre változtatban. Megjegyzendő, hogy e kemenceegység minőségi ólomüveg olvasztására szolgál (19. ábra generátorgáz, a 20. ábra olajtüzelésű).

Anint már említettem, ez a megoldás műszakilag csak átmeneti megoldásnak tekinthető, mivel a korszerű energiahordozók alkalmazásával több olvasztási — tüzeléstechnikai és hőhasznosítási feltételt kell biztosítani, ezért véleményem szerint a jövőbeli hőhasznosító berendezések kis- és közepméretű kádkemencék számára csak fémrekuperátorok lehetnek, amelyek a következő előnyökkel rendelkeznek:

— földgáz és olajtüzeléshez szükséges égési levegő nyomásánál a porlasztók előtt 200 mm v. o. érhető el, míg a keramikus rekuperátorok alkalmazásával csak max. 20–30 mm v. o. nyomás biztosítható,

— a korszerű tüzelési feltételek magas fűtőértékű energiahordozók esetében, csak földgáz — előmelegített levegő, vagy olaj — előmelegített levegő porlasztású égőkkel oldható meg. A porlasztásos égők alkalmazásánál a megkívánt optimális és állandó légfelesleg tényező biztosítható. Az égést tápláló levegőáramlás impulzusa az olvasztótérben való belépésekor magasabb, mint a keramikus rekuperátorokkal ellátott kemencéknél és így lehetőség nyílik a lángáramlás turbulenciájának fokozására, amely végeredményben az égési viszonyokat nagymértékben megjavítja és az energia felhasználás csökkentéséhez vezet.

— a speciális ötvözzel bíró fémrekuperátorok lehetővé teszik 1500 °C hőmérsékletű füstgázok elvezetését és az égéshez szükséges levegő 500–650 °C-ra való előmelegítését. A fémrekuperátorok átlagos élettartama 3–5 év, az igénybevételtől függően.

— a fémrekuperátor beruházási költségei — figyelembe véve a keramikus rekuperátorok 18–24 hónapos teljes felújítását, továbbá a rossz határfokból származó többlet energia költségeket — olcsóbb, mint a keramikus rekuperátoré.

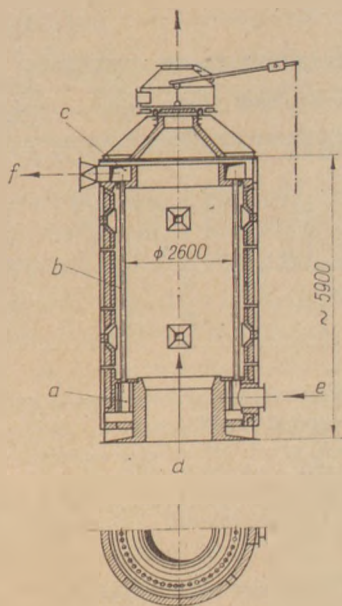
— tekintettel arra, hogy a fémrekuperátor helyszükséglete sokkal kisebb, mint egy keramikus rekuperátoré, lehetőség nyílik a meglévő kemencéknel — ahol ilyen fémrekuperátorok ráépíthetők — az olvasztási felület bővítésére, anélkül, hogy az épület bővítésére szükség lenne. Ilyen kapacitásbővítéssel a fémrekuperátor teljes költsége kifizetődik,

— a korszerű fémrekuperátorok — amelyeket az Industrie Companie NSZK-beli cég szállít — az eddig alkalmazott mechanikus huzatszabályozóval szemben „levegőfátyol” huzatszabályozóval vannak ellátva, amelyek segítségével a kemencetérnyomás a megkívánt  $\pm 0,1-0,3$  mm v. o. értéken belül tartható és szabályozható.

— a fémrekuperátorok alkalmazásával lehetőség nyílik tüzelési feltételek teljes biztosítására, a fel- és teljes automatika alkalmazására.

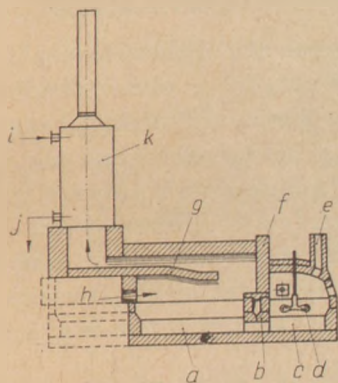
Tájékoztatásul bemutatunk egy korszerű fémrekuperátorra vonatkozó vázlatot, továbbá ennek ráépítését egy hagyományos dupla boltozatú kádkemenceegységre, és az ezzel kapcsolatos olvasztófelület növelési lehetőségét (21., 22. ábra).

A fentiek alapján megállapítható, hogy a jövőben kis- és közepméretű kádkemenceegységek kialakítása esetén csak a fémrekuperátorok alkalmazásából szabad kiindulni, mivel műszaki, gazdasági számítások is ennek helyességét igazolják.



21. ábra. Korszerű fémrekuperátorra vonatkozó vázlat

a) levegő-kamra, b) rekuperátorcső, c) előmelegített levegőkamra, d) hideg levegő belépés, e) előmelegített levegő kilépés



22. ábra. Korszerű fémrekuperátorral ellátott kádkemenceegység

a) olvasztókád, b) átfolyó, c) munkakád, d) mechanikus keverő, e) füstgáz lehúzó, f) válaszfal, g) belső boltozat, h) földgáz vagy olajégő (porlasztó), i) levegő belépés, j) előmelegített levegő kilépés, k) füstgáz útja

Külföldi tapasztalatokat alapulvéve megállapítható, hogy jelenleg már olyan üvegolvasztó kádkemencék is üzemelnek fémrekuperátorokkal, amelyeknek a naponta leolvasztott üvegmennyisége eléri a 120 tonnát. Erre a kemencetípusra később majd visszatérek.

## 7. Keverékadagolás

A modern és korszerű üvegolvasztókemencék üzemeltetésének egyik fontos feltétele, hogy az olvasztás technológiájának megfelelő egyenletes és állandó üzemeltetési viszonyokat biztosítsunk. Ehhez szorosan hozzákapszolódik az üvegszint állandó értéken való tartása folyamatos keverékadagolás útján.

Ismert tény, hogy a nem folyamatosan adagolt keverékadagolás esetén az olvasztási folyamatok

nem egyenletesen folynak le és ebből kifolyólag inhomogenitások, hőmérséklet egyensúlyi zavarok, üvegszint ingadozások lépnek fel. Fentiek kiküszöbölése érdekében ma már általában folyamatosan üzemelő keverékadagológépeket alkalmazunk az üvegszintmérő által vezérelve.

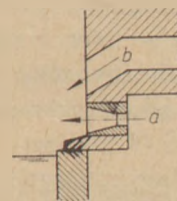
Hazánkban különböző rendszerű adagológépeket használunk, általában kielégítő eredményekkel. Mégis szükséges azokat egyenként felülvizsgálni, működésüket modell-kísérletekkel ellenőrizni és kiértékelni és szükség esetén új korszerű konstrukciókat kialakítani.

## 8. Üvegolvasztó kemencék fűtése

Mint már a bevezetésben is elmondtam, üvegyiparunk nagy feladatok előtt áll, amikor az összes üvegyárunkat földgáztüzelésre kell átállítani és emellett biztonsági okokból gondoskodni kell tartalék olajtüzelésről is.

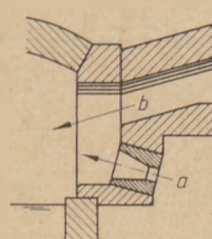
A tartalék, ill. biztonsági olajhálózat és tüzelőberendezés kiépítésével lehetőség nyílik a földgáz-olaj karburálására, ezzel egy világító láng elérésére, tehát a tüzelés- és olvasztástechnológiai feltételek tökéletesítésére. Fontos feladat jelent majd a legkorszerűbb földgáz-olaj és kombinált földgáz-olajégők (porlasztók) kiválasztása, kikísérletezése és széleskörben történő alkalmazása. Külföldi és hazai tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a préslevegővel porlasztott olaj- és földgázégők (porlasztók) váltak be a legjobban.

Célszerűnek látszik azonban ezzel a kérdéssel sokkal nagyobb mértékben foglalkozni, mint ahogy ez eddig történt, mivel nemcsak egy üvegolvasztó kemencéről van szó, hanem az egész iparág összes kemenceegységeiről, bár vannak olyan külföldi cé-



23. ábra. Olajégők (porlasztók) korszerű elhelyezése

a) olajégő bevezetése rekuperátoros duplaboltozatos kemencék esetén, b) előmelegített levegő

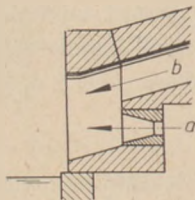


24. ábra. Földgázégők (porlasztók) korszerű elhelyezése

a) földgáz bevezetése regeneratív, kereszttüzelésű kemencék esetén, b) előmelegített levegő

gek, akik a különböző kemencetípusokra megfelelő kikísérletezett porlasztókat tudnak szállítani és üzembehelyezni.

A földgáz vagy olaj porlasztók elhelyezési módja — minden egyéb beépítési kísérletekkel szemben — az eddigi tapasztalatok alapján az égőfej padka alatt látszik a legjobb megoldásnak (23., 24., 25. ábra).



25. ábra. Földgáz vagy olajégők (porlasztók) korszerű elhelyezése egy „U” láng vagy kerettüzelésű kádkemence számára

a) földgáz vagy olaj bevezetése, b) előmelegített levegő

### 9. Üzemeltetési hőmérsékletek és üzemperiódusok kialakítása

Az üvegolvasztó kemencékben elérhető üzemeltetési hőmérsékletet két fontos tényező határozza meg:

- a felhasználásra kerülő tüzelőanyagok fűtőértéke,
- a tűzállóanyagok tartóssága az üveg olvadék és a tüzelési igénybevétellel szemben.

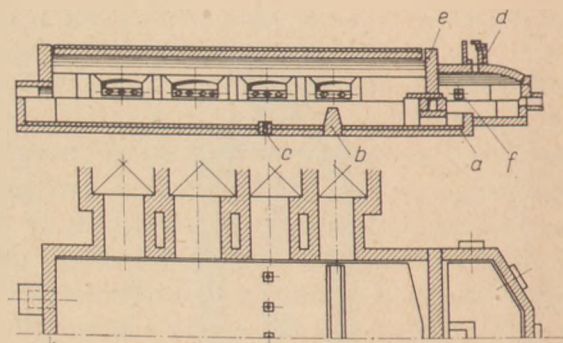
Ismert tény, hogy az eddig alkalmazott generátorgázzal az 1420—1450 °C üzemeltetési hőmérséklet volt elérhető, megfelelő hőhasznosítók alkalmazása mellett. A magas fűtőértékű tüzelőanyagokkal — földgáz és olaj — minden nehézség nélkül a fentieknél sokkal magasabb 1550—1600 °C is elérhető. Az üzemeltetési hőmérséklet felső határát a kemencékben beépítésre kerülő tűzállóanyagok minőségei szabják meg.

Figyelembe véve az üvegolvasztó kádkban beépített különböző tűzállóanyagok minőségeit, a következő üzemeltetési hőmérsékleteket, és üzemperiódusokat lehet elérni (3. táblázat).

A 3. táblázat alapján megállapítható, hogy az üzemeltetési hőmérséklet emelésével az üzemperiódus is növekszik, s ez elsősorban az elektromosan olvasztott tűzállóanyagok megjelenésének és szé-

3. táblázat

Tűzállóanyagok minőségeinek megnevezése	Kádkövek belső üzemi hőmérséklete [°C]	Várható üzemperiódus [Év]
Samot kádkő 25 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1400	1-2
Samot kádkő 40 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1450	1-2
Korvisit	1500	2-3
Zirkozit	1550	3-3 1/2
Corhart „Zac”	1550	3-4



26. ábra. Keresztüzelésű üvegolvasztó kádkemencékbe beépített tűzállóanyagok minőségei

a) lépcső: korvisit, b) gát: cirkozit, c) levegőbefúvás: cirkozit, d) füstgáz lehúzó: cirkozit, e) válaszfal: szilika, f) égőfej: cirkozit, g) fenék burkolat: korvisit, h) doghaus oldalfal: cirkozit, i) felmenő falazat: cirkozit, j) fenékkő: samott, k) kidolgozóter oldalal: korvisit, l) boltózat: szilika, m) átfolyó: cirkozit, n) olvasztókád oldalal: cirkozit

leskörű alkalmazásának köszönhető. Hazánkban alkalmazott üvegolvasztó kádkemencéknél fokozatosan áttérünk az elektromosan olvasztott tűzállóanyagok használatára, az olvasztókádnál és a felépítményeknél a vállkő magasságáig (26. ábra).

Természetesen egy elérhető hosszabb üzemperiódus nemcsak egyedül az olvasztókádkban beépített tűzállóanyagok minőségétől függ, hanem felépítményekben és a hőhasznosítóknál alkalmazott tűzállóanyagok minőségétől is. Fontos feladatok várnak ezen a téren a tűzállóanyagokat előállító gyárrakra, de biztosra vehető, hogy ez ugyanolyan sikerrel jár majd, mint az elektromosan olvasztott tűzállóanyagok kikísérletezése és gyártása.

### 10. Üvegolvasztó kemencék szigetelése

Az üvegolvasztó kemencékben a korszerű tűzállóanyagok alkalmazása — tekintettel azoknak igen jó hővezetői képességére — bizonyos mértékben növelte az üvegolvasztásra fordított energiafelhasználást. Ennek ellensúlyozása érdekében külföldi tapasztalatok figyelembevételével, saját nagyüzemi kísérletek lefolytatásával megkezdjük az egyes üvegolvasztó kemencék fokozatos szigetelését. A szigetelési eljárásokat először az üvegolvasztó kemencék boltzatai és a felépítmények oldalfalain, továbbá a hőhasznosítóknál kezdtük el jó eredményekkel. Később rátértünk az egyes kemencetípusoknál az olvasztókád oldalköveinek szigetelésére is külön erre a célra előállított szigetelőlapok segítségével. Az újonnan épülő üvegolvasztó kemencék esetén pedig rátérünk a fenékkövek szigetelésére is. Ennek végrehajtása bizonyos vasszerkezeti módosításokat igényel a tartószerkezetekben.

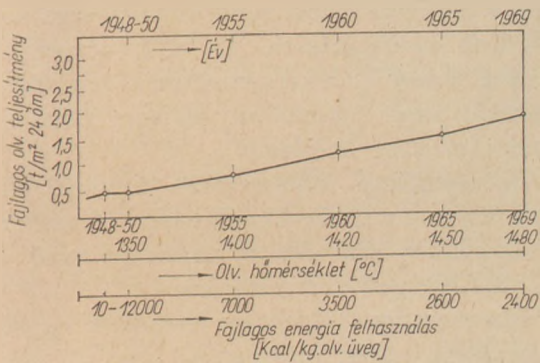
A magyar üvegiiparban végrehajtott kísérletek kiértékelése alapján megállapítható, hogy a szigetelt üvegolvasztó kemencék a nem szigetelt ke-

mencékkel szemben — a kemencék nagyságától függően — 20–30%-os energia-megtakarítást eredményeznek.

### 11. Olvasztási teljesítmény növelése

Egy kemenceegység olvasztási teljesítménye elsősorban az üzemelési hőmérséklettől, másrészt pedig az üvegolvasztó kemence konstrukciójától függ. A magasabb olvasztási hőmérséklet alkalmazásánál az üvegeképződési folyamatok gyorsabban zajlanak le, az üveg viszkozitása alacsonyabb, mint az alacsonyabb olvasztási hőmérsékletnél, emiatt az üveg derítése is sokkal gyorsabban megy végbe.

Visszatekintve a magyar üvegyipari államosításától történt fajlagos olvasztási teljesítmények növekedésére, az egyes kemencékben elért legjobb eredményeket az alábbi grafikon mutatja.



Az olvasztási teljesítmények növelésével párhuzamosan nagymértvű csökkentéseket értünk el az egyes üvegolvasztó kemencék fajlagos energia felhasználásában. Igaz, hogy az eredmények még nem érték el az élenjáró világszínvonalat, mégis elmondhatjuk, hogy a jelenleg folyó nagyarányú rekonstrukciós tevékenység és a földgáz energiára való átállítás után hasonló értékeket tudunk felmutatni. Tájékoztatásul közölhetem, hogy az üvegyiparban alkalmazott összes üvegolvasztó kemencékre vonatkoztatott — beleértve a fazekas, kisméretű nappali és folyamatos üzemelő kádke-mencék, továbbá a nagyméretű öblösüvegek, hengerelt és húzott síküvegkemencék — az összesített átlag fajlagos energiafelhasználás 6900 Kcal/kg olv. üveg. Itt figyelembe kell venni, hogy egyes fazekas és kádke-mencék még nyers generátorgázzal üzemelnek, tehát azoknak olvasztási és fajlagos energiafelhasználási tényezői az általános műszaki fejlődésben lemaradtak.

A különböző üvegolvasztó kemencéknél elért fajlagos energetikai átlag értékek a következők:

Durva öblösüveg olv. kádke-mencék	2700 Kcal/kg
Színes öblösüveg olv. kádke-mencék	3200 Kcal/kg
Hengerelt síküveg (drót és ornament)	3600 Kcal/kg
Kézi kidolgozású finom öblös-üvegek olvasztó kádke-mencék	6–9000 Kcal/kg

Az elmondottakban az üvegolvasztó kemencék addigi konstrukciós változtatásait ismerttettem, amelynek kapcsán a magyar üvegyiparban a jövőben még átépítésre kerülő üvegolvasztó kemencék szerkezeti változtatásait lehet meghatározni.

