

302935

Teljes + Tj.

ÉPÍTŐANYAG



**CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR**

1. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

★

Felelős szerkesztő:

Egyed Zoltán

★

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

★

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

Mayer Károly

Németh Béla

Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

★

Kiadja:

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Nagy Sándor-u. 6.

Telefon: 312-341

★

Felelős kiadó:

Solt Sándor

TARTALOM:

	Old
<i>Lux László</i> : Az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciája	1
<i>Korach Mór</i> : Az építőanyagipari kutatás feladatai és módszerei	2
<i>Rudnai Gyula</i> : A hazai könnyű építőanyagkutatás főbb irányai	6
<i>Gáspár Géza</i> : Az 1954. évi cementkutatások főbb kérdései	16
<i>Bereczky Endre</i> : Vizsgálatok hazai anhidritek felhasználására	22
<i>Sasvári György</i> : Üzemi kísérletek kamrás műszárító rendszerek összehasonlítására vonatkozólag	24
<i>Mattyasovszky László</i> : Nagyfrekvenciás szigetelők nyersanyagai	29
<i>Lőcsei Béla</i> : A szulfátvízüveggel történő üvegolvasztás	33
<i>Knapp Oszkár</i> : Üvegolvadékok viszkozitásának mérése	37
<i>Korányi György</i> : Az üveg szakítószilárdsága	40
<i>Király György</i> : A II. Kutató Konferencia zárószava	44

СОДЕРЖАНИЕ:

	сторона
<i>Лукс Ласло</i> : II-ое совещание исследователей промышленности строи- тельных материалов	1
<i>Корач Мор</i> : Задачи и методы исследования в промышленности стро- ительных материалов	2
<i>Руднаи Дюла</i> : Главные направления в исследованиях по легким стро- ительным материалам	6
<i>Гашпар Геца</i> : Основные вопросы исследований, произведенных по цементу в 1954 году	16
<i>Берецки Эндре</i> : Испытания по использованию наших ангидритов	22
<i>Шаивари Дьердь</i> : Производственные опыты для сравнения систем сушильных камер	24
<i>Маттшювски Ласло</i> : Сырья для изоляторов высокой частоты	29
<i>Лечеи Бела</i> : Стекловарение сульфатным жидким стеклом	33
<i>Кнапп Оскар</i> : Измерение вязкости стекломассы	37
<i>Корани Дьердь</i> : Прочность стекла на разрыв	40
<i>Кираль Дьердь</i> : Заключительное слово на II-ом совещании исследова- телей	44

CONTENU:

	Nos. Pages
<i>László Lux</i> : La II ^e Conférence des Chercheurs de l'Industrie des Matériaux de Construction	1
<i>Mór Korach</i> : Tâches et méthodes des recherches de l'industrie du bâtiment	2
<i>Gyula Rudnai</i> : Les tendances principales des recherches dans le domaine des matériaux de construction légers en Hongrie	6
<i>Géza Gáspár</i> : Les principaux problèmes des recherches dans le domaine du ciment en 1954.	16
<i>Endre Bereczky</i> : Essais visant à l'utilisation des anhydrites du pays	22
<i>György Sasvári</i> : Essais en usine relatives à la comparaison des systèmes de séchage artificiel à chambre	21
<i>László Mattyasovszky</i> : Matières premières des isolateurs de grande fréquence	29
<i>Béla Lőcsei</i> : Fusion de verre à l'aide de verre soluble sulphatique	33
<i>Oszkár Knapp</i> : Mesure de la viscosité des fontes de verre	37
<i>György Korányi</i> : La résistance à la rupture du verre	40
<i>György Király</i> : Discours de clôture de la II ^e Conférence des Chercheurs	44



Címlapon: Kötélpálya cementgyári kőbányában

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

„ÉPÍTŐANYAG”

C. FOLYÓIRAT

1955. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE,

NÉV. ÉS TÁRGYMUTATÓJA

BUDAPEST, 1955.

TARTALOMJEGYZÉK:

1. szám, január

<i>Lux László:</i> Az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciája	1
<i>Rudnay Gyula:</i> A hazai építőanyagkutatás főbb irányai	6
<i>Gáspár Géza:</i> Az 1954. évi cementkutatások főbb kérdései	16
<i>Bereczky Endre:</i> Vizsgálatok hazai anhydritek felhasználására	22
<i>Sasvári György:</i> Üzemi kísérletek kamrás műszáritó-rendszerek összehasonlítására vonatkozólag	24
<i>Mattyasovszky László:</i> Nagyfrekvenciás szigetelők nyersanyagai	29
<i>Lőcsei Béla:</i> A szulfátvízüveggel történő olvasztás	33
<i>Knapp Oszkár:</i> Üvegolvadékok viszkozitásának mérése	37
<i>Korányi György:</i> Az üveg szakítószilárdsága	40
<i>Király György:</i> A II. Kutató Konferencia zárószava	44

2. szám, február

<i>Makoldi Mihály:</i> Az építőanyagipar hőgazdálkodása megjavításának lehetőségei	45
<i>Szabó László:</i> Az égetés problémája a kerámiai iparban	47
<i>Imre Géza és Bálint Tibor:</i> A „hárcdimenziós” kábelدارو	56
<i>Brenner Vilmos:</i> A szombathelyi téglagyártás ipartörténeti áttekintése	70
<i>Stejert N. P. és Ginzburg J. U.:</i> Az őrlési finomság hatása a cement tulajdonságaira	74
Külföldi folyóiratszemle	79

3. szám, március

<i>Grofszék János és Toronyi Béla:</i> Újabb kutatási eredmények a mullitképződés terén	81
<i>Lázár Jenő:</i> Aprított halmazok szem nagyság szerinti összetételére vonatkozó újabb vizsgálatok	82
<i>Beke Béla:</i> Megjegyzések Lázár Jenő tanulmányához	101
<i>Kiss Károly:</i> Az azbeszt és ipari felhasználása	102
<i>Havas Béla:</i> Menetrendi gazdálkodás az építőanyagipari üzemekben	109
<i>Jung V. N. és Fatejeva N. J.:</i> A klinkerképződés sebessége és a klinker tulajdonságai az égetési viszonyok függvényében	115
Egyesületi hírek	118
<i>Király György:</i> Az építőanyagipar igényei a műszaki felsőoktatással kapcsolatban	119

4. szám, április

Az elmúlt tíz év, bevezetés	121
Cement és mészipar	122
Téglaipar	125
Betonelemgyártó ipar	128
Finomkerámiai és csiszolókorongipar	130
Üvegipar	132
Kő- és kavicsipar	134
Építőanyagipari Energiagazdálkodási Anket	
<i>Szokup Lajos:</i> Megnyitó beszéd	137
<i>Zsarnay Tibor:</i> Önköltségcsökkentés — energiagazdálkodás	138
<i>Horváth Kálmán:</i> A nem telepített üzemű építőanyaggyártás energetikai kérdései	142
<i>Péntek László:</i> Cement- és mészipari kemencék szénmegtakarítása	141
<i>Farkas György:</i> Szénmegtakarítási módszerek gázgenerátoroknál	149
<i>Jermendy Károly:</i> Hozzászólás Farkas György előadásához	153
<i>Buzna Vilmos:</i> Szénmegtakarítási módszerek kazánoknál	154
<i>Nagy Dezső:</i> Tájékoztatás az építési kötőanyagok kémiai fejlődéséről	157
Hírek	160

5. szám, május

<i>Sasvári György és Serly Gusztáv:</i> Néhány szempont a bekevert tüzelőanyaggal történő kerámiai égetés elméletéhez	161
<i>Mattyasovszky Zs. Tamás:</i> Téglaégetés bekevert tüzelőanyaggal	172
<i>Korányi György:</i> Vizsgálatok az üvegek tisztítására vonatkozólag	182
<i>Chikán János:</i> A cementgyártás technológiájának fejlődése 1954-ben megjelent irodalmi közlemények alapján	190
<i>Rejtő György:</i> A téglaiipar fejlődése a felszabadulás után	192
Hírek	199

6. szám, június

<i>Dr. Albert János:</i> A téglák és tetőcserepek fagyállóságát és vízteretőképességét befolyásoló tényezők	201
<i>Dr. Déri Márta:</i> A piezoelektromos kerámiai anyagok kérdéséhez	207
<i>Korányi György:</i> Vizsgálatok az üvegek tisztulására vonatkozólag (2. közlemény)	210

Dr. Wessely Imre: Köhösalak, kazánsalak és a pernye felhasználása az építőanyagipar területén	222	Egyed Zoltán: Az építőanyagipari kutatás néhány kérdéséről	329
Szikszay Gerő: A szemszerkezet és az alkalmazott legnagyobb szemmagyság hatása a beton szilárdságára	226	Jantsky Béla: A nadapi kaolin	335
Knapp Oszkár és Katona Gábor: Üvegek és zománcok felületi feszültségének mérése	231	Juhász Zoltán: Agyagtéleségek diszperzitásfokának, felületi állapotának és morfológiájának hatása fizikai tulajdonságaikra, különös tekintettel a nadapi kaolinra	336
Országos építőipari tanácskozás	234	Moldvai Rezsőné: Litium szerepe a szilikátkémiában	345
A csehszlovák építőipari dolgozók értekezlete ..	237	Dr. Sághegyi Lajos: A magyar üvepipar múltjából	350
Könyvismertetés	238	Fodor Zoltán: A porcelángyártásnál előforduló hibák	358
Egyesületi hírek	239	A műszaki fejlesztés kérdései a Német Demokratikus Köztársaságban	364
Tájékoztató az 1955. évi kutatási prémiumok tárgyában	240		

7. szám, július

Vasadi Ferenc: Cementgyárak szénporelóállító berendezése	241		
Vándor József: A hatványtörvények alkalmazása az építőanyagipar technológiai kutatásában	247		
Cser Arisztid: Tűzálló anyagok minősége és a hazai nyersanyagok	253		
Bréda Gyula: Néhány szempont a gyorsítetés vizsgálatánál	263		
Dr. Sághegyi Lajos: A magyar üvepipar történetéből	270		
Nyitrai Elek: Tégla-master szerződötése Budán 245 év előtt	276		
Egyesületi hírek	280		

8. szám, augusztus

Simó József: A finomkerámiai mérnökök országos konferenciája	281		
Fodor Zoltán: A finomkerámiai ipar mérnökeinek feladatai a második ötéves tervben	282		
György István: Új hazai nyersanyagok alkalmazása a finomkerámiai iparban	287		
Felter Károly: Finomkerámiai termékek gyártásának gépesítése	291		
Mattyasovszky Zs. László: Finomkerámiai késztermékek minőségellenőrzése	294		
Hozzászólások	296		
Dr. Korányi György: Az üvepipari mérnökök országos tanácskozásán tartott megnyitó	298		
Schlisz Jenő: Az üvepipar mérnökeinek és technikusainak feladatai a második ötéves tervben	300		
Déry Attila: Az öblösüvepipar gépesítésének tapasztalatai a Sajószentpéteri Üvegyárban	304		
Jermendy Károly: Az öblösüveg feldolgozás korszerű technológiája	307		
Knapp Oszkár: Az üvegedénygyártás minőségellenőrzés módjai	311		
Hozzászólások	315		
Vasadi Ferenc: Cementgyárak szénporelóállító berendezései	318		
A berlini szilikátkonferencia	327		
Lapszemle	328		

10. szám, október

Dr. Alber János: Kerámiai hőszigetelő anyagok gyártásának alapelvei	365		
Adonyi—Balázs—Kilián: Kémiai folyamatok gőzzel szilárdított cement és mészkötésű építőanyagokban	374		
Fodor Zoltán: A porcelán gyártásánál előforduló hibák	384		
Dr. Gurmai Mihály: Falborító opák üveglapok gyártása	387		
Gyarmati Gyula: Mészhelyettesítő kötőanyagok	391		
Knapp Oszkár dr. és Katona Gábor: Üvegek hűtési feltételeinek meghatározása számítás útján	397		
Vidovszky Ferenc: Leesztergált forgókemencegörgők beállítása	401		
Butt J. U.: Cementkémiai értekezlet,	402		
A Szovjet Építőanyagipari Műszaki Tudományos Egyesület össz-szövetségi konferenciája	403		

11. szám, november

Székely István—Vajda Lászlóné: Cementipari nyersanyagok magas hőmérsékletű differenciál-termoanalitikai vizsgálata ..	405		
Moldvai Rezsőné: Az építőanyagipari és a szervesetlen kémiai technológiai tudományterületek kapcsolatai	423		
Erdélyi Imre: Kő- és kavicsstermelő üzemek porelhárítása	428		
Ozorai Gyula: Mélyépítési kőbányászatiunk műszaki fejlesztése	433		

12. szám, december

Dolezsai Károly: A mélyfúrású cement előállítása	441		
Grofcsik Elemér: Kerámiai kondenzátorok	459		
Ozorai Gyula: Mélyépítési kőbányászatiunk műszaki fejlesztése (2. közlemény)	465		
Benedek Dénes: Magas sziklahomlok fejtése	471		
Építőanyagipari Műszerezési Anket	475		

NÉV. ÉS TÁRGYMUTATÓ

Szerző neve	Szakmai tárgy	Szám	Oldal	Szerző neve	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Adonyi—Balázs— Kilián	cementipar	10	374	Korányi György dr.	"	1	40
Albert János dr.	téglaipar	6	201	Korányi György dr.	"	5	182
Albert János dr.	"	10	365	Korányi György dr.	"	6	210
Beke Béla	kőbányaipar	3	101	Lócsei Béla	üvegipar	1	33
Benedek Dénes	"	12	471	Lázár Jenő	kőbányászat	3	82
Bereczky Endre	cementipar	1	22	Makoldi Mihály	hőtechnika	2	45
Bréda Gyula	gyorségetés elm.	7	263	Mattyasovszky Zs. László	finomkerámia- ipar	1—8	29—294
Brenner Vilmos	téglaipar	2	70	Mattyasovszky Zs. Tamás	téglaipar	5	172
Buzna Vilmos	hőtechnika	4	154	Moldvai Rezsóné	szilikátkémia	9	345
Chikán János	cementipar	5	190	Moldvai Rezsóné	"	11	423
Cser Arisztid	tűzállóanyagipar	7	253	Nagy Dezső	cementipar	4	157
Déry Attila	üvegipar	8	304	Nyitrai Elek	téglaipar	7	276
Déri Márta dr.	finomkerámia	6	207	Ozorai Gyula	kőbányászat	11	433
Dolezsal Károly	cementipar	12	441	Ozorai Gyula	"	12	465
Egyed Zoltán	beton	9	329	Péntek László	cementipar	4	144
Erdély Imre	kőbányaipar	11	428	Rudnai Gyula	beton	1	6
Farkas György	energia gazd.	4	149	Rejtő György	téglaipar	5	192
Felter Károly	finomkerámia	8	291	Sasvári György	"	1	24
Fodor Zoltán	"	8	282	Sasvári György és Serly Gusz- táv	"	5	161
Fodor Zoltán	"	9	358	Sághelyi Lajos	üvegipar	7—9	270—350
Fodor Zoltán	"	10	384	Simó József	kerámia	8	281
Gáspár Géza	cementipar	1	16	Schlisz Jenő	üvegipar	8	300
Grofcsik János	kerámia	3	81	Stejert N. P. és Ginzburg	cementipar	2	74
Grofcsik Elemér	"	12	459	Szabó László	kerámia	2	47
Gurmaj Mihály dr.	üvegipar	10	387	Székely István és Vajda Lászlóné	cementipar	11	405
Gyarmathy Gyula	cementipar	10	391	Szikszay Gerő	beton	6	226
György István	finomkerámia	8	287	Vasadi Ferenc	cementipar	7—8	241—318
Havas Béla	energetika	3	109	Vándor József dr.	építőanyagipar	7	247
Horváth Kálmán	"	4	142	Wessely Imre dr.	"	6	222
Imre Géza— Bálint Tibor	kőbányászat	2	56	Vidovszky Ferenc	cementipar	10	401
Jung V. N. Fate- java	cementipar	3	115	Zsarnay Tibor	energetika	4	138
Jermendy Károly	energetika	4	153				
Jermendy Károly	üvegipar	8	307				
Jantsky Béla	finomkerámia	9	335				
Juhász Zoltán	"	9	336				
Kiss Károly	cementipar	3	102				
Knapp Oszkár dr.	üvegipar	1	37				
Knapp Oszkár dr. és Katona G.	"	6	231				
Knapp Oszkár dr.	"	8	311				
Knapp Oszkár dr. és Katona G.	"	10	397				

ÉPÍTŐANYAG

7. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI KUTATÓK 1954. DECEMBERI II. KONFERENCIÁJÁN ELHANGZOTT ELŐADÁSOK

Az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciája

LUX LÁSZLÓ

Az építőanyagipar jelentősége és az építőanyagipar fejlesztése pártunk és kormányunk gazdaságpolitikájának új szakasza következtében időszzerűvé és szükségessé tette az építőanyagipari kutatók mai konferenciáját. Az építőipar műszaki fejlesztése a felszabadulás után hosszú ideig meglévő és már évtizedek óta használt anyagaink korszerűbb felhasználásával folyt. Gazdaságosabb és jobb szerkezeteket készítettünk a régi anyagokból és a műszaki fejlesztésnek ez az útja jelentős eredményeket is hozott. Az építőipar további fejlesztése azonban ma már új feladatok megoldását igényeli az építőanyagipartól. Az egész világon, de különösen a Szovjetunióban és a népi demokratikus államokban a rendkívül nagy építési beruházások, a lakáskérdések megoldása, a mezőgazdasági építkezések mennyiségének hatalmas megnövekedése új, az eddiginél jobb és értékesebb tulajdonságokkal rendelkező építőanyagokat igényel.

Az új szakasz politikája nálunk is szükségszerűen megváltoztatta az építőanyagipar fejlesztésének irányát és ezzel befolyásolja és megváltoztatja az építőanyagipari kutatók feladatait is.

A kormányzat az építőanyagiparral szemben, a dolgozó nép érdekében helyesen követeli meg a közvetlen fogyasztásra szolgáló építőanyagipari termékek mennyiségének növelését, az építőanyagipari gyártmányok választékának kibővítését, az ez idő szerint nem gyártott gyártmányok újbóli bevezetését. Az ipar legfontosabb feladata az anyagipari termékek minőségének megjavítása, az önköltség jelentős csökkentése és a gyártáshoz szükséges energiamennyiséggel való fokozott takarékoskodás.

Az építőipar műszaki fejlesztése, az építkezések olcsóbbá és jobbá tétele az új anyagok egész sorát követeli az építőanyagipartól és az építőművészeti igények, népünk kulturális színvonalának állandó emelése, a díszítőelemek sokrétű választékát igényeli.

Az építőanyagiparral szemben fennálló ilyen követelmények determinálják az építőanyagipari kutatók mai és perspektivikus feladatait. Kutató-

intézeteink, tudományos dolgozóink és a közvetlenül az iparban dolgozó kutatómérnökeink fontos feladata a jelenleg gyártott anyagok gyártástechnológiájának tudományos analízise és ezen keresztül jobb, az önköltséget csökkentő, a minőséget javító gyártástechnológiák bevezetése.

Népi demokráciánk új gazdaságpolitikája a szilikátipari kutatás széles felfejlesztését, a hazai nyersanyagbázisokra támaszkodó új építőanyagok kutatását állítja, mint legjelentősebb feladatot az építőanyagipari kutatók elé. Kutatóinknak kell biztosítaniok az igényelt új építőanyagok időállóságát, meg kell oldaniok a minőségi ellenőrzés megbízható, gyakorlatilag hasznos tudományos módszereit, az új könnyű építőanyagok gyártástechnológiájának fejlesztését, a tüzeléstechnika korszerűsítését. Hazai nyersanyagbázisaink fokozottabb értékesítésének érdekében meg kell teremteni az anyagipari és geológiai kutatások helyes összhangját. A Tudományos Akadémia Építőanyag-tudományi Főbizottsága és az Építőanyagipari Tudományos Egyesület mai konferenciája kell, hogy tovább fejlessze a tudomány és a gyakorlat szakembereinek helyes és eredményes együttműködését, azt az együttműködést, amelynek kezdeti eredményeit a Párt III. Kongresszusa elismerte.

Ezeket a célokat kívánja szolgálni az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciája a programra tűzött általános előadásokkal, melyek tájékoztatást igyekeznek adni az építőanyagipari kutatás jelenlegi helyzetéről, a legfontosabb elvi kérdésekről és kutatási módszerekről. Ezeket a célokat szolgálják a szakosztályi előadások, melyek beszámolnak az 1954. évi kutatások eredményeiről, azzal a céllal, hogy a tudományos kutatók és a gyakorlati szakemberek hozzászólásai helyesen szabják meg a további feladatokat.

Az elméleti és gyakorlati szakemberek tanácskozásából a konferencia le fogja szűrni a helyes tapasztalatokat és irányt fog szabni a kutatók további működésének. Ehhez a munkához kívánok az Építőanyagipari Kutatók II. Konferenciájának sok sikert.

Az építőanyagipari kutatás feladatai és módszerei

KORACH MÓR

1. Az építkezés mint világprobléma

Az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága (ECE) nemrégiben közölt egy tanulmányt az európai lakásvizonyokról. A tanulmány szerint 1937 és 1953 között az 1000 lakosra eső lakások száma Svédországot és Csehszlovákiát kivéve lényegesen csökkent egész Európában, különösen a háborús pusztítások és az építkezés szünetelése következtében: a csökkenés Görögországban elérte a 20, Nyugat-Németországban a 16, Olaszországban a 9%-ot, annak ellenére, hogy az építkezés a háború után mindenütt megindult. Ha tekintetbe vesszük, hogy az európai lakosság 1952 közepéig átlagban 8,5%-kal nőtt, be kell látnunk, hogy Európa lakásproblémája könnyen tragikussá válhat, ha a szaporodás folytatódik és a lakásépítés nem indul rohamos fejlődésnek. Márpedig ez csak az építőanyagtermelés forradalmasodásával válhat lehetségesé.

Magyarország helyzete, a többi európai országhoz viszonyítva, az említett ECE tanulmány szerint kedvezőtlen az 1953-ban befejezett, 1000 lakosra eső lakásépítkezés tekintetében. Kormányunk népjóléti programjában tehát a lakásépítkezés az első helyek egyikét kell, hogy elfoglalja, s ez egyértelmű az építőanyagipar fejlesztésével.

Ezt azonban könnyebb kimondani, mint megvalósítani: nem áll ugyanis módunkban nagy beruházások árán növelni az építőanyagtermelést. Így a megoldást főleg meglévő lehetőségeink találekony kihasználásában kell keresnünk, s ebben döntő szerepe van a műszaki tudományos kutatásnak, a feltaláló tevékenységnek. Azonban éppen itt mutatkozik a felszabadulás utáni évek tervgazdaságának egyik legjelentősebb hiányossága: a kutatás nem volt tervszerű, irányított, s így építőanyagkutatás Magyarországon alig volt. A hézagot csak kb. másfél éve kezdték pótolni, a külföldhöz képest, sajnos, elhanyagolható méretekben. Ezt az elmaradást tetézte az építőanyagipari közép- és felsőfokú oktatás majdnem teljes hiánya, mert hazánkban még ma sem lépett köztudatba az, hogy a fémes, illetve nemfémes építő- (és szerkezeti) anyagok gyártása minden ország gazdasági apparátusának a nyersanyagtermelésen nyugvó két főpillére. Ezen anyagokból készülnek ugyanis az összes késztermékek: a készülékek, a gépek, az épületek stb. Nálunk azonban a figyelem csaknem kizárólag a fémes építő- és szerkezeti anyagok felé fordult; a nemfémes építő- és szerkezeti anyagok zömét (helyesebben mondva az ú. n. szilikátipari termékeket), amelyek a földkéreg túlnyomó részét képező kőzetekből készülnek, meglehetősen elhanyagolták. A „szilikátkohászat”-nak — cement- és mészetetés, üvegolvasztás, tűzállóanyag-égetés stb. — még csak a fogalma sem szerepel a köztudatban a fémkohászat mellett, holott anélkül nemcsak az

építkezés, hanem maga a fémkohászat is lehetetlen volna.

Ez az elmaradás annál súlyosabb, mert ennek az iparágaknak a termékeit behozatal útján csak elhanyagolható mértékben lehet megszerezni, a túl magas szállítási költségek miatt. Másrészt ezen termékek nyersanyagai hazánkban úgyszólván teljes egészükben rendelkezésünkre állnak.

2. Népi demokráciánk új gazdaságpolitikája és a szilikátipari kutatás

Népi demokráciánk új gazdaságpolitikája elmaradásunkat fel fogja számolni, annál inkább, mert a szilikátipar nem csupán építő- és szerkezeti anyagokat, hanem edényeket is termel. E program keresztülvitele azonban küzdelmes, harcok feladat. Az új építőanyaggyártási és építési módszerek kidolgozása, az edénygyártás fejlesztése megköveteli, hogy két építési kutatóintézetünk, de különösen a még igen fejletlen építőanyagkutatás, megkapja a szükséges kutatószemélyzetet és felszerelést. Hazánkban kb. 350 építőanyaggyár működik, amelyek korszerűsítése jórészt az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet közreműködését követeli meg. Kutatókapacitásunkat nagyarányban kell növelnünk a maihoz képest, ha csak a legszükségesebbet is meg akarjuk tenni: hiszen pl. Csehszlovákiának hússzor akkora a szilikátipari kutatógárdája és felszerelése, mint hazánkknak!

Kormányunk, a Magyar Tudományos Akadémia felvilágosító munkája révén, ma már felismerte az ügy fontosságát és felkarolta az építőanyagipari kutatást. A Város- és Községgazdálkodási, valamint az Építésügyi Minisztérium, a Tervhivatal és Találmányi Hivatal közös erővel igyekeznek ezen a téren elmaradásunkat felszámolni. Ha kitartóan és módszeresen dolgozunk, ha nem engedjük át magunkat a könnyelmű optimizmusnak, de a felelősségteljes, tudományos módszerek korlátolt, pesszimista lebecsülésének sem, Magyarország is előre fog törni a lakáskultúra, a szerkezeti anyagok gyártása és az edénygyártás terén.

3. Régi és új építőanyagok

Sokat hallunk beszélni — néha, meg kell mondanunk, kissé felelőtlenül — „új építőanyagokról”. A két világháború között a nyugati államokban sok könnyelmű kísérletezés történt az ilyen anyagokkal, amihez jelentősen hozzájárult az iparvállalatok érdekeltsége divatos anyagok piacra vetésében. Különösen fiatal építészek, az új ingertől elkábítva, kapva kaptak az ilyen anyagokon, elfeledkezve arról, hogy az épületek nem kocsiszínekben, hanem a szabad ég alatt állnak, s csak az időállás ad olyan biztosítékot egy építőanyag megfelelő minőségére, amit 10—15 évnél hamarabb

semmiféle kísérlet nem adhat: gyorsított időállás-próbák, amelyek helyettesíthetik a valódi időjárás szeszélyes viszontagságainak hatását, egyes korlátozott horderejű kísérletek kivételével, mind-ehdig nem állnak rendelkezésünkre. Mindenek elhanyagolása azt hozta magával, hogy rengeteg divatos anyaggal felépített ház és középület gyorsan tönkrement, sőt sok esetben lakhatatlanná vált: elég utalnunk ezzel összefüggésben a bauxit-cement vagy a pernyebeton átkristályosodására az évek folyamán, s az ezzel összefüggő szilárdság-csökkenésre, aminek következményei Nyugaton az építőanyagokra vonatkozó törvényrendeletekben is mutatkoztak. Szükségesnek tartjuk hangsúlyozni ezeket a tényeket, mert hazánkban is van bizonyos tendencia nem kellőképpen kipróbált új építőanyagok bevezetésére, bár vannak esetek, amelyeknél eltekinthetünk a jelzett szigortól. Köz-tudomású, hogy időállóság szempontjából a legjobban kipróbált építőanyagok a terméskő egyes fajtái, a téglák és a cement. Ezeknek az anyagoknak találékonyabb felhasználásával, különösen az égetett könnyű agyagtömbök és könnyű betonok alakjában vagy a könnyű előfeszített héjszerkezetekben, biztosíthatjuk az időállást az egyidejű költségcsökkenés mellett.

4. A kolloidkémia, a kristálykémia, a fizikokémia szerepe a szilikátiparban

Az építőanyagipari — helyesebben szilikátipari — kutatás feladatait csak akkor vázolhatjuk helyesen, ha tisztában vagyunk azok komplex jellegével. Mint minden ipari kutatás, a szilikátipari kutatás is az egyik oldalon az elvi tudományokhoz, a másik oldalon a gyakorlathoz kapcsolódik: tehát a szilikátkémiához, a kristálykémia-hoz és kristályfizikához, valamint a mechanikai és hőtechnikai tudományokhoz egyrészt, az üzemi termeléshez másrészt.

Hazánkban a szilikátipari kutatásnak csupán szilikátkémiai vonatkozásait ismerték fel, holott a szilikátipari technológia túlnyomóan mechanikai és hőtechnikai jellegű. Ennek következménye az volt, hogy a szilikátipari kutatás eltorzult, majdnem teljesen a kémiai irányban alakult ki. A gépészeti és hőtechnikai technológiai jellemzők kutatása a szilikátiparban csupán az Építőanyagipari Kutató Intézetben indult meg, s még a kezdet kezdetén áll. A szilikátipari kutatás *mindhárom* főirányát erőteljesen fejleszteniünk kell, ha szilikátiparunkat korszerűsíteni akarjuk.

Ennek egyik előfeltétele a szilikátipari technológia kémiai, fizikokémiai, mechanikai és hőtechnikai *alaptörvényeinek* a rendszeres tanulmányozása. Van, aki azt a destruktív véleményt hangoztatja, hogy ezt a munkát jobban elvégzi a fejlettebb külföld, elég, ha mi átvesszük az eredményeket és átültetjük azokat az iparba. Az ilyenek nem tudják, mit eslekeszenek: nem tudják, hogy színvonalas elvi tudományos kutatás nélkül az életbevágó fontosságú iparágakban — a szilikátipar, mint láttuk, ezek közé tartozik — a *megfelelő termelés gyökerében sorvad el*. Tudjuk, hogy egy

kis országban mindent kutatni nem lehet; de éppen annyira tudjuk, hogy vannak kutatási területek, amelyek nélkül egy kultúrállam nem lehet meg, nem fejlődhetik. Ilyen a szilikátipari kutatás.

A hazai kutatásnak, a mai nehéz viszonyok között, főfeladata természetesen segítséget nyújtani az iparnak. Ebből is egyesek, megint csak oktalanul, azt a következtetést vonják le, hogy az elvi kutatásokkal egyelőre ne foglalkozunk. Nos, ez még a közvetlen praxis szempontjából is tévedés. Hogy csak egy példát hozunk fel, közvetlen gyakorlati alkalmazhatóságuk miatt foglalkoznunk kell a szilárd állapotban végbemenő reakciókkal, amelyeket különösen Hedvall és iskolája tanulmányozott külföldön. Hazánkban pl. nem rendelkezünk minden tekintetben kielégítő szilikátipari nyersanyagokkal a tűzállóanyag-ipar számára. Ha másodrendű nyersanyagainkat mégis eredményesen akarjuk felhasználni, kénytelenek vagyunk a nálunk szerencsésebb külföldnél jobban elmélyíteni tudásunkat ezen a területen, mert a szükség kényszerít rá, s ennek egyik alapfeltétele éppen a magas hőfokon végbemenő reakciók tanulmányozása szilárd állapotban. Ezért vettük fel ezt a témát jövő évi kutatási programunkba.

Más, ugyancsak elvi jelentőségű probléma, amelynek messzemenő gyakorlati fontossága van, az üvegszál probléma. Azokban az országokban, ahol a platina nem hiányzik, nem volt szükséges foglalkozni az üvegszál keletkezésének rheológiai feltételeivel olyan behatóan, mint ahogy azzal foglalkozni kell nálunk, ahol eddig az üvegszálgyártás a kezdet kezdetén áll. Ezért indítottuk meg intézetünkben az üvegszálképződés rheológiájának elmélyített tanulmányozását, annak tudatában, hogy az üvegszál fajlagos szilárdsága rohamosan nő a szál-átmérő csökkenésével, s hogy a mikronnál kisebb átmérőjű üvegszál tulajdonságaiban messze felül fogja múlni az összes eddig ismert szerves műanyagszálakat.

