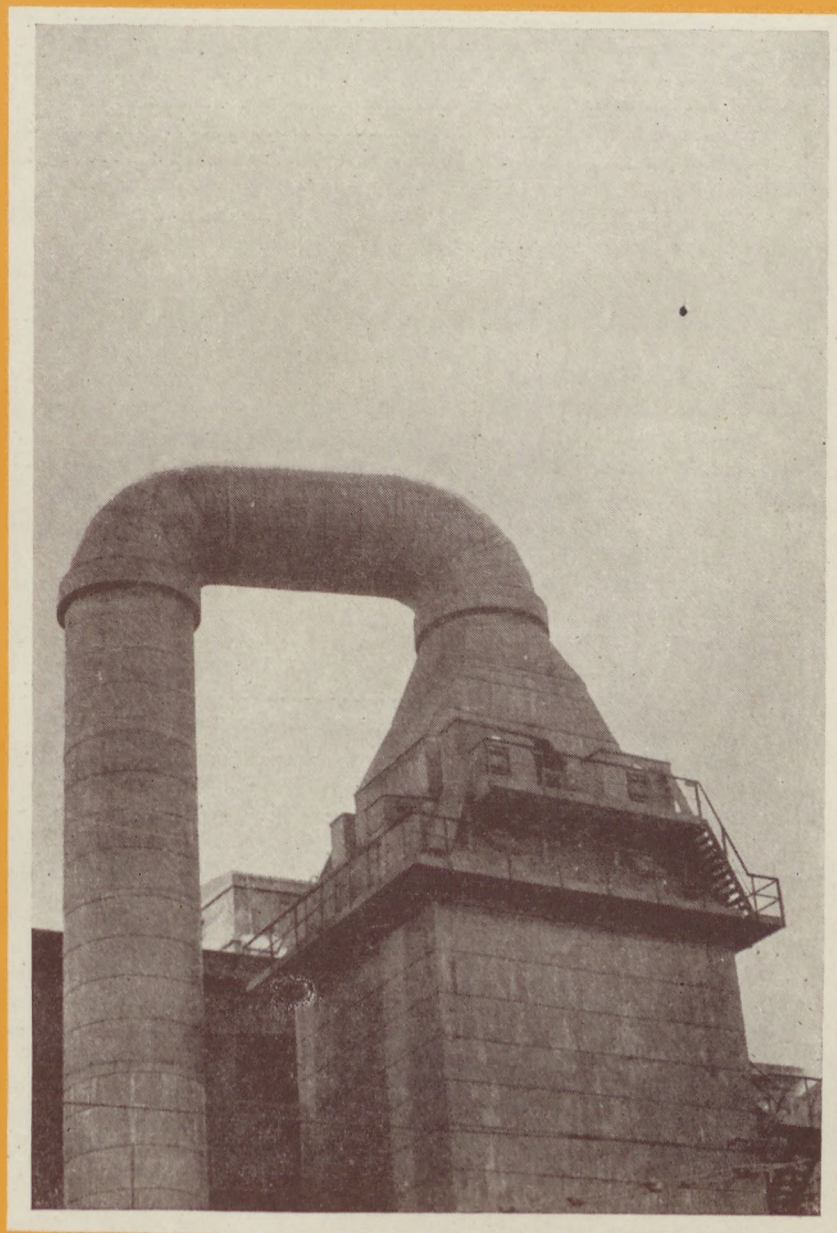


302.935

# ÉPÍTŐANYAG



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

**9.** SZÁM

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

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

★

Főszerkesztő :

dr. Korach Mór

★

Szerkesztő :

Hinsenkamp Alfréd

★

Szerkesztőbizottság :

Baritz Árpád

dr. Beke Béla

dr. Déri Márta

Erdély Imre

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edit

★

Szerkesztőség :

Budapest, V., Szabadság

tér 17

Telefon : 124-438

★

Kiadja :

Műszaki Könyvkiadó,

Budapest, V.,

Bajcsy-Zsilinszky út 22

Telefon : 113-450

★

Felelős kiadó :

Solt Sándor

TARTALOM

	Oldal
<i>Jécsai László</i> : Mészkötésű szénporhamutestek szulfát- és szénsav-állóságának vizsgálata .....	321
<i>Kovács Róbert</i> : Beszámoló a moszkvai cementkémiai technológiai tanácskozásról.....	325
<i>Knaust Walter—Kröner Helmut</i> : Hamuzsugorító berendezés a Zwickau „August Bebel” Műveknél .....	330
<i>Lydia Wladimirowa</i> : Habsalak habosítóágyban való előállításának sajátosságai .....	334
<i>Venczellák Péter</i> : Villamos-ellenállásos szárítási kísérletek .....	341
<i>Filcáková Elena</i> : A beton szilárdulásának gyorsítása oltókristályokkal.....	349
<i>Nemeskéri Gézáné</i> : Óbudai téglá- és cserépzúzalék felhasználása könnyűbeton adalékanyagként .....	355

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
<i>Йечаи Ласло</i> : Исследование сульфатостойкости и устойчивости против углекислоты изделий, изготовленных из пылеугольной золы на известковой связке. ....	321
<i>Ковач Роберт</i> : О Московском совещании, состоявшемся по теме химии и технологии цемента .....	325
<i>В. Кнауст, Х. Крөнер</i> : Установка для спекания золы на заводе „Аугуст Бебел” в г. Цвикау .....	330
<i>Лидия Владимировна</i> : Получение доменного пеношлака во вспенивающей постели .....	334
<i>Венцеллак Петер</i> : Исследования по сушке с применением электрического сопротивления .....	341
<i>Филчакова, Елена</i> : Ускорение затвердевания бетона с помощью затравочных кристаллов .....	349
<i>Немешкери Гезане</i> : Применение обудайского кирпичного и черпичного боя в качестве заполнителя легкого бетона .....	355

INHALT

	Seite
<i>Ladislau Jécsai</i> : Untersuchung der Widerstandsfähigkeit von kalkgebundenen Flugaschenkörpern gegen CO <sub>2</sub> und Sulfatagression .....	321
<i>Robert Kovács</i> : Bericht über die zement-chemischen und technologischen Beratungen in Moskau .....	325
<i>W. Knaust, H. Kröner</i> : Aschensinteranlage des VEB Steinkohlenwerk August Bebel, Zwickau .....	330
<i>Lydia Wladimirowa</i> : Einige Besonderheiten der Herstellung von Hüttenbims im Schäumebett .....	334
<i>Peter Venczellák</i> : Trocknungsversuche mit elektrischem Widerstand .....	341
<i>Dr. E. Filcáková</i> : Die Beschleunigung der Betonerhärtung mittels Keimkristalle .....	349
<i>Frau Nora Nemeskéri</i> : Die Verwendung der Ziegel- und Dachziegel-schotter von Altöfen als Leichtbetonzuschlag .....	355

*Ótmképünk : Elektromos porszűrő*

# ÉPÍTŐANYAG

13. ÉVFOLYAM 9. SZÁM

## Mészkötésű szénporhamutestek szulfát- és szénsavállóságának vizsgálata

JÉCSAI LÁSZLÓ

Az egyes építőanyagok időállóságát, tartóságát a környező atmoszféra és a talaj agresszív alkotóival szembeni ellenállóképessége határozza meg. A környező atmoszféra széndioxid és víztartalma, valamint a talaj agresszív elektrolit oldatai, leginkább szulfát tartalma okozzák az építőanyagok szilárdságának csökkenését.

Szénporhamuból készült falazó testek esetében különleges óvatosságra van szükség ezek eredendő szulfát tartalma miatt. Ez a szulfát tartalom önmagában annyi, hogy ebből az alapanyagból a szabvány szerinti eljárásokkal már nem lehet betont készíteni.

Munkánk első részében a magyarországi szénporhamukból készített próbatestek szulfát agresszióval szembeni stabilitását vizsgáltuk. Abból az elméleti megfontolásból indultunk ki, hogy mivel a szénporhamutestek kötésmechanizmusa más mint a betoné, tehát nem valószínű, hogy a betonnál megengedhetetlen szulfát tartalom a szénporhamutestek esetében is káros.

Ottmann [3, 4] szerint ez a szulfát tartalom nem hogy nem káros, hanem hasznos, mert a képződő kalcium-alumínium-szilikátszulfáthidráttükrisztályok részvesz a kötésben.