### 12. Korszerű és új típusú üvegolvasztó kemenceegységek kialakítása

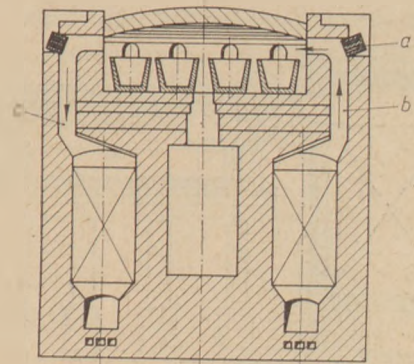
Mivel a magyar üvegyipar egységes energiahordozókra tér át a műszaki fejlesztést is egy egységes irányban kell meghatározni, vagyis egységes üvegolvasztó kemencekonstrukciókat, tüzelőberendezéseket, hőhasznosítókat, és egységes égéstechnológiai berendezéseket és felszereléseket kell alkalmazni. Ezzel nemcsak az üzemeltetési feltételeket egyszerűsíthetjük az üvegyárakban, hanem az építési, javítási és karbantartási költségek is nagymértékben csökkenthetők, amelyek kedvezően befolyásolják az előállított üvegtermék önköltség alakulását.

A kialakítandó, ill. átépítendő üvegolvasztó kemence típusoknál a következőket kell számításba venni:

a) *Fazekas kemence* színes finomöblös üvegek olvasztására, felső kereszttüzelésű, regeneratív hővisszanyerő berendezéssel ellátva.

E típus véglegesen kialakult, egységes alkalmazása, ill. ennek bevezetése az iparágban folyamatban van (27. ábra).

b) *Kisméretű folyamatosan* üzemelő kádke-mence finom háztartási öblösüvegek olvasztására,

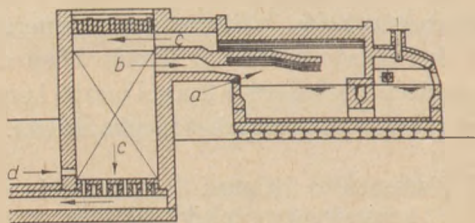


27. ábra. Felső tüzelésű, regeneratív rendszerű fazekas kemenceegység földgáz vagy olajtüzelésre

a) földgázgőz (porlasztó), b) előmelegített levegő, c) füstgáz

kézi félautomata és kisteljesítményű automatagépek kiszolgálására. A kemence dupla boltozatú kerámikus rekuperátorral ellátott, melyet folyamatosan fog felváltani a fémrekuperátor alkalmazása. Külön fűtött munkatér, mechanikus keverőberendezések alkalmazása.

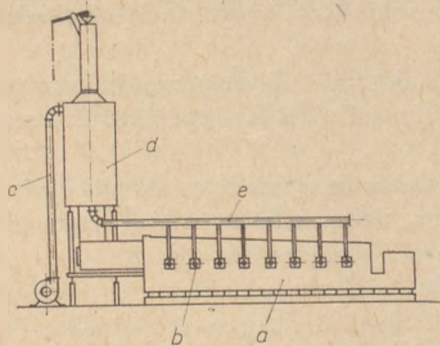
E típus véglegesen kialakult, egységes alkalmazása, ill. folyamatos bevezetése tervbe van véve (28. ábra).



28. ábra. Kis- és közepméretű, duplaboltozatú, rekuperatív rendszerű kádkemenceegység

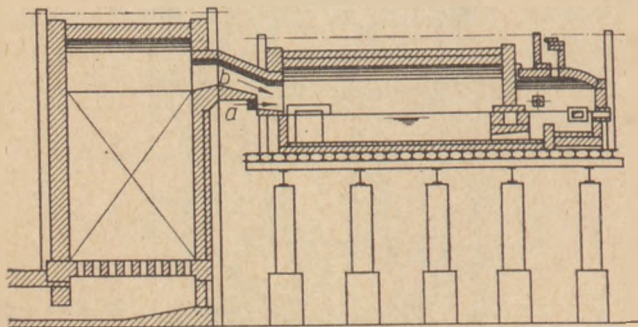
a) olajégő (porlasztó), b) előmelegített levegő, c) füstgáz, d) hideg levegő bevezetése

c) Kisméretű folyamatosan üzemelő, ellenáramú folytonos tüzelésű kádkemence, hőálló laboratóriumi és műszaki üvegek olvasztására kézi, félautomatagépek kiszolgálására. A kemenceegység fémrekuperátorral lesz ellátva.



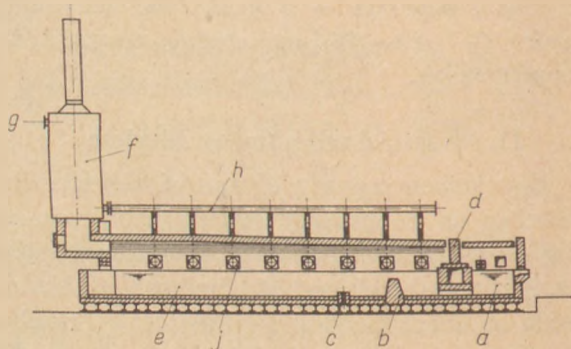
29. ábra. Kisméretű folyamatos tüzelésű, ellenáramú kádkemenceegység fémrekuperátoros hővisszanyerővel

a) olvasztó kemence, b) földgáz vagy olajégő (porlasztó), c) hideg levegő, d) fémrekuperátor, e) előmelegített levegő



30. ábra. Közepméretű „U” láng tüzelésű, regeneratív rendszerű kádkemenceegység

a) földgáz vagy olajégő (porlasztó) b) előmelegített levegő



31. ábra. Közép- és nagyméretű, folytonos tüzelésű, ellenáramú kádkemenceegység fémrekuperátoros hővisszanyeréssel

a) munkakád, b) gát, c) levegőbefúvás, d) válaszfal, e) olvasztókád, f) fémrekuperátor, g) hideg levegő bevezetés, h) előmelegített levegő, i) füstgáz elvezetés

E típus kialakítására jelenleg folynak a nagyüzemi kísérletek és kiértékelések (29. ábra).

d) Közepméretű folyamatosan üzemelő kádkemence különböző öblösüvegek olvasztására automatagépek kiszolgálására. Ez a kemenceegység „U” láng tüzelésű, álló regenerátorral rendelkezik.

Ennek a kemencetípusnak végleges kialakítása folyamatban van (30. ábra).

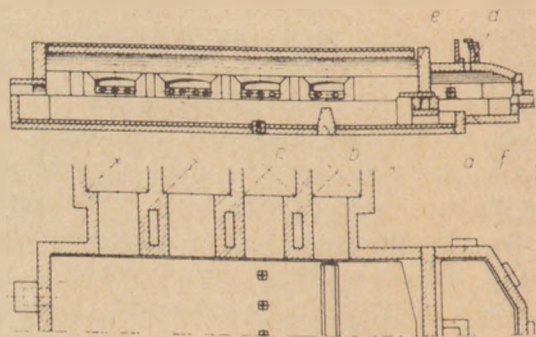
e) Közepméretű folyamatosan üzemelő ellenáramú, folytonos tüzelésű kádkemence, fémrekuperátorral ellátva, színtelen és színes hengerelt síküveg, profilüveg stb. olvasztására.

E kemencetípus véglegesen kialakult, egységes alkalmazásba vétele folyamatban van (31. ábra).

f) Nagyméretű üvegolvasztó kádkemence automatagépek, kiszolgálására. E kemencetípus kereszt-tüzelésű, álló regeneratív — levegő előmelegítés — hővisszanyerő berendezéssel van ellátva.

A kemencetípus végleges kialakítása folyamatban van, egységes alkalmazására lehetőség van (32. ábra).

g) Egyéb, különleges rendeltetésű üvegolvasztó kádkemencék. E kemencetípus közé sorolhatók azok az



32. ábra. Nagyméretű, kereszt-tüzelésű, regeneratív rendszerű kádkemenceegység

a) lépcső, b) gát, c) levegőbefúvás, d) füstgáz lehúzás, e) válaszfal, f) égő (porlasztó)



üvegolvasztó kádak, mint pl. húzott síkűveg, üvegcsőhúzó és speciális üvegeket olvasztó kemencék.

Tekintettel arra, hogy ezeknél a kemencéknél leggyakrabban kizárólag a munkatér kiképzése tér el a szokásos szerkezetektől, a kemence többi része az előző pont alatt felsorolt konstrukciós megoldásokkal kivitelezhető.

A bemutatott ábrák alapján megállapítható, hogy az előadásom keretében megemlített szükséges konstrukciós változtatásokat a tervbevett korszerűsítéseknél minden esetben figyelembe vettük. A célul kitűzött műszaki és gazdasági eredmények kizárólag attól függenek, hogy mikor tudja az üvegipar a kitűzött feladatát véglegesen realizálni.

### 13. Várható műszaki-gazdasági eredmények

Az előadásban elhangzottak alapján — melyek csakis az üvegolvasztókemencékre vonatkoznak — megállapítható, hogy amennyiben a kitűzött feladatok végrehajtása megtörténik, úgy a jelenlegi üvegkapacitásunkat kb. 25–30%-kal lehet növelni, anélkül, hogy új üzemszerveket vagy gyárakat kellene építeni. Természetes, hogy az üvegolvasztási kapacitások ilyen mérvű növelése az egyes gyártósorokat minden esetben komplex vizsgálat alá kell helyezni és csak ennek kiértékelése után szabad a konkrét intézkedéseket megtenni. A várható legfontosabb eredményeket következőkben lehet összefoglalni:

a) Kapacitás növelése épületek és nagyobb beruházások nélkül.

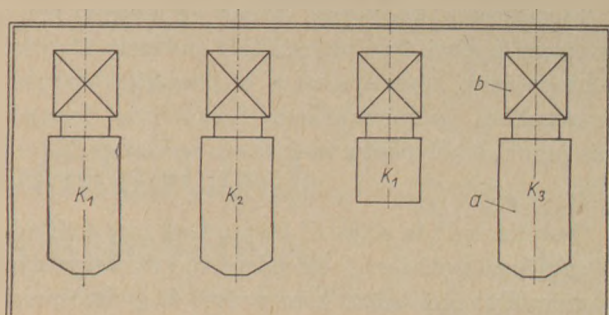
b) Olvasztási kapacitás növelése.

c) Korszerűsített vagy újonnan épített és egységesített üvegolvasztókemencék által előállított üveg önköltségének nagymérvű csökkentése, amely a következő tényezőkből tevődik össze:

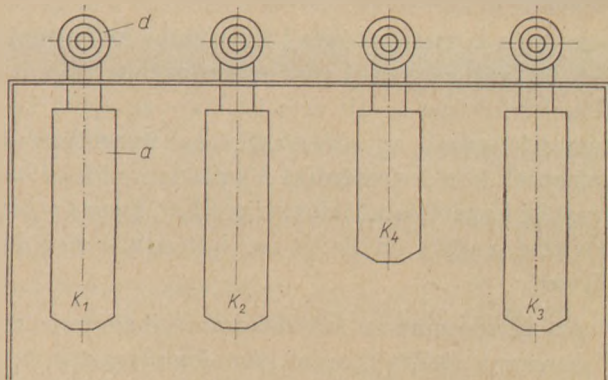
- fajlagos olvasztási teljesítmény növelése,
- a fajlagos energia csökkentése,
- az üzemperiódus meghosszabbítása,
- az üzem jobb kihasználása,
- a tartalékanyagok készleteinek nagymérvű csökkentése.

Hogy a megállapításaimat tényekkel alátámaszthassam; engedjék meg, hogy egy konkrét példával illusztráljam azokat.

Adva van egy üvegyár, ahol jelenleg kizárólag ólom- és kálíkristályüveg gyártása folyik csak kézi és félautomatikus kidolgozással, finom háztartási, díszmű áruk előállítására. Az üvegyár jelenleg 3 db 3 m<sup>2</sup>-es olvasztó felületű kádkemencével rendelkezik, amelyek kerámikus rekuperátorokkal üzemelnek, ugyancsak van 1 db nappali iker kádkemence, 2 m<sup>2</sup> olvasztófelülettel, amelyek segítségével színes díszmű üveg kerül gyártásra. Az üveg-



33. ábra. Kemencecsarnok jelenlegi helyzete  
a) olvasztó kemence, b) kerámikus rekuperátor



34. ábra. Kemencecsarnok átépítés után  
a) olvasztó kemence, b) fémrekuperátor

gyár jelenlegi olvasztási kapacitása 8,0 t/24 óra (33. ábra).

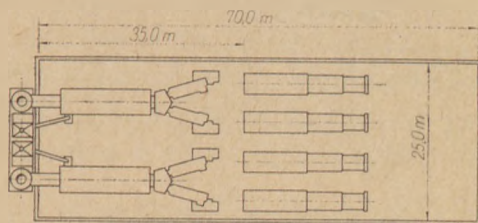
A gyár belső átrendezése és korszerűsítése után ugyanabban a hutacsarnokban az olvasztási kapacitás 16 t/24 óra, vagyis 100%-kal magasabb lehet, mint a jelenlegi (34. ábra).

Mit is tettünk végeredményben:

— a jelenlegi üvegolvasztókemencék felületét az eddig alkalmazott kerámikus rekuperátorok irányában növeltük,

— a korszerű hőhasznosítás elérése céljából az eddig alkalmazott kerámikus rekuperátorok helyett fémrekuperátorokat építettünk fel, mégpedig az épületen kívül elhelyezve,

— a színes üveg folyamatos és gazdaságosabb olvasztása érdekében az egy iker nappali kádkemence helyére egy folyamatosan üzemelő kádkemencét építettünk be.



35. ábra. Külföldi nagyteljesítményű kádkemencék elhelyezése és helyszükséglete

Természetes, hogy csak abban az esetben lehet az üzem kapacitását az említett javaslat alapján végrehajtani, amennyiben a bővítendő kemence-egységekkel párhuzamosan biztosítva lesznek mindazok, amelyeket a munka- és egészségvédelem előír.

Összehasonlítás céljából bemutatok egy külföldi üvegyárra vonatkozó elrendezést, két nagyteljesítményű üvegolvasztó kemencével és gyártósorral és az ehhez szükséges helyiséggel (35. ábra).

Összefoglalva, előadásom keretében elsősorban azokra a tényezőkre kívántam rávilágítani, amelyeket az új kemencék tervezésénél vagy a meglévő kemencék korszerűsítésénél figyelembe kell venni.

A földgáz vagy olaj energiahordozókra való átállás lehetőséget nyújt arra is, hogy az egyes kemencetípusokat egységesítsük. Az üvegolvasztó kemencék korszerűsítésével lehetőség nyílik az olvasztási kapacitás növelésére anélkül, hogy épület bővítése, vagy új épületek megépítése válna szükségessé.

Az előadásomban szándékosan kihagytam az elektromos pótfűtés, az elektromos olvasztás, továbbá az üvegolvasztó kemencékre vonatkozó műszerezés és automatizálás ismertetését, tekintettel arra, hogy az ide vonatkozó tájékoztatások a szakirodalomban folyamatosan jelennek meg.

#### *Száder Rudolf: Új kemencekonstrukciók az üvegyiparban*

A szerző ismerteti a hazai üvegolvasztó kemencéken elvégzett konstrukciós változtatásokat. Az egyes kemence szerkezeti helyeket részletesen kielemez és ábrákkal illusztrálja. Új konstrukciós megoldásokat mutat be, elsősorban a hővisszanyerés területén, újabban alkalmazott fémrekuperátor bevezetésével. A fémrekuperátorok alkalmazása nemcsak technikai újdonságot jelent, hanem gazdasági szempontból is, illetve kapacitás növelés szempontjából is igen előnyös megoldást ad, mivel a fémrekuperátor a kemence fölé építhető. Utalást

találhatunk a magyar üvegyiparban alkalmazott üvegolvasztó kemencék fejlődéséről, a fajlagos kihozatal, és a fajlagos hőfelhasználás tükrében.

#### *P. Садер: Новые конструкции печей в стекольной промышленности*

Автор описывает конструктивные изменения, проведенные на отечественных стекловаренных печах. Дается подробный анализ конструктивных частей отдельных печей, а также относятся к ним рисунки. Приводятся новые конструктивные решения, в первую очередь в области утилизации тепла, за счет внедрения металлических рекуператоров. Применение металлических рекуператоров означает новшество не только с технической, но также и с экономической точки зрения, а именно представляет собой большое преимущество с точки зрения увеличения мощностей, так как металлический рекуператор строится над печью. В статье можно найти описание развития стекловаренных печей Венгерской промышленности, изменение удельного выхода и удельного расхода тепла.

#### *Száder, Rudolf: Neue Ofenkonstruktionen der Glasindustrie*

Die an ungarländischen Glasschmelzöfen durchgeführten Änderungen der Konstruktion werden beschrieben, einzelne Konstruktionsteile analysiert und mit Abbildungen illustriert. Die Beschreibung neuartiger Konstruktionen, vorwiegend auf dem Gebiet der Wärmerückgewinnung vermöge neuerlich angewandter Metallrekuperatoren. Die Anwendung der Metallrekuperatoren ist nicht nur in technischer Hinsicht neuartig, sie liefert auch in wirtschaftlicher Hinsicht recht vorteilhafte Lösungsmöglichkeiten, indem man den Rekuperator über dem Ofen aufbauen kann. Man findet Andeutungen auf die Entwicklung der in der ungarischen Glasindustrie angewandten Glasschmelzöfen, im Spiegel der spezifischen Ausbeute und der Spezifischen Wärmeaufnahme betrachtet. (S. G.)