5. A gépészet és hőtechnika szerepe a szilikátipar terén

Szilikátiparunk gépészeti problémáinak elhanyagolása nem kis mértékben szilikátipari gépészeti felsőoktatásunk hiányára vezethető vissza. Míg Csehszlovákiában *önálló üvegipari gépészeti* kutatóintézet működik, hazánkban szilikátipari gépészeti kutatás nincs. Annyira vagyunk, hogy a külföldről behozott komplikált üvegforgató automatákat, szakképzett gépészmérnökök hiányában, nem tudjuk megfelelően kezelni, s nem tudjuk kidolgozni pl. a szárazsajtólásra szükséges préseket, vagy megfelelő üvegszó-formáló gépeket intézetünk üvegszálgyártás számára, ahol egy új típusú, fémcsőpótló egyszerű üvegszógyártás technológiáján dolgozunk. Egyik legsürgősebb tennivalónk tehát 15—20 fiatal gépészmérnök kiküldése szilikátipari gépészeti szakképzés céljából a Szovjetunióba, Csehszlovákiába és Kelet-Németországba, akiket aztán beállíthatunk a kutatásba, illetve az üzemi gyakorlatba. Sürgős feladat ezenkívül fel-

milyen mérőszámok jellemzik az ipari műszakosítás fokát a különböző technológiák terén: nem tudják például azt, hogy az üzemi és kísérleti befektetések, vagy a munkások és a mérnökök létszáma között fennálló számarányok egy szintmérő pontosságával mutatják az elért műszaki színvonalat. Így történhetett, hogy az ipari beruházások 2—3%-a, amit nálunk kutatásra a 15%-os külföldi átlaggal szemben költöttek, túlméretezettnek minősült, s hogy senki sem tekinti vészjelnek a hazai szilikátipar megdöbbenően alacsony műszakosítási fokát: a 2,4‰ mérnököt az amúgy is rendkívül alacsony, 8‰-es magyar átlaggal szemben (ami például az üvegiparban annyit jelent, hogy 1000 munkásra nálunk tízszerezve kevesebb mérnök esik, mint Németországban).

Mind következetesebben be kell vezetnünk tehát a szilikátipari technológiai kutatásban a tudományos szigort s elsősorban a fogalmak tisztázását. A technológiai szóhasználatban a fogalomzavar igen gyakori, részben azért, mert a megfelelő technológiai tény maga sincs annyira tisztázva, hogy helyesen meghatározható legyen, részben azért, mert különböző technológusok ugyanazt a szót különböző tények kifejezésére használják, részben pedig azért, mert elég gyakran engednek az áltudományos fogalomalkítás hiúságának. Mindez végeláthatatlan, szócséplő vitákat okoz, amelyek nem válnak éppen a szilikát-technológusok dicséretére. Így például még elég gyakori az a vélemény, hogy a tudomány valami egészen más,

mint a gyakorlat, úgyhogy a praxis emberei a tudomány embereit felhőlovasoknak, a tudósok a technológusokat pedig szülklátó körű empirikusoknak bélyegzik. Ez azért történik, mert az előbb említett lépcsőzetesség fogalma, még ha egyáltalán ismert is, zavarosan áll egyes szakemberek előtt: sokan nem látják, hogy az üzemi kísérletek épp olyan tudományos szigorral végzendők, mint a laboratóriumi kísérletek vagy az elvi modelltanulmányok, s a különbség csak a változók számában van, amennyiben ez az elmélettől a gyakorlatig nő. Igen elterjedt áltudományos fogalmak a különböző „hatásfokok“, amelyek kiadósan szerepeltek például egy hőtechnikai vita során Kelet-Németországban, de itt-ott nálunk is. A komikummal határos szócséplés folyik évtizedek óta az agyag „képlékenységének“ fogalma körül, olyan technológusok körében, akik a rheológia alapfogalmait sem ismerik. „Töréspontokról“ hallunk beszélni kísérleti görbéknél, anélkül, hogy a töréspont fiziko-matematikai fogalma tisztán állna a szóalkalmazói előtt. Kutatómunkánk nem alakulhat tudományosan, ha azt nem kíséri a fogalmak szüntelen tisztázása és dialektikus hozzáidomítása a folyton fejlődő valósághoz.

Ime, röviden, nagy feladataink és kis eredményeink vázlata: azt hiszem, a nem nagyszámú, de lelkes magyar szilikátkutatók óhaját fejezem ki, ha e konferencia keretében azt kérem a magyar szilikátipartól, segítsen bennünket abban, hogy mindinkább segítségére lehessünk.

A hazai könnyű építőanyagkutatás főbb irányai

RUDNAI GYULA

A hazai könnyű építőanyagok kutatása lényegében csak a felszabadulás után indult meg.

Azok a könnyű építőanyagok (kőszivacs, heraklit, parafa stb.), amelyeket az építőipar a felszabadulás előtt használt, térelhatároló szerkezetekhez általában csak hőszigetelőként voltak alkalmazhatók; illetve a kőszivacsot térelhatárolásra nem önállóan, hanem vasbeton szerkezettel együtt alkalmazták. Ezért a felszabadulás után meginduló módszeres kutatás elsősorban a szerkezeti könnyű építőanyagok előállítását tűzte ki célul. Annak oka, hogy még ma sem állítunk elő gyárilag könnyű építőanyagokat, abban keresendő, hogy a nagyrészt külföldi eredményeket rekonstruáló kutatás a cementes kötésű építési anyagok megvalósítását tűzte ki célul. Az első öt éves terv nagy beruházásai azonban a cementkapacitást oly mértékben igénybevették, hogy a cementes kötésű építőanyag gyártására az építésügyi kormányzat nem kívánt berendezkedni. Az anyagkutatás irányát meg kellett változtatni és a fősúlyt a mészkötésű anyagok előállítására kellett fektetni. A hazai kutatás alapjaiban nem tért el a külfölditől. A fő törekvés nálunk is egyrészt könnyű adalékokkal, másrészt megfelelő mennyiségű légbuborék bevitelével könnyíteni az anyagot,

Ezek szerint a kutatás fő irányait a következőképpen csoportosíthatjuk:

1. Sejtesített könnyű építőanyag előállítása hab- vagy gázképzőkkel.

2. Könnyű adalékanyaggal előállított habarccsal tömören kitöltött hézagterű anyagok és könnyű adalékanyaggal előállított, habarccsal ki nem töltött hézagterű anyagok.

3. Öntéssel vagy vibrálással bedolgozott rendkívül apró pórusú anyagok (mikroporitok).

A kutatás irányát a következő tényezők befolyásolták, illetve szabták meg:

a) Kizárólag hazai származású alapanyagok felhasználása.

b) Ipari hulladékok felhasználása.

c) Kevés és főleg rendelkezésre álló gépi berendezés igénybevétele.

d) Cementtakarékoság.

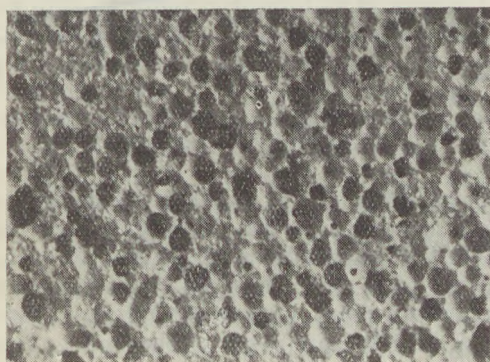
E szempontok alapján vizsgáljuk meg a fent említett három főcsoportot külön-külön.

Sejtesített anyagok

A sejtesített anyagok apró, 2 mm-ig terjedő zárt, egymástól elszigetelt pórusokkal rendelkező anyagok (1. ábra). E zárt pórusrendszer adja

meg ezeknek az anyagoknak kitűnő sajátosságait. A sejtesített anyagok könnyű térfogatsúllyal, alacsony hővezető képességgel, igen jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. A sejtesített anyagokat úgy készítik, hogy a cementtel vagy mészszel készített habarcsot oly állékony habanyaggal keverik össze, amelyet valamely habképző anyagból nyernek, vagy olyan gázképzőt visznek be a habarcsba, mely azt megszilárdulás előtt képes sejtes szerkezetűvé alakítani.

Az így előállított habarcsok magas szilárdságot csak akkor érnek el, ha azokat nyomás alatti gőzöléssel érleljük. Sejtesített anyag azonban előállítható akkor is, ha nyomás alatti gőzölést nem alkalmazunk. Cement kötőanyag alkalmazásával el lehet érni, hogy a sejtvázzal kellő időben megszilárdul, illetve nem roskad össze a ha-



1. ábra

barcs megszilárdulása előtt. Ebben az esetben még gőzölés sem szükséges, bár ez a végleges szilárdság kialakulása szempontjából sok technológiai előnnyel jár. A sejtesített anyagok kutatása az egész világon folyamatban van. A kitűzött cél a technológiai folyamat egyszerűsítése, hulladékanyagok felhasználása, vagy azonos alapanyagokból magasabb minőségű gyártmányok elérése.

Mielőtt rátérnénk a sejtesített anyagok hazai kutatási eredményeinek ismertetésére, tekintsük át az előállítással kapcsolatos elméleti és gyakorlati kérdéseket.

A sejtesített anyagok fő alkotórészei: a kovasavas komponens, a kötőanyag, a hab vagy gázképző. A kész gyártmányok a kötőanyag és a sejtkepző fajtája szerint osztályozhatók. Hab-, illetve gázbetonnak nevezzük azokat a sejtesített anyagokat, melyeknek kötőanyaga cement és a sejtkepződést hab-, illetve gázképzőkkel érjük el.

Hab-, illetve gázszilikátoknak nevezzük azokat a sejtesített anyagokat, melyeknek kötőanyaga mészszel és a sejtkepződést ugyancsak hab-, illetve gázképzőkkel érjük el.

A sejtanyagok vázát a kovasavas komponens és a mészszel, illetve cement mészhidrát tartalma alkotja. A cement a kötési folyamat alatt mészhidrátot szabadít fel. Ezért hab- vagy gázbetonnak előállításához olyan cementeket kell alkalmazni, melyek a kötési folyamat alatt magas százalékban szabadítanak fel mészet. A kovasavas komponens és mészhidrát között létrejövő kémiai reakció

kalciumhidroszilikátokat alakít ki. Ez a reakció azonban csak magas hőmérsékleten jön létre, ezért inaktív kovasavas komponenssel előállított sejtesített anyagok szilárdításához elengedhetetlen a nyomás alatti gőzölés. Ha a kovasavas komponens rejtett hidraulikus tulajdonságokkal rendelkezik, akkor a gőzölés is elégséges. A nyomás alatti gőzölés határfoka a nyomás növelésével emelkedik és a magasabb hőmérséklet mellett a vegyi folyamat gyorsabban megy végbe. A reakció hatásosságát növelni lehet a részvevő komponensek felületének növelésével.

Ha a kovasavas komponens nem inert anyag, akkor az autokláválás elengedhető. Meszes kötés esetén azonban a gőzölés feltétlenül szükséges. Aktív porszénhamuk és puccolának mészkötéses technológiával kedvezően használhatók fel autokláválás nélkül is. Bár a gőzöléssel előállított anyagok szilárdsága kisebb az autoklávban előállított anyagokénál, mégis a gyártásnak egyszerűbb technológiai folyamata rendkívül kilátóssá teszi előállításukat.

A fentiekből megállapíthatjuk, hogy a sejtesített anyagok gyártásához a következő főberendezések szükségesek:

1. homok-szárító
2. golyómalom
3. habosító berendezés
4. autokláv.

Figyelembevételül a gépi berendezések szűk keresztmetszetét és a cementtakarékoság szempontjait, a hazai kutatás két sejtesített anyagot dolgozott ki:

- a) a gázszilikátot
- b) a pernyehabszilikátot.

A gázszilikát

Az ÉTI laboratóriumban *Schütz Mihály* és munkatársai, *dr. Lakatos Tibor* és *Gróh Gyuláné* által kidolgozott, a gázszilikáthoz felhasznált anyagok a következők:

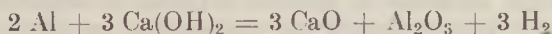
- őrölt kvarchomok
- őrletlen kvarchomok
- őrölt égetett mészszel
- alumíniumpor
- oltott mészszel.

Az alapanyagokra az alanti előírások váltak mértékadókká:

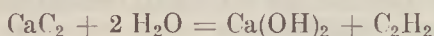
A felhasznált őrölt, valamint az őrletlen homok SiO_2 tartalma 80%-on felül legyen, iszap-tartalma ne haladja meg a 6%-ot. Erre a célra igen alkalmasak a mészhomok-téglagyarak homokjai. Az őrölt kvarchomokot szakaszos vagy folyamatos üzemű golyós malmokban kell előállítani. A kvarreliszt szitamaradványa a 4900 lyuk/cm² szitán ne legyen több 5%-nál. Az őrölt égetett mészszele szigorú előírásokat kell alkalmazni. A mészszel CaO tartalma nem lehet kevesebb 85%-nál. A mészszel nagyobb őrletési finomsága növeli a szilárdságot. Jellemző erre, hogy pl. ha 30 percig őrölt mészszel helyett 45 percig őrölt meszet alkalmazunk, akkor mintegy 30% szilárdság növekedést kapunk. Az őrletési finomságot úgy kell meg-

választani, hogy a 900-as szitán 5%, a 4900-as szitán pedig 9%-nál több ne maradjon fenn, hőaktivitása pedig feleljen meg az ÉTI háziszabvány-nak.¹ A megfelelő minőségű mésznek az a szerepe, hogy a habarcsba bevitt felesleges keverő vizet oltódása közben elvonja és ezzel megfelelően megmerevítse a sejtvázat. Az oltódás közbeni hirtelen hőemelkedés esetleg káros lehet, ami ellen méshidrárt adagolással kell védekezni.

A gázszilikát sejtvázához előállításához gázképző anyagra van szükség. A hazai kutatás az alumíniumpor gázképzőt alkalmazza. Az alumínium méshidrárt hatására hidrogéngázt fejleszt az alanti képlet szerint:



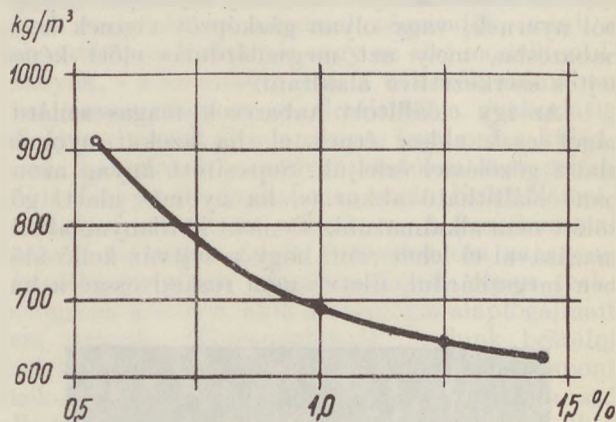
Az alumíniumpor mellett még számításba vehető a kalciumkarbid mint gázképző. Karbid használata esetén méshidrárt mellett még acetylén-gáz fejlődik az alanti képlet szerint:



E cikk keretén belül nem sorolhatók fel az összes lehetőségek gázképzők előállítására. Arra azonban feltétlenül gondot kell fordítani, hogy a habarcsba bevitt vegyszerek ne okozzanak kárt, vagy ne képezzenek olyan vegyületeket, melyek a kötést, illetve a kialakuló vázszerkezetet tönkreteszik.

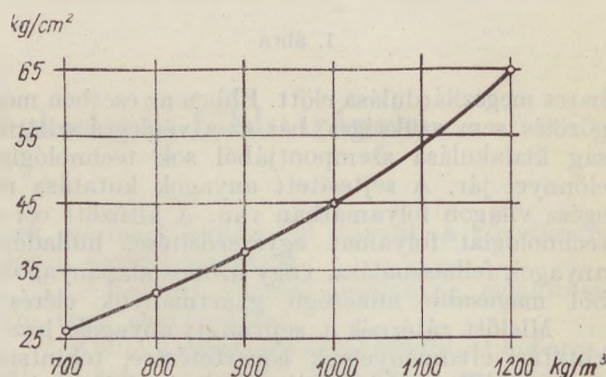
A felhasználandó alumíniumpornak a 10 000-es szitán maradék nélkül át kell hullania. Az alumíniumpor gázképzővel készített anyag technológiája kényes, mert a fentebb leírt kémiai folyamat sebességét több tényező befolyásolja. Elsősorban az alumíniumpor frissesége és őrlési finomsága. Ha a por nem elég friss, felülete oxidálódott, akkor a reakció sebessége meglassul. Ugyanez áll az őrlési finomságra is. Ha a por szemeloszlása durvább, akkor a lejátszódó reakció lassabb lefolyású. Ugyancsak befolyásolják a reakció sebességét a méshidrárt, valamint a habarcsban kialakuló hőmérsékleti állapotok. A gázszilikát (gázbeton) gyártási technológiája tehát lényegében azért kényes, mert a habarcs kötésének és a gáz fejlődésének teljesen egybeváogón kell lefolynia. Ha a kötés lassúbb, mint a gázfejlődés, akkor az anyag összeesik, ha pedig gyorsabb, akkor a gázfejlődés következtében nem kívánatos repedések keletkeznek a habarcsban. Még jól összehangolt gázfejlődés és kötési folyamat mellett is lehetnek olyan ingadozások, melyek a kész gyártmány minőségét, azonos alapanyagok felhasználása mellett is befolyásolják. Természetesen ez a körülmény nem jelenti a technológia alkalmazhatatlanságát, csak azt, hogy az előretervezés, a súly- és térfogadatok előre való megállapítása a száraz nyersanyagokra vonatkozóan kedvezőtlenebb, mint a habosító eljárás technológiájának alkal-

mazása esetén és a kész gyártmányok esetleges utólagos osztályozását teszi szükségessé. Az alumíniumpor adagolás növelése csökkenti a térfogatsúlyt. Ezt az összefüggést mutatja be a 2. ábra.² A térfogatsúly és szilárdság összefüggése a 3. ábrán látható. Az oltott méshre nincs különös előírás.



2. ábra. Az alumíniumpor (20%-os) mennyisége és a térfogatsúly összefüggése

A gázszilikát gyártásához szükséges alapanyagok között öröletlen homok is szerepel. Az öröletlen homok kis fajlagos felülete folytán csak kis hatásfokkal vesz részt a kémiai kötésben, de az anyag teherbíró képességét növeli. A Szovjetunióban kétféle minőségű gázbetont gyártanak.



3. ábra. A térfogatsúly és szilárdság összefüggése

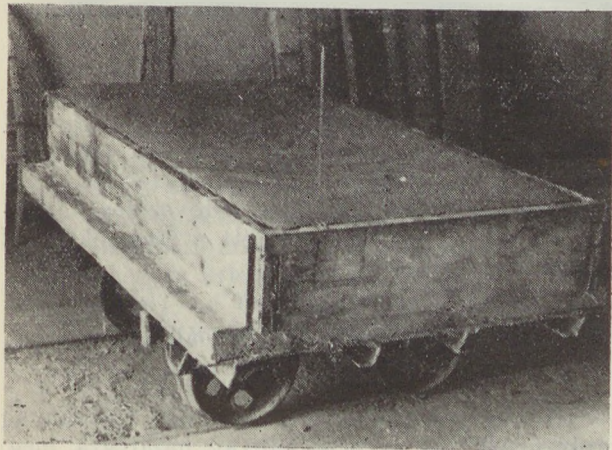
Kudrjasov szovjet kutató adatai szerint a hőszigetelő anyagnál a cement, örölt homok és keverő víz súlyszerinti aránya 1 : 1,2 : 1,25, a szerkezeti anyagnál a cement, örölt homok, öröletlen homok és víz súlyszerinti aránya 1 : 1,2 : 0,6 : 1,3. Az ÉTI ettől az aránytól eltért. Tekintetbe vette a drága őrlési műveletet, a szűk őrlési keresztmetszetet és csökkentette az örölt homok mennyiségét az öröletlen homokhoz viszonyítva. Az öröletlen homok mennyiségének növelése tömöttebbé teszi az anyagot, de még így sem haladja meg a kész gyártmány a 800 kg/m³ súlyt, amely szerkezeti hőszigetelő anyagnál elfogadható érték.

¹ Hőaktivitáson itt az oltódás folyamatának sebességét, illetve az oltódás által keletkező hőmérséklet emelkedését értjük. Az ÉTI háziszabványa szerint az az égetett mész megfelelő, melynél a 20 g mészből, 80 g monostorapáti homokból és 40 cm³ vízből álló habarcs hőmérsékletemelkedése a keveréstől számított 10 percen belül eléri a 40 C°-ot.

² Az ÉTI-ben végzett kísérletekhez az alumíniumpor előállítása 80% homoknak és 20% alumíniumfóliának együttes őrlésével történt. A 2. ábrán közölt diagramm 20%-os alumíniumtartalmú homokos keverékre vonatkozik.

A Parafakőgyárban még ez évben meginduló kísérleti üzem gyártmányánál az őrölt égetett mész, az őröltlen homok, az őrölt homok és a keverővíz súlyszerinti aránya kb. 1 : 4,5 : 1,5 : 2,5. Megjegyezzük, hogy 100%-os őrölt kvarchomok adagolás esetén alacsonyabb térfogatsúly mellett magasabb szilárdság jelentkezett, mint 50% őrlemény és 50% monostorapáti homok adagolása mellett.

A gyártási folyamat a következő: a száraz alapanyagokat, tehát az őrölt égetett meszet, az őrölt és őröltlen homokot és az alumíniumport szárazon összekeverik és így juttatják a habarcskeverő dobjába, ahová már előre beöntik az oltott meszet tartalmazó keverővizet. A keverés ideje 60—90 másodperc. Az így megkevert anyagot formákba öntik. A formákat legfeljebb 2/3 részig lehet megtölteni, mert a sejtesedési folyamat a beöntés után azonnal megindul és az anyag „megkel” (Lásd 4. ábrát). Ennek következtében az anyag a forma felső síkja fölé emelkedik. Az így kitüremlett anyagot a sejtesedési folyamat, illetőleg az anyag kellő megszilárdulása után a forma felső síkján végighúzott huzallal levágják. Falazóblokkok gyártásánál a tömböket függőlegesen is fel lehet vágni. A darabolást a pihentetési idő befejezése után végzik el. Az autokláválás előtt a formákba öntött anyagot pihentetni kell. A pihentetési idő alatt zajlik le a mészoxid oltódása. Az oltódás folyamata alatt a habarcs teljesen megmerevedik. Az oltódás következtében beálló hő-

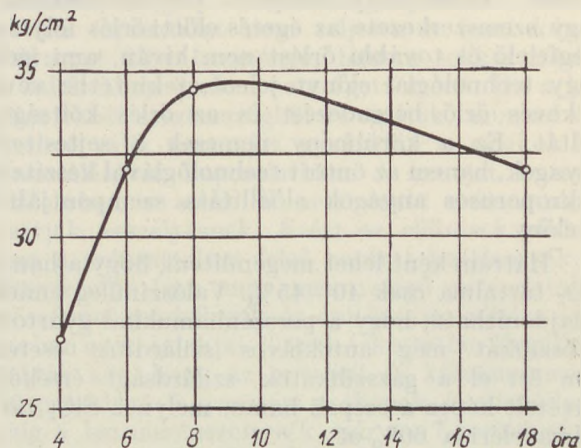


4. ábra

mérseketemelkedés elősegíti az autoklávós gőzölést. A pihentetési idő a mészkötésű anyagoknál rövidebb, mint a cementkötésű anyagoknál és legfeljebb 4—6 órát vesz igénybe. A cementes kötésű anyagok pihentetési ideje 8—12 óra. A tapasztalat szerint ugyanis a cementes kötésű anyagok (beton) gőzölésének korai — a kötés folyamata alatti — megkezdése a végzilárdságra kedvezőtlen.

A pihentetési idő befejezése után az anyagot az autoklávba helyezik. A gőz beengedése és a nyomásnak 0 att-ról 8 att-ra való növelése 4—6 óra, 8 att-on való tartása 8 óra, a lehűlés 8 att-ról 0 att-ra 3—6 óra időtartamot vesz igénybe.

Az autoklávkezelés időtartama lényegesen befolyásolja a gyártmány szilárdságát. Az autokláválási idő és a szilárdság összefüggését az 5. ábra mutatja. A diagramm a 8 att gőznyomásra vonatkozik. Valószínű, hogy a gőznyomás növelése lehetővé tenné az autokláválási idő csökkentését. Dr. Albert ilyen irányú kísérletei mészhomoktéglagyártás esetén beigazolta azt, hogy a nyomás növelése



5. ábra. A szilárdság a gőzölési időtartam függvényében 8 att. gőznyomás mellett

15 att-ig nagy szilárdságnövelő hatással van a kvarcőrleménnyel javított mészhomoktéglára. Ilyen nyomáshoz szükséges kazánok azonban ezidő szerint nem állnak rendelkezésre és ezért helyes a 8 att gőznyomást, mint optimumot alapul venni.

A gázsilikát kísérleti gyártása a Parafakőgyárban még ez évben megindul. Ha a fent előadottak alapján a gyártmány minősége nagyon ingadozó lenne, akkor javasolni kell a gázsilikát technológiáról a habszikát technológiára való áttérést. A habszikát és habbeton technológiájának kidolgozása jelenleg az Építéstudományi Intézetben folyamatban van.

Habszilikát porszénhamuból

Porszentüzelésű erőműveink mellett felhalmozódó hamu elszállítása komoly gondot okoz. A porszénhamuk felhasználásának kutatásával módszeresen 1951 óta foglalkoznak. A hamuk építőipari felhasználását puccolánszerű viselkedésük indokolja. A kémiai analízisek alapján a várpalotai és ajkai kivételével a hazai porszénhamuk $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ anyagdiagrammban a puccolánok helyét foglalják el. A hazai porszénhamuk három fő típusát különböztetjük meg. Az első típushoz tartoznak azok a hamuk, melyek CaO -val hidegen is jó kötést alkotnak. A második típushoz tartoznak azok a hamuk, melyek CaO -val nem kötnek kielégítően és a jó kötés elérése céljából szulfátos gerjesztőket kell hozzájuk adagolni. A harmadik fő típus, mely mész hozzáadása nélkül is cementszerűen köt. Ez utóbbi azonban gipszes típusú és a kötés befejezése után azonnal duzzad és szétesik, de magas SO_3 tartalma folytán szulfátos gerjesztésre alkalmas. Az első típushoz tartozik a tatabányai, a má-

sodikhoz a csepeli és mátrai, a harmadikhoz az ajkai hamu. A porszénhamuk latens hidraulikus tulajdonságai a könnyű építőanyag gyártásának szempontjából azzal a technológiai előnnyel járnak, hogy szilárdításukhoz nem kell autoklávus gőzölést alkalmazni. Ez lehetővé teszi, hogy azokból építőanyagok nemcsak centralizáltan, tehát üzemekben, hanem építkezések helyszínén is előállíthatók legyenek. Másik nagy előnye a porszénhamunak, hogy szemszerkezete az égetés előtti őrlés folytán megfelelő és további őrlést nem kíván, ami igen nagy technológiai előnyt jelent, tekintetbe véve a kevés őrlő berendezést és az őrlés költséges voltát. Ez a körülmény nemcsak a sejtesített anyagok, hanem az öntött technológiával készített mikroporos anyagok előállítása szempontjából is előny.

Hátrányként lehet megemlíteni, hogy a hamu SiO_2 tartalma csak 40–45%. Valószínűleg ennek tulajdonítható, hogy a porszénhamukkal gyártott habszikát még autoklávus szilárdítás esetén sem éri el a gázsilikátok szilárdsági értékét. Kivételt képez a csepeli hamu, melynek SiO_2 tartalma eléri a 60%-ot.

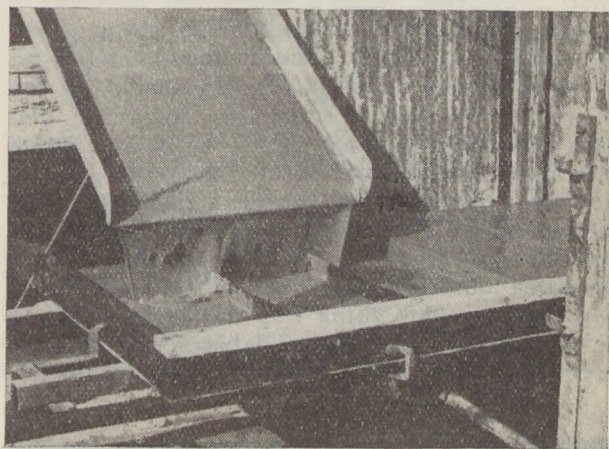
Amint látjuk, a porszénhamuk sejtesített anyaghoz való felhasználása őrlés szempontjából megfelel azoknak a feltételeknek, melyeket a homokörleménytől megkívántunk. A sejtesedést elő lehet állítani habképzővel is és gázképzővel is. Az ÉTI-ben a porszénhamu sejtesítését habképzővel kísérletezték ki, mert a habképzők előállításának kutatása és a szükséges gépi eszközök előállítása legalább is laboratóriumi szinten megoldódott.

A habosított porszénhamu előállítására vonatkozó laboratóriumi kísérletek az ÉTI-ben nagyjából befejezést nyertek. A fent előadottak alapján a technológia a kevésbé aktív porszénhamut alkalmazza, mert ez a gyakoribb az országban. Ezért az alkalmazott receptura szulfátos gerjesztőként 21% ajkai hamut, 5,5%-ban őrlött granulált kohósalakot, 2,5% gipszet tartalmaz. Az alkalmazott hamuknak a 4900-as szitán 75%-ban át kell hullanick. A porszénhamu habszikát előállításához is őrlött égetett mészt alkalmazandó. A mész szerepe nem különbözik az előzőekben tárgyaltól, ezért az ott ismertetett miróségi előírásokat ennél az anyagnál is be kell tartani.

A kísérletekhez felhasznált enyvgyantás habosítót a kutatók részben az irodalomból vették át³, részben önálló kutatással dolgozták ki. Jóminőségű habosított anyag előállításához a habanyag állékonyasága elsőrendű követelmény, mert a habanyaggal körülzárt levegőbuborékok tartják a sejtvázas alkotóit annak megszilárdulásáig. Ha a habanyag idő előtt összeesik, akkor a gyártmány sűrű lesz, vagy egyáltalában nem lesz sejtes szerkezetű. Az állékonyaságot befolyásolhatja az a manipuláció is, amelyel a habanyagot a habverőből kinyerik. A hazai keverő berendezés mintája a Parafakőgyárnak egy régi gépe, melyen a

gyár felszabadulás előtt ún. „sejtbetont“ gyártott.⁴

A gyártás technológiája a következő: a szükséges mennyiségű poranyagot szárazon egyenletesen összekeverik és a habareskeverő dobjába juttatják. A habareskeverőben előre beengedett vízmennyiséggel a száraz anyagot egyenletesen elkeverik. A habot az említett habverődobból kompresszorral a habareskeverő dobjába fújtják, ahol a habanyag és a habares összekeverése kb. 45 másodpercig tart. A nyert habanyagot ezután formákba öntik (6. ábra). Gőzölés előtt az anyagot pihentetni kell. Ezután következik a 60 °C-on 3 órán át történő száraz előmelegítés, majd a 12 órán át 85–95 °C-on történő gőzkezelés. A porszénhamu habszikát mechanikai és fizikai



6. ábra

tulajdonságai jék. Térfogatsúlya 650–700 kg/cm³. Szilárdsága meghaladja a 30 kg/cm²-t, ami biztosítja a szállíthatóságot és a beépítés folyamán fellépő igénybevételnek megfelel. Hővezetési tényezője azonos térfogatsúly mellett a gázsilikáténál valamivel kedvezőbb.

Könnnyű adalékokkal előállított építőanyagok

A könnyű adalékokkal előállított építőanyag problematikáját az adalékanyag határozza meg. Ez utóbbi két csoportra osztható:

a) Könnnyű adalékanyag közepes, cca 100 kg/cm² kockaszilárdságig terjedő építőanyagok számára.

b) Könnnyű adalékanyag 100 kg/cm² kockaszilárdságon felüli építőanyagok számára.

Az a) alatti csoportba tartozó adalékok: a természetes könnyű kőzetek és ipari hulladékanyagok (a horzsakő, tufa téglatormekk, kazánalak stb.)

⁴ A „Sejtbeton-Zellenbeton“ olyan cementes kötésű habbeton, mely nem őrlött, hanem őrletlen homokkal készül. Szilárdítása hidegben is történhet. Lényeges szilárdságnövekedést még autoklávban való szilárdítás esetén sem lehet elérni, tekintettel az őrletlen homok alacsony fajlagos felületére.

³ I. T. Kudrjasov, B. N. Kaufmann, M. I. Krieviczki, L. M. Rosenfeldj: Sejtbetonszítványok gyárai. Moszkva, 1951.

A *b*) alatti csoportba tartozó adalékok: a mesterséges úton előállított könnyű adalékok, mint duzzasztott agyagkavics, termozit, agglomerált kazánsalak stb. A hazai kutatás lemaradt ezen a területen, bár a felszabadulás után, az *a*) csoportba tartozó könnyű építőanyagok, különösen a kazánsalak felhasználásának területén eredményeket értünk el. Ezek az eredmények azonban, amint azt a későbbiek folyamán látni fogjuk, távolról sem voltak kielégítőek. A magas szilárdságú adalékanyag előállítása területén (*b*) eddig elért eredményeink jóval alatta maradnak a külföldieknek és azoknak, melyeket a kazánsalak felhasználása területén értünk el.

Könnnyű építőanyag kazánsalakból

Közepes kockaszilárdságú könnyű építőanyag előállításánál tufából és téglatörmelékkel készített blokkoknál nem voltak kedvező eredmények. Ezeknek az amúgysem nagyon kedvező tulajdonságú anyagoknak előállítását a magas cementfelhasználás és az alacsony szilárdság gazdaságtalanná tette. A legjobb eredményeket eddig a kazánsalakok felhasználása területén érték el. A kazánsalakkal szerzett első hazai tapasztalatok nem voltak kedvezőek. Ismeretes még, hogy pl. az úgynevezett „Mátrai“ födémek nagy részét, melyek vasalt salakbeton lemezszerkezettel készültek, le kellett bontani, mert a salakban levő kéntartalom a vasbetókat korródeálta. Tudunk arról, hogy Németországban salakbeton épületek összeomlottak. Mindezek a tapasztalatok arra indították szakembereinket, hogy a salaképítőelemek előállítását olyan feltételekhez kössék, melyek kiküszöbölik azok időelőtti romlását.