E hatás vizsgálatára nem volt más lehetőségünk, mint az, hogy fokoztuk a szulfát agressziót.

A vizsgálatainkhoz felhasznált szénporhamutesteket a következő módszer szerint készítettük el. A száraz szénporhamu súlyára vonatkoztatva 15 súly% égetett mészpórt használtunk, melynek CaO tartalma átlagosan 86 súly% volt. A szénporhamu és az égetett mészpórt bemért mennyiségét porcelántégelyben szárazon alaposan elkevertük, majd részletekben, állandó keverés közben

hozzátöltöttük a formázáshoz szükséges vízmennyiséget. A legjobb formázhatóságot hamufajtánként más és más vízmennyiség eredményezte. A felhasznált vízmennyiség általában a száraz hamu súlyára vonatkoztatva 50% körül volt. A teljes elkeverés után a nedves massa addig állt míg újra le nem hűlt szobahőmérsékletre.

A lehűlt nedves masszából acélformában 20 mm élhosszúságú kockákat döngöltünk. A forma csiszoltfalú volt és sem olajat, sem szappanoldatot a formázás alkalmával nem alkalmaztunk, sőt a formafalakat mégcsak nem is nedvesítettük, hogy elkerülhessük az így bekövetkező ellenőrizhetetlen zavaró tényezőket. A formázás kézi döngöléssel történt. A formába púpozottan betöltött masszára fakockát helyeztünk és erre kalapáccsal 15 ütést mértünk. Ezután a formát megfordítottuk és a most felfelé került oldalon a döngölést megismételtük, a massa felesleget letisztítottuk és az így kiformázott próbatesteket 24 órán át pihentettük.

Ezután a próbatesteket 10-es csoportokra osztottuk. Az első csoport szilárdságát friss állapotban lemértük, a többi csoportot 5% NaHSO<sub>4</sub>-ot tartalmazó oldatba merítettük. Itt kell megjegyeznünk, hogy e vizsgálatra magyar szabványt nem találtunk, találtunk azonban egy szovjet szabványtervezetet, amely az elvégzett vizsgálatot javasolja. A szulfátoldatban tároló próbatestek közül egy 10 darabból álló sorozatot 20 nap, egy további sorozatot 40 nap, és egy további sorozatot 60 nap elteltével vizsgáltunk nyomószilárdság szempontjából.

Ellenőrzésképpen ugyanennyi sorozatot hasonló körülmények között és azonos időig desztillált vízben tároltuk.

Vizsgálataink eredményét az 1. táblázat tartalmazza.

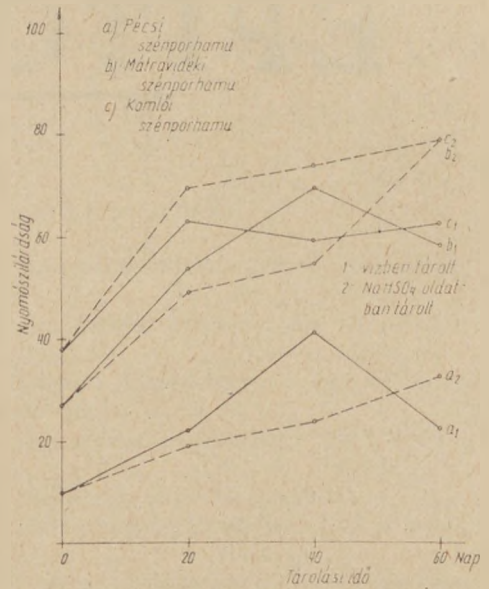
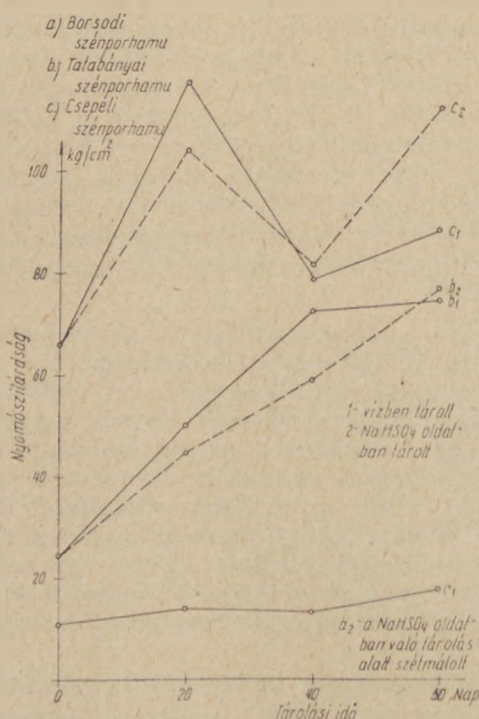
1. táblázat

Szénporhamu fajta : tárolási idő	Nyomószilárdság kg/cm <sup>2</sup>		
	Frissen formázott testek	Deszt. vízben tárolt testek	Szulfátoldatban tárolt testek
<i>Pécsi</i>	10,4		
20 nap után		22,1	19,0
40 nap után		41,2	23,2
60 nap után		22,4	27,7
<i>Tatabányai</i>	24,6		
20 nap után		50,4	45,1
40 nap után		73,0	59,4
60 nap után		75,1	77,2
<i>Mátrai</i>	26,9		
20 nap után		53,2	48,9
40 nap után		59,2	54,8
60 nap után		58,7	79,0
<i>Komlói</i>	37,6		
20 nap után		63,1	69,1
40 nap után		59,5	74,1
60 nap után		62,9	79,1
<i>Csepeli</i>	66,0		
20 nap után		117,4	94,3
40 nap után		79,0	82,0
60 nap után		88,5	112,7
<i>Borsodi</i>	11,3		

A szulfátoldatban minden próbatést elmáltt.

*Ajkai* Már friss állapotban elmáltt.

Az 1. táblázat adatait grafikusán az 1. és 2. ábrák szemléltetik. A grafikonokból látható, hogy csaknem valamennyi szénporhamufajtából készült test nyomószilárdsága szulfát hatásra növekszik. Különösen élesen jelentkezik a szilárdságnövekedés a mátravidéki és a tatabányai szénporhamu esetében. Ezzel szemben a borsodi szénporhamuból készült testek szulfátoldatban való tárolás alatt szétmálltak.



Ezek az eredmények azt mutatják, mintha Ottemannak igaza volna, vagyis a külső szulfát-hatás elősegítené a kalciumaluminiumszulfáthidrárt keletkezését. Ezzel szemben az ebben a cikksorozatban megjelent egyik közleményben, melynek szerzője dr. Déri Márta docens (2), a szerző kimutatta, hogy a mésszel kötött savanyú alapanyagú szénporhamutestekben röntgendifrakciós színekkel a kalciumaluminiumszulfáthidrárt jelenléte nem mutatható ki. Így valószínűnek látszik, hogy ez esetben csak kötésyorsítás lép fel a növelt szulfátkoncentráció következtében. E hatásnak a szakirodalomban nyoma van.

Munkánk második részében a környező atmoszféra széndioxid és vízgőz tartalmának hatását vizsgáltuk a szénporhamutestek tulajdonságaira.

A hagyományos, égetett építőanyagoknál a környező atmoszféra széndioxid és vízgőz tartalma nem jelentős, ezzel szemben a mésszel hidraulikusan kötött építőanyagok esetében igen döntő. Feltehető ugyanis, hogy a kötés folyamán az összes méssz nem használódik fel a kötésre és a környező atmoszféra széndioxid tartalmának hatására bekövetkező karbonizálódás a testek duzzadásával és ezzel szilárdságuk csökkenésével járhat. Másrészt, ha nem is lép fel duzzadás, feltételezhető, hogy a CO<sub>2</sub>, amely közepes erősségű sav, megbontja a kötetést létrehozó hidrátokat, melyek jelen esetben kalciumszilikáthidrátok, illetve kalciumaluminiumszilikáthidrátok, tehát igen gyenge savak sói. Emiatt nemcsak a nyomószilárdságot vizsgáltuk, amely az esetleges dilatáció roncsoló hatását mutatta volna ki, hanem a széndioxidos kezelés következtében sósavoldhatóvá vált hányadot is, tehát azt a hányadot, amely széndioxidos kezelés nélkül már nem volt sósavoldható.

Vizsgálatainkhoz a szulfátállósági vizsgálatoknál leírt módon próbatest sorozatokat készítettünk. A szénporhamuhoz annyi égetett mésszport elegyítettünk, hogy a tiszta CaO tartalom tegye ki a szénporhamu 15 súly%-át. Ezután a testeket formáztuk és 100 °C-on 12 órán át gőzöltük.