#### *Száder, Rudolf: New Kiln Constructions in the Glass Industry*

Recent constructive changes made on glassmelting kilns are reviewed with the aid of figures. The most important new solution for the decrease of heat losses is the use of metal recuperators, which has not only thermal advantages, but at the same time brings a possibility for the increase of output owing to the fact that it needs no extra space, it can be built above the kiln. The development of Hungarian kilns is reviewed regarding their specific output and specific heat consumption.

# Az öntött tűzállóanyagok maximális igénybevétele

VISSY LÁSZLÓ  
Szilikátipari Központi Kutató  
és Tervező Intézet, Budapest

Az üvegyipar fejlődése egyre inkább megköveteli azt, hogy növeljük az olvasztási kapacitást. Elég itt utalnom arra a szinte szédületes fejlődésre, amelynek az utolsó években tanúi, de végső soron végrehajtói vagyunk. Iparunk extenzív fejlődése olyan méretű, hogy minden elismerést megérdemel. Az extenzív fejlődés azonban nem tudna lépést tartani a követelményekkel, ha nem párosulna intenzív fejlődéssel. Talán megemlíteném, hogy 15 évvel ezelőtt a kemence tartósság 14–16 hónap volt, a  $m^2$ -enkénti terhelése pedig kb. 500 kg. Tehát, ha egy gyárban egy kemence kiesett, akkor a többi termelésnek kismértékű emelésével pótolni lehetett a hiányt.

A jelenlegi helyzet ezt már nem teszi lehetővé. Újabban 2000 kg/ $m^2$  sőt e feletti terhelésnek elérése a cél. Ezt akár kémiai olvasztásgyorsítókkal, akár magasabb olvasztási hőmérsékletekkel, elektromos pótfűtéssel, vagy eddig nem említett vagy fel nem talált módszerekkel kívánjuk elérni, végső soron mindig a szerencsétlen tűzállóanyagot éri az eddigi nem tapasztalt inzultus. Ezért előadásomban a tűzállóanyagok maximális igénybevételét kívánom megvilágítani.

Nézzük meg mit várhatunk a tűzállóanyagoktól. A samott-típusú anyagokat csak egészen kis mértékben lehet használni a nagyteljesítményű kemencéknél. Hátrányos tulajdonságuk a következők:

— a felépítési tűzállószemcse és kötőanyag az üvegesen megdermedt fázis 60% is lehet,

— az olvadék hatására mindig a kötőanyag oldódik ki. Az ellenálló részek mind kövecskék, súlyos üveghibát okozhatnak,

— a porozitása legtöbbször 17% felett és az egymással közlekedő pórusok megkönnyítik az olvadék korrodáló hatását,

— a kémiai ellenállóképesség és az oldóhatással szembeni ellenállása kismértékű,

— a nyersanyagok tisztatlansága (vas, titán, alkáli stb.) jelentősen leszállítja az értékes alumíniumoxid olvadáspontját.

Ha jól megvizsgáljuk ezeket a hátrányokat, felületesen azt gondolhatjuk, hogy az olvasztási eljárás bevezetésével megoldhatjuk mindezeket a problémákat. (A legfőbb panaszunk az, hogy a samottírozott tűzállóanyagokban az ellenálló szemcsék üvegfázissal vannak összeragasztva, és ehhez kapcsolódik még, hogy az anyag porózus.) Tehát tiszta oxidokat megolvastunk, kihűlni hagyjuk és pórusmentes kristálytömeget kapunk. Ezzel szemben a Korvisit pl. 10–15% vízfelvételt, illetve porozitást mutat.

Az üveges fázis nem hiányzik az olvasztott tűzállóanyagok nagy részénél. A  $SiO_2$ -t tartalmazó anyagoknál az öntés után olyan gyorsan emelkedik a viszkozitás, hogy egy része az anyagnak üvegesen dermed meg. A Corhart típusú tűzállóanyagokban jelentős, kb. 20% üvegfázist találunk. Más kérdés az, hogy ez az üvegfázis rendkívül ellenálló tömör és porózusmentes ellentétben a szinterelt anyagok üvegfázisával.

Mint látjuk szükségszerűen el kell jutnunk az olvasztott tűzállóanyagokhoz.

Elvileg, olvasztott tűzállóanyagoknak minden magas olvadáspontú elem, illetve annak oxidja alkalmas. McMullen és Thompson szerint az alábbi elemek alkalmasak olvasztott kövek gyártására:

Al, Si, Mg, Ca, Sr, Ti, Zn, Ba, Zr, Cr és Ni. A gyakorlatból azonban a legfontosabbak a  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  és  $ZrO_2$ .

Az olvasztott tűzállóanyagokat a fejlődésnek és összetételüknek megfelelően az alábbi csoportokba oszthatjuk:

Összetétel	Mullit kövek		Mullit ZrO <sub>2</sub> adagolással			
	Corhart	Mullit	ZED	Magmalox <sub>1</sub>	Zr-Mullit <sub>3</sub>	
JiO <sub>2</sub> .....	18—22	25—0	8—12	20—61	21,95	23,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	57—70	67,08	65—75	71,34	64,44	66,44
TiO <sub>2</sub> .....	3—4,5	2,08	1—3	0,75	2,65	1,34
ZrO <sub>2</sub> .....	—	—	15—20	4,72	6,50	5,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1—4	3,65	1—3	0,48	2,22	1,88
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	—	—	—	—	—
CaO .....	0—1	1,76	0,5	0,58	1,77	1,22 Sp
MgO .....	0—1	0,24	—	1,05	0,28	—
Na <sub>2</sub> O .....	0—1,5	—	1,5	0,88	0,38	1,01
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	—	—	—	—	—	—
Mullit .....	40	49	—	59,9	70	77,5
Korund .....	30	20	×	24,7	1	6
ZrO <sub>2</sub> .....	—	—	—	2,6	n. b.	n. b.
Üvegfázis .....	20	31	×	12,8	29	9,5
Fajsúly (g·cm <sup>-3</sup> ) .....	3,3—3,4	—	—	3,31	—	—
Térfogsúly (g·cm <sup>-3</sup> ) .....	3,0—3,2	—	—	3,15	2,69	3,02
Össz. poroz. % .....	1—3	—	—	4,8	14,2	1,3
Terh. alatti lágy. p. °C .....	>1700	—	—	>1700	—	—
Nyomószilárdság .....	—	—	—	—	—	—
1500 °C (kp·cm <sup>2</sup> ) Lin. hőki- terjedés 20—1000 °C (10 <sup>-6</sup> )	5,1—5,5	—	—	4,86	—	6,0
20°—1500 °C (%) .....	—	—	—	—	—	—
Hővez. tényező kcal m <sup>2</sup> h °C	2,22	—	—	—	—	—

1. Mullitkövek (Corhart Standard).
2. Mullitkövek, kevés ZrO<sub>2</sub> tartalommal (ZED kövek, Magmalox, Zirkonmullit).
3. Zirkon-korund kövek (ZAC, BAKOR, Ziralit, Zirkonit).
4. Korundkövek (Monofrax, Korvisit).
5. Cr O<sub>3</sub> vagy MgO tartalmú kövek (Monofrax K).

A táblázat mutatja a használatban levő kövek sokféleségét és jellemzőit. Egyelőre az egész világon az olvasztott tűzállóanyagok a SiO<sub>2</sub>—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—2rO<sub>2</sub> fázisdiagram Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sarkában helyezkednek el. Kivételt képeznek a viszonylag ritkán, boroszilikát üvegekhez használt olvasztott kvarc kövek.

Az olvasztott köveknél elvileg egységes szerkezetet kell kapnunk. A porozitás kisebb, illetve teljesen eltűnik. A kristályosodás irányával az üveg-fázist jelentős mértékben lehet csökkenteni, illetve eltüntetni. Elvileg tehát pórusmentes tűzállóanyagot lehet kapni. A lunkerok és hólyagok, mivel egymással nem közlekednek, ebből a szempontból nem számítanak pórusnak. A zárt szerkezet megakadályozza az olvadék és a gázok behatolását. Így nem kerülnek a tűzállóanyagok egyes részei az olvadékba és nem okoznak üveghibát. Ezenkívül még jelentős előnynek számít, hogy az olvasztott

kövek élettartalma jelentősen hosszabb, így jobb az önköltség, nagyobb az éves termelés. Az olvasztott tűzállóanyagok lehetővé teszik a magasabb olvasztási hőmérsékletek alkalmazását is.

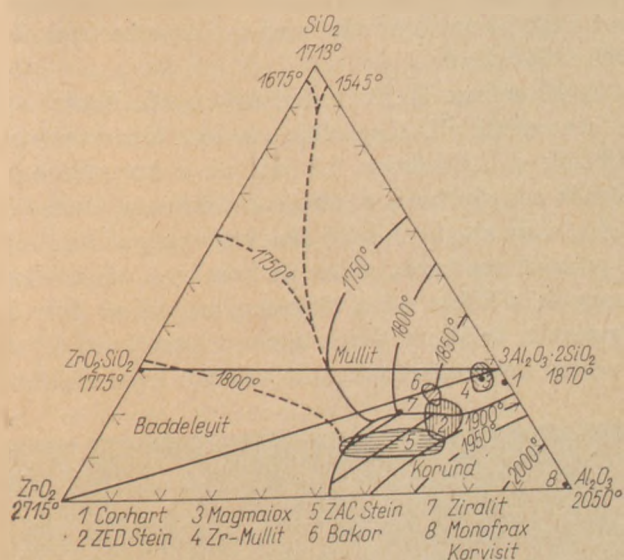
Mint már említettem a magas olvadáspontú oxidok elvileg mind alkalmasak olvasztott tűzállóanyagok előállítására. A földkáliákkal azonban az üvegre gyakorolt hatásuk miatt nem jöhetnek számításba. TiO<sub>2</sub> anyagokat szinte lehetetlen repedés nélkül felhevíteni. ZnO az olvadáspontja közelében rendkívül illékony, ezért nem használható.

A Ni és Cr oxidok, mint főalkotórészek, erősen színező hatásúak. A Cr oxidot Al oxiddal szilárd oldatban már lehet alkalmazni. Zr a rendkívül magas előállítási költségek miatt csak akkor alkalmazható, ha zirkonhomokként vagy zirkonéreként tudjuk a gyártás folyamán fölhasználni. Ezen megfontolások után ismét a már említett területnél vagyunk. Maradt tehát a SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és ZrO<sub>2</sub> és ezek az anyagok, amelyek egyedül vagy egymással vegyítve alkalmazhatók az olvasztott tűzállóanyag gyártásánál (I. ábra).

Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—SiO<sub>2</sub> rendszert Moor vizsgálta meg tüzetesen az 1950-es években. Olyan keveréket, amelyben az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a mullitösszetétel alatt volt nem vezettek eredményhez. Amennyiben az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalom a mullit összetételhez viszonyítva feles-

## összetétele és tulajdonságai

Zirkon-korund kövek			Korundkövek Monofrax			Kövek Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ad. kövek Monofrax	
Zac	Bakor	Ziralit	S	H	M	K	K jav.
11—13	15	14,4	14,67	0,04	0,80	1,03	1,98
50	60,5	67,0	47,22	93,80	94,56	79,16	71,04
1,0	0,4	—	0,08	0,05	0,05	1,39	1,64
33—35	22,6	35,2	36,1	—	—	—	—
1,0	0,4	—	0,33	0,11	0,12	4,00	5,16
—	—	—	—	—	—	8,77	10,86
—	0,3	—	0,01	0,10	0,23	0,25	0,43
—	0,2	—	0,05	0,10	0,10	4,23	8,60
1,3—1,5	0,7	—	1,19	5,62	4,07	1,09	0,24
—	—	—	0,35	—	—	—	—
3	—	50	—	—	60	—	—
45	—	10	—	99	38	—	—
27	—	30	—	—	—	—	—
25	—	10	—	0,5	2,0	—	—
3,8	3,7	3,09—3,23	4,3	3,26	3,54	—	3,82
3,7	3,23	—	3,45	2,80	3,23	3,20	3,23
1—3	7,6	1,02—7,6	—	—	—	—	—
1740	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	46	132	130	54,8
6,0	—	7,6	2,93	8,62	8,25	—	—
—	—	—	—	1,22	1,28	8,6 · 10 <sup>-6</sup>	8,55 · 10 <sup>-6</sup>
—	—	—	—	2,939	3,825	3,87	3,904



1. ábra

legben volt, korund és mullit képződött, az összetétel függvényében. A kristályosodási képességet ezeknél a tulajdonképpen mullit köveknél kevés ZrO<sub>2</sub> hozzáadásával jelentős mértékben javítani lehetett. (5—7% ZrO<sub>2</sub>). Ezen vizsgálatok tisztázták tulajdonképpen az addig ösztönösen, illetve empiriaalapján gyártott Corhart Standard kövek tulajdonságát és eredménye volt a még ma is használatos Mamalox kövek kialakításának.

Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—ZrO<sub>2</sub> rendszer területét Saramoto és Waki japán kutatók vizsgálták. Az általuk kialakított kövekben 20%-nál kevesebb SiO<sub>2</sub> volt. Azonban ezek a kövek nem kerültek ipari alkalmazásra (tulajdonképpen a zirkon, illetve zirkonhomok olvasztásával kísérleteztek.)

Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sarok szisztematikus vizsgálatát először Budnikov és Litwakowsky végezte el. Tulajdonképpen a rendszer ezen sarka a legfontosabb az olvasztott tűzállóanyag gyártás szempontjából.

Itt található a magas olvadáspontú összetételek. Egyetlen invariáns pontot találtak, amely 1800 °C alatt van. Az összetétele: 53% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 17% SiO<sub>2</sub> és 30% ZrO<sub>2</sub>.

Az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—ZrO<sub>2</sub> határ közelében csak akkor lehet korund kiválással számolni, ha az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:SiO<sub>2</sub> arány a 4:2 arányt meghaladja. Az egész megvizsgált rendszerben nem találtak tisztára olvadó próbát.

Az olvasztott kádkövek előállítására a legkedvezőbb összetételek az invariáns pont közelében vannak. A cél az ilyen kövek előállításánál az egyenlő hosszúságú, nagyságú kristályszerkezet, amelynek minél magasabb olvadási hőmérséklete mellett, egyenletes korrózióállósága legyen.

Litwakowsky megvizsgálta az invariáns pont körüli összetételeket. Ez a következő; 51,5—57%

$\text{Al}_2\text{O}_3$ , 8,7–17%  $\text{SiO}_2$  és 30,0–38,7%  $\text{ZrO}_2$ . A vizsgálatok alapján a következőket észlelte, illetve állapította meg;

–  $\text{SiO}_2$ -tartalom emelkedésével a kő ellenálló-képessége csökken.

–  $\text{ZrO}_2$  tartalom emelkedésével a korrózióellen-állás növekszik.

– ha a  $\text{ZrO}_2$  egy részét  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -mal helyettesítjük az ellenállóképesség csökken.

– azonos  $\text{ZrO}_2$  tartalomnál azok a kövek tartó-sabbak, amelyeknél az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  rész nagyobb, mint az  $\text{SiO}_2$ .

Megállapítása szerint a  $\text{ZrO}_2$  tartalmú olvasztott kövek nagyobb ellenállóképessége nemcsak a  $\text{ZrO}_2$  nagyobb stabilitásának következménye, hanem azért, mert a  $\text{ZrO}_2$  beépül a korund rácsba. Szerintem tehát a  $\text{ZrO}_2$  szilárd oldatként szerepel. Ezt röntgenfelvételekkel is igazolta. Saját felvételeink ezt megerősítik, mert már  $100\times$ -os nagyítással jól láthatók a  $\text{ZrO}_2$  kristályok a korundban, tehát semmiképpen sem alkotnak azonos rácsszerkezetet a korunddal (2. ábra).



2. ábra. ZAC kádkő,  $200\times$



3. ábra. Zirkozit,  $100\times$

Vizsgáljuk most meg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  csúcsot. Itt helyezkedik el a korund is. Ennek összetétele mindnyájuk előtt ismeretes. Nem akarok itt most újra visszatérni a közelmúlt idők minden kádkövéhez, hiszen a Magmalox, Corhart Standard, illetve általában a mullit-kövek már nálunk nem használatosak.

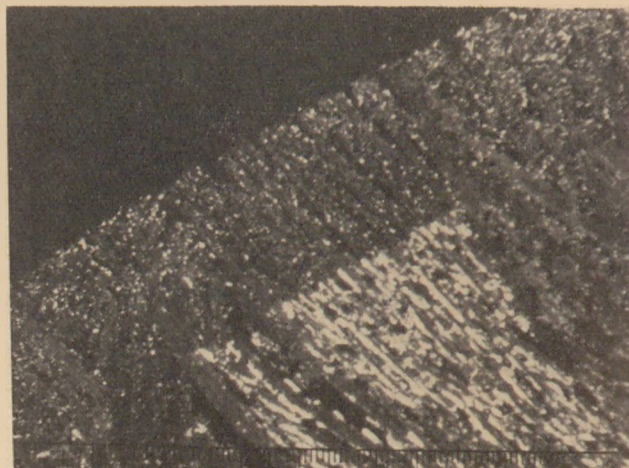
A Corhart–ZAC kövek már korund-cirkon kövek. Ehhez hasonlóak a Bakor-kövek is. A kövek gyártásánál megakadályozzák a mullit képződést azzal, hogy legtöbbször 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -at adnak hozzá. Ha mikroszkópi képüket nézzük, valóban csak alárendelt mennyiségben találunk mullit-kristályt (3. ábra).