A cementkötésű salaképítőelemek a salak szulfáttartalma következtében időelőtti romlásnak vannak kitéve. A cement kötésénél felszabaduló méz és a salakban levő szulfát t.i. víz hatására kalciumszulfoaluminátot alkot. Ez a vegyület, — a tühegyes kristályokból álló úgynevezett cementbacillus — a beton struktúráját megtámadja, szétfeszíti és ezzel az építőelemet tönkreteszti.

Különösen áll ez a portlandcementtel kötött anyagokra.

A cementbacillus kémiai képlete a következő: $3 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{CaSO}_4 \cdot 31,5 \text{H}_2\text{O}$. E képletből kitűnik, hogy 31,5 molekula víz jelenléte szükséges, vagyis a romlás csak ott következhet be, ahol a nedvesség megfelelő környezetet biztosít a kémiai folyamat lejátszódásához. Valószínű azonban, hogy a salakokkal kapcsolatos kedvezőtlen tapasztalat nem teljesen a fenti kémiai folyamat következménye, hanem sokkal inkább a salakokban levő el nem égett széné. Ha a kérdést ebből a szempontból vizsgáljuk, azonnal érthetővé válik a szovjet gyakorlat a salakok felhasználásával kapcsolatban. A szovjet kutatók elsősorban a salak el nem égett széntartalmát tartják veszélyesnek. Ezért az előírások elsősorban a széntartalom felső határát korlátozzák. A Szovjetunió igen nagy mennyiségű antracittal és kőszénrel rendelkezik és építőanyag céljára elsősorban ezek salakjai jönnek tekintetbe. Megállapították azt, hogy az antracit és kőszénzemcsék 50 periódusú fagyasztási próbának is ellenállnak, míg a barnaszénzemcsék már 6—7 periódusú fagyasztásnál szétmállanak. Ezért a szovjet előírások építőblokkok gyártásánál az antracit szén salakjában 20%, kőszén salakjában 15% és barnaszén salakjában 10% el nem égett széntartalmat engednek meg.

Ha a szovjet gyakorlat nagy tapasztalatait a barnaszénalakok vonatkozásában elfogadjuk (és el kell fogadnunk), akkor mindjárt érthetővé válik az előjáróban említett csekély eredmény még a kazánsalakok felhasználásának viszonylatában is. T.i. a magyar salakbázisok kivétel nélkül barnaszénalakot tartalmaznak. El nem égett széntartalmuk legtöbb helyen jóval felette van a 10%-nak, sőt némely helyen eléri a 20%-os átlagot is.

Az 1. táblázat néhány legjelentősebb salakbázisunkról származó anyagnak oxidos analizisét tünteti fel. Ezen adatok pontossága azonban a mintavétel helyétől és időpontjától is függ és ezért különböző időpontokban vett átlagminták nem adnak pontos eredményeket. A feltüntetett ada-

1. táblázat

S z á r m a z á s	Izz. veszteség %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	SO ₃ %	Egyéb %
Salgótarján	14,0	48,0	7,1	22,6	2,3	2,1	0,8	3,1
Pécs	19,4	41,5	8,5	23,7	1,0	1,2	1,5	3,2
Várpalota	16,2	14,1	10,6	3,9	35,5	5,3	12,4	—
Bánhida	14,5	37,1	7,3	28,3	7,1	3,5	3,2	—
Dorog	10,2	40,1	9,7	27,9	6,9	2,3	2,9	—

2. táblázat

S z á r m a z á s	Izz. veszteség %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	SO ₃ %	Egyéb %
Komló	7,9	45,1	36,2		3,8	1,5	5,3	—
Győr II.	3,7	39,4	11,6	32,0	7,7	2,5	1,6	1,5
Bánhida	3,0	42,1	8,2	32,1	8,1	2,8	3,7	—
Pécs (kétszer égetett)	0,72	55,05	39,74		2,93	0,3	1,06	0,2

tok fekete salakokra vonatkoznak. Sokkal kedvezőbb adatokat mutat a hányón továbbégés folytán keletkező úgynevezett „érett” vörös salak.

A 2. táblázat a hányókon fellelhető kiégett vörös salakok oxidos analízisét mutatja be. A pécsi salakhányó melletti mészégetőből származó másodsor égetett salak el nem égett széntartalma már 1%-on alul van.

Ha a széntartalmat vizsgáljuk a szemszerkezet függvényében, ami döntő jelentőségű a salakok felhasználásánál, akkor azt tapasztaljuk, hogy az el nem égett szénmennyiség hordozói a 40 mm átmérőig terjedő salakszemcsék, míg az ezenfelüli szemcsékben az el nem égett széntartalom sokkal kevesebb. A pécsi erőmű melletti salakhányóról vett anyag szemelosztási vizsgálata azt mutatja, hogy a 40 mm átmérőn felüli frakció az egész mennyiségnek cca 25%-át teszi ki. Ez viszont azt jelenti, hogy a fekete salakot tartalmazó salakbázisaink anyaga csak akkor lenne felhasználható, ha a salakok 75%-át kirostálnánk.

E művelet rendkívül költséges volta miatt addig, míg a kazánsalakok másodsorú égetésének gazdaságos technológiája nincs megoldva, helyesebb csak az érett salakok felhasználásával foglalkozni.

A 3. táblázat a pécsi erőmű salakjának szemelosztási arányát és a salak el nem égett széntartalmát tünteti fel.

3. táblázat

	Szem- nagyság %	Szén- tartalom %
5 mm alatt	35	22,0
5—20 mm „	25	19,2
20—40 mm „	15	16,2
40—100 mm „	15	4,8
100 mm felett	10	5,1

A fentiekből következik, hogy azok az elképzelések, melyek nem érett barnaszalakokat betonadalékanyagként kívánnak felhasználni, gazdaságtalanok és nem fedik az elméleti követelményeket. Különösen áll ez az egyszemcsés szerkezetű portlandcementtel kötött salakbeton-elemekre. A bányai salakbetongyár technológiája ilyen típusú salakbeton-elemek gyártására készült.

Az anyagok könnyítése könnyű adalékanyag alkalmazásán kívül még lépcsős szemszerkezet alkalmazásával is elérhető, különösen akkor, ha a 0—5 mm átmérőjű frakciókat a szemszerkezetből kihagyjuk. Ez utóbbi frakciók kihagyása által a szemcsék közötti hézagter kitöltetlen marad. A nem folytonos szemszerkezettel, kitöltetlen hézagterrel készített anyag szemcséit a kötőanyag körülveszi ugyan, de a teherátadás az egyes szemcsék érintkezési pontjain történik. A kötőanyag ebben az esetben nem vesz részt a teherviselésben. Az anyag szilárdságát bizonyos határig az adalékanyag szilárdsága határozza meg. Ennélfogva indokolt volt a bányai fekete salakból készített egyszemcsés portlandcementtel kötött salakbeton-estekkel szembeni aggály, ahol a szemcsékben levő szén oxidációs folyamat következtében szét-

mállhat. Ezenkívül fennáll a lehetőség, hogy a salak szulfáttartalma a cementes kötést megfelelő nedves környezet esetén megtámadja. A salak felhasználásának lehetőségét tehát a hazai barnaszalakok tulajdonságainak figyelembevételével kell megoldani. Ezért a következő feltételeket kell betartani:

1. A salak el nem égett széntartalma nem haladhatja meg a 10%-ot.

2. Cementes kötésnél a szulfáttartalom nem haladhatja meg a 3,5%-ot.

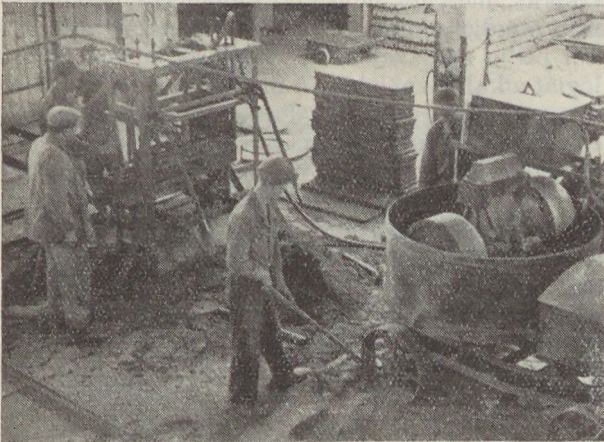
Az első feltétel érett salakok használata esetén betartható. A második feltétel azonban csak akkor tartható be, ha nem cementes kötést alkalmazunk, vagy ha a cement kötésénél felszabaduló szabad mész lekötéséről gondoskodunk. (Ez történhet trasz- vagy porszénhamu adagolással is.)

Az Építéstudományi Intézetben *Schütz Mihály* és munkatársa, *Szilágyi István* kutatók kidolgozták a meszes kötésű salak építőelemek technológiáját. Az eljárás lényege, hogy a salakadalék egy részét finomra aprítják, ami által a finom rész aktivizálódik. Az aktív salakszemcsék éppen olyan latens hidraulikus tulajdonsággal rendelkeznek, mint az előző fejezetben tárgyalt porszénhamuk. Ez természetes is, mert csak a szén kezelésének sorrendje változik meg. Az eljárás lényege *Szivercev* szovjet kutatótól származik. *Szivercev* eljárásánál az aktivizálás gőgőjáráttal történik. Kellő mennyiségű gőgőjárat hiányában *Schütz* a gőgőjáratot „Rollpanit” habarskeverővel helyettesíti. Ez a habarskeverő azonban gőgőinek kisebb súlya miatt viszonylag alacsonyabb hatásokkal örül és ezért a finom részek pótlására a salakadalékhoz még porszénhamut is kell adagolni. A fent leírt technológia alapján indult meg a salakfödémbelestést kísérleti gyártása Komlón.

Az ÉTI megbízást kapott az Építésügyi Minisztériumtól, hogy a bányai gyárban a meszeskötésű salak-építőelemek gyártási technológiáját dolgozza ki. A kísérleti gyártás már meg is indult, azonban a tiszta mészkötésre felépített technológiát még nem lehetett bevezetni, mert a rendelkezésre álló gőzölő és előmelegítő berendezés nem ad teljesen kielégítő eredményeket. A kísérleti gyártás cementes és vegyes kötéssel folyik. Az összetétel cementes kötés esetén: 73% vörössalak, 15% tatabányai porszénhamu, 12% 500-as cement; vegyeskötés esetén 73% vörössalak, 17% porszénhamu, 5% cement, 5% méshidrátt. A porszénhamu puccolános tulajdonsága csökkenti a cement korrózióját, mert a puccolános főtulajdonsága éppen a szabad mész lekötésében nyilvánul meg. Amint azonban az üzem a megfelelő előmelegítési és gőzölési hőfokot biztosítani fogja, át lehet térni a tiszta mészkötésű technológiára.

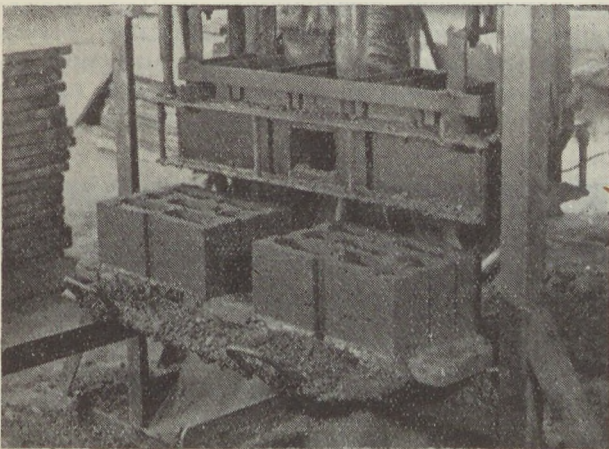
A mai gyártástechnológia majdnem azonos a mészkötésű technológiával, azzal a különbséggel, hogy tiszta cementkötés esetében hideg pihentetés után gőzölnek, vegyes technológia esetében előmelegítés szükséges. A felhasználandó salakot először hengeres törőn 10 mm átmérőjű szemcsékre aprítják és ezután kerül gőgőjáratos megdolgozásra. A 7. ábrán látható a Rollpanit keverő, mely először a salakot, majd a kötőanyaggal együtt

(porszénhamu, cement, mészhidrát) szárazon intenzíven összekeveri. Ezután kerül sor a keverővíz hozzáadására és a nedves keverésre. Az így összekevert anyag a 8. ábrán látható kézi gyártógépbe kerül, melyre középen függőlegesen



7. ábra

bevezetett tűvibrátor van felszerelve. A bedolgozás vibrálással történik, melynek befejezése után a zsaluzómintát karos emelővel lehúzzák. A blokkok alátétlappal együtt kerülnek a gőzölőkoszokra. Cementes kötés esetén hideg pihentetés, vegyes



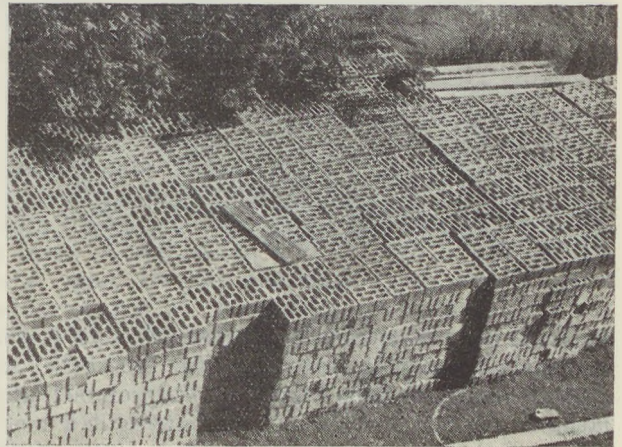
8. ábra

kötés esetén 3 óráig 60 °C-ú előmelegítés következik. A gőzölés 12 órán keresztül 85–95 °C-ú gőztérben történik. A blokkok mérete 25 × 38 × 15 cm és súlya 13,5 kg. A falazóblokkok könnyítése 7 db nagobbmértetű lyukkal történt. A lyukak nem átmenőek, a blokk habaresterítés céljából egyoldaltól zárt (9. ábra). A könnyítés mértéke a teljes alapterületre vonatkoztatva 44%.

Az előállított szemszerkezet folytonos. Ennek következtében az egyes salakszemcsék közötti lézagatér habaresterítés ki van töltve és a habares is részt vesz a teherviselésben, ezért az anyag térfogatsúlya keréken 1500 kg/m³. A falazóblokkok átlagszilárdsága a teljes alapterületre vonatkoztatva cementkötés esetén 68 kg/cm², vegyes kötés

esetén 107 kg/cm². A blokkok gyártásának gazdaságossága azonban elsősorban a blokkgyártógép kapacitásától függ. Ahhoz, hogy az égetett téglánál gazdaságosabb és olcsóbb legyen, olyan gyártógépre van szükség, mely egy műszakban legalább 1000–1200 darabot tud legyártani. Ilyen gyártógép behozatala a salak-építőelemek gyártásának gazdaságossá tételére célszerűnek látszik.

A fentiekből következik, hogy a salakprobléma távolról sincs megoldva. A kutatásnak arra kell irányulnia, hogy a hazai magas széntartalmú salakokat megfelelő dúsítási eljárással ne csak blokkok és esetleg nagyobb falazótömbök készítésére tegyék alkalmassá, hanem nagyigényű vasbetonszerkezetek könnyű adalékját is elő lehessen belőlük állítani.



9. ábra

Duzzasztott agyagkavics

A magas szilárdságú könnyű adalékanyag előállítására, különösen Dániában és az U. S. A.-ban nagyon elterjedt. Az adalékanyagot könnyen olvadó agyagok zsugorítása révén nyerik.

Egyes agyagfajták 1000–1100 °C hőmérsékleten meglágyulnak anélkül, hogy folyós állapotba kerülnének. A duzzasztásra alkalmas agyagoknak vasoxidot kell tartalmazniuk. A vasoxidtartalomnak fontossága abban áll, hogy a lágyulási hőfokon a ferrioxid ferrooxidá redukálódik, miközben oxigén szabadul fel, mely a meglágyult agyagot megduzzasztja. Mielőtt az oxigén távozhatna, az anyagot lehűtik. Az agyagkavics szilárdságát elsősorban onnan nyeri, hogy a kémiai folyamat alatt keletkező ferrooxid a jelenlévő szilíciumdioxiddal ferroszilikátokat alkot. Az agyagot duzzasztás előtt megőrlik és nedvesítés után csigasajton henger alakú csíkká formázzák, majd granulátorban szferoidokká alakítják. Ezután kerül az égető kemencébe, ahol a szükséges hőfokon megfelelő idő alatt áthalad, miközben a fentvázolt kémiai folyamat lejátszódik. Az agyagkavicsgyártás legkényesebb pontja a redukációs folyamat végrehajtása. Ez vagy forgókemencében vagy speciális agglomeráló rácskon történik.

A duzzasztott agyagkavics adalékanyaggal folytonos szemszerkezetű és lépcsős szemszerke-

zetű könnyű beton állítható elő. Mind a két esetben a kötőanyag cement. A nem folytonos szemseizeketű anyag hőszigetelő, — teherhordó építőblokkok, esetleg öntött falak, vagy nagy falblokkok előállításához alkalmas. Az így készített anyag kockaszilárdsága 75—80 kg/cm². A folytonos szemseizekkel készített duzzasztott agyagkavicsbeton azonban vasbetonszerkezetek előállításához is alkalmas betont ad.

A duzzasztott agyagkavics előállításával hazánkban *dr. Albert* foglalkozik az Építőanyagipari Központi Kutató Intézetben.

Mikroporit porszénhamuból

A hazai könnyű építőanyagkutatás jelentős területe a porszénhamu felhasználásának kutatása. Már az első fejezetben beszámoltam a habosított porszénhamuból készült építőanyag kutatásának állásáról. E fejezetben a hazai porszénhamu mikroporit előállítására irányuló kutatást ismertetem.

A mikroporit szabadszemmel alig látható, nagyon apró porusú anyag. Külföldön ezt az anyagot őrlt homokból és őrlt égetett mészből állítják elő éppen úgy, mint a habszilikátot, azzal a különbséggel, hogy habosító helyett nagy víztényezőjű habarcsot készítenek és azt formába öntik. A nagy vízmennyiség a mész oltódási folyamata alatt szűrőaljazaton keresztül eltávozik. Az eltávozott víz helyén apró, szabadszemmel alig látható porusok keletkeznek. Az anyagot a megfelelő pihentetési idő után autoklávus szilárdításnak vetik alá. A kész anyag könnyű (900—1000 kg/m³) és szilárdsága nagyobb, mint a habszilikaté. Hőtechnikai szempontból is jó tulajdonságokkal rendelkezik. Hátránya a nagyobb fokú vízszívóképesség.

A mikroporitok gyártási technológiájának fő problémája olyan habarcsok (iszapok) előállítása, melyekben a szemcsék lebegése mindaddig biztosítva van, míg az anyag megmerevedése be nem következik. Ha az előállított habarcs az adalék kicsiny fajlagos felülete vagy nagy fajsúlya miatt hamar leülepszik, akkor nem érhető el a cél: egyenletes, minden rétegében homogén anyag előállítása.

A hazai kutatás mikroporit előállítását kvarcőrleménnyel még nem kísérte meg. Ennek oka elsősorban az, hogy a kutatás már arra az időszakra esett, amikor a nagyméretű építőelemek előállítása aktuálisra vált. Miután kvarcőrleménnyel készített mikroporitokat autokláválni kell és az autoklávok már 1,00 m szélességű elemeknél sem használhatók ki jól, helyesebbnek látszott a gőzöléssel is megfelelő szilárdságú nagyelemek porszénhamuból való előállítása.

A porszénhamu-építőelemek előállításához kétféle technológia kidolgozása folyik az ÉTI-ben, *Schütz Mihály* vezetésével:

a) öntött porszénhamu mikroporit égetett mészőrleménnyel,

b) vibrált porszénhamu mikroporit mészhidráttal.

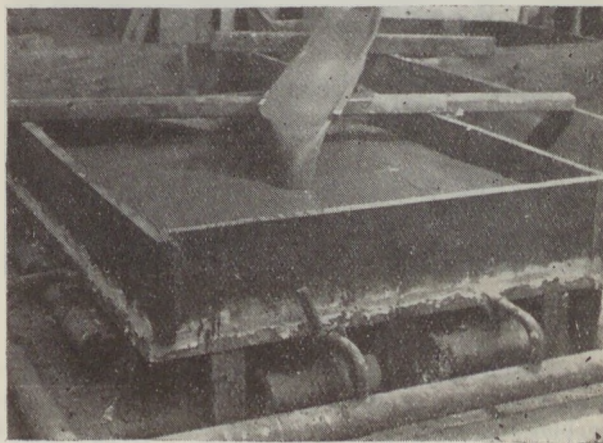
Az öntött porszénhamu előállításának egyszerű technológiájával szemben fennáll az a körülmény, hogy hazai viszonylatban nincsen megoldva az őrlt égetett mész szállítása és tárolása, sőt egyenletes minőségű előállítása sem. Ez az oka annak is, hogy a teljesen kidolgozott porszénhamusilikát, melyhez nem kell különleges berendezés, még mindig nem gyártható. Őrlt égetett mész nélkül pedig nem valószínű, hogy az öntött technológiát alkalmazni lehet. A mészoxid oltódás közben a nagy víztényezőjű habarcsból vizet von el és ezzel a habarcs meghúzását, megmerevedését idézi elő, mielőtt a lebegő részecskék leülepednének. Miután az öntött porszénhamu mikroporit technológiáját mindaddig nehéz az iparnak átadni, amíg az őrlt égetett mész szállítása és tárolása megoldatlan, kutatóink jelenleg a könnyen beszerezhető mészhidrátkötőanyag technológián dolgoznak.

Az öntött porszénhamu előállításának technológiája hasonló a mikroporitok technológiájához.

A felhasznált anyagok egymáshoz viszonyított aránya a következő:

mátrai porszénhamu	67,5%
ajkai „	12,5%
őrlt égetett mész	12,5%
gipsz és őrlt kohósalak	7,5%
	100,0%

A felsorolt anyagokat 0,7 vízadalék tényezőjű vízmennyiséggel híg folyós habarccsá kell keverni. A vízmennyiség megállapítása fenti vízadalék-tényezővel nemcsak a mészre vonatkozik, hanem az összes szilárd alkotókra. E nagy vízmennyiséggel készített habarcs teljesen folyékony, nagyon jól önthető (10. ábra). A teljes vízmennyiség azon-

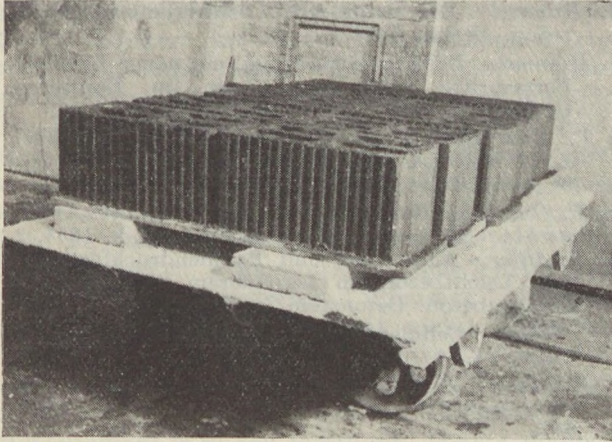


10. ábra

ban nem maradhat a habarcsban és azt a kötés, illetve a mészoxid oltódásának megkezdésével egyidejűleg el kell távolítani. Ez egy szivacsos vasbeton aljzatlemezzel és erre készített kavicságy segítségével történik. A fölös víz ezen keresztül távozik. A habarcs 2—3 óra pihentetési idő után kellően megmerevedik és ekkor a felső síkot a zsaluzat mentén léccel lehúzzák. A szilárdítás technológiája teljesen azonos a pernye habszilikaté-

val. Itt is szükséges az előmelegítés, hogy a gőzlésnél esetleg hirtelen beálló térfogatnövekedés káros repedésekre ne vezessen.

Az öntött anyag rendkívüli előnye az egyszerű technológia és az, hogy viszonylag alacsony, kb. 1100 kg/m^3 térfogatsúly mellett $80\text{--}90 \text{ kg/cm}^2$ kockaszilárdságú anyagot ad. A viszonylag könnyű térfogatsúly jó hőtechnikai tulajdonságokat biztosít az anyag számára.



11. ábra

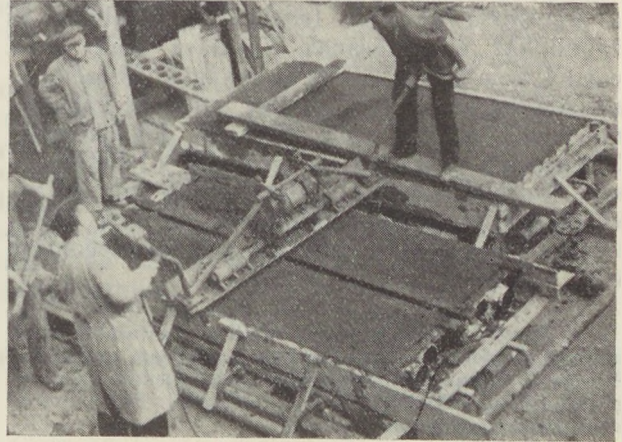
Hátránya az, hogy az anyag előállítása nagymennyiségű vizet igényel és emiatt a kiszáradás elég lassú, továbbá, hogy a pórusok nem zárt rendszerűek, mint a sejtített anyagoknál, ami miatt a vízfelszívóképessége sokkal nagyobb, mint a sejtbetonoké. Előállításánál a mészoxid minőségére, egyenletességére aktív CaO-tartalmára tekintettel kell lenni.

Az őrlött égetett mésszel kapcsolatos, már fentebb említett nehézségek arra indították az ÉTI kutatóit, hogy porszenhamuból készített építőelem előállításához kötőanyagként ne mészoxidot, hanem mészhidráttal alkalmazzanak.

Mészhidráttal már az öntött mikroporit előállításának kutatása előtt is folyt kísérletezés. Ez a kutatás főleg földm- és falazóelemek előállítását célozta. A kísérleteknél nem annyira az anyag összetétele, hanem a gépi bedolgozhatóság volt a főszempont. A mészhidráttal előállított porszenhamu építőelem legfeljebb 0,4-es víztényezővel készül és ennyi vízzel az anyag konzisztenciája földnedves. Ezért az anyag bedolgozhatósága problémát okoz. Az Építéstudományi Intézet hosszú kísérletsorozatát végzett a bedolgozhatóság és a gépi gyártás legcélszerűbb eszközeinek megállapítására. A kísérletek igazolták, hogy a mészhidráttal készített földnedves anyag géppel bedolgozható és azonnal kiszaluzható; vagyis alkalmazható az ú. n. „vibropress“ eljárás, de valószínűleg még a csigasajtó is. Ez utóbbival azonban egyoldalról fedett elemeket előállítani nem lehet, ami a porszenhamu és salak építőelemeknél a lyukasztással történő könnyítés szükségessége miatt hátrányos.

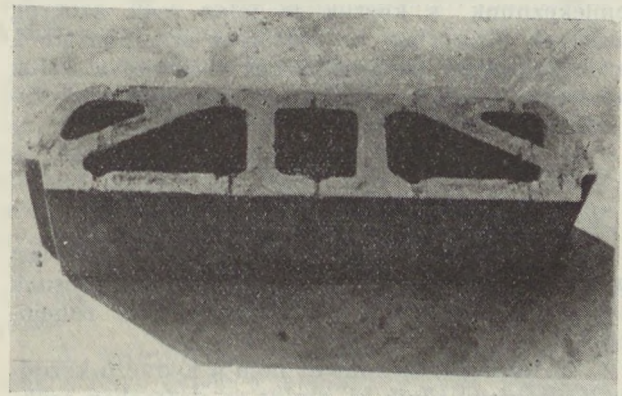
A blokkok előállítására vonatkozó kísérletek nagyrészt a Parafakőgyárban hajtották végre.

A gyár egy régi típusú döngölőberendezéssel rendelkezik, melyen főleg a bedolgozhatóság megállapítására, de egyúttal különböző recepturák összeállítására a 11. ábrán bemutatott falazóblokkokat gyártották. Ez a blokkforma azonban nem felel meg a követelményeknek és helyette a döngölőfejet földembéléstest formára alakították át. Az ÉTI által javasolt földembéléstest a 12. ábrán látható. Ez a blokk jelenleg kísérleti gyártás



12. ábra

alatt áll. Nagyméretű építőblokkok előállításához azonban nem lehet az ismert blokkgyártó technológiákat alkalmazni. A jelenleg kísérletezés alatt álló nagyblokkok mérete $3,00 \times 1,40 \text{ m}$, vastagsága 25 cm. Egy blokk súlya meghaladja az 1500 kg-ot. Az egyszerű öntési technológia már vázolt nehézségei miatt a nagy blokkok előállítása vibrátor alkalmazásával történik. A földnedves konzisztenciájú anyag a tömörödési tényező figye-



13. ábra

lembevétele mellett kerül a zsaluzatba (13. ábra). Ezután a blokk szélességének megfelelő finisher vibrátor az anyagra, illetve a zsaluzat felső szélére támaszkodva kétszer végighalad a blokk fölött, s ezáltal az anyag teljesen betömörödik. Az így nyert blokkok térfogatsúlya kb. 1400 kg/m^3 , kockaszilárdsága eca 150 kg/cm^2 körül mozog. Az anyag összetétele csak annyiban tér el az öntött technológiával készülő anyagtól, hogy mészoxid

helyett méshidrátot tartalmaz alacsonyabb víztényezővel. Szilárdítása azonban teljesen azonos. A nagyblokkokkal kapcsolatos félipari kísérlet a Lakóterv és az 1. sz. Iparterv kísérleti lakóház-építkezései részére készül.

*

A könnyű építőanyag előállítását a bevezetésben felsorolt három főszempont figyelembevételével rendkívül sok lehetőséget rejt magában. Hazánkban a kutatás úgyszólván a kezdetén tart. A sejtesített anyagok területén a habbeton és habszilikát előállításának kutatása csak most van folyamatban. Ezeknek az anyagoknak vacuum-autoklávus kezelésével, esetleg utólagos karbonizálásával⁵ nálunk még nem is foglalkoznak. Nincsenek még eléggé feltárva azok a lehetőségek sem, amelyek könnyű építőanyag és kötőanyag-kutatás szempontjából számításba jöhetnek. Kutatóinkra ezen a téren még sok feladat megoldása vár.

⁵ Mésszel kötött anyagok előállítása általában több mésszel történik, mint amennyi vegyileg szükséges. A kémiai folyamatban le nem kötött meszet szén-dioxiddal utólagos kezelésnek lehet alávetni. Ezt a műveletet karbonizálásnak nevezik.

Az 1954. évi cementkutatások főbb kérdései

G Á S P Á R G É Z A

A cement-, illetve a vele szorosan összefüggő betonkutatások terén számos felmerülő kérdéssel kellett ez évben foglalkoznunk.

A szűkreszabott terjedelem miatt csak az ÉTI-ben folyó munkáról lehet vázlatosan megemlékeznünk, s köztük is főleg csak azokról, amelyek elsősorban az építőipar szempontjából, a forgalomban lévő cementek — illetve a velük készített betonok — fizikai tulajdonságainak kutatásával kapcsolatosak.

1. A cementek általános jellemzése

Elsősorban pár szóval — természetesen vizsgálataink eredményei alapján — szükségesnek tartjuk jellemezni a forgalomban lévő cementeket.

A tatabányai 600-as cement nem a kedvező kezdőszilárdságával tűnik ki, amint ez elsősorban szükséges lenne és amint azt az építőipar várná, hanem igen jó utószilárdulásával és előnyös vízzáróságával. Gyorsított gőzöléssel való szilárdításra nem a legalkalmasabb, s csak nagy óvatossággal, s nem is gazdaságosan végezhető.