2. táblázat

A nyomószilárdság változása CO<sub>2</sub> atmoszféra hatására

Hamufajta	Nyomószilárdság, kg/cm <sup>2</sup>						
	friss	levegőben			széndioxidban		
		10	20	30	10	20	30
		nap után					
Borsodvidéki	16,45	22,3	20,9	15,5	28,1	20,1	30,5
Csepeli	57,25	51,8	60,7	55,55	56,72	62,2	52,5
Komlói	29,69	32,2	38,1	38,7	29,9	29,1	26,8
Pécsi	8,9	10,41	14,6	13,3	12,2	11,9	12,1
Tatabányai	33,03	32,4	35,15	56,0	53,0	52,9	46,0
Mátravidéki	27,6	33,0	19,3	37,9	31,15	32,05	34,8
Ajkai	—	—	—	—	—	—	—

3. táblázat

A karbonáttartalom változása CO<sub>2</sub> atmoszféra hatására

Hamufajta	CO <sub>2</sub> tartalom, súly %						
	friss	levegőben			széndioxidban		
		10	20	30	10	20	30
		nap után					
Borsodvidéki	2,68	2,85	4,12	3,41	6,19	6,93	8,46
Csepeli	1,01	1,95	2,11	2,50	7,57	8,37	8,41
Komlói	3,68	1,31	4,01	2,78	7,64	8,69	8,61
Pécsi	2,41	1,12	3,96	3,86	7,76	7,38	7,95
Tatabányai	3,42	2,35	2,42	2,86	6,64	8,89	9,47
Mátravidéki	1,52	1,53	1,85	2,22	6,99	10,12	9,70
Ajkai	—	—	—	—	—	—	—

A frissen gőzölt próbateteknek megállapítottuk nyomószilárdságát és karbonáttartalmát. Ez utóbbit az eltört próbakoeka törmelékéből fölös mennyiségű hígított sósavval kalciméterbe történt volumetrikus CO<sub>2</sub> méréssel határoztuk meg. Ugyanakkor a szabvány szerinti benzooesavas vizsgálattal ellenőriztük, hogy maradt-e a próbatetekben szabad CaO vagy Ca(OH)<sub>2</sub>. Megállapítottuk, hogy szabad formában ezek legfeljebb nyomokban voltak jelen. A maradék sorozatokat ezután ketté osztottuk. Egy részük levegővel átöblített, más részük CO<sub>2</sub> gázzal átöblített ekszikátorban tárolt. Gondoskodtunk arról, hogy mind a levegő, mind pedig a palaekből nyert CO<sub>2</sub> gáz nedvességgel telített legyen. Ezt desztillált vizet tartalmazó gázmosó edény beiktatásával kétszeres átbuborékolattal értük el. Az áramlás sebessége mind a levegőnél, mind a széndioxidnál mintegy 2 cm<sup>3</sup>/sec volt.

Az ilyen módon kezelt sorozatokból 10 próbatestet 10 napos, 10 próbatestet 20 napos, és 10 próbatestet 30 napos tárolás után vizsgáltunk, mind nyomószilárdság, mind pedig karbonáttartalom tekintetében a fent ismertetett módon.

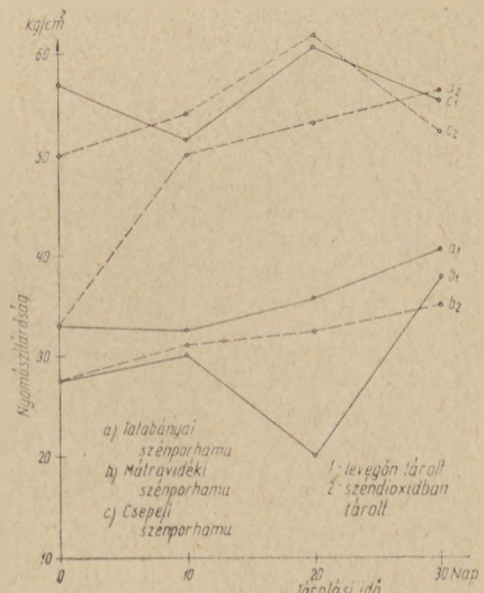
A széndioxid áramban és a levegő áramban kezelt testeket ismét megvizsgáltuk a szabvány szerinti benzooesavas eljárással és azt találtuk, hogy szabad CaO, illetve Ca(OH)<sub>2</sub> természetesen itt sem volt.

A kezelt próbatetek nyomószilárdságát az ellenőrző sorozattal együtt a 2. táblázat, karbonáttartalmát pedig ugyancsak az ellenőrző sorozattal együtt a 3. táblázat tartalmazza.

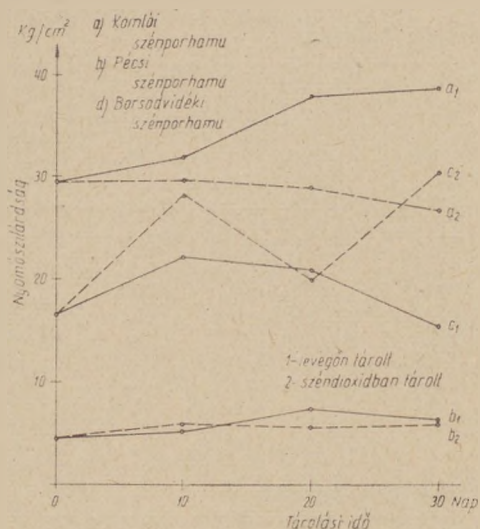
Grafikusan a nyomószilárdság, illetve a karbonáttartalom változását szénpor-hamufajtánként a 3., 4., 5., 6. ábra mutatja.

Amint az ábrákból látható, a szénporhamufajták viselkedése nem volt egyértelmű, ennek ellenére a sorozatok úgy értékelhetők, hogy a környezet széndioxid tartalma inkább fokozza, mint csökkenti a szilárdságot.

Az észlelte alapján feltehető, hogy a hamuszemesek felületén bázikus kalciumszilikáthidráttal



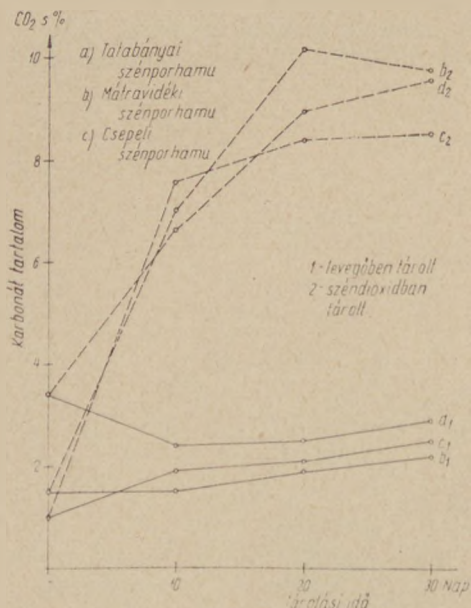
3. ábra



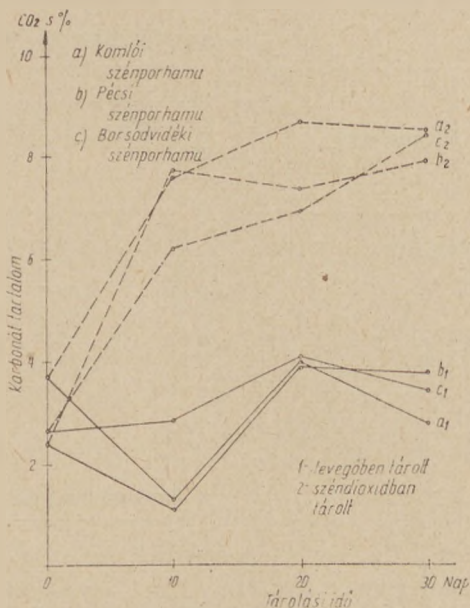
4. ábra

réteg képződik. A széndioxidos kezeléskor ez megbomlik és karbonátváz keletkezik, amely az esetek többségében az észlelteket szerint szilárdabb a mészsel túltelített metastabil szilikátváznál. Az nyilvánvaló, hogy ez a karbonizálódás nem okoz térfogatváltozást, feltehető tehát, hogy a karbonátkristályok az eredetileg jelen volt szilikát-kristályokkal paramorf kristályokat alkotnak. E feltevés igazolása még további kristálytani vizsgálatokat igényelne.