Ezen kövek szerkezete általában durva kristályos. Érdekes megfigyelni, hogy a felszín közelében a kristályok rendezettek. Ez nagyobb ellenállóképességet jelent, hasonlóan, mint a fémeknél, ahol a kristály rendeződés javítja a mechanikai tulajdonságokat (4. ábra).

Az olvasztott tűzállóanyagok másik jellegzetes csoportja amellyel hazánkban és Európában találkozhatunk, az olvasztott korundkövek. A korvisit néven forgalomba hozott kövek nagyjából ismeretek a hallgatóság előtt, ezért most először az egyéb korundköveket ismertetem.

Amerikában a Monofrax H, L, MH és M néven hozzák őket forgalomba, hasonló összetételű köveket a SZU-ban Termitkorund és Termokorund néven állítanak elő.

A Monofrax H fehér, kristályos kő. Kizárólag  $\beta$  korundból áll. Timföld és szóda olvasztásával állítják elő. Sűrűsége 3,3 míg az  $\alpha$  korundé 4,0. Tehát a gyártásnál a térfogatcsökkenés jóval kisebb, s így alig figyelhető meg lunkerképződés. A kő egyfázisú rendszert alkot. A kristályai viszonylag nagyok, a kőben néha több mm nagyságú kristályokat is találunk. Ezek a nagy kristályok olyan szerkezeteket alkotnak, amelyek egy kissé hajléko-



4. ábra. Üveg által megtámadott ZAC kő,  $100\times$

nyak s így a hőtágulásnál nem hajlamosak repedésre vagy lepattogzásra.

A Monofrax L-nél a kristálytani szerkezetet  $\text{SiO}_2$  és  $\text{TiO}_2$ , továbbá földalkáliák hozzáadásával kissé megváltoztatták. Legnagyobb része  $\beta$  korund, a többi üveges fázis.

A Monofrax MH és M gyártásánál kevés  $\text{SiO}_2$ -t és  $\text{CaO}$ -t adagolnak. Kristálytaniilag 60%  $\alpha$  korundból áll, a maradék  $\beta$  korund. Kb. 2% üvegfázist tartalmaz. Összetétele 85–90%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2–15%  $\text{SiO}_2$  és 1–10% alkálioxid.

Röviden ismertetem a használatos olvasztott tűzállóanyagokat. Nézzük most meg, hogy mit várhatunk az olvasztott tűzállóanyagok fejlődésétől.

A  $\text{ZrO}_2$  tartalmú kövek fejlesztésével kapcsolatban Intézetünkben kísérletek indultak meg Dr. Lőcsei Béla vezetésével a  $\text{SiO}_2$  csökkentésére. Jelenleg kb. 6–8%  $\text{SiO}_2$  tartalmú kísérleti köveket állítottunk elő. Az előadottak alapján — úgy gondolom — nem kell külön hangsúlyoznom ennek jelentőségét. Az üzemi kísérletek folyamatban vannak.

A korundköveknél a diagram egyértelműen kijelöli a kísérletek irányát. Az irodalmi utalások szinte kivétel nélkül hangsúlyozzák, hogy a különböző adalékokat, a gyártástechnológia megkönnyítése érdekében adják a kövekhez. Mi elsősorban a tiszta  $\alpha$  korund előállítását tűztük ki célul. Minden munkánk arra irányult, hogy ebből a gyártástechnológiailag nehezen kezelhető anyagból tömör, nagy ellenállóképességű tűzállóanyagokat készítsünk.

A kemencéből kikerült tűzállóanyagok vizsgálata során rájöttünk, hogy a jobban ellenálló részek teljesen tiszta, zárványmentes kristályokból állnak. Leoldódott korvisit képe 5., 6., 7., 8., ábra.

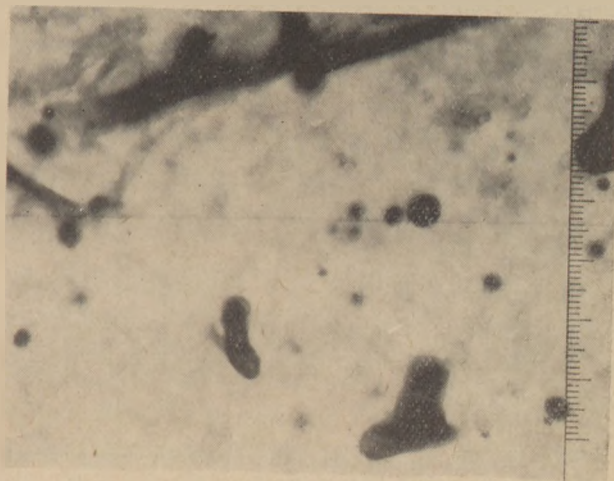
Itt már jelentős eredményeket értünk el. Egyes fizikai tulajdonságok, úm. a törőszilárdság, a kristályok egyedi szilárdságának növelésénél stb. (9. ábra).



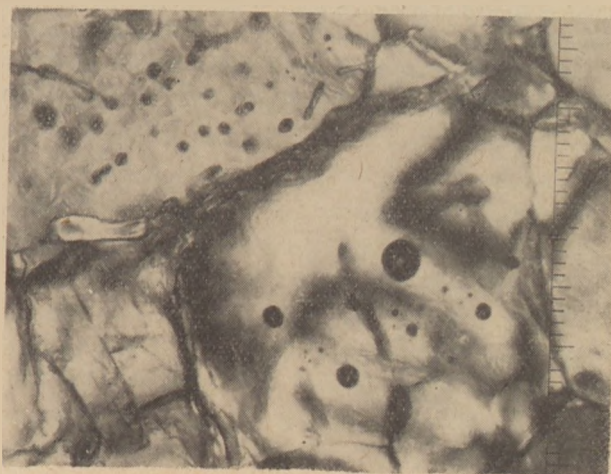
5. ábra. Kemencéből kirett korvisit képe



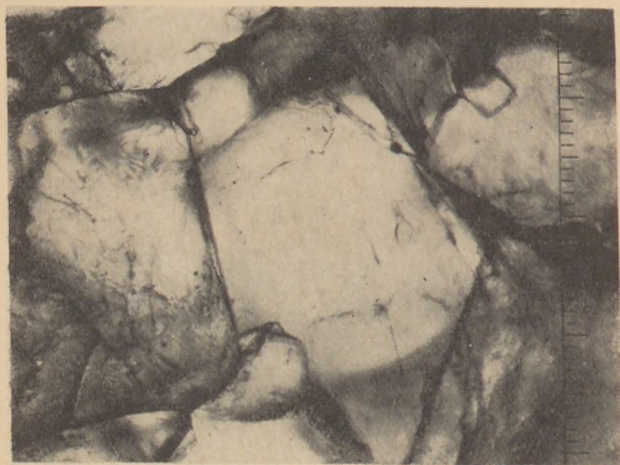
6. ábra. Tiszta korvisit mikroszkópi képe, 100 ×



7. ábra. Korvisit esiszolat. Általános kép, 100 ×



8. ábra. Korvisit esiszolat, mikroszerkezet, 200 ×



9. ábra. Új eljárással készült korvisit mikroszkópi képe, 200×

lunkerig. A mi közvetlen célunk az, hogy a kő tömör részén megszüntessük a pórusokat.

Kezdeti eredményeink vannak és ezek elég biztatóak. Egyenletesen leoldódó, fehér, tömör követ kívánunk létrehozni. Bízunk benne, hogy ezen munkánk befejezése meghozza a tisztán hazai anyagokból készült korvisit kövek reneszánszát.

Röviden összefoglalva az előadottakat, nyugodtan elmondhatjuk, hogy a jelenleg olvasztott kövek még 100–150 °C-kal magasabb igénybevételt is kibírnak.

Napjainkban inkább a felépítmény és a hőhasznosító berendezések tűzálló anyagai akadályozzák a technológia fejlődését, illetve a kemenceperiódus meghosszabbítását.

Bízom benne, hogy az ipar szakembereinek összefogásával a tűzállóanyag problémák sikeresen oldódnak meg és biztosítják a technológia részére a szilárd alapot.

*Vissy László: Öntött tűzállóanyagok maximális igénybevétele*

Az öntött tűzállóanyagok kutatása és gyártása területén az utolsó évtizedben nagy fejlődés történt. A világon több tucat egymástól eltérő és tulajdonságú öntött tűzállóanyagot hoznak forgalomba. A cikk felsorolja a különböző tűzállóanyagok fizikai és kémiai tulajdon-

ságait és megadja azok legfontosabb igénybevételi mutatóit. Összehasonlítást tesz a különböző tűzállóanyagok mikroszerkezete között, melyeket felvételekkel illusztrál. Rámutat, hogy az egyfázisú alfa-korundkő gyártási technológiájának fejlesztése képezi ezen a területen a legfontosabb kutatási feladatokat.

*Л. Виши: Максимальные показатели службы литых огнеупоров*

В области исследования и производства литых огнеупоров в последние годы наблюдается большое развитие. Во всем мире начинает производиться большое количество разнообразных по качеству огнеупоров. Статья дает перечень физических и химических свойств различных огнеупоров с указанием важнейших показателей их службы. Дается сравнение микроструктур различных огнеупоров с приведением соответствующих снимков. Отмечается, что развитие технологии производства однофазового альфа корундового камня является важнейшей исследовательской задачей.

*Vissy, László: Die höchste Inanspruchnahme feuerfester Gussmaterialien*

Auf dem Gebiet der feuerfesten Gußmaterialien erfolgte im letzten Jahrzehnt — sowohl in bezug auf die Forschung, wie auch auf die Erzeugung — nennenswerter Fortschritt. Es werden heutzutage Dutzende von verschiedenen Gußmaterialien mit diversen Eigenschaften hergestellt. Es werden im Artikel die physikalischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen feuerfesten Materialien, wie auch ihre wichtigsten Kennzifferen betreffs Inanspruchnahme angegeben. Das Vergleichen der verschiedenen Mikrostrukturen wird mit Photos illustriert. Es scheint auf diesem Gebiet die Entwicklung der Erzeugungstechnologie monophasischen Alpha-Korunds die wichtigste Aufgabe darzustellen. (S. G.)

*Vissy, László: Maximum Performance of Cast Refractories*

There is a considerable development in the research and production of cast refractories during the last decade. More than a dozen of cast refractory sorts are known, having different properties: their physical and chemical characteristics as well as performance data are described. The microstructure of different refractories is illustrated by photomicrographs. The most urgent research task is the development of manufacturing technology of the monophase  $\alpha$ -corundum blocks.



# Üvegipari kemencék elektromos pótfűtésének lehetősége és megoldása

HUDÁK ISTVÁN  
Sajószentpéteri Üveggyár

Az üvegiparban dolgozó szakemberek álláspontja nem egységes abban a kérdésben, hogy mikor van szükség az üvegolvasztó kemencéket elektromos pótfűtéssel ellátni és, ha lehetőség van rá, milyen módon kell azt kivitelezni. Ezen nincs semmi csodálkozni való, hiszen nálunk ez a téma kb. tíz éve merült fel és tulajdonképpen még nem is rendelkezünk megfelelő ismeretekkel. Igaz, hogy a kemencék elektromos pótfűtése világviszonylatban sem régi keletű. Az elektromos pótfűtésről megjelenő cikkek is csak érintik a témát, megfelelő számítási módszert nem lehet rá találni, amely olyan mélységű lenne, mint például a földgáztüzelés esetében. A cikkek elsősorban a gazdasági oldalát vizsgálják a megoldásnak, az energia árak, a kemence építéséhez használt tűzállóanyagok stb. árai azonban olyan nagymértékben eltérnek hazai árainktól, hogy csak nagyon óvatosan szabad a leírtakat figyelembe venni.

Ettől függetlenül általánosságban ki lehet jelenteni, hogy az elektromos pótfűtés alkalmazására minden üvegolvasztó kemence esetében lehetőség van, hiszen az üvegolvadék, az összetétel és a hőmérséklet függvényében többé-kevésbé vezetőnek tekinthető. A gyakorlati megvalósítás azonban már esetenként akadályokba ütközhet. Vizsgáljuk meg tehát kissé részletesebben a lehetőségeket.

Egyetlen üvegbe merített elektróda szétterjedési ellenállása

$$R = \frac{\rho}{2\pi m} \ln \frac{4m}{d} \Omega$$

ahol a  $\rho$  = az üveg fajlagos ellenállása az adott hőfokon;  $m$  = a bemerülés mélysége, vagyis az a hossz, ameddig az elektróda üveggel érintkezik;  $d$  = az elektróda átmérője. Ennek segítségével lehet közelítően az elektródák számát, a bevitt teljesítményt stb. meghatározni.

Döntően befolyásolja a megoldást az, hogy milyen az üveg összetétele. Nem elsősorban a vezetőképességre gondolok. Az elektróda anyagát az üvegösszetétel, a beviendő teljesítmény, az alkalmazható elektródaszám, tehát a kemence fő méretei és az elérni kívánt hőfok, de nem utolsó sorban az anyagi lehetőségek befolyásolják. Az alkalmazható elektróda anyag elsősorban a molibdén, majd super kanthal, végül többek között a grafit.

Mivel a molibdén oxidálódik, főként redukáló közegben alkalmazható, a super kanthal ebből a szempontból jobb, de kevésbé terhelhető és drágább. A grafit olcsó, de nem nedvesíti az üveg, tehát nagy az átmeneti ellenállás az elektróda és az üveg között, ezenkívül az üveget kismértékben színezi. Ettől függetlenül mindhárom anyag alkalmazásáról találunk hivatkozást a szakirodalomban.

Vázlatosan ezek voltak az alkalmazhatóság előfeltételei. Tulajdonképpen nem is ebben van a probléma. Az elektromos pótfűtés alkalmazását minden esetben gazdasági tényezőknek kell eldönteniük. Fogalmazható egyszerűen úgy is, hogy ott van értelme az elektromos pótfűtés alkalmazásának, ahol szükséges üvegtöbbletet más megoldással már gazdaságosan nem lehet biztosítani. Ebből is látszik, hogy elsősorban olyan helyeken van ennek a megoldásnak létjogosultsága, ahol az olvasztási kapacitás növelésének akadályai vannak. Még inkább kiemeli ennek a megoldásnak az előnyét az, ha erre a többlet-kapacitásra csak időszakonként van szükség. Tekintettel arra, hogy a villamos energia hazánkban viszonylag drága s felhasználása korlátozás alá esik, mielőtt e megoldás bevezetéséről döntenénk, igen alapos gazdasági elemzést kell végeznünk. Példaként néhány adatot: egy adott üzemben egy kg üveg olvasztására fordított energia 2200 kcal földgáz tüzeléssel. 1 m<sup>3</sup> földgáz s 8600 kcal, tehát 1 kg üveghez 0,25 m<sup>3</sup> földgáz szükséges.

A földgáz ára 0,81 Ft/m<sup>3</sup>. Ebben az árban a földgáz vásárlásával kapcsolatos minden ár (alapár, felár) benne van. Tehát 1 kg üveg olvasztásához szükséges gázenergia ára 0,20 Ft.

1 kg üveg többlet olvasztásához 0,53 kWó villamosenergia szükséges. Ez megfelel ~ 456 kcal hőenergiának. 1 kWó villamos energia ára 0,52 Ft. Ebben szintén bennefoglaltatik minden ár. Tehát 1 kg üveg olvasztási költségei a következőképpen alakulnak:

Földgázzal olvasztva	0,20 Ft/kg bruttó
Villamosenergiával olvasztva	0,28 Ft/kg
Különbözet a gázenergia javára	0,08 Ft/kg

Szándékosan nem szerepel sem egyik, sem másik költségben a tüzelőberendezés amortizációja. Az olvasztási teljesítmény növelésével eljutunk oda, hogy a teljesítmény gáztüzeléssel tovább már nem növelhető, hiszen a hőmérséklet növelésének határt szab az alkalmazott tüzelőanyag. Ettől kezdve a teljesítmény növelése rohamosan az üvegolvadék romlását eredményezi. Tulajdonképpen ekkor kell eldönteni, hogy milyen megoldást választunk. Van-e lehetőség a kemence olvasztófelületét növelni, tudunk-e új kemence konstrukcióval olvasztási teljesítményt növelni, és mibe kerül ez?

Esetleg más megoldás híján még egy kemencét kell építeni, hogy az üvegolvadék mennyiségét növelni tudjuk. Ezeket, illetve az ezzel járó beruházásokat mérlegelve, lehet egyértelműen megállapítani, hogy melyik a gazdaságosabb. Ezeknek a költségeknek részletes elemzésére e cikk keretein belül nincs lehetőség kitérni. Mindenesetre figyelembe kell venni azt, hogy mint minden új technológia megtanulásánál, akár egy új kemence konstrukció bevezetésénél, akár az elektromos pótűtés bevezetésénél, számolni kell azzal, hogy a tandíjat meg kell fizetni. Ennek költségét azonban csak becsülni lehet.

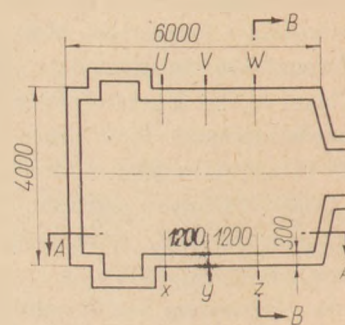
A címben az elektromos pótűtés bevezetésének lehetőségei és megoldása szerepelt.