A másik nagyszilárdságú cementünk a tatabányai bauxitcement. Erről azt kell megjegyeznünk, hogy egyes gyártmányok annyira selejtesek voltak, hogy kötési idejük vége 27 órán is túlnyúlt. Természetesen e gyártmány szilárdsága sem volt megfelelő, mélyen alatta marad a régi gyártású bauxitcementeknek. Pl. a régi gyártmány 28 napos

IRODALOM

- Brown* : Sintering Raw Clay and Shale Into Lightweight Aggregate. Rock Products. 1952. III.
- O. Ettl* : Porenbildende Baustoffe. Bauplanung und Bautechnik, 1952. 7., Leipzig.
- H. Erythropel* : Ein neuer hochwertiger Industriemauerstein aus Steinkohlenflugasche. Betonstein-Zeitung, 1952. 2.
- Grigorjev—N. P. Maximovszkij* : Malocementnűe i beszcementnűe slakobetonnűe sztroitelnűe detali i konztrukcii. Moszkva, 1950.
- A. Hummel* : Das Beton-ABC. Schwerbeton—Leichtbeton. Berlin, 1951.
- A. Hummel* : Leichtkalksandstein, ein neuer Baustoff. Fortschritte und Forschungen im Bauwesen. B. Heft 2. 1943.
- I. T. Kudrjasev, B. N. Kaufmann, U. S. Urivickij, L. M. Rosenfeld* : Zavodü po proizvodstvu izdelij iz jaceisztogo betona.
- Sz. P. Onackij* : Keramzitovűj gravij. Moszkva, 1950.
- E. Patschke* : Mikroporenbeton. Silikattechnik, 1954. 2.
- H. Schäffler* : Elastizität und Prismendruckfestigkeit von Leichtbeton im besonderem von Gas und Schaumbeton. Betonstein-Zeitung, 1954. 10.
- R. C. Valora* : Cellular Concrete. Journal of the A. C. I. 1954. VI.
- N. S. Wilson* : Lightweight Aggregates for the Construction Industry. The British Clayworker, 1954. III.

korában 40%-kal nagyobb szilárdságú volt, mint az egyik mostani, természetesen ugyanazon adagolási és vizsgálati körülmények között. Az 500-as homogén és heterogén cementjeink általában elég jó minőségűek, kitűnik közülük a lábatlani 500-as portlandcement, amely gyorsított gőzölésre is kiválóan alkalmas. Az 1954. évi gyártású S 54-es cement legfontosabb tulajdonságáról, a szulfátállóságáról még nincs elegendő adatunk, mert az ún. „short time test“-re, gyorsított vizsgálatra laboratóriumunk nincs berendezve. Az S 54-es cementnél megemlítendő, hogy 1 kg/cm² szilárdság előállításához — a szabványos 28 napos betonvizsgálat eredményei alapján ítélve — a forgalomban lévő összes cementjeink közül legkevesebb mennyiség, 0,86 kg szükséges.

A 400-as cementjeink közül a selypinél — bár többszöri ismétlésnek hangzik — meg kell említeni, hogy nevéhez méltóan, mint traszportlandcementtől vízzáróságot váránk, de amíg trasz helyett pernyét kénytelenek hozzáadagolni, s úgy látszik még nem is egyenletes minőségben és mennyiségben, addig e téren javulás nem várható. A hejőcsabai 400-as kohósalakcement gyártása szünetel. S amikor forgalomba kerül, minősége nem mindig egyenletes, s gyakran egy szinten van a hejőcsabai 300-as kohósalakportlandcementtel. Ez utóbbi különben jó minőségű cementünk ellen néha indokolatlan panaszok merülnek is fel, azért, mert alacsonyabb hőmérsékleten lassan szilárdul. Pedig ily alacsony klinkertartalmú cementtől nem lehet várni, hogy a természet-

ben előforduló minden hőmérsékleten egyaránt jól szilárduljon. A hejőcsabai 300-as cement igen kedvező szulfátállósággal rendelkezik, s gőzöléssel és autoklavolással is kedvezően gyorsítható szilárdulása.

A fehér cement előállításánál ügylésznek nehézségek vannak, pedig a műköipar nagyon nélkülözi. Úgyesen segített ezen Serény János kartársunk, aki a tavalyi kongresszuson általam ismerttetett s azóta is javított összetételű, de sajnos még ipari méretben ki nem próbált, s mindössze 33,4% klinkert tartalmazó, tulajdonképpen víz-záró cementnek szánt, jellegére nézve traszportlandcementtel tetszetős, világos színű burkolólapokat állított elő, amelyek panell-elemek fedésére is használhatók. Ahol csak a világos, s nem a hófehérszín követelmény és erősebb kopásnak sincs a burkolat kitéve, ott a fehér cement pótolható az említett traszportlandcementtel.

Összegezve a mondottakat, meg lehet állapítani, hogy cementjeink minősége általában megfelelő, s javuló tendenciát mutat. Előállításukért — sok nehézséget leküzdve — javarészt csak elismerés illeti meg a szakma munkásait, mérnökeiket és irányítóit egyaránt. Azonban azt a reményünket is ki kell fejeznünk, hogy a jövőben cementjeink inkább a tőlük elvárt jó tulajdonságokkal rendelkeznek majd, s nem olyanokkal, amelyek az illető cementnél nem elsőrendű fontosságúak.

2. Szabványos vizsgálatok

A tulajdonképpeni cement-, illetve betonkutatást rendszerint megelőzi a szabványos vizsgálat. Főleg a fizikai vizsgálatokat kell megtárgyalnunk. Ezzel a témával nálunk az eddigienél alaposabban kell foglalkoznunk. Külföldön is elsőrendű fontosságúnak tartják, hiszen a szakfolyóiratokból állandóan értesülünk, hogy szinte minden országban a szabványos vizsgálati módszerek tökéletesítése, vagy újjal való helyettesítése van napirenden. Az eddigi módszerek ugyanis kielégítőnek nem tarthatók. Kifogások merülnek fel, hogy egyrészt nagy szórásokkal terheltek a vizsgálati eredmények, másrészt nincs elég egyértelmű összefüggés a cement szabványos vizsgálati eredményei és a vele készült beton szilárdsága között. A szabványos fizikai vizsgálatoknál nálunk oly megengedhetetlen mértékű hibák jelentkeztek, amelyeknek kiküszöbölése érdekében az eddig végzetek nem voltak elegendők. Ismételten le kell szögeznünk, hogy legtöbb laboratóriumban még az elég tág határok között előírt és mindenképpen szükséges egyenletes hőmérsékletet sem tudják tartani. A formák és gépek pontatlanok, kevés a begyakorolt laboráns és — be kell vallanunk — vizsgálati szabványaink sem elég szabatosak.

Külföldön már régebben, nálunk ezévből végezték el a szabványos vizsgálatok eredményeinek első rendszeresebb kiértékelését. Az immár nyomasztó vizsgálati adathalmaz csökkentése és ezáltal az eredmények áttekinthetősége és kiértékelhetősége érdekében Popovics és Újhelyi kar-

társaink, a Matematikai Intézet segítségét is igénybe véve, igen elismerésre méltó munkát végeztek a matematikai statisztika módszereinek felhasználásával. Munkájuk egy része már megjelent az „Építőanyag“ f. évi szeptemberi számában. Dolgozatuk értékét csak az csökkenteti, hogy — jórésben önhibájukon kívül — nem vették, illetve nem vehették figyelembe az oly fontos hőmérsékleti hatásokat; nem azonos, vagy nem közel azonos számú vizsgálatok eredményeit vetették össze értékeléseiknél, s számítások kívül hagyták a próbatetek súlyát, illetve térfogatsúlyát.

Az említett kartársak munkájából kiragadva a tatai 600-as cementnek a plasztikus habarccsal végzett szilárdsági vizsgálatánál mutatkozó szórási %-okat, és azokat — az említettek miatt nem teljes szabattossággal — összehasonlítva a heidelbergi központi laboratórium által közzétett hasonló tulajdonságú cementtel kapott értékekkel, akkor az alanti táblázatban feltüntetett eredményt kapjuk:

Plasztikus habarcsok szilárdsági vizsgálati eredményeinek szórása %-ban

	É. labor	H. labor
28 napos nyomószilárdság . . .	11,4%	6,4%
28 napos hajlítószilárdság . . .	8,9%	5,0%
7 napos nyomószilárdság . . .	23,5%	6,6%
7 napos hajlítószilárdság . . .	17,5%	5,8%
2 ill. 3 napos nyomószilárdság	41,1%	10,7%
2 ill. 3 napos hajlítószilárdság	41,1%	8,5%

Különösen feltűnő az eltérés a 2, illetve 3 napos vizsgálatoknál s itt is a mi — különben a lehetőségekhez képest jól dolgozó — laboratóriumnak hátrányára. Pedig a heidelbergi laboratóriumban még a 10,7, illetve 8,5%-os szórást is sokallják, és a pontosabb vizsgálati módszerek kidolgozását szorgalmazzák.

A felemlítésen kívül nincs hely arra, hogy az ÉTI-ben végzett, az ún. téli, tavaszi, nyári és őszi szilárdsági eredmények, tehát a hőmérséklettől függő szabványvizsgálati eredmények közötti eltérést tárgyaljuk. Ezért csak annyit említünk meg, hogy az 500-as cementek decemberi 2 napos nyomószilárdsági eredményeinek átlaga 187 kg/cm² volt, amely júliusban felszökött 348 kg/cm²-re, ami megengedhetetlen nagy, 186%-os különbséget jelent.

A szabványos vizsgálatokról szólva, még csak a folyó évben 5 laboratóriumnak, mégpedig a Műszaki Egyetem, az EKKI, a tatai, a látatlan cementgyár és az ÉTI által végzett összehasonlító vizsgálatok néhány jellemző eredményét vegyük szemügyre. E vizsgálatoknál a tatai cementgyár által előállított, alaposan összekevert, tehát teljesen egyforma 500-as cementtel és külön homogenizált szabványos homokkal a résztvevő laboratóriumok földnedves és plasztikus cementhabares próbateteket készítettek olyan mennyiségben, hogy minden laboratórium végezhesen szilárdsági vizsgálatot úgy a saját, mint a többi laboratóriumban készült próbatetekkel. A törést technikai okokból csak 73 napos korban lehetett

elvégezni. Tekintettel a cement teljesen egyöntetű voltára s a 73 napos vizsgálatra, a szórás kiszámításával nem kapunk a cementre jellemző képet. Azonban a kapott legnagyobb és legkisebb értékek szembeállítására igazolja ama megállapításunkat,

hogy a laboratóriumok kellő felszerelés, berendezés és gyakorlott laboránsok és szabatosabb előírások hiányában nem dolgozhatnak kellő pontossággal. Az eredményeket az alanti táblázatba foglaltuk össze:

Vizsgálat megnevezése	Átlagos szilárdságok kg/cm ²				Átlagos súlyok g			
	max		min		max		min	
Földnedves próbatestek nyomószilárdsága.....	669,0	(100)	567,0	(85)	843	(100)	817	(97)
Földnedves próbatestek húzószilárdsága	49,9	(100)	32,1	(64)	168	(100)	157	(93)
Plasztikus próbatestek nyomószilárdsága	511,0	(100)	332,0	(65)				
Plasztikus próbatestek hajlítószilárdsága	96,6	(100)	67,5	(70)	605	(100)	563	(93)

Zárójelben a %-os összehasonlító értékek.

Amint látható, az eltérések túlságosan nagyok.

E tárgykorban még csak a következőket kell hangsúlyoznunk.

A készülő francia szabvány a próbatestek előállításánál, tárolásánál stb.-nél betartandó hőmérsékletet 20 C°-ban fogja előírni ± 1 C° tűréssel, az angol szabványok szerint a próbatesteket az első 24 órában 16,1 C° $\pm 0,55$ C° térben kell tartani. Ezután a hőmérséklet 14,4—17,8 C° között ingadozhat. A svájci szabvány cementfajtánként előírja a próbahasábok készítési súlyát is. Pl. nagyszilárdságú portlandcementnél és bauxitcementnél pontosan 562 g, tűrés nélkül. Nálunk az előírt hőmérséklet 15—20 C°, valójában 8—28 C° között ingadozik, a próbatestek súlya pedig egyáltalában nincs szabályozva.

3. Gyorsított cementvizsgálatok

Amíg úgyszólván az összes országokban az ún. plasztikus habarcsokkal végzendő szabványvizsgálatok tökéletesítése érdekében folyik a kutató munka, addig a Szovjetunióban ezenfelül, párhuzamosan, még az ún. gyorsított cementvizsgálati módszereken is dolgoznak, amelyeket igyekeznek egyre tökéletesíteni. A szovjet gyorsított vizsgálati módszerre Rudnai igazgató kartársunk hívta fel a figyelmet és ottani tanulmányútjáról bő dokumentációt is hozott.

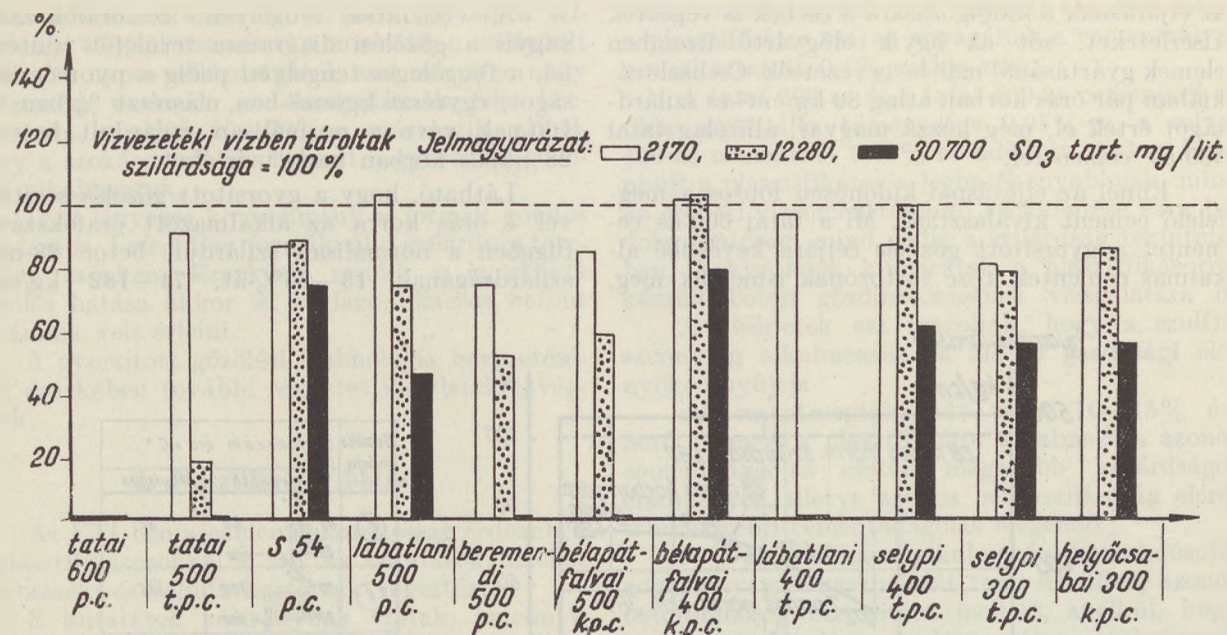
Ismeretes, hogy az ún. klasszikus szabványvizsgálati módszerekkel a cement előírt szabványos szilárdsága csak 28 nap múlva válik ismeretessé. A 2, illetve 7 napos eredmények csak közelítőek. Ez utóbbira vonatkozóan elég az imént elmondottakra utalni. 28 nap azonban hosszú idő s ennek kiválásából jelentős kár, vagy legalább is bizonytalanság, s nem egy esetben cementpazarlás is származhat. A CNIP Sz, a szovjet ÉTI által kidolgozott eljárás azon alapul, hogy gőzölt, ill. normálisan megszilárdult szabványos konzisztenciával készült cementpép 1 napos nyomószilárdságának hányadosa, az úgynevezett η érték, jellemzi

a cement ásványi összetételét, s ezzel együtt a cement leglényegesebb tulajdonságait. Egy megszerkesztendő grafikon segítségével meghatározható a cementnek a szabványos módon megállapított 28 napos nyomószilárdsága. A vizsgálati próbakockák 2 cm élhosszúságúak, azonban még a Szovjetunióban is vita folyik arról, hogy nem volna-e célszerűbb henger alakú próbatestekkel végezni a gyorsított vizsgálatot. A nálunk elért eddigi eredményekről egy későbbi alkalommal akarok majd beszámolni, ha több adat és főleg, majd ha e vizsgálati módnál oly fontos hőmérsékleti előírások az eddiginél jobban betarthatók lesznek. E tárgykorban még megemlítem, hogy a szovjet Cement c. folyóirat 1954. évi 1. számában Ruschtschuk és Steiert, és mások részéről is a gyorsított eljárás újabb módszereiről olvashatunk közleményeket, jelülül annak, hogy még a Szovjetunióban sem tartják kielégítőnek a CNIP Sz javasolta eljárást.

4. Szulfátállósági vizsgálatok

Elégé kiterjedt kutatásokat, kísérleteket végeztünk az új gyártású cementek szulfátállóságának a megállapítására. A kutatás célja az volt, hogy az egyes cementekből készült betonok agresszív — nálunk elsősorban szulfátos — talajvizekkel szembeni ellenállóképességének fokáról adatokat és összefüggéseket kapjunk, amelyek alapján az építőipar részére műszaki és gazdasági tekintetben egyaránt helytálló, de az eddiginél részletesebb alapozási és szigetelési utasítás készülhessen. Mindezekre javaslatot is tettünk.

A kísérleti próbatestek 250 kg/m³ cement adagolással készültek, amelyeket 1 hetes koruk után vízvezetéki vízbe, illetve 2170, 12 280 és 30 700 mg/liter SO₃ tartalmú 15—20 C° hőmérsékletű oldatban tároltunk. Ezen oldatokat keserűsítő és glaubersó keverékből állítottuk elő. A próbatesteket 3, 6 és 12 hónapos korban szilárdsági vizsgálatnak vetettük alá. E vizsgálatok eredményeinek egyrészét az alanti grafikonban bemutatjuk. Lásd 1. sz. ábrát.



1. ábra. 250 kg/m³ cementadagolással készült próbatestek szulfátállósági vizsgálatának összehasonlító szilárdsági értékei 12 hónapos tárolás után

A vízvezetéki vízben tárolt próbatestek szilárdságát a grafikonban minden cementnél 100-nak vettük és ahhoz viszonyítottuk a különböző töménységű oldatokban tárolt próbatestek szilárdságát. A grafikon segítségével megállapítottuk a cementek szulfátállósági jóságosrendjét. Ezután itt nem részletezett megfontolások alapján a cementeket 3 csoportba osztottuk:

a) A megfelelően szulfátálló cementek: a lábatlani S 54-es, a bélapátfalvai 400-as kohósalakportlandcement, hejőcsabai 300-as kohósalakportlandcement, a selypi 400-as és a selypi 300-as traszportlandcement. Az utóbbi két cementre vonatkozólag azonban meg kell jegyeznünk, hogy igen csekély vízzáróságuk miatt víz jelenlétében alapozásnál nem használhatók.

b) Kevésbé szulfátálló cementek: a beremendi 500-as portlandcement, a bélapátfalvai 500-as kohósalakportlandcement és a lábatlani 500-as portlandcement.

c) Nem szulfátálló cementek: a tatai 600-as portlandcement, a tatai 500-as traszportlandcement és a lábatlani 400-as traszportlandcement.

A szulfátállósági vizsgálatokat és azok kiértékelését *Egresi Mátyás* mérnök végezte.

Újabb gyártású cementek egyéb felhasználására vonatkozó kutatásaink eredményeit a „Műszaki előírás betonok és habarcsok készítésére” című, immár 4. javított és bővített kiadásban megjelent munkába építettük be.

5. Gyorsított gőzölés

Külföldön és nálunk is a széles körben alkalmazott gyorsított gőzölés során tudvalevőleg általában úgy gyorsítják a beton szilárdulását, hogy 6–12 órán át 70–80 °C hőmérsékletű gőztérben tartják. Megelőzőleg a beton a keverővíz hozzáadásától számított 2–3 órán át a készítési hőmérsékleten

marad, „pihen”, majd ismét 2–3 óra alatt fűtik fel az említett hőfokra. Az érlelés befejezése után a betont lassan és egyenletesen megint csak 2–3 óra alatt hűtik le. Ezen a módon a lehűlés végére a beton 28 napos szilárdságának rendszeresen felét, kétharmadát éri el, a cement ásványi összetételétől függően.

Ez az érlelési mód a gőzölt beton tulajdonságainak szempontjából kedvező, s gazdaságosnak is bizonyult. Az Építéstudományi Intézetben elkészített és ez év tavaszán az É. M. Műszaki Főosztályának jóváhagyásával nyomtatásban megjelent „Műszaki irányelvek a beton gőzölésére” c. kiadványban is ennek az érlelési módnak az alkalmazására adtunk részletes, a hazai cementek tulajdonságait alapos kísérletek eredményeinek segítségével figyelembevevő előírásokat. Ezzel az általános üzemi és helyszíni gyakorlatnak kívánunk segítségére lenni.

Különösen az előgyártó ipar adottságai és törekvései azonban szükségessé teszik, hogy elsősorban a teljesítmény növelésének és a szénfogyasztás csökkentésének érdekében olyan gőzölési eljárás kidolgozására is gondot fordítsunk, amely műszaki szempontból esetleg kevésbé kedvező kilátásokat nyújt, az üzemmenet megváltoztatásának révén viszont határozott gazdasági előnyöket jelent. Ilyen eljárás az ún. „gyorsított gőzölés”, amellyel az ÉTI-ben Kunszt György kartársunk foglalkozott, s mintaszerű kísérletei és azok eredményeinek kiértékelése alapján az alantiakban számolunk be.

A gyorsított gőzölésnél a beton csupán 1–2 órán át van a szokásosnál valamivel magasabb, 80–90 °C-os hőmérsékletű gőztérben, s a pihentetést, valamint a fokozatos felfűtést és lehűtést pedig elhagyjuk.

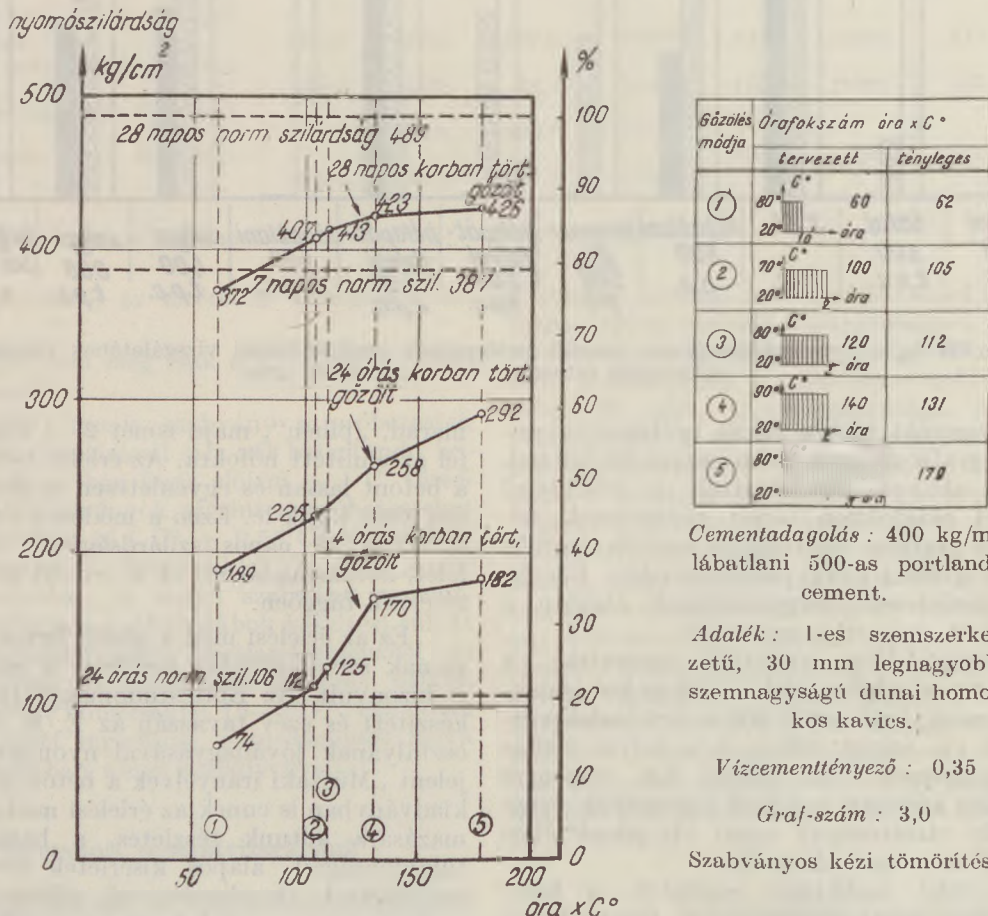
Kordik László É. M. főosztályvezetőhelyettes tanulmányútján azt tapasztalta, hogy ennek

az eljárásnak a kidolgozására a csehek is végeztek kísérleteket, sőt az egyik előgyártó üzemben elemek gyártásánál már be is vezették. Csehszlovákiában pár óras korban átlag 80 kg/cm²-es szilárdságot értek el, még hozzá magyar, állítólag tatai 600-as cementtel.

Ennél az eljárásnál különösen fontos a megfelelő cement kiválasztása. Mi a tatai 600-as cementet a gyorsított gőzölés céljára kevésbé alkalmas cementek közé tartozónak ismertük meg,

A vízszintes tengelyen az órafokszámot, vagyis a gőzölési diagramm területét tüntettük fel, a függőleges tengelyen pedig a nyomószilárdságot, egyrészt kg/cm²-ben, másrészt %-ban s itt 100-nak véve a normálisan szilárdult betonnal 28 napos korban kapott értéket.

Látható, hogy a gyorsított gőzölés segítségével 4 óras korra az alkalmazott órafokszámától függően a normálisan szilárdult beton 28-napos szilárdságának 15–35%-át, 74–182 kg/cm²-t



2. ábra. Az órafokszám és a nyomószilárdság összefüggése a beton korától függően

a lábatlani 500-as portlandcementet viszont a gyorsított gőzölés céljára sokkal megfelelőbbnek, s ezért főként ezzel végeztük kísérleteinket, különös gondot fordítva a beton tömörségére.

20 cm élhosszúságú kockákat készítettünk. A próbatetek bedolgozás után rögtön a gőztérbe kerültek. A víz hozzáadásától számítva eddig az időpontig 1 óra telt el. 5-féle érlelést alkalmaztunk, 2 óras érlelést 70,80 és 90 C°-on, 80 C°-on pedig 2 óras érlelésen kívül 1- és 2-órás is. A próbateteket vaslemezekkel jól záró módon fedtük le, hogy a próbatetek felületének káros elváltozását elkerüljük. A töréseket 4 óras, 24 óras és 28 napos korban végeztük. A 90-napos törések még hátra vannak. Az eddigi eredményeket a 2. ábra mutatja. Ezen az órafokszám és a nyomószilárdság összefüggését a beton korától függően ábrázoltuk.

sikerült elérni, ami igen kedvező eredmény. Látható, hogy a gőzölést erőteljes utószilárdulás követte, melynek során a gőzölt beton 1-napos korra a normálisan szilárdult beton 28-napos szilárdságának 40–60%-át, 28-napos korra pedig 75–85 %-át érte el, ami csupán 5–10%-al kisebb, mint amit a lábatlani 500-as portlandcementnél az általánosan használatos gőzöléssel nyerünk.

Nyilvánvaló, hogy ezeknek az eredményeknek az előgyártó ipar szempontjából igen nagy jelentőségük van, mert ennek a gőzölési módnak az alkalmazásával a formakészlet lényegesen gyorsabb forgatása lehetséges és a szénfogyasztás is csökkenthető. Fel kell azonban hívni a figyelmet arra, hogy ilyen kedvező eredményeket csak bizonyos feltételek esetében és megfelelő tulajdonságú cementtel lehet elérni. Egy kísérletnél pl., amit tatai 600-as portlandcementtel végeztünk, a gyor-

sított gőzöléssel szilárdított beton 28-napos szilárdsága 45%-al maradt el a normálisan szilárdult beton 28 napos szilárdságától, ami már igen nagy veszteség, s ennek az elmaradásnak fele, kétharmada, vagyis 20–30%-a származik abból, hogy a szokásos gőzölés helyett a gyorsított gőzölést alkalmaztuk.

Igen lényeges követelmény a formák gondos lefedése is. Lefedetlen formáknál a szilárdság tetemesen csökken. Ezenkívül romlik a gyorsított gőzölés hatása akkor is, ha laza, likacsos, betont kívánunk vele érlelni.

A gyorsított gőzölési technológia bevezetésének érdekében további részletes kísérleteket végzünk.

6. Plasztifikátor hatása

Az ÉTI-ben a cementtakarékoság érdekében a plasztifikátorokkal is folytak kutatások. Ezeket Marosszéki és Schütz kartársak végezték.

E kutatások kétirányúak voltak, amennyiben egyrészt olyan plasztifikátor előállítását célozták, mely hazai anyagokból gazdaságosan előállítható, másrészt ezen anyag optimális adagolási feltételeinek kutatására irányultak a műszaki és gazdasági szempontok figyelembevételével. A kísérletek alapján megállapítható volt, hogy a legjobban megfelelő plasztifikáló anyag a szulfitszennylég extrakt. A kísérletek azt eredményezték, hogy ez akkor a leghatékonyabb, ha oly mértékben adagoljuk, hogy a beton cementtartalmának 0,3%-át tegye ki. Ezen aluli adagolás nem hatékony, ezen felüli adagolás 0,4%-ig is még hatásos lehet, s csak a még nagyobb adagolás káros. A kísérletek azt is megmutatták, hogy a plasztifikátor optimális adagolása függ az alkalmazott cement minőségétől is, és leghatékonyabb akkor, ha a cement minőségétől függően a plasztifikátor száraz anyagtartalma a keverő vízzel bizonyos meghatározott töménységű oldatot képez. Ezen

oldat töménységének felső határát azonban mégis a plasztifikátor száraz anyagának a cementsúlyra vonatkoztatott 0,4% szabja meg.

A tatai 600-as és a tatai 500-as cementnél az oldat optimális töménysége 0,95%-ra, a selypi 400-as cementnél 0,60%-ra adódott. Ekkor bizonyult a plasztifikátor a leghatékonyabbnak, mind az eredeti vízcementtényező csökkentése és a bedolgozhatóság, mind pedig a szilárdság tekintetében. A kísérletek kiterjedtek a plasztifikátorral készült beton gőzölhetőségének vizsgálatára is.

A kísérletek azt igazolták, hogy a szulfitszennylég alkalmazása az alábbi gazdasági előnyöket nyújtja:

a) cementmegtakarítás terén 10–15% érhető el, mert a plasztifikátor alkalmazása azonos cementadagolás esetén magasabb szilárdságot eredményez, illetve azonos betonszilárdság eléréséhez kisebb cementadagolás elegendő;

b) a plasztifikátor alkalmazása homokdúsabb adalékanyag felhasználását teszi lehetővé, azonos betonminőség biztosítása mellett, anélkül, hogy a cementadagolás növelése válna szükségessé, ami által az adalékanyag előkészítésének (rostálásának) költségei lényegesen csökkennek;

c) gőzöléssel szilárdított beton esetén az eddigi számítások szerint mintegy 10%-kal csökken a szénfogyasztás.

Végül meg kell jegyeznünk, hogy a fentiekén kívül még számos más témával is foglalkoztunk, így pl. a mészpuccolán összetételének, felhasználási területének, a kalciumklorid hatásának, a vibrálásnak, az utóvibrálásnak a kérdéseivel is, amelyek az értekezés megszabott terjedelme miatt ismertetni nem volt lehetséges.

Külön meg kell említenünk azonkívül Náray-Szabó István és Szuk Géza kartársaink a beton optimális vízcementtényezőjének meghatározása érdekében kidolgozott eljárásáról. E tanulmány azonban a közel jövőben nyomtatásban is megjelenik.

Vizsgálatok hazai anhydritek felhasználására

BERECZKY ENDRE

A perkupai, Bodva menti gipsztelep feltárásának előrehaladása időszerűvé teszi ezen nyersanyag ipari felhasználhatóságának alapos megvizsgálását. Külföldi kutatási eredmények és ipari tapasztalatok alapján ezt a jelentős, CaSO_4 tartalmú kőzet-települést kémiai alapanyagok, építési kötőanyagok előállítására lehetne feldolgozni és hazai, évtizedes tapasztalatok alapján talajjavítás céljára is felhasználhatjuk.

A település geológiai viszonyainak és a jóvesztés technológiájának tanulmányozásával az Ásványbányászati Igazgatóság foglalkozik. Megállapították, hogy a telep hasznosítható anyaga elsősorban az anhydrit, másodsorban serpentin, míg dihidrát, gipsz csak a felső szintekben és repe-



1. kép

désekbe behatolt vizek mentén nem jelentős vastagságban található. Az egész telepet jellemzik az erős gyűrődések és vetődések; syngenetikus és epigenetikus dolomit szennyeződések befolyásolják a település felhasználhatóságát; találni továbbá kőszó és a serpentinben azbeszt rétegeket is, egyelőre nem jelentős mennyiségben. Földtani szempontból dr. Bauma Viktor, Horusitzky Ferenc és Mészáros Mihály foglalkoznak a településsel, vizsgálatokat tudomásom szerint az ásványbányászati laboratórium, az ásványórló vállalat, a fémkutató intézet és a cementipar laboratóriumai végeztek, az Építőipari Tudományos Egyesület mintegy két hónappal ezelőtt anhydrit-munkabizottságot állított fel, s jövő évben tudomásom szerint bekapcsolódik az ipari kutató munkába az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet is.

A rendelkezésre álló, igen jelentős mennyiségű anhydrit leggazdaságosabb felhasználása kénsavgyártás volna, mely alkalommal tudomásom szerint egy ilyen külföldi üzemben portland-cement klinkert is állítanak elő. Hasonló jellegű kutatással mi is fogunk foglalkozni. Felhasználható az anhydrit kötőanyagként is, akár mint a gipsz-

salakcement gerjesztő anyaga, akár mint önálló kötőanyag.