Tisztában vagyunk azzal, hogy ez a két vizsgálatosorozat az anyag időállóságát még nem határozza meg, ennek ellenére valószínű, hogy mésszel kötött pernyefalak és szerkezetek szulfát- és szénsavkorróziójától nem kell tartani. Az eredményeket mégis fenntartással kell fogadnunk, mivel ezek csak az általunk vizsgált szénporhamufajtákra vonatkoztak és a jövőben keletkező



5. ábra



6. ábra

szénporhamufajták tulajdonságait és összetételét előre nem ismerhetjük.

IRODALOM

1. Dr. Koruch—Sasvári : Építőanyag 1961. 4. sz. 134. p.
2. Dr. Déri M. : Építőanyag 1961. 6. sz.
3. Ottewann : Silikattechnik 1951. 2. sz. 143. p.
4. Ottewann : Silikattechnik 1952. 5. sz. 221 p.
5. Bulnikov : Doklad. Nauk. 1952. 1021. sz.

Jécsai László : Mészkrétésű szénporhamutesiek szulfát- és szénsavállóságának vizsgálata.

Szerző a mésszel kötött szénporhamutesiek tartóságának és időállóságának elbírálására azok CO<sub>2</sub>- és szulfátállóságát vizsgálta. A vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy a mésszel kötött szénporhamutesiek az extrém kísérleti körülmények között teljesen épek maradtak és szilárdságuk nem csökkent. A változó szénporhamu minősége miatt ezt az eredményt fenntartással kell fogadni.

Йечай Ласло : ИССЛЕДОВАНИЕ СУЛЬФАТОСТОЙКОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ПРОТИВ УГЛЕКИСЛОТЫ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПЫЛЕУГОЛЬНОЙ ЗОЛЫ НА ИЗВЕСТКОВОЙ СВЯЗКЕ.

Автором были проведены испытания по CO<sub>2</sub>- и сульфатостойкости изделий, изготовленных из пылеугольной золы на известковой связке в целях определения их долговечности и погодостойкости. По результатам исследования было установлено, что в экстремных экспериментальных условиях эти изделия не разрушились и сохранили свою прочность. Однако, из-за непостоянности качества пылеугольной золы этот результат нельзя принять безусловно.

Ladislav Jécsai : Untersuchung der Widerstandsfähigkeit von kalkgebundenen Flugaschenkörpern gegen CO<sub>2</sub> und Sulfataggression

Der Verfasser untersuchte zwecks Beurteilung der Haltbarkeit und Wetterbeständigkeit kalkgebundener Flugaschenkörper ihren Widerstand gegen CO<sub>2</sub>- und Sulfataggression. Die Resultate zeigten, dass die Probekörper unter den extremen Versuchsverhältnissen unversehrt und ihre Festigkeitswerte unverändert blieben. Diese günstige Feststellung muss jedoch wegen der Veränderlichkeit der Flugasche mit Vorbehalt behandelt werden.

## Beszámoló a moszkvai cementkémiai és technológiai tanácskozásról

1961. április 6—8. között folyt le Moszkvában a cementkémiai és technológiai tanácskozás, melyen a Szovjetunió minden tájáról, kutatóintézetekből, egyetemekről, kísérleti laboratóriumokból és termelőüzemekből mintegy 450 küldött és érdeklődő vett részt.

Az értekezlet programjában 27 beszámoló, azok megvitatása és egyéb hozzászólások szerepeltek. Habár a bő program és az idő rövidsége miatt nem kerülhetett sor részletesebb ismertetésekre (egy-egy beszámolóra csak 20 perc volt engedélyezve), némely kérdés felett mégis parázs vita alakult ki. Sajnos, a hozzászólások nagy részére — éppen a fenti okok miatt — nem jutott idő, így azokat majd csak az értekezlet anyagának kiadása után (előreláthatólag ez év végén, ill. jövő év elején) lesz módunkban megismerni.

Az alábbiakban megkísérlem a beszámolók és a fontosabb hozzászólások tartalmát röviden ismertetni.

A megnyitó beszédet a cementipar legfontosabb feladatairól *I. I. Lebegy*, a Szovjetunió Állami Építésügyi Bizottságának elnökhelyettese tartotta. Megállapította, hogy a szovjet cementipar sikeresen teljesíti a párt és a kormány által kitűzött feladatokat. Ez lehetővé tette, hogy 1961. február 15-i határozatában a kormány a kétéves terv irányelveiben kitűzött ellenőrző számokat módosítsa, így az eredetileg tervezett 75—81 millió tonna helyett a szovjet cementipar 1965-ben 84,6 millió tonna cementet kell gyártson. Ehhez nagyrészt meg vannak, részint pedig most teremtik meg a feltételeket. Így 1964-ig 12,5 mld. rubelt fektetnek be a cementiparba. A Szovjetunió mintegy 80 cementgyárában jelenleg kb. 260 forgókemence működik, melyeknek negyötödrésze 20—25 tonnán felüli óraterjesítményt ad.

Az épülő új gyárak közül kettő évi 2,5 millió tonna, egy 2,4 millió tonna, kettő pedig 1,5 millió tonna cement gyártására van tervezve. Külön érdemes szólni a Krasznojarszki kerületben épülő Acsinszk-i cementgyárról, mely ipari hulladékanyag — nefeliniszap — feldolgozásával évi 4,0 millió tonna cementet fog előállítani, szinte nevetségesen csekély — 4 rubel/t — önköltséggel.

Egész sor cementgyárat jelentősen kibővítenek és rekonstruálnak. A rövidebb forgókemencékhez iszapkoncentrátorokat építenek be, sok helyütt alkalmazzák a ciklonos hőcserélőt és a fejlett cementipar egyéb vívmányait is. A melegebb vidékeken áttérnek a félig, ill. majdnem teljesen nyitott cementgyárak építésére. Az új gyárakban felállítandó forgókemencék nagy része  $5 \times 185$  méteres, 75 t/ó teljesítménnyel, a hozzájuk való malmok pedig  $3,2 \times 16$  métereseek, hasonló kapacitással. Három új cementipari gépgyár épül és külön cementgépipari kutatóintézet létesül.

Lebegy elvtárs beszámolójában felvetette annak szükségességét, hogy mind jobban csökkent-

sék a heterogén cementek gyártását és egyrészt az adalékanyagok mennyiségének korlátozásával, másrészt a klinker minőségének javításával, illetve finomabb őrléssel egyre magasabb átlagszilárdságot érjenek el. Jelenleg a cement átlagszilárdsága „425”  $\text{kg/cm}^2$ , ami annak tulajdonítható, hogy a portlandcement és a heterogén cementek aránya 49 : 51. A hétéves terv folyamán folytatni fogják a cementgyártás komplex gépesítésére és automatizálására irányuló törekvéseket és az új technológiák kidolgozását célzó kutatásokat.

A következő előadást *P. P. Budnyikov* professzor, akadémikus, tartotta „A cementkémiai tudomány problémái” címmel. Beszédében egész sor fontos kérdést vetett fel a klinkerképződés és a szilárdulás területéről, melyek még tisztázásra várnak és rámutatott azokra a fontosabb területekre, ahová elsősorban kell a kutató munkát irányítani. Beszédének részletesebb ismertetésére itt nem térek ki, minthogy azt volt szíves felajánlani lapunk részére leközlés végett.

*K. V. Nyikulin*, a Szovjetunió Építészeti Akadémiájának tagja, a cementipar műszaki fejlesztésének irányairól tartott előadást. Megállapította, hogy a közeljövőben a kemencét főleg az átmérő növekedésével fogják a nagyobb teljesítményt biztosítani. Így a gyáráépítésben az  $5,0 \times 185$  és  $4,5 \times 170$  m-es kemencékre fognak orientálódni (pl. 1962-ben már 30 ilyen kemence fog működni a SZU-ban). A hűtőberendezések közül a Fuller-típusú (rostélyos) hűtőberendezések váltak be legjobban. Száraz eljárásnál a fejlesztés iránya a napi 850 t teljesítményű Lepol-rendszerű kemence és a ciklonos hőcserélővel kombinált rövid forgókemence. Az őrlés területén a jövő az 50 t és nagyobb óraterjesítményű malmoké, ugyanakkor a durva és a finom őrlést teljesen szét kell választani, és egyre inkább irányt kell venni a kőrfolyamatos őrlés bevezetésére. Ki kell dolgozni a nagysebességű sugárral (levegő, gőz, gáz) működő inerciás malom gazdaságos típusát, esetleg az égetés és őrlés egy folyamathá váló összevonásával. Tovább kell fejleszteni a termelőegységek automatizálását, át kell térni a kemencék égetési viszonyainak jelenlegi stabilizálásáról az optimális égetési feltételek biztosítására, esetleg elektronikus számítóberendezések alkalmazására, stb. Ki kell dolgozni a gyökerében új cementtechnológiákat, mint pl. a tűzfolyós salakból olvasztott konverter-cement, a hidrotermális szintézissel (égetés nélkül) előállított cement, stb.