Nézzük meg tehát a megoldás módját. Erre vonatkozóan is számtalan megoldással találkozunk a szakirodalomban. Vizsgáljuk meg először a nagyobb kemencéken alkalmazott megoldásokat, hiszen általánosságban ezekről lehet elsősorban beszélni. A kisebb kemencéken inkább speciális megoldásokat találunk.

A nagyobb, 15–60 m<sup>2</sup>-es kemencéken két különböző megoldással találkozhatunk. Első a kemence oldalfalán bevezetett közel vízszintes elektróda elhelyezés, a második a fenéken át függőlegesen bevezetett elektródák. Néha találkozhatunk a két megoldás kombinációjával is. Nézzük kissé

részletesebben a két megoldás előnyeit és hátrányait.

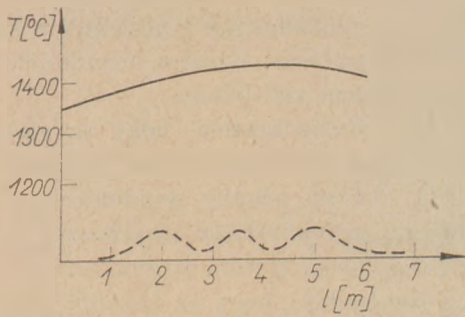
Legelőször is nézzük meg a teljesítmény eloszlás törvényszerűségeit. Az elektródák környékéről kiindulva az áramsűrűség állandóan csökken, hiszen az elektróda felületéről kilépő áram szétterjed az üvegben, egyre nagyobb felületen. Ennek a szétterjedésnek szabályai ismertek. Bár számítani igen nehéz, szerkesztéssel és modellezéssel a probléma megoldható. Mivel az egy cm<sup>3</sup> üvegben fejlődő hő  $Q = A^2 \rho$  watt, látható, hogy az elektródák környékén igen nagy mennyiségű hő keletkezik, távolodva egyre kevesebb. Az előbbi képletben  $A =$  az áramsűrűség, dimenziója amper/cm<sup>2</sup>,  $\rho = a$  fajlagos ellenállás, egyúttal a vizsgált 1 cm<sup>3</sup> üveg ellenállása. Dimenziója ohm.



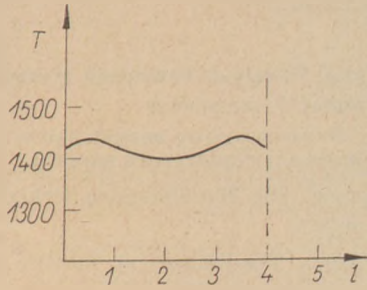
1a ábra

Vizsgáljuk meg először a vízszintes (1. ábra), tehát a kemence oldalfalában elhelyezett elektródák problémáit. Ebben az esetben a kemence hossz tengelyére merőlegesen, az üvegszint alatt 200–300 mm mélységben, az üvegszinttel párhuzamosan, esetleg azzal 15–20°-os szöget bezárva, nyúlnak be az elektródák 300–600 mm mélyen. Három fázisú rendszert alkalmazva, 3 pár elektróda helyezkedik el egymással szemben, célszerűen egymástól egyforma távolságra hossz- és keresztirányban. Amint azt már említettem, az üveg az elektródák környékén igen erősen felhevül. Ebből az következik, hogy az elektromos fűtés hatására az oldalfalak mellett közvetlenül magas hőmérsékletű helyek keletkeznek s az üveg hőmérséklete a kemence tengelye felé közeledve, csökken és legalacsonyabb a tengelyben. Az viszont nem vitás, hogy az ideális eset, ha az üveg a tengelyben a legmelegebb s a falak mentén pedig hidegebb.

Ennél a megoldásnál tehát magas hővesztéssel és erős korrózióval kell számolnunk az oldalkövek-nél. Egy lehetséges hőfokeloszlást az 1a és 1b ábra mutat (hossz- és keresztirányú). Előnye e rendszernek az, hogy az üveg felső (aktív) részét melegíti. Mivel az üvegipari kemencék hossz- és kereszt-



1b ábra. Várható üveghőmérséklet a B—B síkban



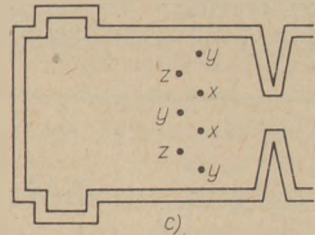
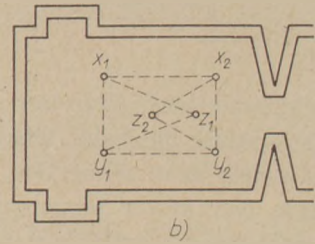
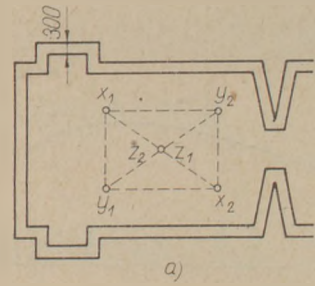
1c ábra. Várható üveghőmérséklet az A—A síkban, a két görbe szuperpozíciója

irányú méretei nem 1:4 arányban készülnek, a három elektróda egymástól való távolsága egy oldalon kisebb, mint az elektróda párok egymástól való távolsága. Ebből kifolyólag a X—Y közötti áramerősség nagyobb lesz, mint X—U között.

A második megoldás szerint a fenéken kell elhelyezni az elektródákat. Itt egymástól tetszőleges távolságban, 400—600 mm mélyen benyúló elektródákat helyeznek el a különböző helyeken. Ennél a megoldásnál többféle variációval találkozunk (2a, b, c ábra).

A 2. ábrán három lényeges megoldás látható. Ezek közül az a) és b) megoldás téves elképzeléseken alapszik. Itt is fennáll, hogy az elektródák környékén keletkezik a legnagyobb hőmennyiség, az elektródáktól viszonylag kis távolságban (300—400 mm) már törtrésze jut 1 cm<sup>3</sup> üvegre. Ennél a két megoldásnál tehát az üvegben erősen felmelegedett gócok keletkeznek. Ennek következtében erős, függőleges áramlás jön létre ezeken a helyeken, mely esetenként hasznos lehet. Azt nem lehet viszont elvitatni, hogy a bevitt villamos energia az üvegben hővé alakul, tehát jelentősen megnöveli az olvasztási teljesítményt. Igaz, hogy egy rossz helyen elhelyezett elektróda által keltett áramlás olvadtalan részeket is juttathat a tisztult olvadékba és ez problémát okozhat. Erre nagyon gyakran kitér az elektromos pótfűtésről szóló szakirodalom.

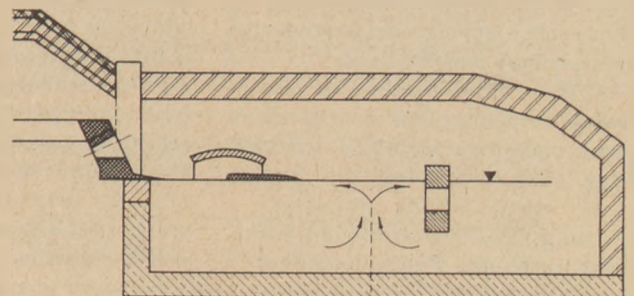
Összegezve megállapítható, hogy az 1 kg többlet-üveg 0,5 kWó, esetleg 0,8 kWó villamos energia



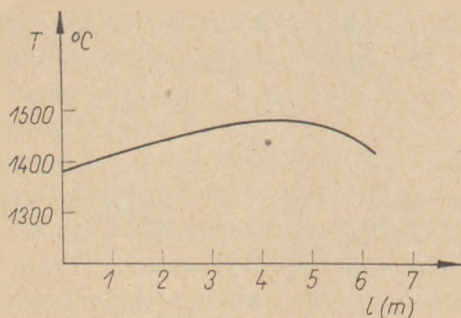
2. ábra

felhasználásával olvasztható egy adott kemencénél. Adott üvegösszetétel esetében ez az érték az elektróda elhelyezésén múlik elsősorban. A c megoldás látszik ezek közül az ésszerűbbnek. Tervezők itt abból indultak ki, hogy a kemencéknél a hőmaximumtól kiindulva két nagy áramlási kör alakul ki. A nagyobb az úszó keverékkel szemben halad és azt visszaszorítja (3. ábra). Ennek megfelelően egy helyesen elhelyezett hőfok-maximum, tehát egy jó hőmérsékleteloszlás (4. ábra) nagymértékben javíthatja a kemence olvasztási teljesítményét.

Az üvegolvasztó kemencéknél alkalmazott buborékolatás is azt a célt szolgálja többek között, hogy elősegítse azt az áramlást. Amint már emlí-



3. ábra



4. ábra

tettem, az elektródák környékén igen erős áramlás jön létre. A  $c$  ábrának megfelelő elhelyezéssel egy gát alakul ki, amely azon túlmenően, hogy növeli ezt az áramlást, igen erősen felmelegíti az üveget és ez a melegebb üveg áramlik a keverék alá, fokozva annak leolvadását. Ha figyelembe vesszük még, hogy a hőmaximum helyétől hátrább, tehát az átfolyó felé toljuk el az elektródákat, az olvasztó

felületet is megnövelhetjük s növeljük a kemence olvasztási kapacitását. Ezzel a megoldással azonban igen óvatosan kell bánni.

Nem arra törekedhettem, hogy az elektromos pótfűtés különböző megoldásait a jelen cikkben ismertessem, csupán néhány gondolatot szerettem volna fűzni a leggyakrabban alkalmazott megoldásokhoz és egy kicsit kritika tárgyává tenni azokat, abban a reményben, hogy ez további vitákat fog szülni az üvegipar szakemberei körében. Ez a vita talán előbbre viszi az elektromos pótfűtés bevezetését iparunkban.

*Hudák István: Üvegipari kemencék elektromos pótfűtésének lehetősége és megoldása*

*И. Худак: Отечественные возможности применения дополнительного электрического нагрева*

*Hudák, István: Die Möglichkeiten elektrischer Hilfsheizung in Ungarn*

*Hudák, István: Possibilities of Electric Boosting in Hungary*

## A világ szilikátiparából

### Aktivált zúzalék

A II. Budapesti Útügyi Konferencián (1969. X. 13—16.) *L. B. Gezenovej* (Szovjetunió Össz-szövetségi Útügyi Tudományos Kutató Intézete, Moszkva) „A szerkezetképződés folyamatainak szabályozása az aszfaltbetonokban” címen előadást tartott, amelyben a zúzott kőanyag újszerű tulajdonságát tárta fel, rámutatva annak gyakorlati hasznosítására is.

A Kutató Intézetben végzett vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy a friss törésű kőzetfelületek különleges energetikai állapotot mutatnak, amely megváltoztatja a felületek reakcióképességét. A friss törési felületeken a kémiai kapcsolatok szétszakadása következtében szabad gyökök keletkeznek, amelyek kivételesen nagy aktivitással rendelkeznek, és könnyebben lépnek vegyi kapcsolatba más anyagok molekuláival.

A friss törési felületeken észlelt szabad kémiai gyökök koncentrációjának vizsgálata folyamán észlelték, hogy amikor a kőzeteket (gránit, kvarc) együtt őrlték bitumennel, a szabad gyökök koncentrációja lényegesen csökkent. Bebizonyosodott, hogy a kőzetfelület a bitumennel — a különböző természetű gyökök rekombinációjának következtében — az eddig észlelteknél tartósabb kapcsolatba lépett. Nyilvánvalóvá vált, hogy a bitumenes ásványi keverékekben felhasznált ásványi és bitumenes anyagok aprítási és keverési folyamatait társítani kell.

Ezekre a megfigyelésekre támaszkodva a Kutató Intézet új aszfaltbeton technológiát dolgozott ki. Az aszfaltbeton kötőanyagául szolgáló habarcs ásványi alkatrészének kőlisztbe történő őrlése folyamán a kőlisztbe bitument adagolnak: az ásványi szemecskéket bevonó igen vékony (1/10—1/100 mikron) bitumenhártya megváltoztatja a részecskék felületének bitumennel való nedvesítési feltételeit. Mondhatjuk, hogy minőségi szempontból új anyagot nyertünk: aktivált zúzalékot. Ezzel a folyamattal lehetővé válik a bitumen-kőliszt rendszer szerkezeti tulajdonságainak szabályozása, illetve az aszfaltbeton és más bitumenes keverékek tulajdonságainak megváltoztatása. Megállapították pl., hogy az aktivált kőlisztet tartalmazó bitumenes keverékek viszkozitása — abszolút értékben és a hőmérséklet függvényében — a burkolat tartósságát biztosító legkedvezőbb irányban befolyásolható.

Fokozható a keverékek tömörsége, szilárdsága, hő-, víz- és fagyállósága is — a bitumenszükséglet egyidejű csökkenése mellett.

Megállapították a vizsgálatok azt is, hogy az új technológia lehetővé teszi az aszfaltkeverékeknél eddig mellőzött, gyengébb minőségű anyagok felhasználását. Ennek kapcsán a Kutató Intézet kidolgozta a *kavics-aszfaltbeton* technológiáját. A kavicsot a 3 vagy 5 mm-nél nagyobb szemecék felőrlésével aktiválják, amikor a gyengébb szilárdságú szemecskék nagyobb mértékben aprozódnak homok és kőliszt frakciókra. Az aktiváláshoz itt is bitument használnak. A vékony bitumenes bevonat gyökeresen megváltoztatja az ásványi szemecskék adszorpciós tulajdonságait. A vizsgálatok igazolták azt, hogy a nagyobb adalékszemecskék új törési felületein is elég nagy mennyiségű adszorpciós központ alakul ki az aszfaltbeton készítése során felhordott bitumen megkötéséhez.

A néhány év óta végzett kísérleti építkezések bebizonyították, hogy az aktivált zúzott kavicsokkal készült aszfaltbeton útburkolatok üzemi mutatói kiválóak.

E. I.

# Sugárzó izotópos mérések eredményeinek gyakorlati felhasználása (I.)

MAGYARI JÁNOS  
Miskolci Üveggyár

1. Az üveg olvasztás folyamatában legfontosabb és legbonyolultabb a tisztulás és az ehhez kapcsolódó homogenizálási szakasza, melynek elősegítője az olvadék konvektív áramlási komplexuma, ezért az áramlások törvényszerűségeinek ismerete igen lényeges feladat.

Az áramlások nyomjelzős vizsgálatára üvegipari kád kemencékben a magenergia abszorbeiót használjuk, melynek célja:

— a kemencék teljesítményeinek növelése, jobb üvegminőség elérése és a jelenlegitől gazdaságosabban történő előállítás.

— a kemencékben végzett mérési sorozatok tapasztalatainak és eredményeinek felhasználásával egy új kemence típus kialakítása, determinálva a legjobb üveget adó, és a levehető tonna teljesítmény határát. Ezen belül egyértelműen el kell dönteni azt, hogy melyik az a teljesítmény határ, ami alatt U-lángú, fölötte pedig keresztlángú kemence építése gazdaságos.

— az intenzív derítést biztosító aktív kemence részek és nagyságának egzakt megállapítása.

— az áramlástanilag inaktív kemence részek kiszűrése, a szükségtelen hővesztést okozó többlet falazat csökkentése, vagyis az áramlásban, derítésben részt nem vevő — olvadt üveget csak tároló — kemencerészek gondos felmérése.

— a szükséges aktív kemencerészek összfelületéhez a legkisebb hőtleadó falfelület megállapítása.

(Alapelvünk, hogy ahol az üveg nem áramlik, azokra a kemencerészekre nincs szükség, mivel felesleges hőntartásukon kívül huzalosodást okoznak.)

— a radioizotópos nyomjelzős áramlástan vizsgálatok következtetése révén a kádmélységet determináló szükséges alapvető ismeretek megszerzése.

Alapelvünk itt is, hogy a kemence azon vertiká-

lis helyeitől mélyebb részekre, ahol az üveg nem áramlik, arra nincs szükség. Tehát egy vékony „lefagyott” — max. 100 mm — rétegtől eltekintve csak az áramlásban résztvevő, mozgó üvegmélység által *n*-ben meghatározott kádmélység kell úgy az olvasztó, mint a kidolgozó térben.

— ha igaz a hőmaximum szerepe, hogy azzal az olvadatlan keverék előreúszása elhárítható, a kemencében izotópos mérések alapján meghatározható lesz a mesterséges forrponthelye.

Az alkalmazott izotóp — rövid felezési ideje és felhígulása ellenére — esetenként periodikusan ismétlődő megjelenés már eddig is bizonyította, tapasztalati és logikai feltevéseink helyességét.

Az izotópos nyomjelzős áramlástan vizsgálatokkal párhuzamosan kell végezni a merülő szondás hőmérséklet mérést, a kemence hőszimmetriájának ellenőrzésére. A hőfok konstataciója 100 mm-ként történjen a kemence frekvenciátlabb helyein és szükség szerint az áramlási vizsgálatok igényének megfelelően.

Mindkét tüzelési rendszerű kemencén elvégzendő áramlástan vizsgálat sorozat menete — kölcsönös összehasonlítás végett — teljesen megegyező legyen.

Bevezetésképpen még el kell mondani, hogy a radioizotópos nyomjelzős áramlástan vizsgálatoktól nem várható közvetlen teljesítmény növelés. Csupán olyan adatok birtokába jutunk, amelyeknek felhasználásával megoldható a kemence gazdaságosabb üzeme és az új típusú nagy teljesítményű kemence kialakítása.