Az anhydrit gipsz-salakcementgyártásra való felhasználását, a jelenlegi hazai kohósalak-minőség miatt, nem lehet ajánlani; ezzel a kérdéssel azonban még foglalkozunk, s nem tekintjük véglegesen elintézettnak. Nincs azonban semmi akadálya annak, hogy az anhydritet gipsz-jellegű kötőanyaggá dolgozzuk fel. Szovjetunióban, Kelet-Németországban már ma is jelentős az anhydrit kötőanyagok gyártása, más országokban, mint Lengyelországban és Csehszlovákiában, kísérleti stádiumban van a gyártási technológia, de nyugati államokban is termelnek már értesülésem szerint ilyen kötőanyagot.

Budnikov, Golosovkov anhydrit cementnek nevezi ezt az anyagot, a németek Anhydritbindernek, az angolok anhydrit-plasternek. Leukolith, kalcinit, acolit, CA—III jelzéseket és megnevezéseket is találunk e kötőanyagra. Szabványosítva van: B. S. 1191 (1944) és DIN. 4208 (1948); az utóbbi tiszta homokmentes anyagvizsgálatnál 0,28 vízcement-tényező használatával hét nap után 40, 28 nap után 125 kg nyomási szilárdságot ír elő alsó határértéknek, míg 1:3 arányú szabványhomok használata esetén 0,5 vízcement-tényező mellett 10, illetve 30 kg nyomási szilárdságot követel meg. Feltűnő a gyenge szilárdság s általában véve igénybevett betonelemek előállítására nem használatos, azonban jó eredmény érhető el vakolatok, simítások és eddig gipsszel kötött építőelemek előállításánál. Az össz-energia, ami az anhydrit kötőanyag előállításánál szükséges, 15—20%-a annak, ami a mész vagy cementgyártáshoz kell.

A tanszéki kutatás feladata az anhydrit aktiválásához szükséges leghatásosabb és leggazdaságosabb anyagot kikeresni, és az általában igen lassú kötés és lassan felfejlődő szilárdulás gyorsítását biztosítani.

1. A perkupai anhydrit szerkezete mozaikszerű (1. kép), ez a struktúra kedvező. Színe sötét-szürke, pigmenttartalmú karbonát erekkel szennyezett. Kvarckristályokat eddig még nem tudunk felismerni. Nedvesség és hidrátvíz, valamint CO_2 tartalomra vonatkozóan vizsgálati eredményeink a következők:

Minta:	1.	2.	4.
Nedvesség	0,075	0,047	0,053
Kristály víz	0,081	0,116	0,155
CO_2	2,555	1,848	3,607

Minta:	9.	10.	A
Nedvesség	0,054	0,034	0,078%
Kristály víz	0,062	0,034	0,070%
CO_2	3,396	3,166	2,719%

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,36%
MgCO_3	4,60%
CaCO_3	1,05%

Az anhidritben levő karbonát tartalom tehát nem veszélyes és az inert gipsztartalom minimális.

Teljes analitikai vizsgálatok eredménye:

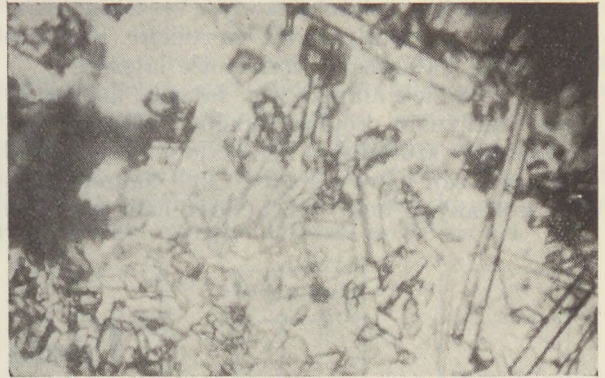
Minta:	B	C	D
oldhatatlan	2,41%	2,45%	} 3,21%
SiO ₂	1,14%	1,28%	
R ₂ O ₃	0,67%	0,61%	0,58%
CaO	37,60%	38,97%	38,25%
MgO	1,96%	1,99%	n. v.
SO ₃	52,44%	53,09%	53,87%
izz. veszt.	2,99%	n. v.	n. v.
tiszta CaSO ₄	88,0 %	89,0 %	91,0 %
szennyezés	12,0 %	11,0 %	9,0 %

A nyomelemekre vonatkozó spektr. analízis adatai:

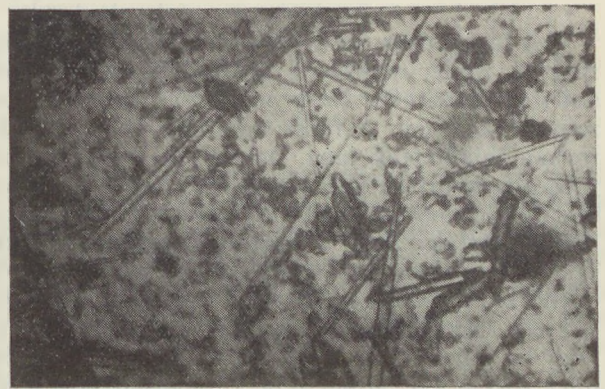
Ba	0,05—0,1%
Sr	1 % körül
Na	0,1—0,5%
Li	<0,1%
K	<1,0%
Ni	nincs

E vizsgálatok szerint az anhidrit 90%-os karbonáttartalma 6%. Gipsztartalma kisebb fél százaléknál.

2. Az anhidrit gerjesztőanyag nélkül cement-finomságra őrölve vízzel igen nehezen reagál, ami anyagszerkezetének rendkívül tömör felépítésére vezethető vissza. A második kép 12 napos reakció után készült 200-szoros nagyítással. E nagyítással új kristályok képződését vagy kolloid-diszperz



3. kép



4. kép



2. kép

gélképződést megfigyelni nem lehet. Ezzel szemben a harmadik felvétel, mely 0,5% NaHSO₄ és a 4. kép, amelyik 0,5% alumínium-szulfát tartalmú oldatban mutatja be 12 napos reakció idő után az anhidrit-telepet, jelentős gipszkristályokat mutat. A nátriumszulfátos gerjesztésnél 450 mikron hosszú és 30 mikron vastag jól fejlett tüket és kisebb méretű monoklin prizmákat és lemezeket mutat. Az alumínium-szulfátok gerjesztésnél a gipsztük hosszabbak, 550 mikronig, de vékonyabbak (2—15 mikronig). Az egyes kutatók által (Otteman) leírt kettős só átmeneti kristályképződést eddig még nem sikerült lefényképezni.

ZnSO₄, mész és cementklinker gerjesztés eddig még eredménytelen; kísérleteink tovább folynak. Ugyancsak folyamatban vannak a kísérletek a Traube, Cavazzi, Balarev, Koluseva és a többi kutatók által megfigyelt kolloidális kötőanyag képződésre vonatkozóan. Folynak továbbá kísérleteink kettős sóoldatokkal is.

Az eddigi kísérletek szerint leghatásosabb a nátriumszulfátos gerjesztés, a bázikus alapon nyugvó gerjesztőanyagok hatásossága eltöri emellett.

Kísérleteink továbbá igazolják azt a szakvéleményt, mely szerint az anhidrit még a leghatásosabb gerjesztőanyag használata esetén is legfeljebb csak 40%-ban vesz részt az átalakulásban, a többi hígító anyagként szerepel. Ebben kereshetjük az okát annak, hogy ez a kötőanyag igen nagy szilárdság esést mutat fel a víztartalom emelése vagy a homokkal való keverés esetén.

3. Megkíséreltük az oldódási folyamat ellenőrzésével a különböző gerjesztő anyagok hatását követni. Ilyen kísérleti eredmények:

oldási idő	15 perc	5 óra	100 óra
deszt. vízben	0,174	0,185	0,218 g/1005 ml
0,5% NaHSO ₄	0,185	0,206	0,231
0,5% Al ₂ (SO ₄) ₃	0,157	0,184	
0,5% ZnSO ₄	0,143	0,191	

Bár ezek az adatok bizonyos összefüggést mutatnak az átkristályosodás mértékére, a mikroszkóp mégis hatásosabb eszköznek látszik.

Az eddigiek alapján úgy látszik, hogy a percupai anhydrit kötőanyagként felhasználható, gerjesztésére szulfátokat kell majd felhasználnunk; azzal azonban eleve tisztában kell lennünk, hogy ez a kötőanyag nem hidraulikus, hanem gipszjel-

legű, nedvességgel szemben nem álló, érzékeny a feldolgozáskor felhasznált vízmennyiségre és homokkal való hígításra.

Kísérleteink tovább folynak; a fentiekben vázolt kutatási irányokon kívül ki kell a kutatást terjesztetni az őrlési finomság valószínűleg igen jelentékeny hatására is.

Üzemi kísérletek

kamrás műszárító-rendszerek összehasonlítására vonatkozólag

SASVÁRI GYÖRGY

A hároméves terv folyamán a magyar téglapár öt Keller-rendszerű gőzfűtéses kamrás műszárítót létesített. Ezek működése mind a mai napig tökéletlen. A rossz működés okát két faktorban találhatjuk meg. Az első és lényegesebb hiba a műszárítók hozzá nem értő kezelése. A műszárítók üzemét általában olyan betanított munkásokra bízták, akik a szárítás alapelemeivel nem voltak tisztában. Így tehát nem megfelelő módon ellenőrizték a szárítók gőz- és levegőellátását. A hibáknak ugyanebbe a csoportjába tartozik az is, hogy a műszárítók gőzellátása csaknem mindeütt tökéletlen. Mindenkor túlságosan kevés gőz áll rendelkezésre ahhoz, hogy a műszárítók az előírt idő alatt szárítsák ki a rakományt.

A második tökéletlenség a szárítók konstrukciójában lelhető fel. Az egyes kamrák légellátása ugyanis központi megoldású. Ennek az a következménye, hogy a nyomóventillátorhoz közel eső kamrák jó működése esetén a távoli kamrák lemaradnak, vagy pedig a távoli kamrák elfogadható üzeme esetén a közeli kamrákban a szárítás irama túlzottá válik.

A harmadik leginkább elvi természetű hiba, amelynek felderítését az ismertetendő kísérletek elsősorban célozták, a szárítók kamrán belüli egyenlőtlen működése. A feltételezés az volt, hogy a Keller-rendszerű alulról felfelé történő hőlégvezetés esetén a kamrán belüli egyenlőtlenesség aligha kiküszöbölhető és emiatt vizsgálat alá vettük a hőlégvezetés tekintetében ettől különböző két rendszert, tehát az invertáramlású Grum-Grimajlo és a visszacsapó áramoltatású Kotterba-féle rendszert.

1. A műszárítás műszaki alapelvei

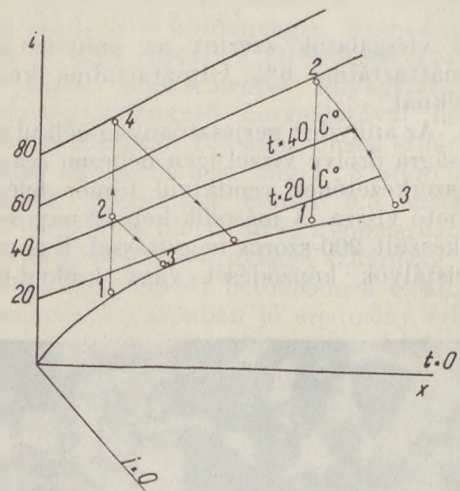
A légszárításnál a kalorikus takarékoság a következő elvi alapokat írja elő:

a) A szárítás történjék minél magasabb hőmérsékletre előmelegített levegővel.

b) A szárítás történjék — pl. recirkulációs áramlás útján — minél telítettebb levegővel.

Az $i-x$ diagramból jól látható, hogy e két elv miért vezet feltétlenül kalorikus megtakarításra.

A szárítási folyamat kalorikus gazdaságosságát az a hajlásszög határozza meg, amely a szárítóközeg kezdeti, illetőleg végállapotának megfelelő két síkbeli ponton átfektetett egyenest a vízszintes



1. ábra

$t = 0$ tengellyel bezár. Minél kisebb ez a szög, annál gazdaságosabb a szárítás. A szög tangensét ugyanis a következő kifejezés határozza meg:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{i_2 - i_1}{x_2 - x_1} = \frac{Q}{V}$$

ahol a kezdeti állapot, illetőleg a végállapot hőtartalma és abszolút nedvességtartalma rendre i_1 , i_2 és x_1 , x_2 , Q pedig a folyamatnál V vízmennyiség elpárologtatásához szükséges melegmennyiség.

A ma épített kamrás rendszerű téglagyári műszárítóknál fenti elveket a tervezők általában nem veszik figyelembe. A szárítás gazdaságosságát fenti két elv alapján kerámiai termékeknél azonban csak korlátozottan lehet fokozni. A nyers kerámiai termék, tehát a nyerstégla érzékeny a túlságosan magas előmelegítési hőfokra, és ha a szárítást éppen túlmagas hőfok alkalmazása következtében kíméletlenül vezetjük, akkor azt csaknem minden agyagfajtánál megsínyli a termék. Az az általános tapasztalat, hogy téglaszárításnál 100°

főle nem emelhető veszély nélkül a táplevegő hőmérséklete. A recirkulációs elv alkalmazásának is konkrét gazdasági akadályai vannak. Minél telítettebb levegőt alkalmazunk, annál kevesebb vizet távolít el 1 kg táplevegő. Ennek következtében a mozgatandó levegőmennyiség nagyon fel nő és azt az energiamennyiséget, amelyet a szárítás gazdaságosabb vezetése következtében nyeriünk, elveszítjük a szükséges sokkalta nagyobb ventilátorteljesítményen.

Az ismertetendő kísérlet sorozat azonban nem ment el eddig. A közvetlen feladat az volt, hogy keressünk megoldást, amely mellett a már megépített és jelenleg rosszul működő téglaműszárítóink komoly termelőegységekké válnak, tehát termelni képesek, tekintet nélkül arra, hogy a műszárítók kalorikus hatásfoka mennyire javítható.

A gyakorlatban a szárító gazdaságosságát a fent már ismertetett veszteségek elkerülésén felül sokkal erősebben befolyásolja a szárítás egyenletességi foka, tehát elsősorban az, hogy egy kamrán belül mennyire egyidejű a rakomány megszáradása és másodsorban, hogy a kamrák száradási ideje mennyire egyforma. Az első körülményre ad kvantitatív mérőszámot a kamrán belüli egyenletességi fok, a másodikra pedig a szárítón belüli egyenletességi fok. A szárítón belüli egyenlőtlenséghez az üzemvezetés még tud idomulni, a kamrán belüli egyenlőtlenség azonban olyan üzemgátló körülmény, amelyet jobb üzemtervvel kiküszöbölni nem lehet. Ha ugyanis a szárító egyes kamráinak száradási ideje különböző, akkor mód van az egyes kamrákra különböző szárítási periódusokat alkalmazni. Ha azonban a kamrán belül lép fel az egyenlőtlen száradási idő, akkor mindenképpen ki kell várni, amíg a legrosszabbul száradó kamrarész is leszárad annyira, hogy a termék a kemencébe rakható legyen. Ez természetesen igen nagy hőpocsékolással jár. Az egyenlőtlenségi fokot általában egy számmal fejezzük ki. Ha pl. a kamrának a legjobban száradó metszetében a téglá 50 óra alatt szárad ki és a legrosszabbul száradó metszetében 120 óra alatt, akkor a kamra egyenlőtlenségi foka $120 : 50 = 2,4$.

A fentebb már említett különböző légvezetési rendszerek éppen abban különböznek egymástól, hogy különböző egyenlőtlenségi fokot eredményeznek, egyébként teljesen azonos kalorikus körülmények között.

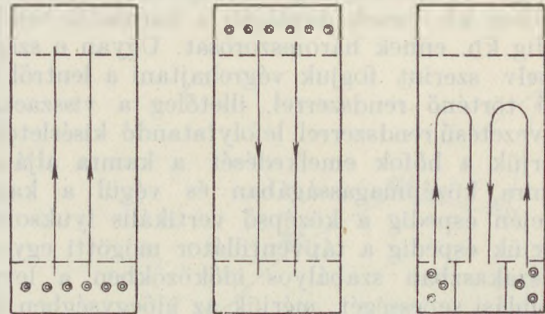
2. A kísérleti kamrák szerkezeti ismertetése

A kísérletileg összehasonlított három kamra-rendszer elvi vázlatát a 2. ábra mutatja be.

A baloldali ábra a közönséges Keller-rendszerű kamra alulról felfelé irányuló hőlégáramlással és a kamra alatt elhelyezett gőzfűtésű bordás csövekkel. A középső ábra a Grumm—Grimajlo-rendszerű kamrát mutatja be, felülről lefelé irányuló (invert) hőlégáramlással és a kamra fölött elhelyezett bordás csövekkel, a jobboldali ábra pedig a Kotterba-rendszerű kamrát ábrázolja, visszacsapó rendszerű hőlégáramlással, a kamra alatt elhelyezett 2 db fűtött nyomócsatornával és 1 közepen el-

helyezett elszívócsatornával. A levegő útját a kamrában nyílak jelzik.

Ahhoz, hogy mindhárom rendszert üzemi körülmények között minél kevesebb gyártókamra kiiktatásával próbálhassuk ki, a következő megoldáshoz folyamodtunk. A Kőbányi Téglagyár 42 kamrás Keller-rendszerű műszárítójának két szélső kamráját leválasztottuk és e két kamrát külön gőz és külön levegő ellátással szereltük fel.



2. ábra

A kamrák közül mindenkor vagy az egyik vagy a másik működik. A táplevegőt 1 db 1,5 LE motorral ellátott axiális ventilátor nyomja 600 mm átmérőjű vaslemez csövön át a működő kamrába és egy ugyanilyen ventilátor szívja is el a telített levegőt. A két ventilátor az üres kamrákon óránként mintegy 12 000 Nm³ levegőt képes átszívni. A rakott kamra ellenállása azonban annyival nagyobb, hogy a két ventilátor maximális teljesítménye óránként 7000 m³-re csökken.

A fűtést mindkét kamrába 6 db 2 m²/fm hasznos felületű bordás cső végzi, amelyek közül négy friss gőzt, kettő pedig kondenz gőzt, illetőleg vizet vezet.

A kamrák műszerezését a lehetőségekhez képest igen egyszerűen oldottuk meg. A kamra legfelső, középső és alsó szintjében egy-egy higanyos távhőmérő méri az uralkodó hőmérsékletet, a légsebességet pedig Lambrecht-féle szárnyas anemométerrel állapítjuk meg egyenletes időközökben.

A szárítás folyamán a kamra egyetlen hőforrása a bordás csövekben kondenzálódó gőz. Az átadott kalória-mennyiséget az időegységben kondenzálódó gőz mérésével állapítjuk meg. Olyan kondenzedényt alkalmaztunk, amelyben úszóval kapcsolt skála előtt futó mutató jelzi a kondenzedény vízszintjének emelkedését a megfigyelési idő alatt.

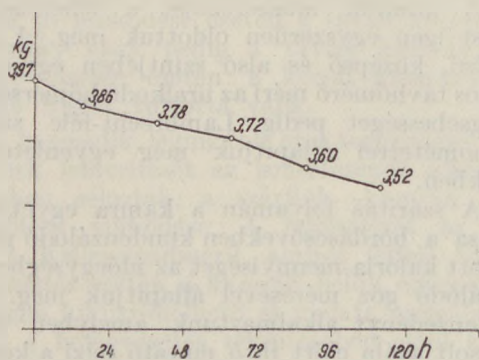
A kamrák egyik hosszfalán nyílásokat készítettünk. A legfelső téglalor fölött három, a középső téglalor fölött három és a legalsó téglalor fölött három nyílást helyeztünk el, és pedig a kamra elején (az ajtótól kb. 1,5 m-re), a második nyílás a kamra közepén, a harmadik nyílás pedig a kamra végén, az első nyíláshoz hasonló helyzetben helyezkedik el. E nyílások arra szolgálnak, hogy a szárítás folyamatát a nyílások mögött elhelyezett lécen száradó téglákon a folyamat közben szabályos időközökben vizsgálni tudjuk. A téglák vizsgálata egyszerű mérésből áll, ezzel észleljük a vizsgált időszak alatti súlyvesztésüket.

3. A kísérlet lefolytatásának elve

A legkedvezőbb légvezetési mód meghatározására a következő kísérleti tervet készítettük. Először a felülről lefelé történő légvezetés mellett, tehát Grum—Grimajlo elv szerint készült kamrában végeztünk három kísérletet. E három kísérlet az adagolt légmennyiségben különbözött egymástól. Az első esetben a műszárítóknál megszokásos légmennyiséget adagoltuk, a második esetben kb. ennek dupláját, a harmadik esetben pedig kb. ennek háromszorosát. Ugyan e szerint az elv szerint fogjuk végrehajtani a lentől felfelé történő rendszerrel, illetőleg a visszacsapó légvezetésű rendszerrel lefolytatandó kísérleteket. Mérjük a hőfok emelkedését a kamra alján, a kamra középmagasságában és végül a kamra tetején éspedig a középső vertikális lyuksornál. Mérjük éspedig a tápventillátor mögötti egyenes csőszakaszban szabályos időközökben a levegő áramlási sebességét, mérjük az időegységben összegyűlő kondenzvízmennyiséget és végül mérjük szabályos időközökben a $9 \times 6 = 54$ db ismert súlyú téglá egyéni súlycsökkenését.

4. A Grum—Grimajlo-rendszerű szárítókamrában végzett kísérletek eredményei

Az első kísérletnél a kamrában teljes rakomány, tehát 6100 kisméretű tégláegység száradt. Az alkalmazott légsebesség az első három napon egyenletesen $2880 \text{ Nm}^3/\text{óra}$, a második három napon pedig átlagosan $5100 \text{ Nm}^3/\text{óra}$. A kísérlet ideje 120 óra volt, a téglák átlagosan $4,31 \text{ kg}$ -ról $3,52 \text{ kg}$ -ra száradtak le. A kezdeti nedvesség $18,4\%$ -ról $1,3\%$ -ra csökkent.



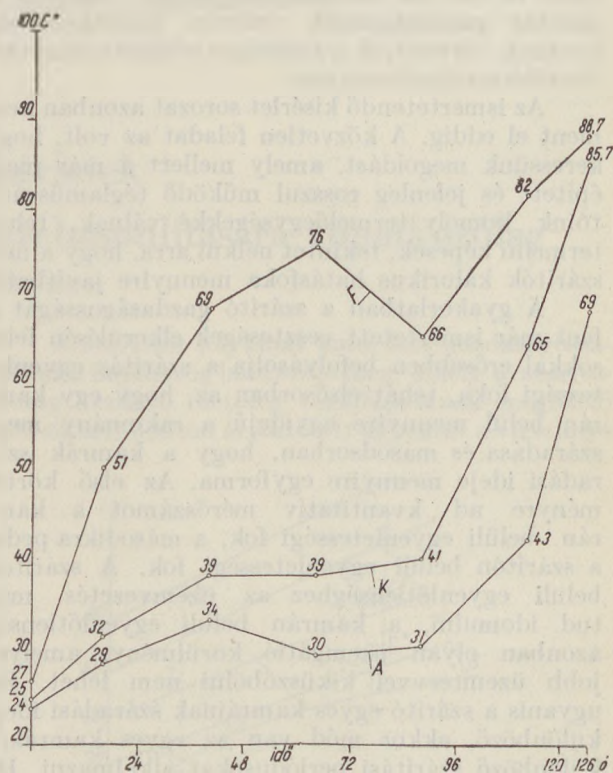
3/a. ábra. Súly-idő összefüggés. Teljes átlagsúly.

Már e kísérlet is bizonyította, hogy ha a szárítás megfelelő légmennyiséggel történik, úgy a rakomány 6 nap alatt feltétlenül szárítható. Figyelembe kell itt venni, hogy a műszárító üzemszerű szárítási ideje eddig több hetes volt. Az egyéb mért adatokat a fenti ábrák szemléltetően mutatják be.

A kísérlet részletes eredményeit, valamint a számított hőmérsékletet az alábbiakban közöljük:

A Kőbányai Téglagyár 41. számú invert szárító kamrává átépített műszárító kamrájában teljes töltettel szárítási kísérletet folytattunk le. A töltet

6106 db kisméretű tömör téglá volt. A méréseket 9×6 téglán végeztük el, amelyek elől középen, hátul, illetőleg alul, középen és felül voltak a megfelelő kezelőnyílások mellett elhelyezve. A kísérlet eredményei e téglák súlyváltozásain alapulnak.



3/b. ábra

A kezdeti körülményeket az alábbi módon választottuk meg:

Óránkénti átfűvott légmennyiség 2830 m^3
 25°C -os levegő.

Hőfokmérés: középen felül, középen középen és középen alul.

A töltet súlyváltozását, a hőmérséklet változását a különféle magasságokban, az összegyűlt kondenzvíz mennyiség változását a szárítás különböző fázisaiban, valamint a betáplált légmennyiség módosítását az idő függvényében a fenti diagrammok szemléltetik.

A kísérlet teljes időtartama: 126 óra.

Az összes kondenzvízmennyiség: 5920 kg .

Az óránkénti átlagos kondenzvíz mennyiség: 47 kg .

A kezdeti nedvességtartalom átlaga: $18,40\%$

A végső nedvességtartalom átlaga: $1,8\%$

A kísérlet hőmérsége:

Összes nedvességtartalom: 5000 kg

Összes száraz anyag: $22\,200 \text{ kg}$

A rakomány véghőmérsékletét a középen mért végső levegő hőmérséklet alatt 10°C -kal vesszük fel = 79°

A rakomány kezdeti hőmérséklete 25°

Az elméletileg szükséges meleg :

$$4500 \text{ kg} \times 600 \text{ kcal} = 2\,700\,000 \text{ kcal}$$

$$22\,200 \text{ kg} \times 0,2 \times (79 - 25)^\circ = 239\,000 \text{ kcal}$$

Összes hőigény 2 939 000 kcal

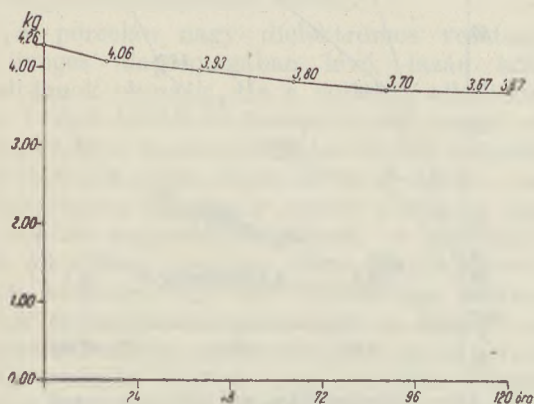
Az összes betáplált meleg a kondenzvíz mennyiségéből adódik. Ha azt kg-ként 600 kcal hasznos hőleadással vesszük figyelembe, akkor az átadott összes hő

$$540 \text{ kcal} \times 5920 \text{ kg} = 3\,190\,000 \text{ kcal}$$

Az elért hatások $\frac{2\,939\,000}{3\,190\,000} = 92\%$

Ez valószínűtlenül kedvező eredmény, feltehetőleg az éjszaka is folyó kondenzvíz mérés eredménye megbízhatatlan.

A második kísérletnél ismét teljes töltetet szárítottunk, az átfűvott légmennyiség a szárítás teljes tartama alatt 5100 Nm³/óra volt. A szárítás tartama 100 óra és ezalatt a téglák átlagsúlya 4,26 kg-ról 3,62 kg-ra esett.



4. ábra. Súly-idő összefüggés. Teljes átlagsúly

A kísérlet részletes eredményeit az alábbiakban adjuk :

A Kőbányi Téglagyár 41. sz. invert szárító-kamrává átépített kamrájában lefolyt a második teljes töltettel végzett szárítási kísérlet. A töltet 6100 db kisméretű tömör téglá volt.

A nyerstégla átlag súlya	4,26 kg
A nyerstégla átlagos víztartalma ...	18,9 %
A szárított téglá átlagos súlya	3,82 kg
A vízveszteség téglánként	0,
A vízveszteség százalékosan	15,0%
A száradás teljes tartama	120 h.

Az egyéb hőfokadatokat a csatolt diagramm szemlélteti.

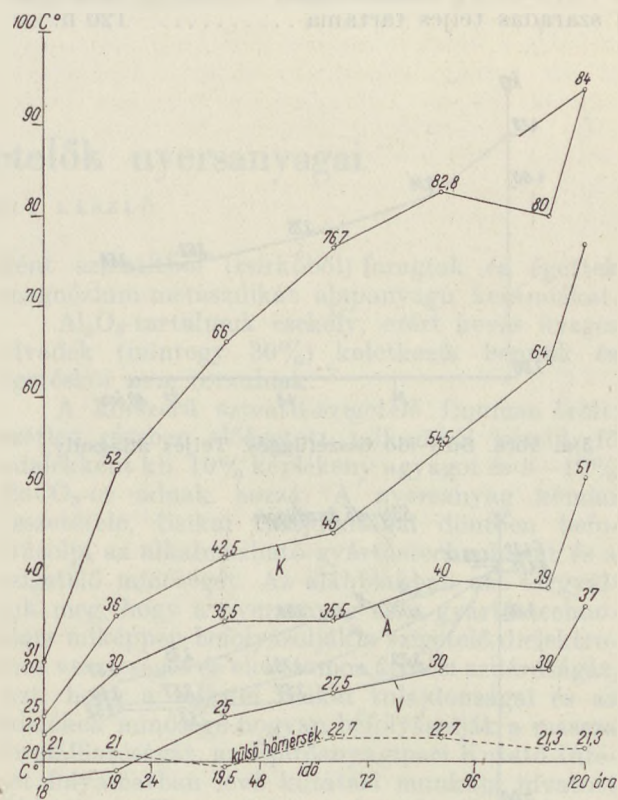
Az óránként átlagosan kondenzált gőzmennyiség	109,1 kg
A teljes szárítás alatt kondenzált gőzmennyiség	13 090 kg
A szárító levegő átlagos hőfokesése	35,6
Az átfűvott légmennyiség	5100 m ³ /h (22°)

Hőmérség

A száradás a szárítási görbéből láthatóan a technikai követelményekig kerekén 100 óra alatt folyt le. Eszerint a hőmérség alapjául a szárítási tartamot 100 órában vesszük fel.

Bevitt hőmennyiség

$$100 \text{ h} \cdot 109,1 \cdot 540 \text{ kcal/kg} \dots = 5\,880\,000 \text{ kcal.}$$



Átadott hőmennyiség :

$$100 \cdot 5100 \cdot \frac{273}{295} \cdot 0,31 \cdot 35,6^\circ = 5\,250\,000 \text{ kcal.}$$

Hőigény

A száraz anyag felmelegítése

$$q_1 = 6100 \cdot 3,46 \cdot 0,2 \cdot 60^\circ \dots = 253\,000 \text{ kcal.}$$

A víz elpárologtatása

$$q_2 = 6100 \cdot 0,64 \cdot 600 \text{ kcal.} \dots = 2\,340\,000 \text{ kcal.}$$

A keretek felmelegítése

$$(6100 : 12) \cdot 61 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 60^\circ \dots = 43\,800 \text{ kcal.}$$

Összesen : 2 636 800 kcal.

Fentiekből :

$$\text{a kalorikus hatások} \frac{5\,250\,000}{5\,880\,000} = 0,89$$

veszteség 49,8% : hasznos hő 50,2%

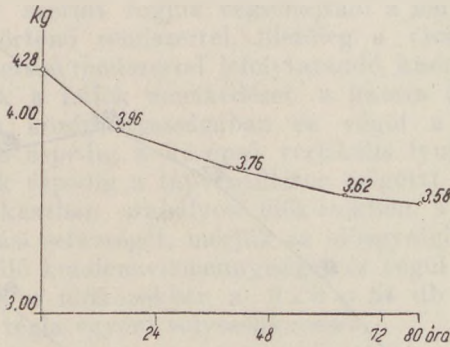
$$\text{teljes hatások} 50,2 \cdot 0,89 = 44,8\%$$

A harmadik kísérletnél ismét teljes töltettel végeztünk szárítást, az óránként alkalmazott légmennyiség 7800 m³/óra volt. A téglák átlagsúlya 80 óra alatt 4,28 kg-ról 3,57 kg-ra csökkent.

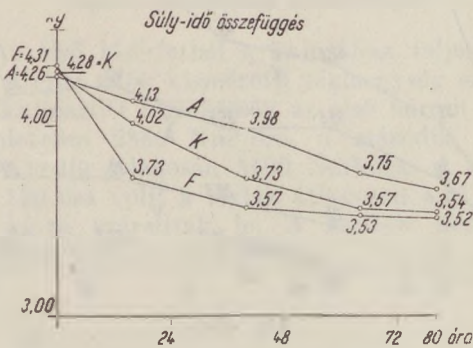
A kísérlet részletes eredményeit és a számított hőmérséget az alábbiakban adjuk:

A Kőbányi Téglagyár 41. sz. invert szárító-kamrává átépített kamrájában lefolyt a harmadik teljes töltettel végzett szárítási kísérlet. A töltet 6186 db kisméretű tömör téglá volt.

A nyerstégla átlag súlya	.....	4,28 kg
A nyerstégla átlagos víztartalma	...	18,1 %
A szárított téglá átlagos súlya	.....	3,57 kg
A vízveszteség téglánként	.....	0,71 kg
A vízveszteség százalékosan	.....	16,5 %
A száradás teljes tartama	.....	120 h.