*N. V. Belov* akadémikus, „A cementszilikátok kristálykémiaja” című beszámolójában sok vetített képpel illusztrálva ismertette a cementszilikátokra vonatkozó kutatásait. Megállapította, hogy az utóbbiaknál az alapvető motívum a nyolcszögű gyűrű, mely négyyszögű (apofillit), ötszögű (okenit) és hatszögű (tobermorit) gyűrűkkel váltakozik. A legnagyobb szilárdságot a

nagynyomású nyolcszögű gyűrűkkel rendelkező szilikátok (tobermorit, xonotlit, fosagit és hillebrandit) mutatják. Magas hőmérsékleten ezek a gyűrűk félgűrűkké (lásd wollasztont) esnek szét, ami a hidraulikus tulajdonságok elvesztésével jár.

„A termodinamika alkalmazása a cementek vizsgálatához” címmel *O. P. Mcsedlov—Petroszjan*, az Ukrán Tud. Akadémia lev. tagja tartott előadást. Kifejtette, hogy bármilyen — így a klinker égetésénél és a cement hidratációjánál is végbemenő reakciók — mozgató ereje a termodinamikai potenciálok különbsége. Ha ezekből indulunk ki, sok olyan következtetést lehet levonni előre, amit máskülönben csak hosszas kísérletezés alapján lehetne megállapítani. Pl. felhozta, hogy a trikálcium szilikát egyedül szilárd fázisban végbemenő reakciók következtében nem keletkezhet, csak folyékony fázison keresztül. A termodinamikai nézőpont magyarázatot ad sok olyan hidratációs folyamatra is, amit eddig — csak tapasztalat alapján — nem, vagy csak nehezen lehetett megmagyarázni.

A tanácskozás egyik legérdekesebb beszámolója volt *Ju. M. Butt* professzor és *V. V. Tyimasov* tudományos főmunkatárs: „A klinker fázisösszetétele és annak hatása a portlandcement kötőképességére” című előadása. Az előadás a Moszkvai Mendelejev Kémiai Technológiai Intézet cementtechnológiai tanszéke többéves munkájának eredményét tükrözi. A Szovjetunió 76 cementgyárának klinkereit vizsgálták meg s olyan következtetésekre jutottak, ami sokban elentmond a „hagyományos” elméleteknek. Vizsgálataikban kimutatták, hogy teljesen azonos ásványi összetételű klinkerek néha 50—100%-os szilárdsághelyi különbséget mutatnak. Ezt — minden egyéb tényező kizárása mellett — teljes mértékben a jelenlevő ásványok kristályainak formájával lehet megmagyarázni. Így pl. a  $\beta$  —  $C_3S$ -nél a tömör, kerekded kristályok mutatják a legnagyobb szilárdságot, míg a vonalkázott és még inkább az amorf módosulatok szilárdsága jóval kisebb. Nem igaz, hogy a magasabb hőfokon égetett klinker mindig nagyobb szilárdságot ad, mint az alacsony hőfokon égetett, ellenben beigazolódott, hogy minden ásvány részére van egy optimális égetési hőfok, amelynél a legnagyobb lesz a szilárdsága. Ez a  $C_3S$  és a  $C_2S$  részére kb. 1500 C° körül van.

A  $C_3S$  kristályok közül is a szabályos alakúak mutatják a legnagyobb szilárdságot. Így — sokakkal ellentétben — a szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a szilárd oldatok jelenléte és általában a szabályos kristályalakzat és a struktúra bármilyen elváltozása a szilárdság csökkenéséhez vezet. Ezt nagy kísérleti anyaggal tudják alátámasztani. Fentiek alapján, értékelve az egyes gyárak klinkereit, egész sor technológiai módosítást javasoltak a különböző gyárakban a megfelelő égetési, illetve hűtési feltételekre vonatkozóan, a cement szilárdságának növelése céljából.

A következő előadást *Sz. D. Okorokov* és *Sz. L. Golünko-Volfszon*, a műszaki tud. kandidátusai tartották: „A cementek műszaki tulaj-

donságainak megjavítása az égetés közben végmenő ásványképződési folyamatok irányított megváltoztatása révén” címmel. A beszámoló a különböző mineralizátorok hatásával foglalkozott. Szerzők kimutatták, hogy fluortartalmú ásványképzők ( $Na_2 SiF_6$ ,  $CaF_2$ ) jelenlétében a  $C_3A$  felbomlik  $C_5A_3$  és szabad  $CaO$ -ra, mely utóbbit további  $C_3S$  képzésre lehet felhasználni. Így előállítottak tisztán kétásványú cementeket is. A közönséges cementeknél, ahol a  $C_3A$  mennyisége viszonylag nem nagy, a mineralizátorok ilyen irányú hatása nem annyira észrevehető, mint pl. a fehér cement, vagy különösen a magas  $Al_2O_3$  tartalmú cementek esetében. Ha a nyerskeverékbe ásványképző helyett  $CaSO_4$ -t viszünk be, hasonló eredményre jutunk, ez esetben  $C_3A$  helyett  $n CA \cdot CaSO_4$  összetételű komplex vegyület keletkezik, mely hidraulikus aktivitás tekintetében  $CA$ -hoz hasonlítható.

*N. A. Toropov* professzor és *A. J. Bojkova* kandidátus: „A trikálciumszilikát és annak szilárd oldatai” címmel tartottak előadást. Ebben nagy irrodalmi és részben saját kísérleteik anyagára támaszkodva, összefoglaló képet adtak fenti ásvány szilárd oldatairól, azok tulajdonságairól és keletkezésének feltételeiről. Vizsgálataik tanúsága szerint a trikálciumszilikátnak több polimorf módosulata van (monoklin, triklin stb.), melyeknek a DTA görbén 560°, 900° és 960°-nál kapott effektusok felelnek meg.

Részletesen tanulmányozták és megállapították, hogy a trikálciumszilikát és a triszciumszilikát szilárd oldatot képeznek egymással.

„A cement nyerskeverékben magas hőmérsékleten végbemenő fiziko-kémiai folyamatok” volt a címe *Ju. Sz. Lurje* és *P. F. Konovalov* kandidátusok beszámolójának. Szerzők megállapították, hogy a magas hőmérsékleteken (1800—2000°) a klinkerképződés reakciói nagymértékben meggyorsulnak, amit elsősorban azzal lehet magyarázni, hogy az ilyen gyors égetésnél (1—30 mp) a kalcinált oxidoknál nem lép fel a közönséges égetésnél megfigyelhető az „átkristályosodás” jelensége s így ezen oxidok aktívabb alakjukban jutnak el a reakcióhőmérsékletig, amelyen a reakciók éppen ezért fokozott sebességgel folynak le. Az olvasztott, ill. magas hőmérsékleten égetett klinkerek részére a különösen éles hűtés elengedhetetlen feltétel, minthogy a lassú hűtés minden esetben az alit részleges bomlását és a szabad mésztartalom növekedését vonja maga után. A hűtés helyes megválasztásával lehet szabályozni, hogy az alit kristályok a kívánt méretűek legyenek.

„A portlandcementklinker struktúrájának néhány sajátossága” volt a címe *B. V. Volkonszkij* kandidátus és *A. P. Haskovszkaja* előadásának. Petrográfiai vizsgálataik alapján a klinkert három strukturális csoportba osztják, és pedig: gomeroblasztikus, melyet az egyes ásványok csoportonkénti elhelyezkedése jellemez, monadoblasztikus, amelynél az ásványzemesek egyenként vannak elszórva, és zónális, amelynél a fő klinkerásványok a zemesekben rétegesen helyezkednek el. Az egyes struktúrák kialakulására hatással van



a nyersanyagok struktúrája és az égetés feltételei. Az alit a portlandcementklinkerben 6, a belit pedig 5 tipikus kristályformát alkot.