*Az U- és keresztláng tüzelési rendszerű — kád kemencén terbe vett vizsgálatok és vizsgálat tárgyát képező kemencerészek.*

Vizsgálati módszerként célszerűnek a részáramlástan vizsgálatok látszanak, melyek részei egy komplex kísérlet sorozatnak. Ezek a következők:

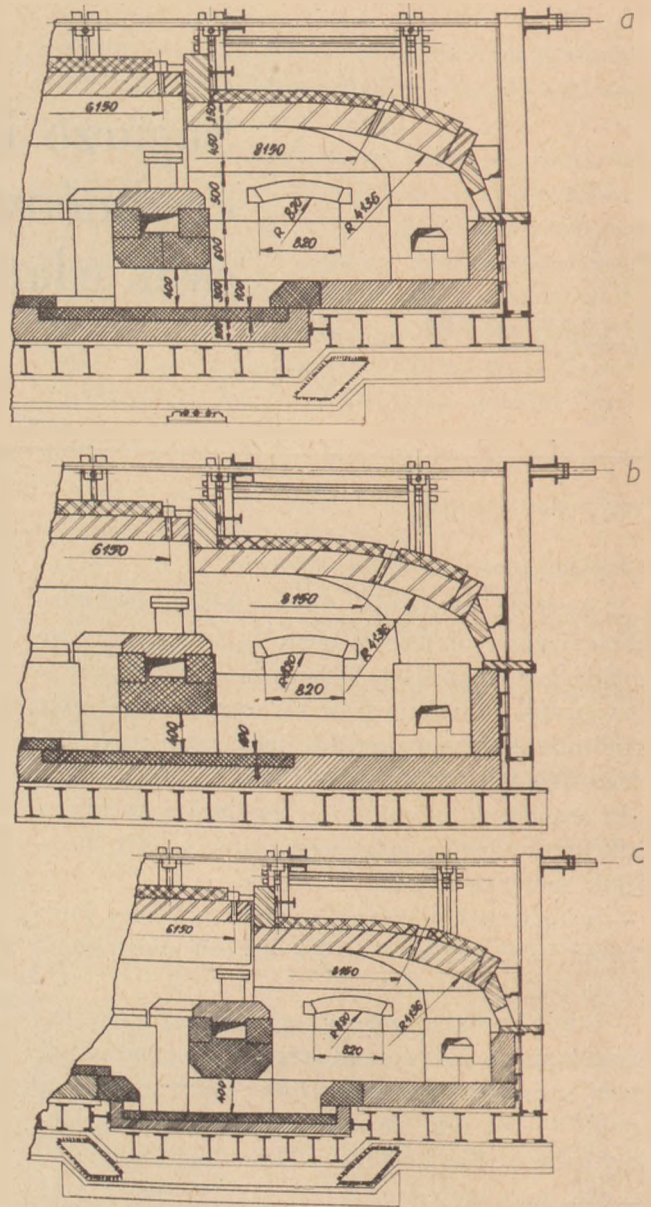
1a) A kidolgozótérből történő visszaáramlás tényének, az átfolyón át és visszaáramló üveg mennyiségi megoszlásának megállapítása.

Az 1. ábra sorozaton bemutatott átfolyó típusok közül melyik a legjobb? Ha kemence típusonként és üvegféleségenként egy kivett tonna teljesítmény fölött nincs visszaáramlás — és ha állandóan a megállapított teljesítmény határ fölött üzemel a kemence —, nincs szükség a komplikált megoldásra. Előfordulhat azonban, hogy a kemence terhelésnél nem tudjuk a meglévő kemence nagyságához törvényszerűen hozzátartozó — visszaáramlást kizáró — alsó terhelési határt biztosítani, ezért ezeknél a kemencéknél az 1a, 1b, 1c ábrákon bemutatott — a visszaáramlást gátló, vagy kizáró — átfolyó típus egyértelmű megállapítása szükséges.

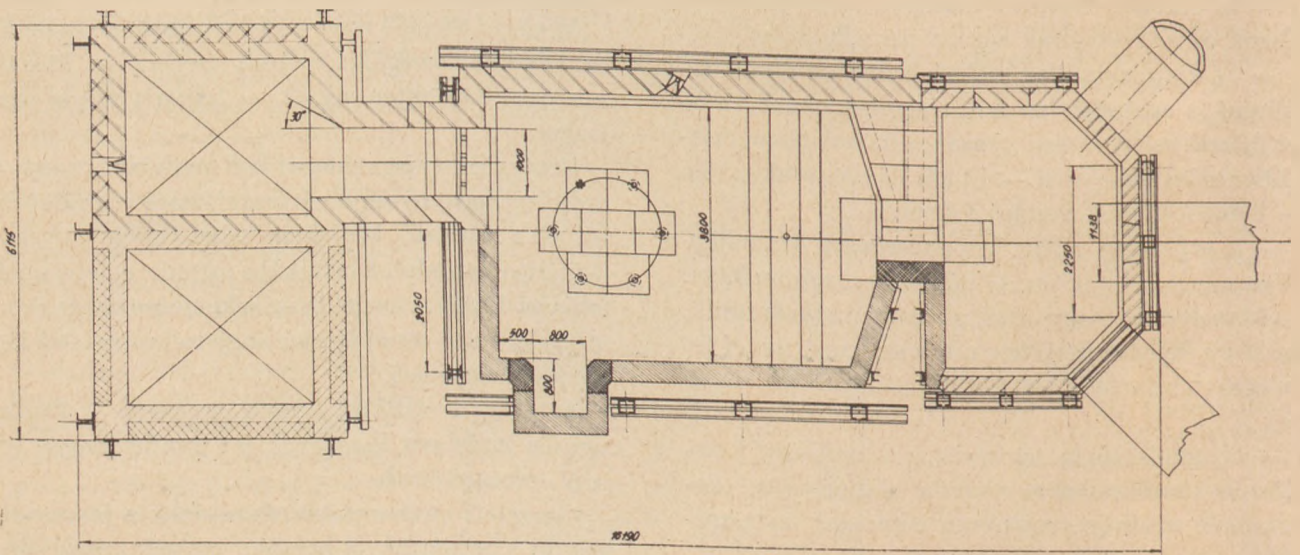
1b) Meg kell állapítani, hogy a federek irányába — a kidolgozó térben — orientált lamináris mechanikus jellegű áramlás-e az uralkodó, vagy a konvekciós áramlások hatására szétkeverő az egész kidolgozóteret behálózó áramlás-e a jellemző.

A radioizotópos nyomjelzős áramlások indikálása véglegesen eldöntené azt az axiómát miszerint tisztán kidolgozási áramlás nincs — mely igaz — de a kidolgozóterben hasznathajtó derítést, homogenizálást elősegítő konvektív áramlás feltehetően nem jöhet létre, mivel a szívás okozta mechanikus áramlás elnyomja azt. Ennek beigazolására esetén az olvasztótérhez viszonyított, annak 20%-ától nagyobb nagyságrendű kidolgozóterre nincs szükség (2. ábra). Elég az átfolyó után a federek kemencére kapcsolását biztosító elosztótér megépítése (2. ábra).

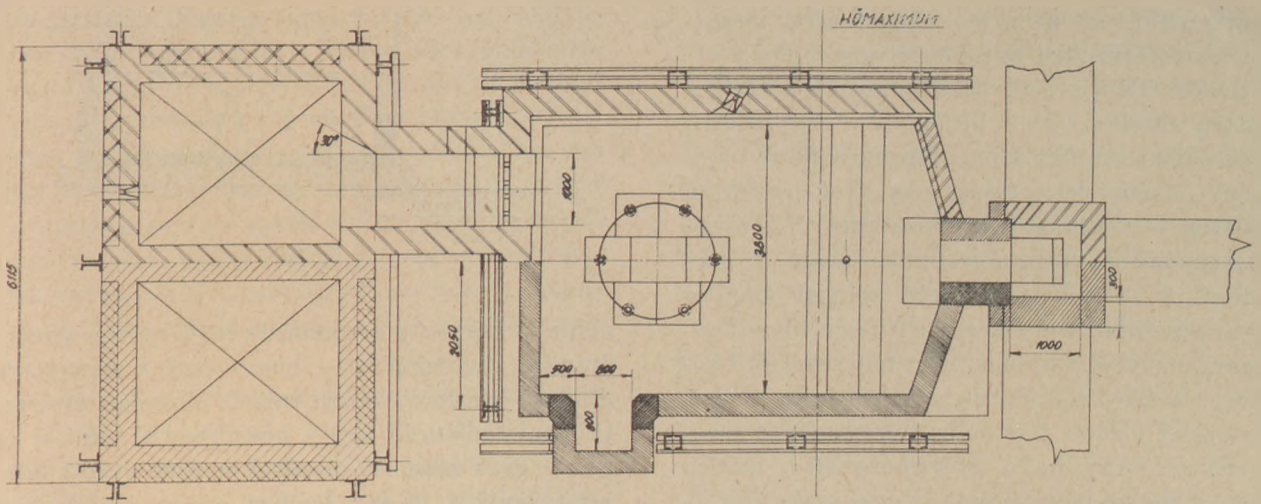
Történelmileg bizonyítható, hogy a 3. ábra szerinti — az olvasztótér több mint 1/4-ével azonos



1. ábra. A 20,5 m<sup>2</sup> olvasztófelületű kísérleti üzem kemencéjének átfolyója



2. ábra



3. ábra

nagyságú — kidolgozótér, Európában a 20-as években kialakított konstrukció ránk maradt hagyatéka, mely azonkívül, hogy megteremti a visszaáramlás lehetőségét technológiai és gazdaságossági szempontból káros; egyrészt a nagy falfelület tetemes hővesztése, másrészt a visszaáramlás okozta derítést és homogenizálást gátló alacsonyabb teljesítmény levétele végett.

A feederek felé történő kidolgozási áramlások elkülönítésével a kemencén levő összes feederre kívánjuk megállapítani:

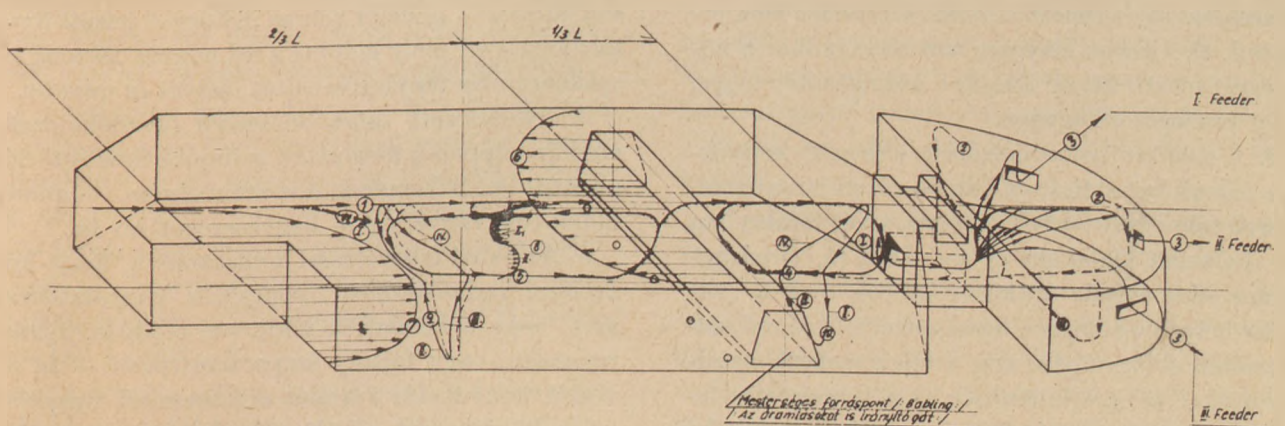
- a kidolgozótérben a feederek felé áramló üveg mennyiségét,
- ehhez viszonyított kilépő, tehát kivett üveg mennyiségét,
- az átfolyó felé visszaáramlott üveg mennyiségét.

1c) Irodalmi hivatkozások szerint létezik, de előttünk ismeretlen, hogy kemence típusonként és nagyságonként hogyan változik a hőfok és a levett termelés függvényében a derítőtérbe történő visszaáramlás mennyisége.

Ha visszaáramlás létezik akkor az minden esetben — az olvasztótér 2/3-ánál levő hőmaximumnál váltott irányú — a derítőtérben a derítést, homogenizálást elősegítő áramlás ellen dolgozik, így messzemenőig káros. Lásd a 4. ábrát.

Ezért kétszeresen indokolt a félköríves kidolgozótér elhagyása és csak egy elosztó csatorna építése, melyből az üveg nem áramolhat vissza, hanem a szívás hatására tovább kell mennie. Esetleg feltehető, hogy a visszaáramlás okozója a kidolgozótér azon részei, ahol nincs szívásból eredő mozgás csak a fal melletti természetes lehűlés. Feltevésünk helyességéről meggyőződhetnénk, ha csak elosztóval megépített kemencét egészen alacsony terheléssel üzemeltetve, áramlástanilag megvizsgálánk.

Állítjuk, hogy a nagy kidolgozótérben — még kis terhelésnél is — a feederek irányába — dominálóbb a szívásból adódó kidolgozási áramlás a termikus konvektív áramlással szemben. Az áramlás iránya több sávú sugaras jellegű, ezért megállapíthatjuk, hogy a kidolgozótérben levő nagy



4. ábra. Üveglvasztó kád-kemencékben feltételezett konvektív és kidolgozási áramlások egymásra ható eredő görbéi

menyiségű olvadt üveg lehetőséget ad a visszaáramlásra ott is ahol egyébként nem volna.

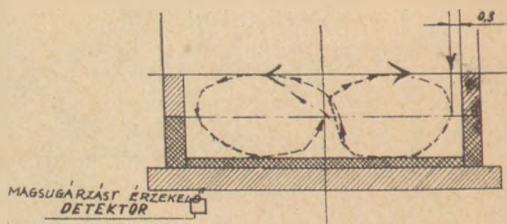
A fentiek alapján szükségszerű azonos U- és keresztlánc tüzelésű kis-, közép-, és nagyméretű kemencékben szisztematikus összehasonlító teljesítmény- kísérlet lefolytatása. Az üveg összetétel különbség — viszkozításra visszavezetve — a hőfokkal egyváltozós függvényként kezelhető. A „görbesereg” 3–3 behelyettesített pontjai alapján nagy valószínűséggel elkészíthető egy olyan nomogram, melyből a ki nem mért teljesítményű kemence — átfolyó alakja, helyzete és mérete — visszaáramlást kizáró, minimális teljesítménye megállapítható, vagy ha a gyártmányfajta, esetleg egyéb lokális probléma miatt ez nem megy, egyértelműen eldönthető a legjobb átfolyó típusa.

Az előzőekben ismertetett gazdaságosabb feederkemence csatlakozó kemencerész kialakítása — éppúgy, mint a kemence holt, inaktív tereinek elhagyása, vagyis az aktív kemencerészek megállapítása — nem az egyetlen fő cél. Cél elsődlegesen a mennyiségileg több, minőségileg jobb olvadt üveg levétele. Ezért nem kell törekednünk feltevésünk helyességének bizonyítására, hanem felvetjük szükségszerű tisztázását — a jó üvegolvasztás érdekében —, hogy a derítőtérnek a kidolgozótér rovására történő növelése hozhat-e pozitív eredményt. Ez a megolvadt üveg minősége szempontjából eredményes lehet, hiszen a 4. ábra szerinti hőmaximum zár jellege választó vonalként reverzálja a hosszirányú áramlásokat.

Szem előtt tartva tehát, hogy a jól derített homogén üveg kritériuma a konvektív áramlásokat érvényesíteni hagyó hosszú olvasztótér, melynek magyarázata, hogy a hőátadás nagysága elsődlegesen az időtől, kemencére vonatkoztatva pedig az út hosszától függ.

Természetesen az említett terület „visszacsatolását” csak a legszükségesebb mértékben akarjuk eszközölni, hiszen egy az egyben történő „terület visszaadással” tüzeléstechnikai  $\eta$  javítást nem érhetünk el, viszont lényeges tüzeléstechnikai  $\eta$  növelésre járható útnak látszik a kidolgozótér teljes, vagy részleges elhagyása.

2. A derítést homogenizálást elősegítő konvektív jellegű keresztirányú áramlások síkjait a hosszirányú tolóerővektor tekintetében a két főirányban parabolaként kialakuló és a 4. ábra (6, 7) párhuzamos síkú erőpár áramlásvektorok csak a „zárodás helyén a kemence hossz tengelye felé eső szakaszában deformálják, míg a falak mellett metallosztatikai nyomáskülönbség és a természetes lehülési kényszer hatásaként exponenciális görbe szerint mozog az üveg. A sarokban a mozgás mini-



5. ábra

mális — négyszög keresztmetszvényű csőben történő áramlás analógiájára —, hiszen csak a szimmetria átlóhoz érintkezőlegesen rajzolt elipszisszelvényen belül alakulhat ki úgy a hosszirányú, mint a keresztirányú áramlási mező. A fentiek végett feltehető, hogy a hossz tengellyel egyező horizontális irányú áramlások és a keresztirányú vertikális, rotációs konvektív áramlások egymásra hatása következtében — a 8 jelzett S vektorgörbe révén — szimmetrikus csigavonalszerű az olvadéknak a kidolgozótér felé történő előrhaladása. Ennek létrejöttében szerepe lehet a nyersanyag adagolás toló hatása.

Az 5. ábra szerinti áramlás tényleges voltának eldöntése végett a kád egyik oldalán a kádkötől kb. 0,3 m-re, a kemence hossz 1/3-ban — üveges állapotban beadott jelzett üveg fel kell hogy vegye a rotációs csigavonalszerű a derítőtér felé haladó — a kemence középvonalában 8-as alakban egymásba átmenő mozgást. A beadás helyétől jobbra balra ellenőrizni kell, hogy az izotóp a kemence hossz tengely irányába előre- vagy hátra áramlik-e és mindez a kemence szimmetria tengelyében, vagy a fal előtt játszódik-e le.