5/a. ábra. Súly-idő összefüggés. Teljes átlagsúly.



5/b. ábra. A.K.F. mérések átlagai

Egyéb hőfokadatokat a csatolt diagramm szemlélteti.

Az óránként átlagosan kondenzált gőzmennyiség	.....	151,1 kg
A teljes szárítás alatt kondenzált gőzmennyiség	.....	12,050 kg
A szárító levegő átlagos hőfokesése	.....	30,3 °C
Az átfúvott légmennyiség	.....	7800 m ³ /h (24°)

Hőmérleg

A száradás a szárítási görbéből láthatóan a technikai követelményekig kerekén 72^h alatt folyt le. Eszerint a hőmérleg alapjául a szárítási tartamot 72 órában vesszük fel.

Bevitt hőmennyiség

$72 \cdot 151,1 \cdot 540 \dots\dots\dots = 6\,380\,000 \text{ kcal.}$

Átadott hőmennyiség

$72 \cdot 7800 \cdot \frac{273}{297} \cdot 0,31 \cdot 30,3 \dots = 4\,840\,000 \text{ kcal.}$

Hőigény

A száraz anyag felmelegítése

$Q_1 = 6186 \cdot 3,57 \cdot 0,2 \cdot 60^\circ \dots\dots = 264\,000 \text{ kcal.}$

A víz elpárologtatása

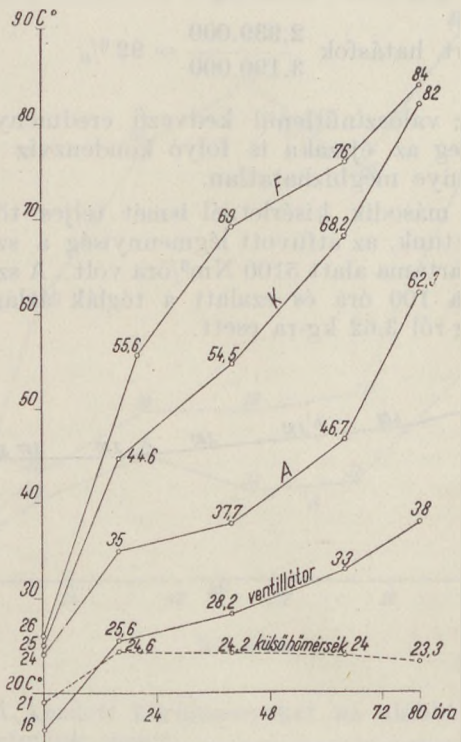
$Q_2 = 6186 \cdot 0,71 \cdot 600 \text{ kcal.} \dots = 1\,630\,000 \text{ kcal.}$

A keretek felmelegítése

$(6100 : 12) \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 60^\circ \dots = 43\,800 \text{ kcal.}$

Összesen **2 636 800 kcal.**

Fentiekből: kalorikus hatásfok $\frac{4\,840\,000}{6\,380\,000} = 0,76$



6. ábra. Hőmérséklet-idő. (Átlagos napi)

veszteség 45,4%; hasznos hő 54,6% teljes hatásfok : $54,6 \cdot 0,76 = 41,5$

Az utolsó kísérlet adatait már egyenletesség szempontjából is feldolgoztuk és az eredményt a fenti ábrán mutatjuk be.

A három száradási görbe konvergenciája igen jó és nyilvánvaló, hogy további kb. 10 órás száradás után az egyenletességi fok megközelítette volna az 1-et.

5. A Keller- és Kotterba-rendszerű kamrákban végzendő kísérletek kilátásai

Eddig csak kvalitatív próbálkozásokat végeztünk a Keller-rendszer szerint működtetett Kotterba-rendszerű kamrában. A száradás teljesen halad előre, vagyis a kamra hossza mentén háromnapos periódusokban még teljesen nedves téglaoszlopok is találhatóak voltak, ugyanakkor egyes helyeken a téglá már a porzásig kiszáradt. Nyilvánvaló, hogy a felmelegített levegő zömbben a kisebb ellenállású kamrarészekben tört fel, itt gyors száradás következett be, míg a nagyobb ellenállású szelvényeknél a száradás még jóformán

el sem indult. Kvantitatív kiértékelésre alkalmas anyagunk még nincsen, mert a gőzellátás meghibásodása miatt a kísérletek kb. 2 hónapja szünetelnek. De valószínűnek látszik, hogy a letről felfelé történő légvezetés esetében távolról sem érhető el ugyanaz az egyenlőtlenégi fok, mint a Grum—Grimajlo-rendszerénél.

A Kotterba-rendszerű száritást még kvalitatíve sem tudtuk megpróbálni. Megítélésem szerint ez középső helyet fog elfoglalni a Keller- és

a Grum—Grimajlo-rendszerek között, legalábbis az egyenletesség fokának tekintetében.

Végül is megjegyzem, hogy az eddig felvett többszáz mérési eredmény feldolgozása még folyik. A közölt diagrammok az anyagnak csak kis részét képezik és véglegesen elbírálni a három rendszert majd csak akkor lehet, ha mindhárom módszerrel befejeződtek a párhuzamos kísérletek és a mérési eredmények feldolgozása, elsősorban grafizált feldolgozása ugyancsak megtörtént.

Nagyfrekvenciás szigetelők nyersanyagai

MATTYASOVSKY LÁSZLÓ

Nagyfrekvenciás áramkör szigetelésére a közszerű, földpáttal készült porcelán nem felel meg, mert a nagyfrekvenciás nagyfeszültségű erőter a porcelánt nagy dielektromos vesztesége miatt megmelegíti és átüti; a híradástechnikában használt gyenge áramok pedig túlzottan meggyengülnek a porcelánszigetelés révén.

A porcelán nagy dielektromos veszteségét az üveges alapanyagában lévő, lazán kötött alkáli-ionok okozzák. Ha a porcelán alkáli-ionjai nem üveges kötésben szerepelnek, hanem erős kristályrácsba épülnek, akkor kitűnő szigetelést is elérhetnének velük. Erre példa a csillám, nagy alkálitartalma ellenére is egyike a legjobb nagyfrekvenciás szigetelőanyagoknak. A porcelánban lévő alkáliákat azonban nem tudjuk kristályrácsba kényszeríteni, ezért ezúton nem csökkenthetjük dielektromos veszteségét. A dielektromos veszteséget azáltal csökkenthetjük, ha a porcelán alkálitartalmát részben vagy egészben földalkáliakkal helyettesítjük. A két vegyértékű ionok az üvegben két oxigénhez, és ezek közvetítésével két szilíciumhoz kötve, ezért üveges állapotban is csekély a mozgási lehetőségük. Dielektromos veszteséget alig okoznak. Az alkáliszegény, de földkáldús porcelán példája a szovjet *rádióporcelán* és *ultraporcelán*, valamint az amerikai *Westinghouse-porcelán*. Ezek a porcelánféleségek a szokásos porcelángyári technológiával kitűnően formálhatók: alkalmazási területük azonban szűk, mert égetéskor hirtelen lágyulnak. A lágyulás oka, hogy a földalkáli-szilíciumdioxid-alumíniumoxid-rendszerben keletkező üveges olvadékok viszkozitása csekély. A porcelánban mintegy 80% üveges olvadék keletkezik. E nehézség miatt csak akkor alkalmazzák a földalkáli-porcelánt, ha kis dielektromos veszteség mellett különösen jól megmunkált egyenletes anyagot akarnak elérni, és ha a gyártandó szigetelő alakja olyan, hogy tűzbeni lágyulás nem veszélyezteteti. Példaképpen a nagyfrekvenciás rétegellenállások porcelánját említhetjük.

Nagyfrekvenciás szigetelők gyártására túlnyomórészt a 80–85% magnéziummetaszilikát alapanyagú masszákat használják. E szigetelőket *szteatit-szigetelő*knak nevezzük, mert régebben fő-

ként szteatitból (zsírkőből) faragtak és égettek magnézium-metaszilikát alapanyagú kerámiákat.

Al_2O_3 -tartalmuk csekély, ezért kevés üveges olvadék (mintegy 30%) keletkezik bennük és égetéskor nem torzulnak.

A korszerű szteatit-szigetelő finoman őrölt, esetleg részben előégetett talkumból készül, fő adalékként kb. 10% képlékeny agyagot és 5–10% $BaCO_3$ -ot adnak hozzá. A nyersanyag kémiai összetétele, fizikai tulajdonságai döntően befolyásolja az alkalmazható gyártástechnológiát és a szigetelő minőségét. Az alábbiakban azt tárgyaljuk meg, hogy a nyersanyag és a gyártástechnológia miképpen befolyásolják a szigetelő dielektromos veszteségét és elektromos átütési szilárdságát. Azt, hogy a talkum fizikai tulajdonságai és az adalékok minősége hogyan befolyásolják a massa formálhatóságát, az Építőanyagipari Kutató Intézet folyamatban levő kutatási munkája hivatott felderíteni. Ezt a folyamatban levő munkát a soronkövetkező előadásban György István kartárs fogja ismertetni.

A szigetelőanyag polározhatósága és dielektromos vesztesége

Villamos erőter hatására a szigetelőanyag részecskéi polárosodnak. Polárosodásuk révén a szigetelő fémfegyverzetében elektromos töltéseket kötnek meg. Ha a szigetelőt eltávolítjuk és vákuummal helyettesítjük, akkor is köt le elektromos töltést az erőter a két fegyverzeten, de kevesebbet, mint amikor a szilárd szigetelőanyag volt közöttük. A fémfegyverzet kapacitása tehát nagyobb, ha szigetelőanyag van a fegyverzetek között, mintha vákuum volna közöttük. A két kapacitás aránya a szigetelőanyag polározhatóságára jellemző szám, dielektromos állandónak vagy dielektromos tényezőnek nevezzük és epszilonnal (ϵ) jelöljük.

A dielektromos veszteség két tényezőtől tevődik össze. Az egyiket a szigetelőanyag vezetőképesége okozza. A keramikus szigetelőanyagok vezetőképeségét mozgékony ionjai, elsősorban az alkáli-ionok okozzák. Az ionos vezetőképeség a hőmérséklet növekedésével exponenciálisan növekszik. A porcelán kb. 460 °C, a szteatit kb. 640 °C felett gyakorlatilag szigetelőanyagként már

nem használható, mert fajlagos ellenállása kisebb, mint 10^6 ohm/cm²/cm. Szobahőmérsékleten ellenállásuk 10^{12} ohm/cm²/cm nagyságrendű.

A dielektromos veszteségnek az ohmos vezetés okozta tényezője a frekvenciától független, és nagyfrekvenciás erőterben a másik tényező mellett mindaddig, amíg a szigetelő nem melegszik meg, eltörpül.

A dielektromos veszteségnek másik tényezője váltakozó áramkörben lép fel, nagysága a változó áram frekvenciájától függ. Váltakozó erőter hatására a dielektrikumban keletkező polarizáció előjelét minden félperiódus alkalmával megváltoztatja. Ez az át-polarizálódás azonban időbe telik: a feszültség megszűnte után még marad villamos töltés a dielektrikumban. Ennek a töltésnek a kiegyenlítése a következő félperiódusban villamosenergiát fogyaszt és hőt termel.

A teljes dielektromos veszteséget az alábbi képlettel szoktuk felírni:

$$N = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2 \cdot C_1 \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta$$

A képletben N = a hővé alakuló villamosenergiát jelzi,

f = az erőter másodpercenkénti rezgéseinek száma,

U = a feszültség,

$C_1 \cdot \varepsilon$ = a szigetelő kapacitása,

C_1 = a szigetelővel egyező méretű és alakú vákuumban elhelyezett rendszer kapacitása,

ε = a szigetelőanyag dielektromos tényezője,

$\operatorname{tg} \delta$ = a veszteségi tényező,

$\varepsilon \operatorname{tg} \delta$ = veszteségi szám,

$\delta = 90^\circ - \varphi$ = a töltőáram és a feszültség fáziseltérésének szöge.

A nagyfrekvenciás szigetelőanyag minőségét a veszteségi szám fejezi ki. A veszteségi szám alakulását a két tényező vizsgálatával elemezzük.

A dielektromos tényező és a veszteségi tényező

A porcelán és a szteatit dielektromos tényezője szobahőmérsékleten egyformán 5—7,5 közötti. A hőmérsékletüket 100°C -kal növelve, a porcelán dielektromos tényezője 3—7 egységgel, a szteatit 0,8—1,2 egységgel növekszik. A frekvencia növelésével a dielektromos tényező csökken. Arról már szólottunk, hogy a dielektromos tényező a szigetelőanyag polarizálhatóságára jellemző szám.

A polarizációt a következő jelenségekkel magyarázhatjuk:

a) Az elektromos erőter hatására az elektronok az atomon belül tolnak el. A polarizációnak ez a módja igen gyors, nagyságrendje a fény frekvenciájával egyező, 10^{14} — 10^{15} mp nagyságrendű.

b) Az elektronok az ionon belül tolnak el. Az eltolódás sebessége 10^{12} — 10^{13} mp nagyságrendű.

c) Heteopolaris kristályokban az ionok eltolódása is okoz polarizációt, eltolódásuk sebessége 10^{10} — 10^{13} mp nagyságrendű.

d) A szigetelőanyagban levő erősen, szinte elasztikusan kötött állandó dipoloknak az erőter hatására bekövetkező elmozdulása is polározza a dielektrikumot. Ezen elmozdulás sebessége is 10^{10} — 10^{13} mp nagyságrendű.

Az a — d -ig felsorolt polarizációs jelenségek által létrehozott dielektromos állandó hőmérséklettől független. Sebességük nagyságrendekkel meghaladja a hőmozgást és a rádiótechnikában használt frekvenciákat. Ezért rádiófrekvencián a frekvenciától független dielektromos tényezőt eredményeznek, és dielektromos veszteséget nem okoznak.

Az elektronok okozta polarizáció, illetve az általuk eredményezett dielektromos állandó értéke gyakorlati mérésekkel alátámasztott számítások szerint a szigetelőanyag fénytörésmutatója négyzetével egyenlő.

e) Ha a szigetelőanyagban gyengén kötött állandó dipolok vannak, akkor azok az elektromos erőter hatására az erőter irányába igyekeznek fordulni. Mozgásukat viszkózus folyadékban forgó gömbökéhez hasonlíthatjuk. A rádiótechnikában alkalmazott frekvenciákhoz képest lassúak, ezért a polarizációnak ez a fajtája a frekvencia növekedésével csökken. A részecskék hőmozgása az állandó dipolok dezorientálására törekszik, ezért növekvő hőmérsékleten a gyengén kötött dipolok okozta polarizáció csökkenésére számíthatunk. A polarizációnak ez a fajtája dielektromos veszteséggel jár. Ha a hőmozgás frekvenciája és az erőter frekvenciája egyenlőek, akkor rezonanciajelenségek lépnek fel.

f) A porcelán és a szteatit esetén legkárosabb polarizációs jelenség a gyengén kötött ionok okozta polarizáció. Az alkáli-ionok elhelyezkedését úgy képzelhetjük, hogy az alkáli-ionok helyén az üveg térháló szerkezete megszakad, az alkáli-ion a hozzá tartozó oxigénnel együtt ingaszerű lengésekre képes. Az elektromos erőter hatására elmozdulásuk nem pillanatszerűleg áll be, ehhez az erőter hatása nem elegendő. Elmozdulásukat a hőmozgás okozza, az erőter befolyásolja azonban elhelyezkedésüket és ezzel polározza a szigetelőanyagot. A polározásnak ez a módja lassú, ezért nagy dielektromos veszteséggel jár. A hőmérséklet fokozásával fokozódik a részecskék mozgékony-sága, tehát növekszik a dielektromos tényező és a dielektromos veszteségi tényező is. A frekvencia növekedésével mindkettő csökken, a jelenség lomhasága miatt.

E polarizációs jelenségek sebessége 10^2 — 10^7 mp nagyságrendű, tehát hasonló a rádiótechnikában alkalmazott frekvenciákhoz. Rezonancia esetén a veszteségi tényezőnek görbéje maximumot ér el, ugyanakkor csökken a dielektromos tényező.

g) A lazán kötött ionok nemesak egy pont körül, hanem tágasabb, de a térben mégis korlátozott területen is mozoghatnak. Az elektromos erőter hatására ez a rendezetlen mozgás is rendezetté válik és polarizációt okoz. E polarizáció

okozta dielektromos tényező és dielektromos veszteségi tényező is növekszenek a hőmérséklet fokozásakor, de csökkennek a frekvencia fokozásakor. A lazán kötött ionok kristályokban gyakran szennyezésekből erednek vagy a kristályrács hibás, torzult helyein fordulnak elő.

h) Makroszkópikus szennyezések, zárványok is előidézhetnek hasonló jelenségeket. Különösen veszélyesek a makroszkópikus légzárványok, mert a bennük levő gáz — különösen, ha a nyomás kicsiny — az erőtér hatására ionizálódik, és ionos állapotban nagy dielektromos veszteséget okoz.

Ha a zárvány dielektromos tényezője eltér a környezetétől, akkor a határfelületen a feszültség hatására töltések jelennek meg. Ezeknek a szigetelőanyagon át való vándorlása időbe telik, és veszteségeket okoz.

Jól vezető vagy nagy dielektromos állandójú zárványok különösen károsak. Nagyon károsak a pórusok. A külső légtérrel közlekedő finom pórusokban cseppfolyós víz kondenzálódik már akkor is, ha a külső légtér relatív nedvességtartalma csak 60—70%, mert a pórusok falának kicsiny görbületi sugara a felületi feszültség következtében csökkenti a lecsapódó víz gőznyomását. A víz poláros molekulákból áll, dielektromos állandója 80, vezetőképessége is nagy: ezért fokozza nagyon a veszteséget.

A kerámiai szigetelőanyag vezetőképessége

Az üveg és a kerámiai szigetelőanyagok közönséges hőmérsékleten csekély, de mérhető, magas hőmérsékleten jelentős vezetőképességét a bennük levő alkáli-ionok okozzák. A jelenségre a Faraday-féle elektrolízis-törvény érvényes. Az ionvándorlás arányos az árammal. Hosszas elektrolízissel az alkáli-ionoknak a katódon való dúsulását észlelhetjük. Az a kísérlet is sikerül, hogy az anódról kationokat vándoroltassunk az üvegbe.

A kísérletek azt mutatják, hogy a Na^+ mozgékonyabb, mint a K^+ , a Li^+ pedig a Na^+ -nál is mozgékonyabb. A vezetőképesség, a porcelánban levő csekély alkáli-ion koncentráció határokra belül arányos az alkáli-ion koncentrációjával, ha csak egyféle alkáli-ion szerepel. Nagyobb, a porcelánban nem, de ipari üvegekben előforduló alkáli-ion koncentráció mellett a vezetőképesség az üveg szerkezetének meglazulása miatt gyorsabban növekszik, mint azt az ionkoncentráció alapján várhatnók.

Ha a K^+ -ionoknak csak egy részét helyettesítjük Na^+ -ionokkal, akkor a vegyes ionokat tartalmazó üveg vezetőképessége kisebb, mint a csupán egyféle iont tartalmazó üvegé volt. Ezt azzal magyarázzuk, hogy a két ion eltérő mérete miatt egyik ionféleség akadályozza a másiknak a mozgását. Még nagyobb fojtóhatást észleltünk, ha kétvegyértékű földalkáliákat adtak az üveghez. Földalkáliákkal túltelített üvegekben az alkáli-ionok mozgékonyasága nagymértékben csökken. A földalkáliák fojtóhatása atomsúlyuk, illetve ionrádiuszuk növelésével növekszik.

Kis mennyiségben adagolt nehézfém-ionok még nagyobb fojtóhatást gyakorolnak.

Ezekből a megfigyelésekből azt a gyakorlati szabályt szűrhetjük le, hogy amíg a kristályos szigetelők vezetőképességét a szennyezések fokozzák, azáltal, hogy torzítják a kristályrácsot vagy vándorlásképes ionokat adnak, addig az üveges szigetelők vezetőképességét az adalékok fojtóhatásuk révén gyakran jelentősen csökkentik.

Vezetést okoznak a vegyértékváltó ionok pl. $\text{Fe}^{++} \rightarrow \text{Fe}^{+++}$ vagy $\text{Ti}^{+++} \rightarrow \text{Ti}^{++++}$ átalakulásai is.

A kerámiai anyagok átütési szilárdsága

Ha nem tekintjük a hirtelen lökőfeszültség okozta roncsoló hatást — mert ez a zárttéri szigetelőknél nem fordul elő — akkor a kerámiai szigetelőanyag átütése tisztán hőátütés. Amint a nagyfeszültség hatására megindul csekély áram melegíteni kezdi a szigetelőanyagot, ellenállása a hőmérséklet növelésével exponenciálisan csökken. A csökkenő ellenálláson egyre több áram folyik, a hatás halmozódik és ha elég nagy a feszültség, akkor rohamosan fokozódó helyi jelenséggé válva átütö a szigetelőt. Az átütés helyén üveggel telt vékony olvadákesatornát találunk.

A jelenségnek az szab határt, ha a szigetelőanyag a belsejében keletkező hőt el tudja vezetni. Ha a feszültség nem túlnagy, és a hűtés elegendő, akkor kisebb-nagyobb fokú felmelegedés után egyensúlyi állapot következik be, és a feszültség nem üti át a szigetelőt. A hűtés annál hatásosabb, minél vékonyabb a szigetelőtest fala. Az átütő feszültség értékét tehát helytelenül adjuk meg kV/mm értékben, mert értéke nem fajlagos adat, csak azonos falvastagság esetén alkalmas a szigetelőanyagok egymásközti összehasonlítására.

A gyakorlatban az átütés a szigetelőanyagok makroszkópikusan hibás, inhomogén részein szokott bekövetkezni. Leggyakrabban az történik, hogy zárt üregekben ionizált levegő nagy dielektromos vesztesége melegíti az üreg falait képező szigetelőanyagot annyira, hogy a hőátütés fokozatosan megindul. Nagyfrekvenciás erőtérben ez a veszély fokozott és fokozza az is, ha a dielektromos veszteség az egész szigetelőanyagot melegíti.

A nagyfrekvenciás szteatitszigetelők nyersanyagára vonatkozólag a fentiek alapján az alábbi követelményeket rögzíthetjük.

A talkum kémia összetétele:

A kémiai elemzéssel a K_2O , Na_2O , FeO , CaO , Al_2O_3 szennyezéseket mutatjuk ki.

Ezek közül legkárosabbak az alkáliák. Nem elégedhetünk meg a két alkálioxid együttes meghatározásával, mert a kettő minőségétől és arányától is függ a hatásuk. Külföldi szteatitgyártmányokban 0,03—0,14% Na_2O és 0,14—0,43% K_2O -t mutatnak az elemzések. Ezeket az adatokat határértékként fogadhatjuk el.

A vasszenyezés káros, ha szemcsés, mert vezetéképes inhomogenitásokat, foltokat okoz, ezzel az átütési feszültséget csökkenti és a dielektromos veszteséget fokozza. A finoman elosztott vas szerepe tisztázatlan: folyamatban levő kísérleteinkkel vizsgáljuk meg, hogy fojtóhatása vagy káros hatása túlnyomó-e? Nagy mennyiségű FeO feltétlenül káros. Gyakorlati irányértéket nyújt a göpfersgrüni talkum 1–2% FeO-tartalma. Általában a vasmentes, tiszta talkumok nagykristályúak, nem képlékenyek, míg a jól formálható talkumféleségekben nagyobb vastartalommal kell számolnunk. A képlékenység érdekében kell engedményt tennünk.

Az Al_2O_3 -tartalom tűrhető határát is a képlékenységgel kapcsolatban kell eldönteni. A massa összes Al_2O_3 -tartalma nem emelkedhet mintegy 8% fölé, mert akkor égetéskor meglágyul a gyártmány, biztonságos égetést 4% körüli Al_2O_3 -al érünk el. Ha a talkum képlékeny, akkor több Al_2O_3 -at tűrhetünk benne, és kevesebb agyagot kell csak a masszához kevernünk; ha a talkum sovány, akkor nem tűrhetünk benne legfeljebb 1% Al_2O_3 -at. A természetben a képlékeny talkumokban több Al_2O_3 -ra kell számítanunk, mint a nagykristályos, sovány talkumféleségekben.

A CaO szerepe bonyolult. Külföldi szteatitminták 0,6–1,0% CaO-t tartalmaznak. Tapasztalat szerint a képlékeny talkumféleségekben kevesebb a CaO, mint a kevésbé képlékenyekben. Feltehető, hogy ez azzal függ össze, hogy a CaO tremolitos talkumokban gyakori. A szteatitszigetelő veszteségi tényezőjét nem rontja a CaO, de kedvezőtlenül befolyásolja tűzbeni viselkedését.

Az adalékok kémiai összetétele és szerepe

Az agyag feladata, hogy a massa megmunkálhatóságát képlékenysége révén javítsa. Ezért lehetőleg képlékeny, de csak kevés alkáliát tartalmazó agyagot használnak. A fő adalék rendszerint tűzálló kaolinit típusú agyag, amelynek kötőképességét montmorillonit-adagolással is fokozzák. Az agyagok lehetőleg alkáliamentesek legyenek: a montmorillonitot azonban kötőképességének fokozására rendszerint Na-montmorillonittá alakítva alkalmazzák. 2–5% montmorillonithoz adagolt legfeljebb 1% Na_2O a massa Na_2O -tartalmát legfeljebb 0,05%-al emeli, ez a dielektromos veszteségi tényező romlásában már jelentkezik ugyan, de a képlékenység érdekében gyakran megtűrjük.

Az agyag további szerepe, hogy üveges fázist képezve gátolja a magnéziummetaszilikát-kristályok túlzott növekedését.

A földalkáli-adalék feladata, hogy a keletkező üveges fázisban az alkáliák mozgékonyosságát fojtóhatása révén csökkentsék. További szerepe, hogy a talkum 3 MgO.4SiO₂.H₂O képletéből a MgO.SiO kristálycsodása után felszabaduló SiO₂-t és az agyagból felszabaduló SiO₂-t megkösse. Ezenfelül feladata, hogy a képződő üveges fázis a magnézium-

ziummetaszilikát-kristályok túlzott növekedését akadályozza.

Ezekre a feladatokra legjobban a BaO vált be. Atomsúlya és ionrádiusza a földalkálifémek között a legnagyobb, ezért fojtóhatása a legerősebb. A magnéziumszilikát kristályrácsába nem lép be, mert ionrádiusza nagy (1,35, a Mg-é 0,65). SiO₂-vel és Al₂O₃-al képzett üveges olvadéka viszkozusabb mint a többi földalkálioxidé, ezért kisebb a torzulási veszély, és jobban korlátozza a magnéziumszilikát-kristályok növekedését. A masszához BaCO₃ alakjában adagolják.

A MgO fojtóhatása nagyobb felesleg esetén jelentkezik, de akkor hatásos. A MgO beépül a metaszilikát kristályrácsba, de ott nem idegen anyag. A vele készült szigetelők veszteségi tényezője ezért nagyon kicsiny. MgO-al készültek a Calan szigetelők. A Calan gyártását különféle nehézségek miatt megszüntették. A nehézségeket az okozta, hogy az üveges olvadék viszkozitása kicsiny volt és a kristályok nagyra nőttek.

A CaO ionrádiusza 0,99, ha a klinoensztatit kristályrácsba beépül, akkor torzítja azt. Fojtóhatása jó, de az üveges olvadék viszkozitását nagyon csökkenti, és ezzel a túlégetésre érzékenyebbé teszi a szigetelőket.

A technológia befolyása a szteatitszigetelő minőségére

A talkum őrlésfinomsága

Minél finomabban őrljük a talkumos masszát, annál homogénabbá válik a szigetelő. A homogenitás révén dielektromos tényezője kis mértékben, veszteségi tényezője nagy mértékben csökken. Az átütési szilárdságot a homogenitás közvetlenül is, de a dielektromos veszteség csökkenése révén is növeli. Az őrlésfinomság növelése a megmunkálhatóságot is javítja, amennyiben legalább a nagyon nagy talkumpikkelyeket aprítja. A Bios adatok szerint Németországban 40–60 órás őrlés volt szokásos. A német talkumnál durvább osztrák talkumnál dr. Albert János és munkatársai 70–72 órás optimális őrlési időt állapítottak meg. A Kőbányai Porcelángyárban energiamegtakarítás céljából alig néhány órára csökkentették a talkum őrlését, de ez a sajtolhatóságot és az átütési szilárdságot nagymértékben rontotta. A folyó év nyarán 46 órára emeltük és ez év végén új malom üzembeállításával 70 órára állítjuk vissza az őrlési időt.

A talkum előégetése

Külföldi technológia szerint a talkum egy részének előégetése szokásos. Előégetés után nem pikkelyes már az anyag és jobban őrlődik. Képlékeny talkummasszák zsugorodását az anyag egy részének előégetése csökkenti, sovány osztrák talkummal készült sajtolómasszánk zsugorodását azonban növeli, és megmunkálhatóságát is rontja. A zsugorodás növekedése és a megmunkálhatóság romlása kb. 30% égetett anyag adagolásáig nem jelentős, ezért az égetett hulladék feldolgozására ilyen arányig tűrhető az adagolás. Ezzel 30% tal-

kummetakarítást lehet elérni: a talkum külön előégetése sajtolómassza készítésére, osztrák talkum használata esetén káros és felesleges.

Az előégetett talkumot Németországban részben magnezitből és kvarcból égetett frittel is pótolják. Hazai viszonylatban a dolomitből és kvarcból készült fritt áll kísérletezés alatt.

Egy 1950. évi amerikai szabadalom azt ajánlja, hogy a $BaCO_3$ -at a talkum egy részével fritteljük össze. A magas hőmérsékleten készült frittet pedig 10 mikron maximális szemmagyságúvá őrölve adagolják („atomizálják“). Ezzel állítólag a veszteségi tényezőt sikerült csökkenteni. Nálunk egy újítási javaslat során ennek egy egyszerűsített formáját néhány hónapon át kipróbálták: a $BaCO_3$ -ot durván keverték a talkumhoz, alacsony hőmérsékleten lazán összesülő pogácsákká égették és ezután dobmalomban kb. 100 mikron szemmagyságúvá őrölték. A módszer nem vált be, mert az eljárás lényegét, a homogenizálást nem valósította meg.

A formálási technológia

A formálási technológia rontja a nagyfrekvenciás szigetelő dielektromos veszteségét és főleg átütési szilárdságát, ha nem biztosít pórusmentes, egyenletes struktúrát. A formálási technológia részleteire ehelyütt nem térünk ki, a lényeges az, hogy sajtolással nem érünk el olyan egyenletes szerkezetet mint korongolással, szalagpréssel vagy öntéssel. A talkum szemcsemagysága és képlékenysége befolyásolja megmunkálhatóságát és azt, hogy alkalmas-e egyáltalában a plasztikus formálásra. Ezirányban megkezdett rendszeres vizsgálataink tervének ismertetése a következő előadás tárgyát képezik.

E helyütt is hangsúlyozzuk, hogy a jó formál-

hatóság a talkum legfontosabb tulajdonsága, mert kevés lelőhely anyaga, és a jó lelőhelyek anyagának is csak csekély hányada felel meg az e tekintetben támasztandó fokozott követelményeknek.

Az égetési technológia

Az égetési technológia olyan legyen, hogy a szigetelő lehető legnagyobb homogenitását biztosítsa. Az első követelmény, hogy a szigetelő tömörre égjen, nyílt pórusai ne legyenek. Ezt a követelményt a sajtolt szigetelők nem elégítik ki teljes mértékben, de ezeknek sem lehet 0,1%-nál nagyobb vízfelvevőképességük. Zárt pórus is lehetőleg kevés legyen a szigetelőanyag belsejében, különösen a kiégett szerves anyagok helyén maradó üregek, vagy a kénes kemenceatmoszférában helytelenül vezetett égetés következtében keletkező felfúvódások veszélyeztetik a szigetelő minőségét. 1000 C°-nál az oxidálást, 1200 C° felett a redukálást szigorúan meg kell tartani.

Az égetési hőmérséklet ne legyen magasabb, mint az anyag tömörre égetéséhez okvetlenül szükséges, és a csúshőmérsékletet csak rövid ideig tartjuk. Hosszabb vagy erősebb égetéskor nagy kristályok keletkeznek, ezzel a szigetelő mechanikai szilárdsága is romlik, de az inhomogenitások miatt elektromos tulajdonságai is romlanak.

A masszát célszerűen úgy állítjuk be, hogy SK 9—SK 13 között tömörödjék és ne legyen szükséges SK 14, vagy még erősebb égetés. A tömörre égést főleg az Al_2O_3 és a $BaCO_3$ -tartalom növelésével érjük el. SK 14-en vagy még erősebben égetett szteatitban igen nagyok a magnéziummetaszilikát-kristályok.

Az égetett szigetelők anyagának részletes kristallografiai vizsgálata is a még folyamatban levő kutatások témája.