P. A. Rebinder akadémikus és E. E. Szegalova kandidátus „Szilárdulási struktúrák keletkezése és szilárdságuk növekedésének feltételei” címmel tartottak előadást. Ebben kísérleteik alapján részletesen elemezték az őrlésfinomság szerepét és megállapították, hogy a szilárdulás közben lejátszódó két ellentétes folyamat (a kristálykontaktusok összeszövődése) („benövése”) által kiváltott szilárdságnövekedés és az egyes kristályok növekedése, illetve a belső feszültségek megnagyobbodása által előidézett szilárdságcsökkenés közül mindig az adott feltételektől (őrlésfinomság, víz/szilárdanyag tényező az oldat telítettsége és a hőmérséklet) függ, hogy melyikük hatása lesz erősebb és a tárolás folyamán a szilárdság növekedni vagy csökkenni fog-e. A kristálykontaktusok száma és az egyes kristályok nagysága, elsősorban az oldat telítettségétől, ill. túltelítettségétől függ.

M. J. Sztrelkov kandidátus „A kötőanyagok és betonok különlegesen gyors szilárdulásának általános kérdései” című, igen érdekesnek ígérkező beszámolójára a szerző egyébirányú elfoglaltsága miatt — sajnos — nem került sor.

„Különleges portlandcementek” volt a címe A. E. Sejkin, a műszaki tudományok doktora és Sz. M. Rojak kandidátus beszámolójának, melyben elsősorban a nagy kezdőszilárdságú és nagy-szilárdságú portlandcementek előállítására vonatkozó kísérleteiket ismertették. Így, az ismert és általuk felderített tényezők megfelelő összehangolásával sikerült nekik az NII Cement Kutatóintézet Podolszki-i telepén félüzemi módszerrel 940 kg/cm<sup>2</sup> nyomószilárdságú cementet előállítani. A fenti tényezők között a klinker fázisösszetételén és mikrostruktúráján kívül fontos szerepe van az egyes ásványok reakcióképességének, az őrlési finomságnak, a cementpor szemcseösszetételének, egyes adalékanyagoknak stb.

N. I. Bozsenov akadémikus és V. I. Kavale-rova „Nefelincement” címmel tartottak előadást. Mint ismeretes, a timföldgyártásnál óriási mennyiségű nefeliniszap keletkezik, mely 75—80% dikkalciumszilikátot tartalmaz. A nefelincement nem más, mint kiszáritott és aktivátorral (klinker, mész, gipsz stb.) elkevert, cementfinomságúra őrölt nefeliniszap. Szerzők kimutatták, hogy az ilyen cement autoklavolás után szilárdság tekintetében még a portlandcementet is felülmúlja. Felületaktiv anyagok hozzáadása szintén növeli a szilárdságot. Igen jó szilárdsági eredményeket mutat a nefeliniszap + őrölt kvarehomokból készült, autoklavolt cement. A nefeliniszap, mint adalékanyag (20%-ig) növeli a közönséges portlandcement szilárdságát is.

P. P. Budnyikov akadémikus és I. V. Krav-csenko kandidátus „A timföldcement és a duzzadó-cement kémiaijáról és tulajdonságairól” tartottak beszámolót. A beszámoló széleskörű áttekintést adott a timföldcementek gyártási eljárásairól és ásványi összetételükről. Ismertették a „gra-

nulált” timföldcement gyártási eljárását, melynek eredményeképpen jelentősen növekszik úgy a húzó-, mint a nyomószilárdság. Ha a hidratációs folyamatok tanulmányozása terén végzett kísérletek fényt derítettek a timföldcement szilárdságcsökkenésének adataira is, megállapították, hogy a szilárdságváltozás nagymértékben függ a hidratációs folyamatok sebességétől. A beszámoló áttekintést ad a duzzadócementek technológiájáról és összetételéről, úgyszintén a hidroszulfoalimunát keletkezéséről és stabilitásáról, különböző összetételű aluminát- és gipsz-aluminát-, valamint duzzadó portlandcementekben.

Míg az értekezlet első napján inkább elméleti jellegű vizsgálatokról és kísérletekről számoltak be az előadók, az értekezlet másnapján elsősorban gyakorlati jellegű előadások, beszámolók hangzottak el, főleg gyári szakemberek szájából.

N. Sz. Zavgorodnyij mérnök beszámolt arról, hogy az Amvroszevi Cementkombinátban megvalósították a „700”-as nyomószilárdságú portlandcement ipari előállítását. A 62—65% finomkristályos alitot tartalmazó klinkert 2,2 × 4,4-m-es golyósmalomban darává őrlik (melyet 44—55% 4900-as és 32—40% 900-as szitamaradék jellemez), utána 2,6 × 13 m-es csőmalomban 4500—5200 cm<sup>2</sup>/g (Tovarov módszere szerint meghatározva) finomságúra őrlik (a malom teljesítményének csökkenése nélkül). A cement 28 napos szilárdsága földnedves habarcsnál 704—579 kg/cm<sup>2</sup>, plasztikus habarcsnál pedig 500 kg/cm<sup>2</sup>.

„Különleges mélyfúrási cementek vizsgálata a Seterlitamaki szóda-cement kombinátban” címmel tartott beszámolót R. T. Krivoborodov mérnök. Megállapította, hogy az mélyfúrási, portland- és salakportlandcementek részére a klinker optimális összetétele a következőkkel jellemezhető: TT = 0,91 ± 0,01, szilikátmodulus 2,2 ± 0,2 és alumíniummodulus 1,3 ± 0,2. Őrlésfinomság 3300—3500 cm<sup>2</sup>/g, gipszadagolás 5—7%, salakadalék 20%. A mélyfúrási salakportlandcement szilárdsága felülmúlja a közönséges portlandcement alapúét és — főleg szulfátos talajvizekkel szemben — jobb korrózióállóságot is mutat.

I. Ja. Lejcsenko, V. K. Abramov és P. Sz. Vegyernyikova mérnökök arról számoltak be, hogy a Krasnojarszki Cementgyárban sikerrel alkalmaztak mineralizátorként — gipszet. Minden egyéb technológiai változtatás nélkül, kizárólag az által, hogy a nyers keverékbe 1,5—2,0% SO<sub>3</sub>-nak megfelelő mennyiségű gipszet vittek be, sikerült elérniük, hogy a trikalciumszilikát-tartalom a klinkerben 48—50%-ról 55—65%-ra emelkedett, ugyanakkor jól határolt, szabályos alakú alitkristályok keletkeznek. Így, egyedül ezen intézkedés eredményeképpen sikerült áttérniük a nagy kezdőszilárdságú (Sz<sub>1 nap</sub> ≈ 220 kg/cm<sup>2</sup>) portlandcement gyártására. Ugyanakkor könnyebben vált az égetés és sikerült tartós olvadékréteget létrehozni a forgókemencék falzatán.

„Mikrotöltőanyag (mikroheterogén) cementek” volt a címe A. Sz. Pantyczejev docens előadásának. Tekintettel arra, hogy a cementek, de különösen a magas C<sub>3</sub>S-tartalmú cementek

kémiai potenciálja nincs megfelelően kihasználva, javasolja, hogy a kezdőszilárdság növelése céljából ne a portlandcement tartalmat növeljük a betonban, hanem a kristálykontaktusok mennyiségét. Ezt a célt szolgálják a finomra őrölt cementtöltőanyagok (ún. mikrotöltőanyagok), elsősorban a karbonátok. Kétfokozatos őrléssel előállított (40%  $\text{CaCO}_3$ -at tartalmazó) mikroheterogén cementekkel lefolytatott vizsgálatok alapján megállapították, hogy a finomra őrölt karbonát nem inert, hanem a portlandcement aluminátjaival reakcióba lépve karboaluminátokat képez, melyek növelik a szilárdságot. Így pl. a fenti cement kezdőszilárdsága nagyobb a 3000  $\text{cm}^2/\text{g}$  finomságúra őrölt portlandcementénél és idővel még a 4000  $\text{cm}^2/\text{g}$ -ra őrölt portlandcementét is túlhaladja, ugyanakkor előállításuk sokkal olcsóbb.