A szimmetria tengely túloldalán az izotóp adagolás helyén azonos pozícióban, de arra 90 fokkal elfordítva elhelyezett sugárdetektorsor várhatóan észleli a sugárzást. 2–3 sugárdetektor egy-síkú geometriai elhelyezésével a dózis intenzitás mérésével a kád túloldalán a beadással szemben — esetleg a hosszirányú áramlás által vektoriálisan eltolva — észlelni kell az izotóppal jelzett üveg megjelenését, mely eldönti a fal mellett történő le szállóáramlás tényleges voltát, helyét és irányát.

A feltételezett csigavonalszerű olvadékmozgás credője képpen a 8-as alakú szimmetrikus rotációs elmozdulás, a kemence hossz tengelyére, — annak hőfok függvényében — hegyesszöget zár be.

3. Az előző feltételezést felhasználva, fényt kell deríteni radioizotópos nyomjelzős vizsgálatokkal arra, hogy a kemencék kádkövei oldódás, kémiai roncsolás, vagy fajsúly szeparáció révén — az olvadék konvekciós áramlás rendszerétől független — bekövetkezett elkülönülés hatására korrodál, vagy azt a termikus áramlás szakadatlan körfor-



gása koptatja. Esetleg mind a kettő egyidejű jelenlétének következménye. Ekkor eldöntendő a védekezés módja, ha ismeretes, milyen mérték befajti ki roncsoló hatását a különböző behatás.

Nem bírni akarjuk a Dietzel rendszerű kemencében történő tűzállóanyag bevizsgálást, de annyit mondhatunk sem az egyik, sem a másik feltevést szelektíve nem rekonstruálja, hanem a kettőt sajnálatosan egyesítő a valósággal nem analóg, hamis — jobb híján alkalmazott — „bevizsgálási módszer”.

Bár szabadon végzett izotópos vizsgálatról van szó, de meg kell találni e területen működő szakközegek bevonásával a jelenleg alkalmazottól hosszabb felezési idejű nagyobb dózis teljesítményű radioaktív  $\beta$  sugárzó magenergia biztonságos alkalmazhatóságát is.

A probléma gondos tanulmányozására, egy esetleg olyan magasra épített kemence lenne célszerű, ahol az egyetlen védekezési lehetőség a védelmi távolság kialakítható.

Biztos, hogy közvetlenül a fal mellett levő olvadt üveg a termikus áramlásban nem vesz részt, hanem tűzállóanyag alkotóban dúsul, hűl és szeparálódik. Az üveg tisztulásánál annyira jelentős diffúzió szerepe, hogy milyen súlyosan esik latba, mint áramlás kiegészítő — a falazat mellett — tisztázásra szorul és a vizsgálat tárgyát kell, hogy képezze.

Ha mind ez bizonyítható, megfontolás tárgyává kell tenni a kád mai szögletes szelvényének tartósságát az alábbi megfontolások alapján:

— a sarkokban stagnáló eltérő összetételű hideg üveg mint huzalozási góc felszámolása. A természet utánzásának analógiájára a folyók medréhez hasonló trapézszelvényű kemence kialakítására kedvezőbb áramlási feltételek termikusan homogénebb üveg előállításának biztosítására.

— a kádkó teljes magassági szelvényében egyenlőszerű, fordított állású trapéz, oldalkövei tűzálló anyag alkotókban dúsult oldott réteg lefelé irányuló gravitációs helyváltozását meggátolhatja.

4. Részfeladat még a kemence hossz tengelyével párhuzamos áramlások tisztázása, mely egyrészt a hőmaximum „zár” jellegét — az olvadt keverék olvasztótérbe történő „visszahordását” — lenne hivatva tisztázni, és azt, hogy ezzel szemben hogyan áll az olvasztótérben a felületi — a fentivel szemben dolgozó — kidolgozási irányú áramlások egymásra hatása.

4a) A lehűlés okozta fajsúly szerinti különválás — felszín alatt sebességvektorok által S-görbét kialakító — olvadt üveg hosszirányú előre-hátra

„vándorlása” hogyan egyeztethető össze a fajsúly szeparáció a sajátos rotációs körmozgással.

Nincs ellentmondás, a fajsúly szeparáció és a rotációs körmozgás között. Ezt alátámasztják a fürdő különböző helyein felvett tényleges hőfok görbék.

Ugyanis minden esetben észlelhető volt az áramlásokat igazoló vertikális jellegű kétpúpú görbe megjelenése nem túlzottan eltérő hőfok intervallumban. Ugyancsak nem található ellentmondás a hosszirányú áramlások és a csigavonalszerűvé kialakuló keresztirányú áramlások létrejöttében, mert a csigavonal mozgás ellen csak a rotációs félkör felső szakasza dolgozik, de az segíti annak alsó kialakulását (az alsó parabola vektor hatását pluszként növeli a szívás okozta kényszer üvegmozgás.)

Lásd a 4. ábra 1, 5, 6, 7, 8, jelzett sebességvektor görbéit.

Kinetikai vonatkozásban a hosszirányú rotációs mozgások egyik okozója az a súlyerő, amely az olvasztási folyamat, üveg képződés befejezésekor a frissen olvadt üveg fajsúly különbsége folytán fellép.

4b) A doghaus környékén eddigi ismereteink alapján feltételezett áramlásokat nem illusztráltuk. Az külön vizsgálat tárgyát kell hogy képezze, mivel a probléma sok rétvű, összetett és még nem teljesen tisztázott.

Módosításnak kínálkozik azonban a hosszirányú áramlások hatékonyabb megteremtésére — különösen kereszttüzelésű kemencéknél — a trapéz alakú doghaus kialakítása, melyet a 4. ábra axonometrikusan mutat. Előbb azonban két feladatot kell tisztázni:

— el kell dönteni, hogy hogyan lehetséges a doghaus az olvadt üveg rotációs áramlásba való bekapcsolása. (Feltehetően itt még az üveg hidegebb, ezért nehezebb fajsúlya következtében a fének irányába mozog.)

— áramlástanilag inaktív-e a doghaus s az ehhez kapcsolódó kemence két sarka, ha igen akkor ez a tény vitathatatlanul indokolja a kemence oldalához csatlakozó trapéz alakú doghaus kialakítását.

Ennek az építési módnak az alábbi előnyei vannak;

— megszűnne a doghaus sarokkövével kapcsolatos — már létjogot kapott — probléma.

— intenzívebbé válna a hosszirányú rotációs áramlás a kemence hossz tengelyének sávjában, mely teljes intenzitással kiterjedne a doghausra és az áramlási rendszerbe bekapcsolná a doghaus felületét. (A jelenlegi doghaus kialakítás miatt leárnyékolta négy sarok is effektív kemence térré változna.

Ennek minőségileg is és teljesítmény növekedésben is jelentkezni kellene az Unit — Melter elvnek megfelelően.)

— könnyebb lenne az adagolás, mert melegebb lesz a doghaus.

5. A hosszirányú áramlásokat még szabadon érvényesülni hagyó, de a szükségesnél nem nagyobb olvadákmélység megállapítása végett fontos a még mozgásban levő alsó üvegréteg geometriai helyének megállapítása. Az iparban azonos nagyságú kemencék kádmélysége 0,8—1,1 m változik, hogy miért, indokolni nem tudjuk, azt sem, hogy melyik a jobb, mert mind a kettő „jó” csak nem egyformán gazdaságos.

A több száz órás folyamatos komplex vizsgálat — mely a részáramlások kontrol rekonstruálása — végül doghauson át folyamatosan adagolt nagyobb mennyiségű jelzett anyag beadása révén az előző 5. pont egyidejű egymásra hatásának „ismert” sajtós megisméltődésének megfigyelése lenne.

Ezen vizsgálat keretén belül kell fényt deríteni a 4. ábrán sematikusan vázolt áramlási törvények logikus — az üvegolvasztást érintő — következményeire kereszt- és U-láng tüzelésű kemencék esetében (A vizsgálat részletes folyamatát az előző öt esetben nem a doghauson beadott jelzett anyag — eredményétől függően kell kidolgozni.)

6. Az üveg tisztulási folyamata nem fejeződik be az üvegeképződés, az olvasztási folyamattal, hanem tovább tart. Ezt a folyamatot nem lehet a gázok egyszerű hidrodinamikusan folyamatának tekinteni, mert a gázalakú fázis felszabadulási folyamata az üvegeképződés szakasza után is tovább tart, és különleges feltételeket kell teremteni, hogy az üvegből teljesen, vagy csaknem teljesen eltávolozzanak, s ezáltal a legnagyobb homogenitású üveget kapjuk.

Összefoglalva: a kemence szerkezeti módosításnál, új technológiai eljárásoknál (a babling, elektromos pótfűtés stb.) nem hagyhatják figyelmen kívül az áramlási törvényszerűségeket, a kudarc és hasztalan beinvestálás elkerülése végett. Rendkívüli jelentőségűek a radioizotópos áramlási vizsgálatok, mert az áramlások törvényszerűségeinek ismerete elengedhetetlen a mesterségesen létrehozott áramlásoknak a termikus áramlásokba történő bekapcsolása végett.

Az említett új technológiai eljárások alkalmazása előtt tisztázni kell:

— a konvektív össz- és részáramlások útját felülnézetben és az üvegfürdő teljes szelvényében.

— a homogenitás jóságára történő biztos következtetés végett radioaktív — konvektív keverés okozta — energia abszorpció megoszlást a fürdő-

ben horizontálisan, vertikálisan és a késztermékben.

— A fentiek kísérőjeként a termikus konvektív áramlás, plusz a mechanikus áramlás m/ó-ban megállapított sebességét.

Ezek ismeretében megközelíthetők lesznek olyan problémák, mint:

— hatékonyabb átfolyószelvény és alak méretezése.

— optimális kemence hossz és szélességi viszony megállapítása.

— a leggazdaságosabb, legkedvezőbb olvadt üveg tároló kapacitás és a napi kidolgozás optimuma.

— a babling geometriailag optimális helye.

— az elektromos pótfűtés elektródájának helye.

— a napokig előforduló törések okai.

— az üveg felszín alá történő keverék adagolás problémája.

Idetartozóan felsoroljuk azokat a mérésfeltételeket, melyek megteremtését nem szabad szem elől téveszteni:

— a vizsgálat tárgyát képező összehasonlító kemencék felületei minden részfelületeiben egyenlő legyen.

— a két kemence típus összehasonlítása esetén annak hasznos terhelése és az átfolyó üveg sebessége is azonos legyen.

— csak teljesen szimmetrikus építésű kemence hasonlítható össze és szolgálhat bázisul — mindkét típus esetében — U-lángú kemence egy doghaussal nem megfelelő, mert termikusan nem szimmetrikus.

— a kemence szimmetria középtengelyétől jobbra — balra levett teljesítménynek időben egyenlőnek kell lenni, s a mérés alatt nem változhat.

Az elmondottakban érzékeltetni kívánjuk az üvegolvadékban fellépő áramlások ismeretének fontosságát, a kemence konstrukció javításának vonatkozásában, és hogy a kemence üzemét kedvesen befolyásolni tudjuk.

Ha a T. Kollegák konstruktív javaslataival kiegészített elképzelésünk realizálódhat, akkor a kemencetervezés vonalán hazánkban új irányzat születethet.

*Magyarai János: Sugárzó izotópos mérések eredményeinek gyakorlati felhasználása (I).*

Izotópos mérésekkel feltérképeztük a kemence különböző szerkezeti helyeit abból a célból, hogy gazdaságosabban működő kemencét lehessen kialakítani.

A mérések alapján a kamráknál a következő feladatot célszerű végrehajtani.

a) Különböző visszaáramlást kizáró átfolyó típusok (teljesítménytől függő) kikísérletezése.

b) Optimális mélységű, illetve az optimálisan aktív kemence térfogat megállapítása.

c) Kidolgozótér csökkentése, illetve az olvasztótér növelése.

d) Trapéz alakú kád és berakónyílás kialakítása.

*Мадъари, Й.: Практическое использование результатов измерений с помощью радиоактивных изотопов.*

S помощью измерений, проведенных с радиоактивными изотопами, были определены необходимые мероприятия, для повышения экономичности работы печей. На основании измерений, целесообразно выполнение следующих задач:

a) разработка различных типов проходов (в зависимости от производительности печи), исключающих обратный поток.

b) Установление оптимальной глубины, вернее оптимального объема печи.

c) Сокращение выработочного и увеличение варочного пространства.

d) Разработка ванны и загрузочного отверстия трапециoidalной формы.

*Magyari, János: Praktische Anwendung der mit strahlenden Isotopen erhaltenen Meßergebnissen*

Die verschiedenen Konstruktionsstellen des Ofens wurden mittelst Isotope untersucht, um einen wirtschaftlich vorteilhafteren Ofen ausgestalten zu können. Aufgrund der Vermessungen erscheint empfehlenswert

a) mit diversen, eine Rückströmung verhindernden Typen (in Funktion der Leistung) zu experimentieren;

b) die Bestimmung der optimalen Tiefe, beziehungsweise des optimalen Rauminhalts der Öfen;

c) das Vermindern des Vorbereitungsraums, resp. Vergrößern des Schmelzraums;

d) die Ausgestaltung trapezförmiger Wanne und Einlegeöffnung. (S. G.)

*Magyari, János: Practical Applications of Results Obtained by Radioactive Isotopes*

The flow characteristics of different sites of the kiln were mapped using isotopes in order to construct a more economic kiln. The tasks shown by these measurements are: a) The design of different floaters which exclude backflow; b) The determination of optimum depth and active volume of the kiln; c) The increase of melting- and decrease of shaping-volume; d) The introduction of trapezium-shaped tanks and batching openings.

## Külföldi lapszemle

ETO: 666.1/9

*Lisiecki, K. H.: Diplomamunkák a Weimari Építészeti Főiskola Építőanyagipari Fakultásán 1966/1967-ben.* 321. old.

*Nowack, R.: A karsdorfi nyersanyag és tüzelőanyag hatása a cementklinker égetésre hosszú, nedves forgókemencében.* *Peter, H.: A felületkezelés befolyása a foszfátüveg tulajdonságaira.* *Piktsch, D.: Mélyfűrészi cementek reológiai tulajdonságainak vizsgálata extrém fűrólyuk-feltételek mellett.* *Plassa, J.: Kísérlet elektromosan fűthető üveg gyártására felületrétegek felhordása útján.* *Pleissner, J.: a Ba<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>O<sub>10</sub>—BaMgSi<sub>4</sub>O<sub>10</sub> keve-*

réksor infravörös vizsgálatai. *Prasch, G.: 24 m hosszú feszítettbeton tömör tartók készítése foszfát kettősformákban.* *Reiche, D.: A klinkertermelés javítása Karsdorfban.* *Reilich, D.: Vizsgálatok a szintelen üvegnek a eszpadagolóban történő színezésére.* *Richter, H.: A betonszilárdulás hőkezelés útján történő gyorsítása a HP héjtartók előállításánál a VEB (B) Hallei Betonkombinátban.* *Richter, U.: Kísérletek nagy szilárdságú könnyűbeton alkalmazása HP héjtartók előállításánál a VEB (B) Hallei Betonkombinátban.* *Rudolf, H.: Kísérleti gipszlemezek alkalmazása kerámiai burkolólapok helyettesítésére.*

*Schwarz, F.: Diszperz-dielektromos rendszerek turbidimetrikus szemesc-meghatározása.* *Seifert, H.: Salakadalcok befolyása a kerámiai nyersanyagok formázási, szárítási és égéstechnikai tulajdonságaira.* *Sprenger, H.: A salaktartalom befolyása kohósalakcementeknél a kálisavoklatokkal szembeni korrózióállóságra.* *Stauch, W.: Mérési eljárások kidolgozása a tömör nehéz adalékanyagok vizigényére vonatkozóan.* *Umlauf, J.: A keverőberendezések rekonstrukciója az erfurti VEB (B) lakásépítő kombinátban.* *Witzke, K.: Falazatkivirágzások.*

# A sugárzó izotópos mérések eredményeinek gyakorlati felhasználása (II.)

WILW ERGER FERENC  
Sajgótarjáni Síküveggyár

A radioizotópos vizsgálatok üvegyipari jelentőségét Magyar kolléga az előzőekben már kifejtette. A vizsgálatok érdemét az elmondottak jól illusztrálták. A továbbiakban újabb példákkal szeretném bemutatni az izotópos mérések eredményeinek gyakorlati felhasználási lehetőségeit. Ezt megelőzően azonban rá kell világítani arra, hogy a jelen Üvegyipari Napok vezértémájához, az üveglvasztás intenzifikálásához szervesen illeszkednek az üvegyiparban végzett izotópos vizsgálatok. A vizsgálatok egyre bővülő körében a két legfontosabb terület:

- a) az üveglvasztás folyamatainak és
- b) a keverékkészítés technológiájának módszeres vizsgálata.