A szulfátvízüveggel történő üveglvasztás

LŐCSEI BÉLA

Bevezetőül arra szeretnék rámutatni, hogy miért is foglalkozott Intézetünk szulfátvízüveges üveglvasztással. Mindannyiunk előtt ismeretes, hogy az üvegipar szódával való ellátása időnként nehézséget okoz. A teljes egészében csak importból fedezhető szódaszükséglet egy részét szulfáttal kell helyettesíteni, mely más iparágak melléktermékeként áll rendelkezésünkre. Ezen a téren az ipar ért is már el jelentős eredményeket. A Sajószentpéteri Üveggyár a múlt év folyamán előbb a konzervüveg alkáloxid szükségletének egyharmadát, majd felét vitte be keverékébe nátriumszulfát segítségével. A Miskolci Üveggyár is nagymennyiségű szulfáttal olvaszt. Zöldüveg előállításához gyáraink már egyáltalán nem használnak szodát.

A fokozottabb szulfátmennyiség alkalmazásával jelentkeztek azonban a velejáró technikai nehézségek is. Olvasztási zavarok, szulfát alkal-

mazására visszavezethető üveghibák léptek fel. A szulfátos olvasztás hátrányainak részletes ismertetése túlságosan hosszadalmas lenne. Csak annyit említek meg, hogy ezek miatt kellett a Sajószentpéteri Üveggyárnak visszatérnie az említett üveg esetében tisztán nátriumkarbonátos keverékre. Erre vezethető vissza, hogy más területen sem tudjuk emelni az üveg alapanyagok szulfát-tartalmát.

A szulfátból előállított vízüveg a nátriumszulfát felhasználásának közvetett útja. Többen javasolták már ennek az alkalmazását, hogy kiküszöbölhetők legyenek azok a nehézségek, melyek a szulfát közvetlen felhasználásával járnak, illetve csak a vízüveg előállításra korlátozódjanak. Ez a probléma nem csak nálunk jelentkezik. Nagymennyiségű szulfátot használ a Szovjetunió és Németország üvegipara is. A Szovjetunió jóminőségű szulfátelőfordulásokkal rendelkezik, me-

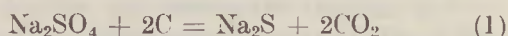
lyeknek hasznosítása komoly népgazdasági feladat számukra is.

Mielőtt az eddig lefolytatott kül- és belföldi kísérletek ismertetéséhez kezdenék, összefoglalom a szulfátolvasztás mechanizmusát. Nátriumszulfáttal folytatott üvegolvasztás közben a következő három jellemző folyamat játszódik le:

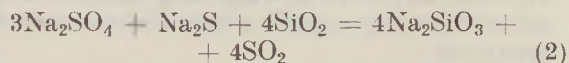
1. nátriumszulfát termikus bomlása,
2. a redukáló szén és kemenceatmoszféra következtében végbemenő redukció,
3. nátriumszulfid és nátriumszulfát szilikátképződési reakciója szilíciumdioxid jelenlétében, szilárd és olvadákfázisban.

A nátriumszulfát termikus bomlása 1350 °C felett kezdődik, de csak 1450 °C felett válik határozottá. Ez is indokolja tehát a nagyobb olvasztási hőfokot, mely szükséges a szulfátolvasztáshoz. Természetes ugyanis, hogy a bomlás meggyorsítja a szilikátképződést.

A redukció különböző kutatók szerint 6—700 °C között indul meg. Saját vizsgálataink is kimutatnak már 600 °C körül redukciót, ez azonban kismértékű, a reagált anyag mennyisége 1% körül van. Technikai szempontból jelentős mértékűvé csak 780 °C felett válik. Szilíciumdioxid jelenléte ezt a reakciót elősegíti, ebben az esetben már 750 °C-on is nagy sebességgel halad a redukció. A folyamat menete a legutóbbi vizsgálatok szerint a következő:



A nátriumszulfid és szulfát reakciója szilíciumdioxiddal viszont a következő módon játszódik le:



Nem kell tehát a teljes szulfátmennyiséget redukálni, mert a (2) reakció értelmében a homok feltáródásához nagyobb mennyiségű redukálatlan nátriumszulfát szükséges. A gyakorlatban kialakult 6—7%-os redukálószén adagolás nem felel meg az elméleti mennyiségnek; befolyásolja a szénnek a keverékből való kiegészése, továbbá a kemenceatmoszféra redukáló volta. Olvasztás folyamán rendszerint kismértékű túlredukció lép fel. Helyes lángvezetés mellett, ha a nátriumszulfid felesleg csak kevés, a tisztulótér elején, oxidáció következtében keletkező nátriumszulfáttal lejátszódik a (2) reakció értelmében a szilikátképződés.

A Deutsche Glastechnische Gesellschaft 1952-ben nátriumszulfát-kérdéssel kapcsolatban kiadott közleményében évtizedek tapasztalatainak alapján azt a megállapítást közli, hogy a felhasználási lehetőség igen korlátozott. Felemlíti többek között, hogy ma csak szóda beszerzési nehézségek esetén szabad a gyorsabb kemenceelhasználódást és a nagyobb fűtőanyagszükségletet figyelmen kívül hagyni. Olvasztási nehézségek, üveghibák járnak a közlemény szerint is a szulfátolvasztással. A kizáró okok között említik a szulfát okozta elszíneződést is. A végső következtetés körülbelül az, hogy szabad választási lehetőség esetén, feltétlenül a szóda mellett kell dönteni.

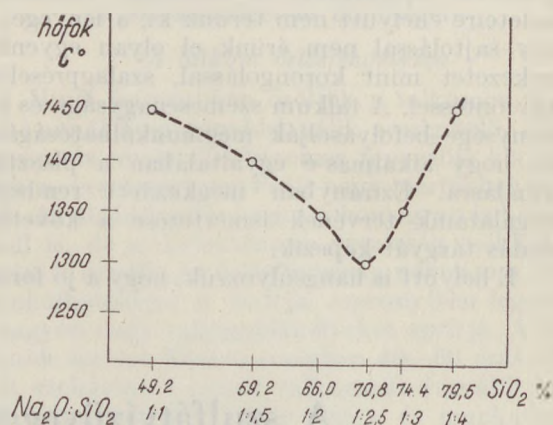
A szulfátolvasztási viszonyokat figyelembe véve, természetesen tehát a zavartalanabb felhasználási mód kialakítására irányuló törekvés, amelynek egyik módja a szulfátvízűveg alkalmazása.

Ezek a nehézségek első ízben a szovjet kutatók figyelmét irányították az alkáli-szilikát üveg előállítására, hogy ebben a formában adagolva, jól kezelhető alapanyagkeveréket kapjanak.

Kitajgorodszkij eredményes kísérletekéről számolt be. Szerinte nátriumszilikát előnyösen alkalmazható az üveg teljes nátriumoxid szükségletének fedezésére is. A Szovjetunióban lefolytatott üzemi kísérlet eredménye viszont nem egyezik *Kitajgorodszkij* megállapításaival. *Szokolszkij* és *Osztapenko* által leírt üzemi kísérlet azt eredményezte, hogy csak az alkálioxid 30%-át lehet ezzel a módszerrel biztosítani.

Hazai viszonylatban, Tokodon *Makóczy Jenő* folytatott le ilyen irányú üzemi kísérletet. A tapasztalati eredmények lényege az, hogy csak az üveg alkálioxid tartalmának 50%-át tartja szulfátvízűveg formájában adagolhatónak.

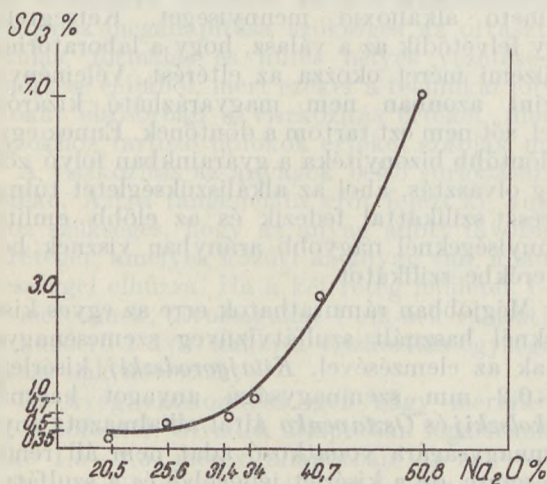
Az Építőanyagipari Kutató Intézetben 1953. áprilisa és 1954. márciusa között végeztünk szulfátvízűveg előállítási és felhasználási kísérleteket. Az eddig lefolytatott kísérletek alkalmával *Kitajgorodszkij*, továbbá *Szokolszkij* és *Osztapenko* 1 : 2,5, illetve *Makóczy* 1 : 3 Na₂O : SiO₂ molekuláris arányú alkáliszilikát üveget használt. Előállítási szempontból, amint azt az 1. ábra is mu-



1. ábra

tatja, ezek az összetételek a legkedvezőbbek. Különösen az 1 : 2,5 arányú, amely a legalacsonyabb hőfokon szolgáltat szulfátvízűveget. Az ábráról leolvasható, hogy azonos mennyiségű anyag leolvasztása esetén milyen hőfokon keletkezik azonos idő alatt teljesen átolvadott üveg. Véleményem szerint a szulfátvízűveg gazdaságos felhasználhatósága szempontjából előnyös, ha kisebb mennyiségű anyagot kell ismét megolvasztanunk. Arra kell tehát törekednünk, hogy kisebb SiO₂ tartalmú vízűveget állítsunk elő, hogy a vízűveg lehűtésével járó hőenergiaveszteség minél kisebb legyen. Kísérleteink alapján megállapítható, hogy előállíthatunk 1 : 1 Na₂O : SiO₂ mol arányú alkáliszilikát üveget is. Meg kell azonban jegyezni, hogy a nátriumoxid tartalom növekedésével a szilikátképződés nehezebbé válik, amit a 2. ábrán azonos hőfokon leolvasztott különböző összetételű szulfátvízűvegek SO₃ tartalmával jellemzek.

Kísérleteink folyamán vizsgálat tárgyává tettem üvegeképződési sebesség szempontjából az 1 : 2,5 és az 1 : 1,5 $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2$ mol arányú szulfátvízűveget. Annak eldöntésére, hogy milyen mennyiségben vihető be alkáli-szilikáttal egy üveg alapanyagába nátriumoxid, sorozatolvasztásokat és félüzemi méretű olvasztásokat végeztünk. A sorozatolvasztásokat megközelítőleg 1 literes samott téglékben folytattuk le, a félüzemi kád-kemencékben 300 kg üveget olvasztottunk. Az



2. ábra

üzemi és kísérleti olvasztások parameter viszonyainak tisztázása érdekében is szükséges, hogy mielőbb megvalósuljanak a szulfátvízűveges üzemi kísérletek, mert ez kutatásunk eredményességét jelentősen emelni fogja.

A sorozatolvasztások lefolytatásának elve: egy paramétert változtattunk, a többi állandóra állítottuk be. Azonos mennyiségű üveget olvasztottunk minden kísérletnél, természetesen azonos volt az üveg összetétele is. Az olvasztási hőfok megfelelt az üzemi viszonyoknak. A Sajószentpéteri Üvegyár konzervüvegének összetételét választottuk kísérleteinkhez, és az üveget 1420°C -on olvasztottuk. Az olvasztási idő változott, 1/4, 1/2, 3/4, 1, 2, 3, 4, 5 órás olvasztási idő után vizsgáltuk az üvegeképződés és tisztulás állapotát. A kísérletek összehasonlító alapadatait az üveg szódás és nátriumsulfátos keverékének leolvasztása szolgáltatta. Ezeknek az olvasztásoknak az adataival vetettük egybe a szulfátvízűveget tartalmazó keverékek olvasztási sebességét és tisztulási viszonyait.

A szulfáttartalmú keverék 2 óra alatt olvadt meg teljesen, 4 óra múlva szulfátmentes volt az olvadék, de 5 óra alatt sem tisztult ki teljesen. A szódás keverék 3/4 óra alatt olvadt meg a kísérleti körülmények között. Kizárólag szulfátvízűveg formájában adagolva a keverék alkálioxid tartalmát, az előzőkhöz azonos körülmények között, szintén 3/4 óra alatt kaptunk átolvadást, homokszemesét nem tartalmazó üveget, viszont a 3 órás olvasztás már gyakorlatilag buborékmentes üveget eredményezett. Szódás keveréknél ugyanez az állapot 5 óra alatt következett be.

1 : 2,5 és 1 : 1,5 $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2$ molarányú vízűvegek egyformán viselkednek.

Reakció sebesség szempontjából a négy olvasztás kiértékelése a következő:

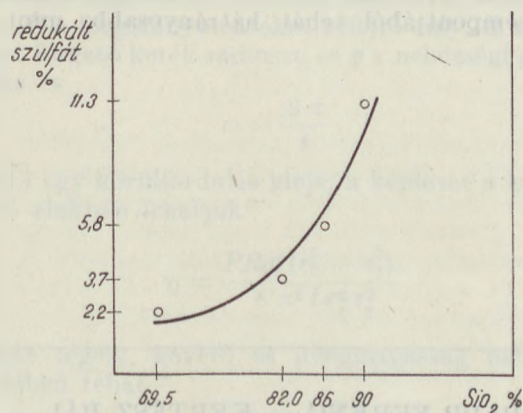
A szulfátos keverék olvasztási időtartama 2,6-szerese a szulfátvízűvegeseknek. A szulfátvízűveges és szódás olvasztás üvegeképződési sebessége azonos, viszont a tisztulási sebesség a szulfátvízűvegeseknél két órával rövidebb. Ezek az olvasztások relatív összehasonlító adatokat szolgáltatnak, melyekből egyelőre csak minőségi következtetéseket vonhatunk le, mennyiségét azért nem, mert nem ismerjük az üzemi paraméterek átszámítási faktorait, mivel nincsenek üzemi olvasztási eredményeink. A szódás és szulfátos keverékek olvasztási időtartama között mutatkozó nagy különbségnek az oka részben az, hogy az olvasztási hőfok kisebb, mint amilyen hőfokon a gyárak a szulfátos keveréket olvasztják, alacsonyabb hőmérsékleten az olvasztási különbség sokkal nagyobb. Befolyásolja ezeket az adatokat az olvasztás kis mérete is. A tisztulási sebességek között mutatkozó különbség arra mutat, hogy a szulfátvízűveg előállítására fordítandó hőenergia a kemencék olvasztási kapacitásának növekedésével egyenlítődhöz ki.

Mult év végén a kísérletek részeredményeit a Tudományos Akadémia Üvegalbizottságának ülésén már ismerttettem. A bizottság két kérdés tisztázását tartotta szükségesnek:

1. Szükséges-e a szulfátvízűveg olvasztását addig vezetni, amíg az üvegeképződés befejeződik, vagyis a homokmentes olvadék eléréséig?

2. Milyenek a homogenizálódási viszonyok abban az esetben, ha a szulfátvízűveg megolvasztása után azokat a komponenseket, melyek kiegészítik azt öblösüveg összetételre, közvetlenül az olvadékhoz adagoljuk?

Az első kérdésre vonatkozó adatot a 2. ábra is tartalmaz. Az alkáli szilikát üveg jól oldja a nátriumsulfidot és jóval nagyobb mértékben oldja mint a kereskedelmi üvegek. Ha az olvasz-



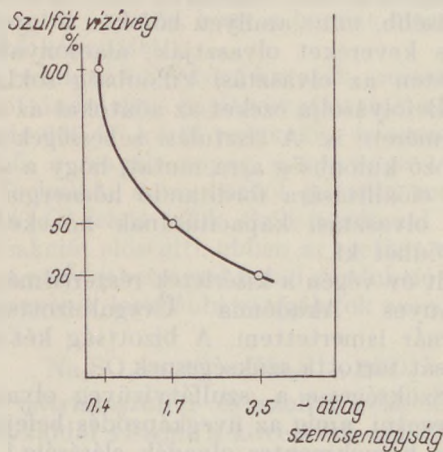
3. ábra

tást megszakítjuk, a reakcióelegyben, mely teljesen átolvadva még nincs, a feltárt homok mennyiségétől függően több-kevesebb Na_2S -t és Na_2SO_4 -et mutathatunk ki. Ez egyébként összhangban van (2) egyenlettel leírt reakciómechanizmussal. Ennek a reakciónak a sebessége tehát kisebb, mint a ki-

sebb nátriumoxid tartalmú alkáliszilikát üveg keletkezésének a sebessége.

A 3. ábrán a különböző alkáloxid tartalmú szulfátvízüvegek reakciósebességet tüntetem fel. Megállapítható tehát, hogy alapanyagoknak nem megfelelő az úgynevezett félig átolvasztott szulfátvízüveg. Ilyen anyag használata esetében nem szűnne meg a szulfáthólyagveszély, és nem lehetne elkerülni a redukáló lángvezetést. Nem küszöbölnének ki tehát a szulfát olvasztás hátrányait, hanem csak csökkentenénk azokat.

A második pontra vonatkozó megállapításokat úgy foglalhatom össze, hogy előre olvasztott alkáliszilikátra ráadagolva a kiegészítő kalcium-karbonát, dolomit és homok mennyiségét, elsősorban technikai nehézség lép fel. Az anyag annyira



4. ábra

felhabzik, hogy az lehetetlenné teszi az olvasztást. Ezt meg lehet szüntetni azért, hogy kalcium-karbonát helyett kalciumoxidot adagolunk. Ebben az esetben az olvasztási idő, az utolsó homokszemcsék eltűnésével jellemezve 1 óra, vagyis csak egy negyed órával hosszabb, mint a szódás olvasztásé. Viszont az üveg nem homogén csak 5–6 órás olvasztási idő után. Hőenergia szükséglet szempontjából tehát hátrányosabb, mint a

szilárd, aprított nátriumszilikáttal lefolytatott olvasztás.

Befejezésül még az eddig végzett kísérletek eredményének az összevetését és elemzését adom. Háromféle eredményt látunk tehát: *Kitajgorodszkij* és az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet üvegosztályának megállapítása szerint az üveg alkáloxid tartalma teljes egészében biztosítható szulfátvízüveggel. Ezzel ellentétben *Szokolszkij* és *Osztapenko* üzemkísérletük alapján 30%-ban, a *Makóczy* brigád pedig 50%-ban állapítja meg a bevihető alkáloxid mennyiségét. Kétségtelen, hogy felvetődik az a válasz, hogy a laboratóriumi és üzemi méret okozza az eltérést. Véleményem szerint azonban nem magyarázható kizárólag ezzel, sőt nem ezt tartom a döntőnek. Ennek egyik legdöntőbb bizonyítéka a gyárainkban folyó zöld-üveg olvasztás, ahol az alkáliszükségletet túlnyomórészt szilikáttal fedezik és az előbb említett mennyiségeknél nagyobb arányban visznek be a keverékbe szilikátot.

Mégjobban rámutathatók erre az egyes kísérleteknél használt szulfátvízüveg szemcsenagyságának az elemzésével. *Kitajgorodszkij* kísérleteihez 0,2 mm szemcsenagyságú anyagot használt. *Szokolszkij* és *Osztapenko* által alkalmazott anyag szemcsenagyságára vonatkozó adat nem áll rendelkezésemre, de a kísérlet jellegéből és a szulfátvízüveg előállításának módjából következtetve, mivel cserép pótlására használták, körülbelül 2–5 cm nagyságban használhatták.

Tokodon használt szulfátvízüveg szemcsenagysága 1/2–3 cm nagyságrendű volt. Mi 0,5–8 mm-es szemcsenagyságot használtunk és evvel értük el fenti eredményeinket. Ezt az aprítottságot viszont üzemi méretekben is biztosíthatjuk szárazgranulálással.

A végső ítéletet az üzemi kísérletek adják meg. A kutatási eredmények alapján lehetők látom, hogy olyan helyeken, ahol a gyengén zöldes színárnyalat nem akadály, eredményesen használhasuk szódapótlásra a szulfát vízüveget, ha szükséges, teljes mennyiségben is.

PAPP FERENC — KERTÉSZ PÁL — MEIZL ISTVÁN

K Ö Z E T H A T Á R O Z Ó

EGYETEMI TANKÖNYV

ÁRA : 33.50 Ft

KAPHATÓ:

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT SZAKÜZLETEIBEN

Üvegolvadékok viszkozitásának mérése

KNAPP OSZKÁR

A viszkozitás úgy elméleti, mint gyakorlati szempontból igen fontos anyagtulajdonság. Elméleti szempontból a viszkozitás értékei és azok változása felvilágosítást adnak a részecskék, ionok, atomok mozgására, a folyás aktiválási energiájának mértékére. Gyakorlati szempontból a viszkozitás értékeinek ismerete és a viszkozitás-hőfok görbéjének megállapítása szükséges az olvasztás, tisztulás, formálás és hűtés helyes vezetése és ellenőrzése céljából, mert ezeket a technikai folyamatokat elsősorban a viszkozitás értékei, illetve az azokhoz tartozó hőfokok értékei szabják meg.

A viszkozitás az anyagok belső súrlódásának mértéke. Azt a tangenciális erőt fejezi ki, amely ahhoz szükséges, hogy az anyag adott távolságú két rétegét, amelyek között az anyag van, állandó sebességgel elhúzza. Ha a két réteg felületét 1—1 cm² méretűnek, távolságukat 1 cm-nek választjuk és a húzóerő 1 dyn, akkor a viszkozitás egységnyi és poise-nak nevezzük.

Az üveg viszkozitása igen nagy mértékben függ a hőfoktól. Olvadék állapotban logaritmikusan értéke 1,5—2,5, merev állapotban 15-nél több. A két, olvadék és merev állapot közötti határt a lágyulási ponttal fejezzük ki, amely $\log \eta = 7,65$ poise-nak felel meg. A viszkozitás mérési módszerei is különfélék, aszerint, amint az üveg olvadék vagy megdermedt állapotban mérendő.

Üvegek viszkozitását több kutató mérte és munkájuk eredményeit a szakirodalom részletesen közölte, azok tehát rendelkezésünkre állanak. Hazai viszonylatban azonban ezideig nem végeztek viszkozitásméréseket üvegolvadékokkal. Ilyen irányú próbálkozások történtek ugyan egyik hazai kutatóintézetünkben, azok azonban mérési eredményeket nem szolgáltatottak.

Kísérleteink célja az volt, hogy a rendelkezésre álló lehetőségek mellett olyan viszkozimétert állítsunk össze, amely gyakorlatilag megbízható és reprodukálható értékeket szolgáltat és annak előnyeit és hátrányait megállapíthassuk.

Üvegolvadék viszkozitását többféle módszerrel lehet mérni. A módszer kiválasztása attól függ, hogy a mérendő üvegolvadék viszkozitását $\log \eta = 1,5—2,5$ poise vagy $\log \eta = 3—7$ poise között óhajtjuk megállapítani. Az előbbi esetben kétféle módszert dolgoztak ki, a golyóejtési és a filmhúzási eljárást.

A golyóejtési eljárás a Stokes—Ladenburg—Faxen képlet alkalmazásán alapszik. E képlet szerint a viszkozitás

$$\eta = \frac{2(\sigma - \rho)g}{9v(1 + 2,1\alpha/D)}$$

ha σ a golyó, ρ az üvegolvadék fajsúlya, g a nehézségi erő, v a golyó esési sebessége, d a golyó és D az üvegolvadékot befogadó hengeres edény átmérője. A golyó platinaszálon kétkarú mérleg egyik karján lóg és esését vagy emelkedését a mérleg másik karjának mozgása jelzi.

A filmhúzási módszer elve az, hogy platina-irridium huzalhoz tapadt, a vizsgált üvegből lassan kihúzott üvegfilm vastagságát mérjük. A viszkozitás

$$\log k\eta = \log \left(\frac{t}{a} \cdot \frac{\gamma + g}{v} \right) + C \left(0,8 - \frac{t}{a} \right)$$

ha γ a felületi feszültség, t a film vastagsága, g a nehézségi gyorsulás, a a huzal rádiusza, v a húzási sebesség és k , C kísérletileg megállapítandó állandók. Habár ezt a módszert a szakirodalom igen pontosnak tartja, a készülék gondos összeállításának nehézségei miatt nem használják.

A viszkozitás mérésére $\log \eta = 3—7$ poise között két eljárást dolgoztak ki, a torziós vagy csavaros módszert és a rotációs vagy forgóhengeres eljárást.

A torziós eljárás elve az, hogy az üvegolvadékot befogadó hengeres tégelyt, amelyben szabadon függő, platinahuzalra erősített hengeres platinatést merül az üveg felszíné alá, forgatunk és a függőtest elesavarodási szögét mérjük. Az elesavarodás nagysága a viszkozitás mértékével arányos.

A rotációs eljárás elve azon alapszik, hogy két koncentrikus hengert, amelyek közterét a vizsgálandó üvegolvadék tölti ki, relatív forgásra kényszerítünk és mérjük azt a fékezést, amelyet az egyik henger a másikra kifejt. A viszkozitás

$$\eta = \frac{1}{\omega} \frac{M}{4\pi l} \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{r_1^2 \cdot r_2^2}$$

ha M a forgatónyomaték, r_1 a keverőhenger, r_2 a külső álló henger, illetve tégely rádiusza, l az üvegolvadékba merülő hossza és ω a szögsebesség. Miután

$$M = gRP$$

ahol P a forgatónyomatékot kifejtő súly, R a tengelyt forgató kerék rádiusza és g a nehézségi gyorsulás és

$$\omega = \frac{2\pi}{t}$$

ahol t egy körfordulás ideje, a képletet a következő alakban írhatjuk:

$$\eta = \frac{PRgt}{8\pi^2 l} \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{r_1^2 r_2^2}$$

Adott tégely, keverő és üvegmagasság méretek esetében tehát

$$\eta = kPt$$

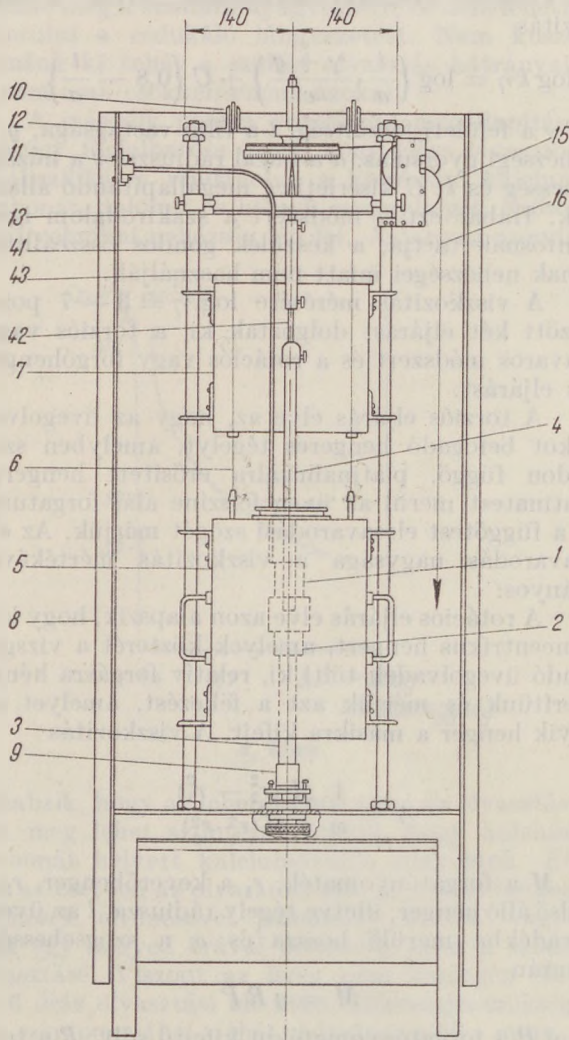
amelyben

$$k = \frac{Rg}{8\pi^2 l} \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{r_1^2 r_2^2}$$

a méretekkel kiszámítható állandó.

A felsorolt eljárások közül a rotációs eljárást választottuk, egyrészt, mert egyik kivételnek

konstrukciós rajzai dokumentációs kapcsolatok alapján rendelkezésünkre állottak, másrészt, mert annak kivitelezése nem igényelt nehezen beszerezhető és megmunkálható platina alkatrészeket. A méréseket vákuumtechnikai üvegekkel végeztük.



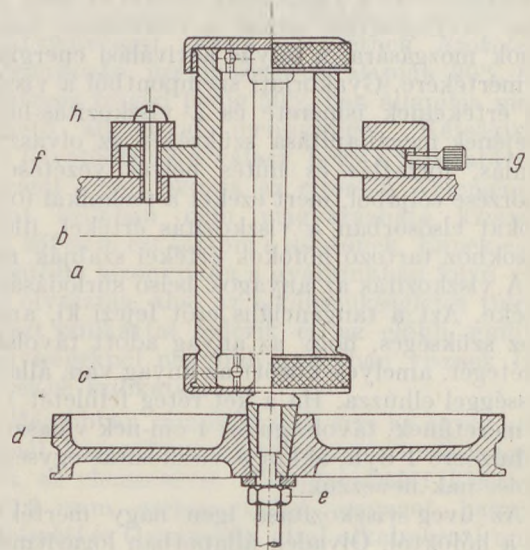
1. ábra

A készülék tűzálló keramikus részekből, kemencéből, állványból, forgatómechanizusból, szálvezető szerkezetből, és hőmérőszabályozóból áll. A keramikus részek az 1 tégely, amelyet a Magnezitipar készített, a 2 tégelytartó, a 3 tartórúd és a 4 keverő, amely tűzálló cső, alján fenékelve. Erre a célra kitűnően bevált a kellő hosszúságúra vágott pirométerbelsőcső. A tégely elfordulását a fenekén kiképzett kiemelkedések és a tégelytartóban megfelelő bemélyedések gátolják.

Az 5 kemence Kantal 4 huzallal tekercselt kvarccső, mely szegletes vaslemez köpenyben van, a köpeny és a kvarccső közötti teret hőszigetelő anyag tölti ki. A kemence 6 drótkötélpárral és 7 ellensúllyal van összekötve, amelyek segítségével a kemencét bármely helyzetben rögzíthetjük. A kemence nyílását alul és felül kétrészes szillimant dugók zárják el. A tekercselés 220 V feszültség

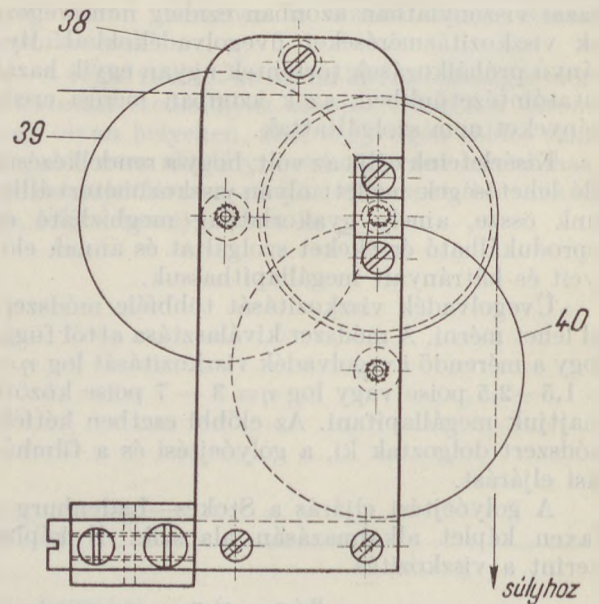
és 12 A áramerősség mellett tartós 1200 C° hőmérséklet tartását teszi lehetővé.

Az állvány a 8 szögvasból készült, alsó lapján 9 talpcsapágy van, amely a tégelytartót 3 db csavarral szilárdan tartja elfordulás ellen. Az állványon helyezkednek el a 10 csigák, a 11



2. ábra

bakelitlemezzel, amelyben két banánehüvely a pirométer csatlakozását és két banánehüvely a hőfokszabályozó rövidre zárását teszi lehetővé. Az állvány alsó és felső lapja között 12 oszloppár van, amely egyrészt a kályha mozgatását vezeti, másrészt a 13 vízhűtőt tartja, amely a 14 hajtómecha-



3. ábra

nizmust a kemence hőszigetelésétől megvédi. Az egyik oszlopon van továbbá a 15 szálvezető csiga, amely a 16 súlytartószál súrlódását nagy mértékben lecsökkenti.

A forgatómechanizmus részletrajzát a 2. vázlat mutatja. Az a tokban b tengely két c csapágy-

ban forog. A tengelyhez d száldob van kúposan erősítve e anya segítségével. A tengelyt a tok f tárcsájának elmozdításával központosítjuk három g csavarral és a beállított tengelyt h csarvarokkal rögzítjük meg.

A szálvezető szerkezet vázlatát a 3. ábrán látjuk. A 38 lemezpár között 39 és 40 orsós tárcsák vannak. A 15 szálvezető csiga tengelye a két tárcsán szabadon fekszik, tengelyét csapágyak nem érintik és így elenyésző súrlódással gördül.

A 4 kerámikus csövet, amely a belső forgó henger szerepét tölti be, csavarok a 41 és 42 csőtartóhoz kötik. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a csövet az olvadt üvegbe süllyesszük vagy abból kiemeljük.

A hőfok mérésére platina-platinaródium hőelem szolgál, amely a 11 banánhüvelyeken át egy ejtőkengyeles hőfokszabályozó műszerhez kapcsolódik. Mivel a műszer higanykapcsolója csak 6 A áramerősséget bír ki, az áramkörbe egy 15 A erősségű mechanikus relét kapcsoltam. A műszer az áramot $\pm 8-10$ C° változásra kapcsolja.