*T. M. Berkovics* kandidátus „A cement hatásos kihasználása az aszbesztcementárak gyártásánál” címmel tartott előadást. Fenti cél elérésére javasolja, hogy a folyamatos gyártásnál először rövid atmoszferikus gőzölést alkalmazzanak (a megfelelő szilárdságminimum eléréséig), utána pedig melegvízben való tárolást, amely elősegíti a teljes hidratáció lefolyását. Különösen hatásos ez a módszer az alátét nélküli (ún. Jezsov-féle) gyártástechnológiánál.

Másik módja a cement jobb kihasználásának az autoklaválás alkalmazása, mely esetben a cement 40%-a őrölt kvarchomokkal helyettesíthető. Az ilyen aszbesztcement árak olcsóbbak és sok szempontból jobb tulajdonságokkal bírnak, mint a portlandcementtel készültek.

„Új irányok a forgókemencék fejlesztésében” volt a címe *E. I. Hodorov* kandidátus beszámolójának. Ismertette az új átmérő és zónahosszúságszámítási képleteket és a hasonlóság-elmélet alkalmazásának feltételeit, bármilyen teljesítményű kemencék számításánál. Rámutatott, hogy a fejlesztés iránya a nagyobb kemenceátmérő felé tolódik el, ugyanis bizonyos optimális gázsebességen felül a kemence üzemének erőltetésével sem tudunk nagyobb teljesítőképességet elérni a megnövekedő szállópormennyiség miatt. A Szovjetunióban már foglalkoznak a kb. 6,0—6,5 × 170 m-es, 2000 t/24 óra teljesítményű kemence terveivel is.

*V. F. Krülov* kandidátus „Olvasztott cementek előállítása a Szerov-féle konverteres módszerrel” címmel tartott előadást. Ezen érdekes új módszer abból áll, hogy az izzó kohósalakot beleöntik a vízhűtéses falú, konverter alakú kemencébe, bele adagolják a szükséges mészkőmennyiséget és pakura- vagy gázlángot fúvatnak az olvadákon keresztül, amely elősegíti az intenzív keverést is. A cement hűtése történhet granulálással vagy egyéb módon, így széles lehetőség van az alitkristályok nagyságának szabályozására. Ez a módszer portlandcement gyártására jelenleg még csak akkor gazdaságos, ha a forró gázokat hőhasznosító kazánokon vezetik keresztül. Viszont igen gazdaságos olvasztott timföldcement előállítására (ez esetben mészkő helyett bauxitot adnak a salakhoz), minthogy nincs szükség a drága koksra, ill. elektromos energiára. Az így

előállított timföldcement szilárdsága egy napra 500—550, 3 napra 550—600  $\text{kg}/\text{cm}^2$  volt.

„Modern forgókemencék tűzállóanyagai” címmel *A. V. Beljajev* kandidátus tartott beszámolót. Tekintettel arra, hogy az új, nagyteljesítményű kemencékben a tűzállóanyagok elé fokozott követelményeket állítanak, a fejlődés iránya a következő: A zsugorító zónában a krómmagnezit tégláról át kell térni a magnezitkróm, tömör magnezitkróm és periklászspinellid téglákra, a téglák méretének egyidejű növelése mellett. A távlati kutatásnak pedig (a fenti téglák drága és ritka nyersanyaga miatt) a forsterit tűzállóanyagokra kell orientálódni, amennyiben sikerül megnövelni azok hőállóságát. A nyers talkumtéglák helyett magas alumíniumtartalmú téglákat kell a kontaktzónákban alkalmazni. A kevésbé fontos helyeken a samottéglákat könnyűsúlyú samottal, illetve tűzálló betonnal lehet helyettesíteni (hűtőberendezés falazata stb.). A láncc- és hűtőzónákban célszerű a kopásálló kordierit téglák felhasználása.

*G. Sz. Krüktyin* kandidátus a cementipar őrlestechnikájának fejlődési irányairól tartott előadást. Megállapította, hogy a nagyteljesítményű malmok létrehozásának elengedhetetlen feltétele a többfokozatos őrlés elvének alkalmazása. A körfolyamatos őrlést kell alkalmazni a nagykezdőszilárdságú cement gyártásánál és ott, ahol a gyártásmenet a különböző cementfajtákra való gyors átállást követeli meg. Igen hatásos az utolsó kamrában a vízbefecskendezés, minthogy megkönnyíti az őrlést, hűti a cementet és megelőzi az álkötés (hamis kötés) fellépését, melyet a gipsz dehidratációja idéz elő.

„A cementgyártás komplex automatizálásának feladatairól” beszélt előadásában *A. I. Leontyenko* mérnök. A bányákban a hidromonиторos kitermelést és a hidraulikus anyagszállítást kell kifejleszteni. A törő—zúzó berendezéseket lehetőleg össze kell vonni. A nyersmalmok üzemét a folyamatos iszapfinomság vizsgáló berendezés által kell vezérelni. A kemencéknél a Szebrjakovói gyárban már működő automata berendezést kell továbbfejleszteni. A vegyi elemzés automatizálása elsősorban fizikai módszerekkel kell hogy történjen (spektrál- és röntgenanalízis stb.). Az automatizálás utolsó lépéseként a főberendezések üzemének stabilizálásáról át kell térni az optimális feltételek szerinti üzemvitelre, amelyhez már a számítógépek alkalmazása szükséges.

*B. G. Szkramtajev* akadémikus előadása, melyet „A cement hatásos felhasználása az előregyártott és a monolit betonban” címmel tartott volna, szerző betegsége miatt — sajnos — elmaradt. „A beton- és vasbetonkorróziót gátló tényezők” volt a címe *V. M. Moszkvin* akadémiai lev. tag beszámolójának. Ebben részletesen elemezte a betonkorrózió lehetséges válfajait és a védekezés módjait. Felhívta a figyelmet arra, hogy a számításoknál vizes közegben végbemenő folyamatok mellett a gőz—gáz közegben előforduló korrózióval is számolni kell. Figyelembe kell venni a hőmérsékleti tényezőt is (beton, ill. vas

különböző kiterjedése). A korrózió függ még ezenkívül a cement  $R_2O_3$  tartalmának és a betonadalékanyag  $SiO_2$  tartalmának viszonyától, a betonra ható terheléstől és egyéb tényezőktől is.

A fenti előadások elhangzása után megkezdődött a vita, melyen 23 felszólalásra kerülhetett csak sor, utána az idő rövidsége miatt a vitát le kellett zárni, úgyhogy a többi felszólalásról, ill. hozzászólásról csak az értekezlet teljes anyagának nyomtatásakor tudunk majd beszámolni.

A sok felszólalás anyagának ismertetése egy ilyen cikk keretében lehetetlen, ezért csak egyetlen ragadunk ki közülük.

Igen érdekes *Szucsov* docens javaslata, hogy a klinkerégetésnél lejátsszódó különböző fizikai-kémiai reakciókat, ill. számításokat a tetraéder helyett egyszerűsített háromkomponensű rendszerben ( $C_3A - C_4AF - C_3S + C_2S$ ) tanulmányozzák, tekintettel arra, hogy

$$\frac{C_3S}{C_2S} = f(TT)$$

Nagyon sok felszólaló foglalt állást a heterogén cementek gyártásának kibővítése mellett s konkrét adatokkal támasztották alá ezen kívánásukat. (Meg kell jegyezni, hogy a SZU-ban jelenleg még erősebb a heterogén cementek volumenjének csökkentését célzó irányzat.)

*Zatyusko* mérnök a Szebrjakovoi Cementgyár eredményeit ismertette. Ebben a gyárban igen előrehaladott az automatizálás. A 150 m-es kemencék automatikus szabályozásával a tüzelőanyag felhasználást 235.1 kg/t-ra csökkentették.

A kemencék után elhelyezett elektrofilterek zavartalan munkája eredményeként évente 26 000 t szállóport gyűjtenek össze és adagolnak vissza a fej felől a kemencékbe. *Szikin* mérnök a Nyizsnyetagi gyárból beszámolt arról, hogy a szállópor külön kemencében, pakurával történő kiegészítésével „300”–„400” nyomószilárdságú cementet állítottak elő. Ugyanebben a gyárban a klinker előzetes durva, majd utólagos finomórlásával (4000  $cm^2/g$ ) 47% klinkert + 47% granulált kohósalak + 6% gipsz összetételű nagy kezdőszilárdságú, „600” nyomószilárdságú kohósalak-portlandcement előállítására is végeztek sikeres kísérleteket. Hasonló eredményekről számolt be *Szurkin* kandidátus is.