A két fő terület bármelyikén elért siker gazdaságilag realizálható. Az eredmények számszerűsítését elsősorban a technológiai folyamatok viszonylagos lassúsága, a gyártástechnológiát befolyásoló tényezők nagy száma és komplex volta hátráltatja. Mondhatjuk azt is, hogy az elért eredmények egyértelmű bizonyítása gondot okozhat. A probléma másik súlyponti része a mérési eredmények gyakorlati felhasználásában rejlik. Ez ismét az előzőkből fakad, vagyis a gyártástechnológiai változtatások átfutásának, beállításának lassúságából. Emiatt a kockázat veszélye nagy, illetve ennek minimálisra való csökkentése minden részletre kiterjedő alapos elemző munkát igényel. A végső cél az izotópos vizsgálatoknál is a végtermék — a kész üveg — gazdaságosabb gyártása, a termékegységre jutó ráfordítások csökkentése és a termék műszaki jellemzőinek (minőség, mechanikai szilárdság stb.) javítása.

Ebből következik, hogy a fenti két fő területre irányuló vizsgálatok alkalmával *a mérések homlokterében a végterméknek kell állnia!*

## Radioizotópos áramlástanai vizsgálatok

A következőkben csupán a két fő vizsgálati terület egyikével, az olvasztási folyamattal kívánok

foglalkozni. Ennek síküveglvasztó kemencéken végzett izotópos áramlástanai méréseiből levont következtetéseit ismertetem.

Mindkét síküveglvasztó kemencén számos áramlástanai mérés történt, először 1965-ben, majd 1967-től mind gyakrabban. A jelenleg alkalmazott vizsgálati módszer ma már a technológia időszakos ellenőrzésének felel meg. Az első izotópos áramlástanai vizsgálatok hasznos információkat nyújtottak, a további mérések pedig lehetővé tették a módszer tökéletesítését. Az utóbbi egy év alatt előtérbe helyezett késztermékvizsgálat viszont feltárta a kidolgozás körülményeire vonatkozó legfontosabb áramlástanai jellemzőket. Ennek jelentősége elsősorban abban áll, hogy segítségével felderíthetők a kémiai és termikus inhomogenitások megjelenési és átfutási viszonyai.

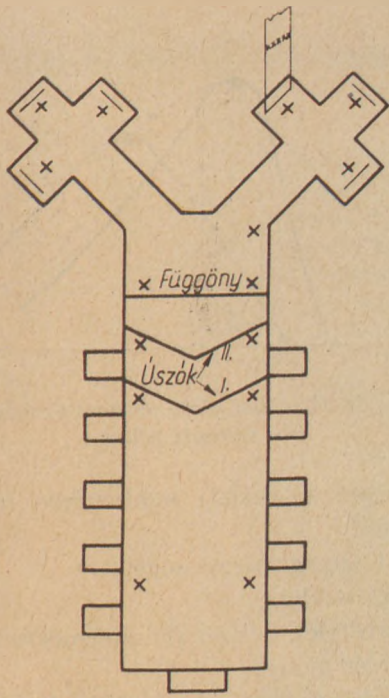
A vizsgálatokat a SZIKKTI Na-24 radioizotóppal végezte, amelynek keverékbe való bevitele  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  vizes oldatával történt 150 mCi koncentrációban. A radioaktív anyag felezési ideje: 15,4 óra. Újabban eredményes vizsgálatok folytak 4 óras időközben való kétszeri izotóphadagolással, esetenként 80–80 mCi aktivitással. Ily módon egy vizsgálatnál két görbesereget kaptunk, amelyek jól elkülönültek egymástól. Az izotópot esetenként 1–1 tonna keverékkel juttatjuk a kemencébe.

A fajlagos aktivitás meghatározása olvadékból és késztermékből vett mintákból történik.

Az olvadék mintázása az adagolótértől az előkamrákig a felszínről történik, a kemence különböző helyeiről. A sajátos gyártástechnológia miatt a késztermék mintáinak az üvegszalag teljes szélességének keskeny sávjából vágott 20–20 cm-es üveglapok felelnek meg. Ezzel mérhető a fajlagos aktivitásnak az üvegszalag szélességében való változása is.

Az 1. ábra az I. sz. kemence mintavételi helyeit mutatja. Az egyik üvegszalagon a sűrű mintavételi helyek is láthatók.

A fajlagos aktivitás idő függvényében való válto-



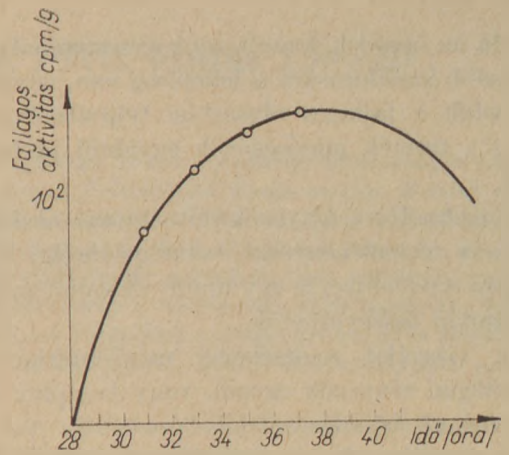
1. ábra. I. sz. kemence mintavételi helyei

zása természetesen a mintavétel helyétől nagymértékben függ. A különböző helyeken vett minták mérési eredményeinek elemzése és az előzőkkel, valamint az adott időszak termelési eredményeivel való összevetése lehetővé teszi a szükséges következtetések levonását. Ez biztosítja a mérési eredmények gyakorlatban való felhasználását.

A síküveggyári vizsgálatok alapján úgy látjuk, hogy a radioizotópos áramlási adatok közül döntő szerepe azon helyekről vett minták fajlagos aktivitásváltozásának van, amelyek mérési eredményei megközelítőleg normál eloszlást mutatnak. Ez megtalálható a késztermékben és a kidolgozási hely közelében, pl. az előkamrákban (2. ábra). Ezen helyektől az adagoló tér felé haladva még néhány mintavételi hely rendelkezik — növekvő bizonytalansággal ugyan — hasonló tulajdonságokkal, s ezért hasznos információkat szolgáltat, de nem képezi az áramlási helyzet minősítésének alapvető részét. Ez logikus is, mivel a gyártást közvetlenül a kidolgozásra kerülő olvadék jellemzői határozzák meg döntő mértékben.

A 2. ábrán az I. sz. kemence síküvegének fajlagos aktivitásváltozásának simuló görbéje látható. A mérés időszaka: 1968. dec. 5—6.

Az I. sz. kemence 1968. évi vizsgálati eredményeinek értékelése során arra a következtetésre jutottunk, hogy megfelelő technológiai változtatásokkal az olvadék áramlási sebességét úgy befolyásolhatjuk, amelynek révén a jellemző eloszlásgörbét kedvezően változtathatjuk meg. Ezt az év végén végrehajtott intézkedések biztosították, a megismételt radioizotópos vizsgálat pedig a várt



2. ábra. Stküreg fajlagos aktivitásváltozása

eredményeket adta. A termelési eredmények ugyanakkor a technológiai viszonyok kedvező változtatásának hatására kimagasló színvonalat értek el és tartósan reprodukálódhattak. Ez jelentősen hozzájárult a gyár f. évi gazdasági sikereihez.

A technológiai változtatások előtt a beadagolástól számított 8—11 óra múlva jutott el a jelzett anyag az előkamrákba (a húzókamra elé). Ezzel szemben a változtatások hatására ugyanezt az utat a jelzett anyag 15—17 óra alatt tette meg. Tehát a felszíni áramlási sebesség jelentősen csökkent. Hasonló jelleggel változott a késztermékben a maximális fajlagos aktivitás megjelenésének ideje: a haranggörbe csúcsa a korábbi kb. 20 órától mintegy 36 órára tolódott el. A görbék csúcsának későbbi időszakban való megjelenésén kívül megfigyelhető volt a haranggörbe ellaposodása is (lásd 2. ábra). Az összehasonlított időszakokban a kemence fajlagos olvasztási teljesítménye gyakorlatilag azonos volt. A technológiai változást elsősorban az úszók alatti olvadékmagasság megfelelő helyen való, közel 12 cm-es csökkentése jelentette. Ez kb. 10%-os helyi keresztmetszetváltozásnak felel meg.

A fenti eredmények alapján úgy vélem, hogy az üvegipari kádkemencék olyan szerkezeti módosítása, amely legalább 10%-os olvadékkörmetszetváltozással jár együtt — célszerűen megválasztott helyen —, radioizotópos vizsgálat segítségével mérhető változásokat eredményez az olvadék áramlási sebességében, az aktív anyag átfutási idejében stb.

#### A radioizotópos vizsgálatok jelentősége

A nyert tapasztalatok alapján az alábbi fontosabb következtetéseket tehetjük:

1. A radioizotópos áramlási vizsgálat mérési eredményei alapján behatárolható az adott konstrukció technológiai paramétereinek változtatási jellege és mérvé.

2. Ha az olvadék áramlástani viszonyainak optimálisabb kialakítására is lehetőség van, növelhetővé válik a fajlagos olvasztási teljesítmény — esetleg a termék minőségének egyidejű javításával is.

3. A technológiai tényezők változtatásának áramlástani és termelékenységi, tehát gazdasági kihatásainak eredményei is egy újabb vizsgálat megállapításaival összevethetők.

4. A vizsgálat segítségével megállapítható a technológiai tényezők egyedi, vagy komplex változtatásának áramlástani kihatása.

5. A vizsgálat alapján következtetni lehet az olvadék homogenitási jellemzőire.

6. A módszert célszerű a gyártástechnológia időszakos ellenőrző vizsgálatává tenni.

7. A vizsgálat eredményeit figyelembe kell venni a konstrukció olyan jellegű változtatásánál, amelynek áramlástani kihatása lesz az olvadékra.

### A radioizotópos vizsgálat megszervezése

Ennél a résznél nem kívánok hosszan időzni, mivel az izotópos vizsgálat már évek óta komoly ellenőrző szerepet kapott az üvegipari kemencék-nél. Ily módon mind a SZIKKTI, mind a mérést igénylő üzemek vonatkozásában megfelelő gyakorlat alakult ki. Ezért csak a lényegesebb szempontokat említem:

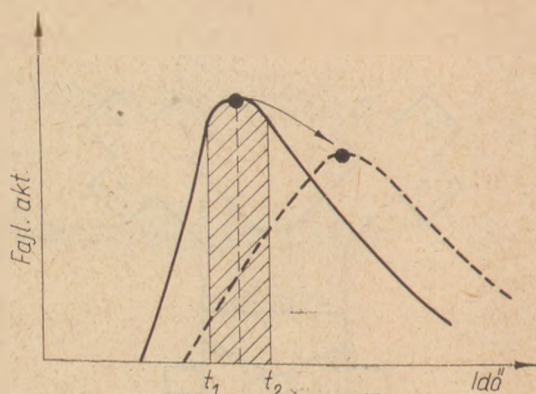
1. A mérési időszak alatt biztosítandó a technológiai paraméterek kellő stabilitása, olyan egyenletes üzemmenet, amelynek jellemző áramlástani viszonyait mérni szeretnénk.

2. Gondosan kell kijelölni a mintavételi helyeket, s az izotóp bevitelének módját és helyét.

3. Vizsgáljuk meg a késztermék aktivitását is, s a kidolgozási technológiához alkalmazkodó mintavétellel törekedjünk a termék homogenitásának elbírálására is.

A vizsgálati eredmények értékelésénél — a speciális célból végzett mérésektől eltekintve — elsődleges szerepük legyen a normális eloszlást megközelítő aktivitás-változást mutató görbéknek.

A SZIKKTI az üvegiparban már eddig viszonylag sok kemencén végzett radioizotópos áramlástani vizsgálatot. Az eltérő konstrukciójú és különböző technológiai paraméterekkel üzemelő kemencéken végzett vizsgálatok szempontjait az illetékes üveggyárak szakemberei adják meg elsősorban. Ez így természetes is. A további előrehaladást, a lehetőségek még fokozottabb kiaknázását segíthetnénk elő, ha az eddigi mérési eredmények alapján az üvegipari kúdkemencékre egységes vizsgálati módszert lehetne meghatározni. Úgy vélem, erre a lehetőségek már jelenleg is adottak.



3. ábra. Az aktivitási görbe jellemző tartományja és a változás jellege

Az egységes vizsgálati módszerben feltétlenül rögzíteni kell:

- jelzett anyag mennyiségét,
- bevitel módját,
- mintavételek helyeit (késztermékre is) és
- értékelés módját.

A vizsgálati eredmények alapján a kemence „minősítésére” is lehetőségünk nyíhat a késztermék jellemző görbéjének segítségével (lásd 3. ábra). Erre alkalmasnak látszik a görbe meghatározott időtartamra vonatkozó integrálja a maximális fajlagos aktivitás tartományában. Az idő lehet pl. 4 óra, de vonatkozhat a csúcs körüli kisebb tartományra is (lásd. 3. ábra vonalkázott területe). A számítás grafikus integrálással könnyen elvégezhető. A  $t_2 - t_1$  időszak esőkkentésével a kemence minősítésére olyan dimenzió nélküli számot nyerhetünk (0—1 között), amely megmutatja, hogy a késztermék mekkora hányada származik a 0 időszakban beadagolt keverékből. Ez végeredményben a homogenitás fokmérőjének tekinthető. Természetes, hogy az üveg homogénebb lesz, ha a konstrukció vagy a technológiai tényezők változtatásának eredményeként a fajlagos aktivitás a 3. ábrán megrajzolt módon változik: a görbe csúcsa jobbra s lefelé mozdul el.

Ezzel a kemencék áramlástani jellemzőit optimálisabban és egyértelműbben, a végecélnak legjobban megfelelő módszerrel lehet megállapítani. A végecél mindenütt közös: az adott termelőberendezések termelési kapacitásainak minél jobb kihasználása, a termelékenység színvonalának emelése, a gazdaságosabb üveggyártás.

Wilwenger Ferenc: A sugárzó izotópos mérések eredményeinek gyakorlati felhasználása (II.)

Ф. Вильвергер: Результаты изотопных измерений

Wilwenger, Ferenc: Die Resultate der Messungen mit strahlenden Isotopen

Wilwenger, Ferenc: Results of Measurements with Radioactive Isotopes

## X. Szilikátipari Konferencia, Budapest, 1970. június 15—20

*Ebben az évben, hazánk felszabadulásának 25 éves évfordulója alkalmával, ül össze a Szilikátipari Tudományos Egyesület tizedik Szilikátipari Konferenciája. E kerek jubileumi számmal és a felszabadulási évfordulóval együttjáró ünnepi esemény előkészületei már a befejezéshez közelednek. Több mint 700 résztvevőre számít a konferenciabizottság: a legkiválóbb hazai szakembereken kívül kb. 300 külföldi tudós, mérnök és egyéb szilikátipari szakember jelentette be részvételét. A külföldi szakemberek a világ minden táját képviselik: természetesen valamennyi szocialista ország elküldi kiküldöttjeit a konferenciára, de az Egyesült Államoktól Spanyolországig, Argentínától az Egyesült Arab Köztársaságig igen sok további résztvevőt is várunk.*

*A Konferencia részletes programját tagjaink már korábban postán kézhez vették, ezt itt nem kívánjuk megismételni. Felhívjuk azonban a figyelmet arra, hogy a Konferencia első napján lesznek a meghívott plenáris előadások, míg a többi napokon két szekcióban (1. Összefüggés szilikátok szerkezete és műszaki tulajdonságai közt. 2. Korszerű szilikátipari gyártástechnológiai berendezések és folyamatok megvalósított eredmények alapján való ismertetése.) kerül sor szekció-előadásokra, a szokásos, szakosztályok szerinti bontásban. A üveg, B tűzálló anyagok, C cement, D durvakeramiai és hőszigetelő anyagok, E kő, kavics, F finomkerámiai anyagok.*

*A konferenciára bejelentett előadások száma minden eddiginél nagyobb és messze meghaladja a konferenciabizottság várakozását. Az előadások színvonala még az eddig megszokottnál is magasabb, örömdetesen bizonyítva Konferenciánk növekvő fontosságát. Ez igen megtisztelő — de egyttal azt is jelenti, hogy néhány korlátozásra is sor került. (Szigorúan ragaszkodnunk kell a max. 10 perces előadási időhöz és számos egyébként értékes előadást nem vehettünk a Konferencia napirendjére).*

*Ezúton is szeretettel meghívjuk a magyar szilikátipari szakembereket Egyesületünk eme nagy eseményére.*

*A rendezőbizottság*

---

Ez év június 9—11 közötti napokban a Magas-Tátrában kerül sor

### A III. CSEHSZLOVÁK TŰZÁLLÓANYAG-KONFERENCIÁRA,

amelynek rendezősége Egyesületünknek is küldött meghívót.

A részletes program beérkezte után további tájékoztatással szolgálunk.

Szerkesztőség

---

# ***A ma tudománya — a holnap technikája***

**OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!**

**Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól**

Anyagmozgatás, Csomagolás

Bányászati Lapok

Bőr- és Cipőtechnika

Elektrotechnika

Energia és Atomtechnika

Élelmezési Ipar

Építőanyag

Épületgépészet

Az Erdő

Faipar

Finommechanika

Fizikai Szemle

Gép

Gépgyártástechnológia

Hidrológiai Közlöny

Híradástechnika

Ipari Energiagazdálkodás

Ipargazdaság

Járművek, Mezőgazdasági Gépek

Kép- és Hangtechnika

Kohászati Lapok

Közlekedéstudományi Szemle

Magyar Alumínium

Magyar Építőipar

Magyar Grafika

Magyar Kémiai Folyóirat

Magyar Kémikusok Lapja

Magyar Textiltechnika

Mélyépítéstudományi Szemle

Mérés és Automatika

Műanyag és Gumi

Műszaki Élet

Öntöde

Papíripar

Városépítés

Villamosság

## **FENTI KJADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK**

minden postahivatalban,

a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámújára 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.

## **HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA**

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