A készülék kalibrálására egy golyóejtésű viszkoziméter állítottunk össze. A viszkozitást a folyadékoszlop közepébe ejtett golyó süllyedésének mértékéből a Stokes—Ladenburg—Faxen képlettel számítottuk ki, amely szerint a viszkozitás

$$\eta = \frac{2 \sigma - \rho g}{9 v (1 + 2,1 d/D)}$$

ha σ a golyó, ρ a folyadék sűrűsége, g a nehézségi gyorsulás, v a golyó sebessége, d a golyó, D a henger átmérője. Golyó céljaira különböző méretű golyócsapágyból kiserelt acélgolyókat használtunk. A golyóejtésű viszkoziméter adatait egy Höppler-féle Rheo-viszkoziméterrel ellenőriztük. Kalibrálásra transzformátorolajban oldott gyan-tát választottunk. A golyóejtéssel mért oldatot átöntöttük az üvegviszkoziméter tégelyébe és annak viszkozitását megmértük. Az eredményeket az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

	η	log η	Súly, g
20% gyanta-trafoolajoldat			
Golyóejtéssel, 6 mm-es golyóval	790	2,90	
Rheo viszkoziméterrel	661	2,82	
Üveg viszkoziméterrel	837	2,92	1,5835
„ „	816	2,91	4,1935
„ „	856	2,91	6,8835
„ „	921	2,96	11,8626
50% gyanta-trafoolaj-oldattal			
Golyóejtéssel	193 221	5,29	
Rheo viszkoziméterrel	192 465	5,28	
Üveg viszkoziméterrel	204 000	5,31	109,4985
„ „	223 500	5,35	51,5835
„ „	218 000	5,34	101,5835

Ezután az üveg-viszkoziméterrel egy vízüveg viszkozitását állapítottuk meg. Ebből a célból a következő összetételű keveréket olvasztottuk le :

- 28,5 g 98%-os ammóniákszóda
- 33,0 g hohlenbockaj kvarehomok.

A keveréket alumíniumoxidtégelyben világitógáz égős kemencében olvasztottuk meg. A nyert vízüveggel megtöltöttük a viszkoziméter tégelyét, amelynek átmérőjét és mélységét megmértük, felszereltük a pontosan központosított forgatómechanizmust, majd a vízüveget megolvastottuk és a forgócsövet az olvadékba süllyesztettük a tégely fenekéig. Ezután a forgócsövet 15 mm távolságra felemeltük és véglegesen rögzítettük. Ezután a hőfokot a hőfokszabályozóval 1300 C°-ra állítottuk és az olvadékot ezen a hőfokon félórát pihentettük, majd többféle súllyal időmérő órával megállapítottuk egy körülforgás idejét. Az idő mérését öt izben megismételtük és a körülforgás idejét az öt mérés átlaga adta meg. Majd a hőfokot 50 C°-kal alacsonyabbra állítva, újabb félóra múlva ismét körülfordulási időt mértünk. A hőfokot 50 C°-onként 750 C°-ig csökkentettük. A kísérlet befejezése után a kihűlt tégelyen megmértük az üveg felszíne és a tégely pereme közötti távolságot. Az ismert adatok alapján a viszkozitás értékeit ki lehetett számítani a megadott képlet segítségével. A kapott értékeket a 2. táblázat foglalja össze. Ezeket az értékeket összehasonlítottuk a szakirodalomból ismert azon adatokkal, amelyeket Babcock publikált.

2. táblázat

C°	P g	t mp	η poise	log η	log η Babcock szerint
1300	1,0	4,8	122	2,09	2,01
1200	1,0	9,4	240	2,38	2,33
1100	4,5	5,3	590	2,77	2,73
1000	9,5	6,0	1 453	3,16	3,15
900	19,5	11,1	5 531	3,74	3,73
800	99,5	15,8	29 940	4,48	—
750	399,5	10,2	101 520	5,00	—

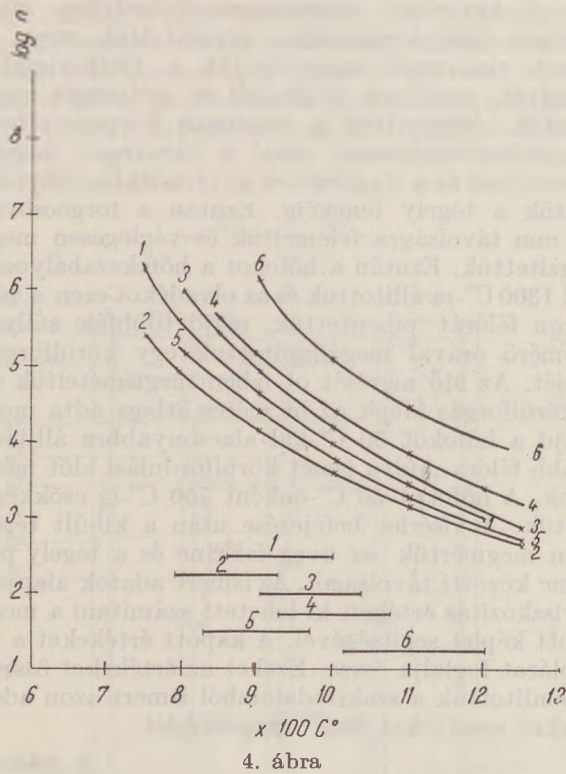
A vízüveg viszkozitásmérése a készülék meleg kalibrálására szolgált és bizonyítékát adta, hogy a nyert adatok az irodalomból ismert adatokkal kis eltéréssel megegyeznek.

Ezután a következő vákuumtechnikai üvegek olvadékának viszkozitását határoztam meg :

1. Buraüveg, amely egy kb. 17%-os, alkália, főleg nátron tartalmú mészmagnézia üveg, izzólámpák, rádiócsövek és fénycsövek burái céljára.
2. Ólomüveg kb 30% ólomoxid tartalommal, amely rézköpenyhuzal kötésére szolgál.
3. Káli-nátron-mész-magnézia üveg televíziós burák előállítására.
4. Alkáliszegény, bórtrioxidgazdag ferniko-kötőüveg.
5. Báriumoxid tartalmú kb. 28% ólomoxidos krómvas-kötő üveg.
6. Ólomoxid tartalmú, alkáliszegény bórtrioxidos wolfrám-kötő üveg.

A mérések eredményeit a 3. táblázat foglalja össze, a viszkozitáshőfok görbéit pedig a 4. ábrában látjuk.

A viszkozitás-hőfok görbék alapján megállapíthatunk egyes jellemző technológiai pontokat, mint a munkahőfokot, amely hőfokon az üvegfúvó vagy a gép az üveget a kemencéből kiszedi és amelynél a viszkozitás értéke 10^3 , a kidolgozási



4. ábra

hőfokot, amely az üveg formálásának felső határa és amelynél a viszkozitás 10^4 és megállapítható az üveg hosszúsága vagy rövidege, azaz egy kiválasztott viszkozitáskülönbségnek megfelelő hőfokkülönbség. Általában a két viszkozitási értéket 10^3 és $10^{7,6}$ poiseoknak választják. A diagrammában ezt a két értéket 10^4 és 10^5 poisenak választottam. A diagrammában a hőfokkülönbségeket kü-

lönöző hosszúságú vonalakkal jelöltem, amelyek egyrészt megadják az egyes vizsgált üvegek hosszúságát, másrészt feltűntetik, hogy ezek a hőfokkülönbségek milyen hőfokokhoz tartoznak.

A viszkozitásmérések reprodukálhatósága a végzett vizsgálatok alapján logaritmikus kifejezésben 0,055. A készülék előnye az, hogy a szükséges tűzálló kerámiák birtokában a mérés elvégzése nehézségkébe nem ütközik, sőt, ha a vizsgálandó üveget nem a viszkoziméter kemencéjében, hanem egy másik kemencében olvasztjuk a tégelybe, az eljárás napi ellenőrzése rutin-vizsgálatokra is alkalmas. Hátránya az, hogy a Kantal A tekerceselés $1200\text{ }^\circ\text{C}$ feletti méréseket a kemence kiegészének veszélye nélkül nem tesz lehetővé. Ezt a hátrányt azonban platina-tekerceselés vagy szil-litellenállás alkalmazásával ki lehet küszöbölni.

3. táblázat

C°	log p o i s e					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1250	—	2,67	3,10	2,72	3,25	3,88
1200	3,02	2,85	3,32	2,91	3,44	4,00
1150	3,29	2,96	3,52	3,07	3,64	4,37
1100	3,43	3,18	3,71	3,28	3,84	4,49
1050	3,61	3,39	3,98	3,49	4,10	5,11
1000	4,01	3,62	4,26	3,80	4,37	5,62
950	4,33	3,93	4,67	4,13	4,74	6,13
900	4,67	4,22	4,97	4,47	5,25	—
850	5,11	4,60	5,53	4,79	5,65	—
800	5,64	5,00	5,99	5,17	—	—
750	6,28	5,41	—	—	—	—

A vizsgálatokat a Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet optika-üveg osztályán végeztük.

Az üveg szakítószilárdsága

KORÁNYI GYÖRGY

1. Irodalmi áttekintés

Az elmúlt időszakban nagyszámú üveg minta szilárdságát mérték meg, de az eredmények értékelése szempontjából nagy bizonytalanság mutatkozik. A legtöbb üveg szilárdságát az összetétel ismeretének hiányában határozták meg, ezért összegyeztethető eredményeket nemigen nyertek. *Griffith* és *Littleton* (Trans. Roy. Soc. London. A. 221. 162. 1920; Phys. Rev. 2. 22. 510. 1923) ezt a jelenséget az üveg felületén jelenlévő karcok tulajdonították. *Inglis* (Proc. Inst. Naval Architects. March 14. 1923) kimutatta, hogy az üvegben mechanikai behatásra keletkező feszültségek egy elliptikus diszkontinuitás mentén növekszenek, az ellipszis excentricitásának kétszerese arányában, amelyből az következik, hogy a felületen jelenlévő karcok határozzák meg a törés helyét és nagymértékben csökkentik a látványos szilárdságot. *Brodmann* (Nachr. Königl.

Ges. Wiss. Göttingen. 44. 1894) úgy növelte meg az üveg szilárdságát, hogy a felületi diszkontinuitások kiküszöbölése céljából fluorsavval maratta az üvegfelületet. *Griffith* úgy küszöbölte ki a felületi karcok zavaró hatását, hogy frissen húzott üvegfonalakon végezte méréseit. *Littleton* az üveg szakítószilárdságának meghatározásánál a felületi jelenségek zavaró hatásának elkerülésére javasolta, hogy gyorsan hűtött mintát alkalmazzanak, melynek felülete erős kompresszió alatt áll. Mivel az üveg kompressziós szilárdsága lényegesen nagyobb, mint a szakítószilárdság, a terhelés ráadásánál a belső, már feszültséges rétegek ebben az esetben előbb érik el szakítószilárdságukat, mint a külső részek. A valódi szakítószilárdságot azután úgy számította ki, hogy grafikusán figyelembe vette a mesterségesen előállított belső feszültséget és a terhelést. *Griffith* és *Littleton* az irodalmi adatoknál sokkal magasabb értékeket kaptak.

Murgatroyd (J. Soc. Glass Techn. 17. 260. 1933) vizsgálatokat végzett az üvegfelület megkarcolásával. Egy 130 fokos éllel rendelkező gyémánttal a felületre 5×10^{-4} cm széles karcokat készített. A karcoknak az üveg termikus reztenással szembeni ellenállására nem volt hatásuk, de ennél szélesebb karcoknál már ez észlelhetővé vált. *Murgatroyd* és *Preston* (J. Soc. Glass Techn. 17. 4. 1933) egyaránt nagy jelentőséget tulajdonítanak a felületi karcolásoknak, ezek szélességének, hosszának és mélységének.

Preston tovább folytatva ezt a gondolatmenetet, feltételezte, hogy a közönséges körülmények között mért szilárdság főleg a felületnek tulajdonítható, és hogy az üveg „szilárdsága“ egyenesen arányos a keresztmetszet területével és fordítva arányos a kerülettel. Ebből

$$W = j \cdot D$$

ahol W a terhelés, D az átmérő és j az ú. n. „felületi erő“, melynek dimenziója erő/hosszegység. Ez a dimenzió megfelel a felületi feszültségnek. *Griffith* vizsgálatainak eredményeiből az következik üvegfonalak esetén, hogy j értéke elég szűk határok között helyezkedik el. Ezenfelül acélgolyónak üveg felületére való szorításakor előidézett töréseknél is arra lehet következtetni, hogy j -hez hasonló konstanssal jellemezhető az üveg szilárdsága.

Milligan (J. Soc. Glass Techn. 13. 351. 1929) kimutatta, hogy karcolásokat tartalmazó üveg szilárdságát nagymértékben befolyásolja az a közeg, mellyel az üveg érintkezik. A szilárdság nagymértékben csökkent, ha az üveg víz vagy alkohol gőzével telített levegővel érintkezik. A karcolásoknak vízzel való kezelése kb. 20%-kal csökkentette a szilárdságot, száraz paraffinolajjal való kezelésnél kb. ugyanekkora szilárdságnövekedés volt tapasztalható.

Növekedett azon üvegnek a szilárdsága, melynek felületét vízzel való kezelés után megszáritották és még nagyobb mértékű volt a szilárdságnövekedés abban az esetben, ha híg nátriumszilikátoldattal való kezelés után szárította meg az üvegfelületet. *Milligan* magyarázatot nem fű-

zött ezekhez a megfigyelésekhez, csupán arra mutatott rá, hogy a megfigyelt jelenségek magyarázatának megadásához jelenlegi ismereteink a szilárd anyagok felületi feszültségét befolyásoló tényezők ismeretét illetően még nem elegendők. A felületi energiának a magyarázat szempontjából való felhasználása azonban nem ad kielégítő feleletet arra, hogy olaj esetén miért növekszik a szilárdság, valamint nem magyarázza azt sem, hogy a vizes kezelés esetén a karcolások körüli feszültségviszonyokban lényeges változás nem mutatkozott.

Ha egy próbatestet húzásra való igénybevételnél úgy törünk el, hogy a törés kezdete a test belsejében van, feltételezhető *Morey* szerint, hogy az eredmény a valódi szakítószilárdságot jelenti, de legalább is a felületi karcolások hatása kiküszöböltnek tekinthető. *Gehlhoff* és *Thomas* (Z. f. Techn. Phys. 7. 105. 1926) feltételezték, hogy a törött felületen mutatkozó „tükör“ egy karcot reprezentál, ezért eredményeiket úgy korrigálták, hogy feltételezték, hogy a tükörfelület a teljes töréssel 10%-a. Ez a feltételezés eléggé önkényesnek tekinthető. *Müller* (Z. Physik. 69. 431. 1931) arra a következtetésre jutott, hogy a tükörfelület, mivel az tulajdonképpen repedésből származik, elhanyagolható és a szilárdságot a következő képlettel számította ki:

$$Z = Z_0 \left(1 - \frac{s}{q} \right)$$

ahol Z a megfigyelt szakítószilárdság, azaz a törőerő osztva a teljes felszínnel, Z_0 a tükörmentes felszínre vonatkoztatott szakítószilárdság, s a tükör rész felszíne és a q a teljes terhelés. Feltételezte, hogy Z_0 valódi anyagi konstansnak tekinthető.

Apelt (Z. Phys. 91. 336. 1934) és *Thierbach* (Z. Phys. 91. 334. 1934) kísérletekkel igazolták, hogy a tükörmentes felületre vonatkoztatott szilárdság nem változik, annak ellenére, hogy a tükörfelület aránya elég széles határok között megváltozott. *Apelt* arra a következtetésre jutott, hogy a jól hűtött és kevésbé jól hűtött üvegminták közötti fő különbség a tükrös felület nagyságában mutatkozik. Néhány eredmény munkájukból:

Terhelés sebessége kg/sec	q_2 mm	Z kg/mm ²	Z_0 kg/mm ²	s %	Vizsgált minták száma
0,95 ± 0,1	1,31	13,1 ± 1,3	14,1 ± 1,2	3,4 — 10	14
1,8 ± 0,1	1,37	12,0 ± 1,0	12,9 ± 0,9	5,2 — 10,9	8
6,5 ± 0,02	3,34	11,5 ± 2,3	13,3 ± 1,7	5 — 33,6	19
150 ± 36	1,39	8,3 ± 0,4	11,4 ± 0,8	19,9 — 34,9	5
306 ± 42	1,32	7,9 ± 1,4	12,6 ± 1,7	11 — 59	10
480 ± 71	1,40	7,9 ± 1,0	11,3 ± 1,1	13 — 74	13
660 ± 72	1,45	7,5 ± 1,5	12,9 ± 2,0	19 — 63	5
990 ± 240	1,48	7,6 ± 0,9	11,9 ± 0,6	29 — 68	4

Olyan rudaknál, melyek átmérője 2,5—4 mm volt, Z_0 lényegesen kisebb szórást mutatott, mint Z .

Preston és *Littleton* (J. Soc. Glass Techn. 13. 336. 1929) kétségbevonták fenti tárgyalási mód-

szer helyességét és a következőket állítják: „Talán helyes itt megemlíteni azt, hogy egyes szerzők ezt a karcolás-elméletet kissé különös módszerrel tárgyalják. A karcolás vagy repedés lényegileg mikroszkópikus vagy szubmikroszkópikus jelen-

ség, tehát nem tévesztendő össze azzal a teljes, tükörsíma, polirozottnak látszó felülettel, mely azt környezi a törés bekövetkezése után.

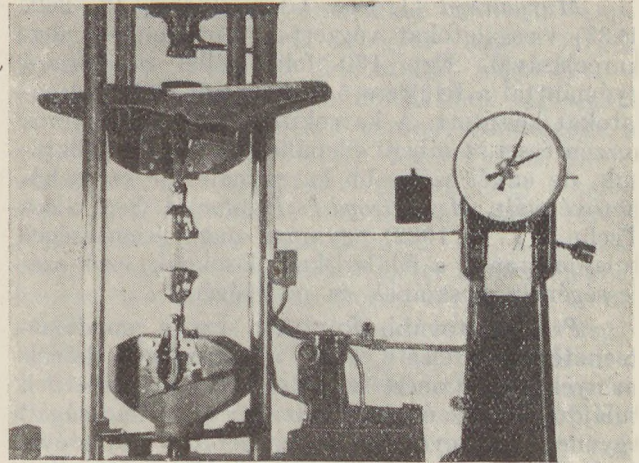
Így *Gehlhoff* és *Preston* helytelenül korrigálták eredményeiket, ha a teljes tükörfelületet figyelembevették egy faktor segítségével. A polirozott zóna csupán az a része a törés előrehaladásának, ahol a sebesség alacsony volt.“

Preston tanulmányai (*J. Soc. Glass Techn.* 10. 234. 1926; *J. Am. Cer. Soc.* 9. 654. 1926; *J. Am. Cer. Soc.* 14. 419. 1931) a törés természetére vonatkozólag segítséget nyújtanak a törés elméleti tanulmányozásában. Feltételezte, hogy az előrehaladó repedés csúcspontja igyekszik irányát a főfeszültségi síkra merőlegesen irányban megtartani. „Egy síma, fényes (polirozott) törés arra mutat, hogy az üveg elválása nem erőszakos — a lassan kialakuló kontrakciós repedések fényes, tiszta felületűek — míg az éles felületek hirtelenebb törést indikálnak. Minél durvább az egyenetlenség, annál erőszakosabb és hirtelenebb volt az üveg elválása.“

2. Kísérletek

Újfajta üvegyártmányok kialakítása szükségessé tette, hogy az üvegyanyag különböző mechanikai tulajdonságait, közöttük a szakítószilárdságot megismerjük. Az irodalmi adatok, főleg az összetételből való kiszámításra szolgáló empirikus faktorok nem nyújtottak kellő biztonságot a mechanikai tulajdonságok kiszámítására, a méretezés biztonsági szempontjai pedig megkövetelték, hogy a húzási szilárdsági adatokat viszonylag nagyméretű próbatesteken határozzuk meg.

A kísérletekkel kapcsolatos első probléma a próbatestek alakjának meghatározása volt. Bizonyos tapasztalatok rendelkezésre álltak nagyméretű antennafeszítő szigetelőrudak szakítási próbáival kapcsolatban. Ezeknek, valamint elméleti mechanikai megfontolásoknak alapján szü-

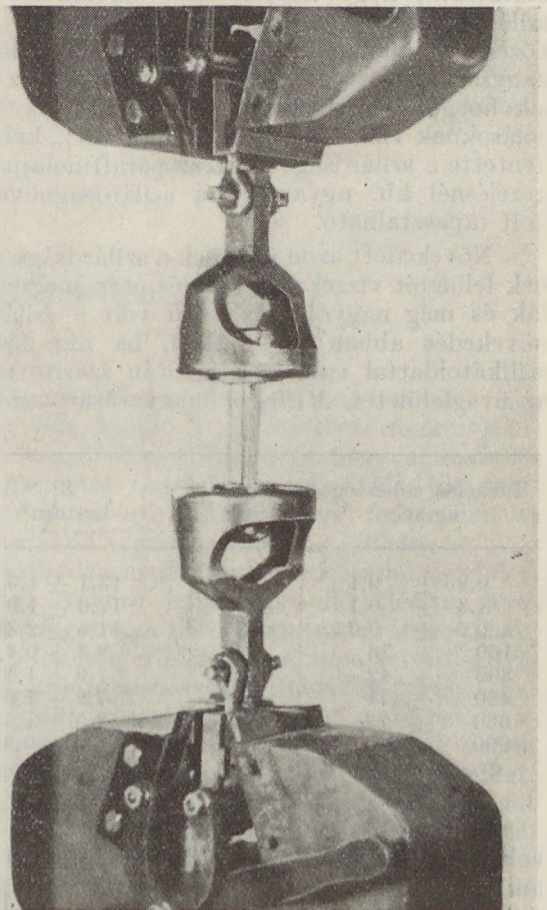


2. ábra

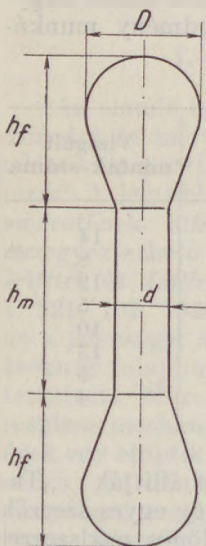
letett meg az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet háziszabványja (1. ábra).

A szakítások végrehajtásához 50 to. maximális teljesítményű Schopper-féle anyagvizsgáló gépet alkalmaztuk a próbatestekhez tervezett különleges bőrbetétes befogófejekkel (2., 3. ábra).

A kísérletek alkalmával a befogás tökéletesítése és az erőknek a húzott felületbe való koncentrálása céljából az eredetileg tervezett köralakban alkalmazott bőrbetét helyett három ponton való bőralátétes megtámasztásra tértünk át.



3. ábra



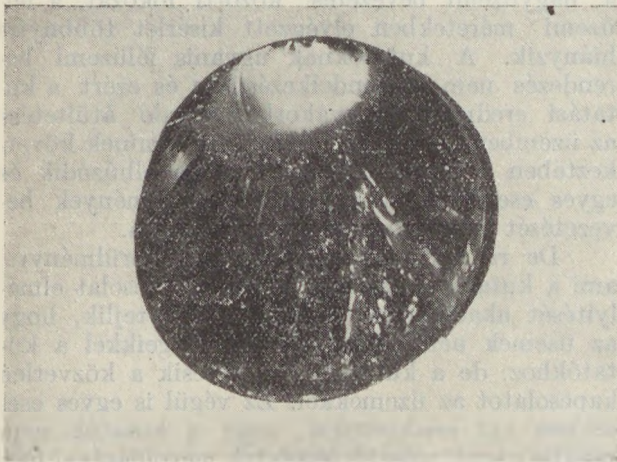
1. ábra

	d mm	D mm	hm mm	hf mm
I.	25	60	100	80
II.	15	40	60	60

Annak ellenére, hogy a kísérletek még nem fejeződtek be és így számszerű adatok végleges értékelése még nem vált lehetővé, a kísérletek végzése alkalmával néhány olyan jelenséget tapasztaltunk, melyekről az eddigi irodalmi adatok nem számolnak be és így feltételezhető, hogy azok nem ismeretesek. Az irodalom egyébként ilyen nagyméretű próbatesteken végzett szakítószilárdsági vizsgálatokról sorozatkísérleteket nem közöl.

A kísérletek alkalmával tapasztalt legfontosabb és érdekességre számottartó jelenségek a következők:

a) Bizonyos összetételhatárok között levő üveg esetén a szakításhoz alkalmazott erő nagysága, így a fajlagos szakítószilárdság széles határok között változott. Megjegyzendő, hogy a felület épségének és a próbatest feszültségmentességének ellenőrzése nem képezte feladatunkat és



4. ábra

nem is volt lehetséges, mert feltételeztük, hogy a „Háziszabvány“ ezen előírásait a szállítók betartják. Más összetételű üveg próbatesteknél, megjegyezve, hogy azoknál a „Háziszabvány“ által előírt alakot a szállító gyár szigorúban betartotta, az alkalmazott erő és így a fajlagos szakítóerő sokkal szűkebb toleranciával mérhető volt.

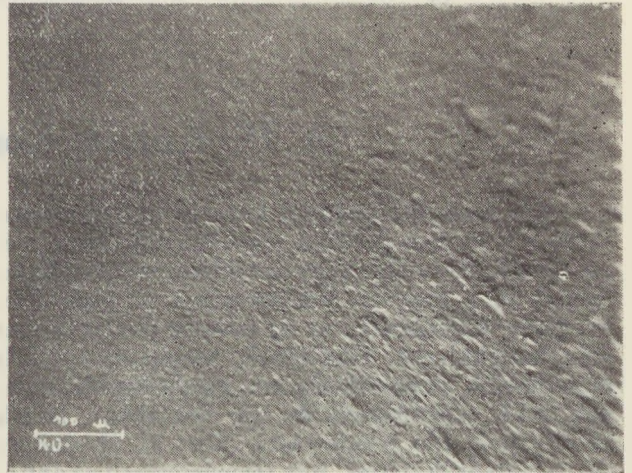
b) A szakítási kísérletek döntő többségénél a szakított felületen a tükör és a rostos felületrész élesen megkülönböztethető volt. A tükörfelület a teljes felületnek 2—100%-a volt, a leggyakoribb értékek 5—20, valamint kevésbé gyakoriak 80—95% között voltak. Néhány esetben a Z_0 értéket kiszámítva, ezek pontossága valamivel kisebb volt, mint a Z értéké.

c) A szakított felületen a tükör és a rostos rész között minden alkalommal egy homályos felületrész helyezkedett el, melynek vastagsága arányos volt a tükör, illetve rostos felület kiterjedésével (4. ábra).

Ilyen homályos felületet Jebesen Marwedel nyomás hatására bekövetkező töréseknél leír, de ennek kiterjedésére, valamint okára magyarázatot nem ad. A homályos részről készült fényképfelvételt Veres Zoltán készítette (5. ábra) és ebből kiténik, hogy a felület a rostos felülettel meg-

egyezően orientált sugaras kiképzésű, de annál sokkal kisebb méretű kiemelkedéseket és bemélyedéseket tartalmaz.

d) A teljesen tükrös felületű törések kivételével valamennyi egyéb szakítás alkalmával a próbatestől egy kb. 8—10 mm vastag, kb. 30 fokos



5. ábra

szögben kialakult és a sugaras rostos felület alakjának megfelelő darab a kísérletek tanulságai szerint a szakadás bekövetkezése után válik el.

Legtöbb esetben ez a szögben hajló darab a próbatest hossz tengelyére merőlegesen pericidikusán elhasadt. (6. ábra.)



6. ábra

e) Az erőhatás sebességének nagymértékű növelésekor a tükörfelület kiterjedése rendkívüli mértékben, 1—2%-ra csökken. A felszín mesterséges megkarcolásakor pedig a karcolat mélysége és kiterjedése függvényében a tükörfelület megnövekszik.

Az eddigi vizsgálatok eredményeként ma még nem tudunk alaktól független szakítószilárdsági anyagjellemzőt meghatározni. A legutóbbi években végzett külföldi kutatások feltárták azonban az üveg repedési sebességének mennyiségi viszo-

nyait. Vizsgálataink terén ezért jelenleg annak az összefüggésnek tisztázásán fáradozunk, hogy milyen összefüggésben van a különböző törésfelületek kialakulása a különböző repedés-előrehaladási sebességekkel. Feltételezhető ugyanis, hogy a repedések előrehaladási sebessége arányos a hatóerő nagyságával. Ha sikerül meghatározni

az egyes felülettípusoknak megfelelő terjedési sebességeket, az erőnek ezek arányában való megosztása formától független jellemző anyagkonstans kialakítására vezethet.

A szakítási kísérleteket Richter Antal intézeti főmérnök végezte, akinek értékes munkájáért ezúton is köszönetet mondok.

A II. Kutató Konferencia zárószava

Már az építőanyagipari kutatók első konferenciája is a júniusi politika jegyében ült össze, mégis azt kell mondani, hogy az építőanyagipari kutatóknak ez a második konferenciája az elsőtől lényegesen különbözik. Az új szakasz politikája ma már kialakultnak tekinthető, meghatározottnak mondhatjuk népgazdaságunk gazdaságpolitikájának főbb célkitűzéseit és így tisztábban látjuk az előttünk álló feladatokat. Mint az új szakasz gazdaságpolitikájának, úgy természetesen az építőanyagiparnak is legfőbb célkitűzése a szükségletek maximális kielégítésének biztosítása. Az építőanyagipari kutatók legfőbb feladata pedig — mint azt az elhangzott előadások és hozzászólások is bizonyítják, — hogy az új szakasz politikájának megvalósításához az építőanyagipar számára a kellő tudományos megalapozottságot biztosítsák.

Az új szakasz politikája különösen nagy jelentőséget biztosít az építőanyagipar számára. Hazánk iparágai közül az építőanyagipar az egyike azoknak, amelyek túlnyomórészt hazai nyersanyagokból, aránylag csekély import anyag felhasználásával állítanak elő fontos közszükségleti cikkeket. Nagy jelentőséggel bír az építőanyagipar számára a felhasznált import anyagok mennyiségének további csökkentése és ehhez új hazai nyersanyagok felkutatása. De jelentékenyen hozzájárul hazai nyersanyagaink szélesebbkörű felhasználásához minden olyan kutatás is, ami feltárt nyersanyagaink fizikai és kémiai tulajdonságainak jobb megismerésére vonatkozik. A konferencián ezzel a fontos kérdéscsoporttal több értékes előadás és számos hozzászólás foglalkozott. Akár a mai konferencia anyagát nézzük, akár az elmúlt év kutatási eredményeit, amelyek az Építőanyagipari Központi Kutató Intézet, a Nehézvegyipari Kutató Intézet, valamint az építőanyagipari üzemek dolgozóinak és számos más intézménynek munkájához főződnek, elmondhatjuk, hogy több elméleti, de néhány gyakorlati kérdésben is a tudományos kutatás az iparnak jelentékeny segítséget nyújtott.

Korántsem mondható kedvezőnek a kapcsolat a tudományos kutatás és az ipar között az ipar gyakorlati problémáinak megoldása terén. Ha azt a kérdést vizsgáljuk, hogy a tudomány munkatársai és az ipari termelés között a kapcsolat

miért laza, akkor ennek legjelentékenyebb okát olyan körülményben találhatjuk meg, amire már több ízben, a kutatás legkülönbözőbb területein is rámutattak. Ez a körülmény pedig abban áll, hogy az eredményes laboratóriumi kutatás és a nagyüzemi bevezetés közötti fokozat, a félüzemi méretekben elvégzett kísérlet többnyire hiányzik. A kutatóknak ugyanis félüzemi berendezés nem áll rendelkezésükre és ezért a kutatási eredmények gyakorlatba való átültetése az üzemben kénytelen folytatódni, aminek következtében a munkának ez a fázisa elhúzódik és egyes esetekben a jó kutatási eredmények bevezetését is sikertelenségre kárhoztatja.

De rá kell mutatni még egy körülményre, ami a kutatás és az ipar közötti kapcsolat elmélyítését akadályozza és ami abban rejlik, hogy az üzemek nem fordulnak nehézségeikkel a kutatókhoz, de a kutatók sem keresik a közvetlen kapcsolatot az üzemekkel. Ez végül is egyes esetekben azt eredményezi, hogy a kutatók nem mindig a legsürgősebb feladatok megoldásával foglalkoznak, mint ahogy azt a ma elhangzott témák egyike-másika is bizonyítja.

Annak érdekében, hogy a kutatás és az ipar kapcsolatai a következő évben az eddiginél sokkal bensőségesebbek legyenek a Magyar Tudományos Akadémia Építőanyagtudományi Főbizottsága az építőanyagtudományi kutatás jövő évi feladatait olymódon állította össze, hogy azok a legfontosabb tudományos témákon kívül a szilikátipari termékek önköltségének és energiaigényének csökkentésére, a minőség emelésére, a népgazdasági szükségletek nagyobb mérvű kielégítésére is kiterjednek.

A most következő év népgazdaságunk döntő fontosságú éve lesz. Lényegében ez alatt az év alatt kell az új szakasz politikáját népgazdaságunkban sikerre vinni és ez az építőanyagipar területén a tudomány munkásainak hathatós közreműködése nélkül nem valósítható meg. Ezért helyes lenne, ha az építőanyagipari kutatók II. konferenciája a harmadik konferencia feladatául azt tűzné ki, hogy számoljon be az elkövetkezendő év folyamán az ipar számára nyújtott segítségről.

Ára : 8.— Ft.