Az értekezlet befejeztével a résztvevők határozatot fogadtak el, amely leszögezi, hogy az elért nagy eredmények mellett még igen sok a hiányosság is és irányt mutat a problémák megoldására az értekezleten felvetett javaslatok és beszámolók alapján.

*Kovács Róbert*

aspiráns  
Moszkva, Mendelejev Kémiai  
Technológiai Intézet  
Cement Tanszék

*Kovács Róbert*: Beszámoló a moszkvai cement-kémiai és technológiai tanácskozásról

*Ковач Роберт*: О МОСКОВСКОМ СОВЕЩАНИИ, СОСТОЯВШЕМСЯ ПО ТЕМЕ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ ЦЕМЕНТА.

*Robert Kovács*: Bericht über die zement-chemischen und technologischen Beratungen in Moskau

# Hamuzsugorító berendezés a Zwickaui „August Bebel” Műveknél\*

KNAUST, WALTER (Weimar) — KRÖNER, HELMUT (Zwickau)

Az egyre nagyobb tömegben felhalmozódó hulladékanyagok eltávolítása jelentős feladat az ipar számára. A Zwickau-Oelsnitz-i kőszénkörletben az erőművek 40%-ot megközelítő hamutartalmú, kis fűtőértékű szénét használnak és igen nagy mennyiségű kőszénhamut visznek hányóra. A hamu eltávolítása nagy nehézséget jelent, mert annak legnagyobb része a kamrákban leülepedett vagy elektrofilterben felfogott por. A füstgáz tisztítására 1959-ben a VEB August Bebel hőerőműben villamos szűrőberendezést szereltek fel. A szállóhamu és a szűrőn felfogott hamu elhelyezése az erőmű közelében csak mintegy 2 évig volt lehetséges és további rakodóhely igénybevétele csak nagy költséggel lett volna megoldható. Jelentősebb költségek merültek volna még fel a hamunak távoleső rakodóhelyre szállításával kapcsolatban is, amelyeket az üzem nem tudott volna fedezni.

A Weimar-i Építőanyagipari Intézetben 1957-58-ban végzett kísérletek arról tanúskodnak, hogy kimosott meddő hozzáadásával a hamu zsugorítható. A nagyüzemi építkezési módszerek bevezetésével a lakóház és ipari építkezéseknél jelentősen megnövekedett a könnyű adalékanyagok szükséglete és ezzel lehetővé vált a VDB August Bebel Művek egyik jelentős ipari hulladékanyagának célszerű eltávolítása.

Az első korszerű zsugorító berendezés előkészítő munkáit az NDK-ban olyan időben kellett megkezdeni, amikor még semmiféle tapasztalat nem állt rendelkezésre ezen a téren. Sem a baráti, sem a nyugat-európai országokban még nem volt működésben nagyüzemi ipari hamuzsugorító berendezés. A tervezési tapasztalat hiányában ezen a területen egy munkakollektívát kellett létesíteni az August Bebel Műveknél, amelynek feladata volt a technológiai vázlattevé kidolgozása.

A tekintetbe veendő nyersanyagok különböző üzemszkegekben fordultak elő. Szabad terület sem a hulladékképződés színhelyén, vagyis az erőműnél, sem pedig a meddőnél nem állt rendelkezésre. Az üzem ugyanis már 100 éve fennáll és Zwickau déli elővárosában fekszik, lakóházak és közlekedési létesítmények között beékelve. A berendezéshez szükséges helyet csakis három lakótelep feláldozásával lehetett biztosítani. Az ily módon rendelkezésre álló építkezési terület nem volt elegendő egy optimális elhelyezésű és szállítási viszonyokkal rendelkező termelési részleg kiképzésére. A helyszűke miatt 18 m magas üzemi épületet kellett építeni, több kezelő- és közbelső szinttel. A késztermék raktározását is a minimálisra kellett korlátozni, ezt magastárolókkal oldották meg. További hátrányt jelentett

az is, hogy a berendezés egy fő közlekedési útvonal közvetlen közelében fekszik. Kedvező volt azonban a nyersanyagok szállítási távolsága. Tekintettel az adalékanyagok kinyerésének közvetlen közelségére nagy közbelső készletek tárolásától el lehetett tekinteni. A zsugorító berendezés árammal, gázzal, sűrített levegővel és gőzzel való ellátása céljából 100—350 m hosszú távvezetékek voltak szükségesek, amelyek a meglévő üzemi elosztókhoz kapcsolódtak. Ugyancsak jól igénybevehető volt a hőerőmű vasúti iparvágánya az adódó kiszállítások lebonyolítására.

## Az adalékanyag tulajdonságai és szállítása a berendezéshez

A hamu szállítása az erőműtől a zsugorító berendezésig pneumatikusan történik. Minden kamra-, illetve filterport surrantók és pneumatikus vályuk segítségével az elektrofilterek alatt elhelyezett két csavaros szivattyúhoz vezetnek. Ez a két porszivattyú 40 m hosszú olvasztott bazalt bélelésű csővezetékén át a hamut a zsugorító berendezés tápláló anyagtarolójába juttatja. Tervbe van véve, hogy a kazánoknál kihulló rostélyhamut 1962-től kezdve szintén felfogják és ugyancsak a zsugorító berendezéshez vezetik.

A kimosott meddő a kinyert kőszénben, mint szennyezés jelentkezik és attól nedves mechanikai előkészítés útján kerül elválasztásra. Korábban hányóra vitték, mert az VEB August Bebel kőszénbányában nincs táróművelés és így az anyag nem volt tömedékelésre felhasználható. A 0—80 mm-es szemcsenagyságú kimosott meddőből a 7 mm-nél kisebb szemcséket leválasztják és gumi szállítószalagon a zsugorító berendezéshez vezetik.

Az 1. táblázatban az adalékanyagok, és pedig porszenhamu és a kimosott meddő kémiai elemzése található. Ebből kitűnik, hogy a fontosabb összetevők, és pedig földalkáliák, vasoxid, timföld és kovasav aránya kedvező és szén is elegendő mennyiségben van jelen, úgyhogy tüzelőanyag hozzáadásáról nem kell gondoskodni.

Amint már említettük, a hamun kívül még a kimosott meddő is beadagolásra kerül, amely a

1. táblázat

Az adalékanyagok és a zsugorított hamu kémiai elemzése

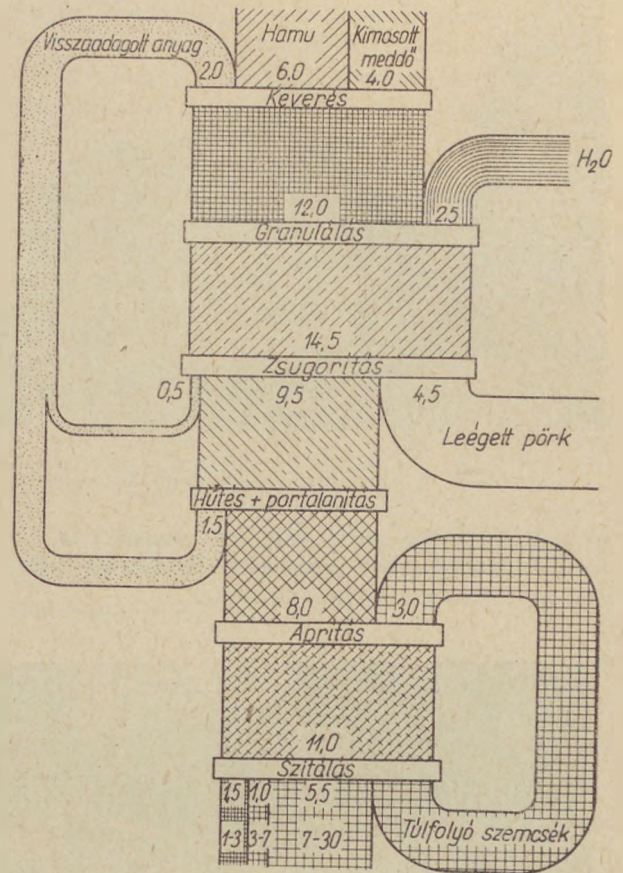
	Porszenhamu	Kimosott meddő	Zsugorított hamu
C	5—7	7—11	1—3
SiO <sub>2</sub>	38—42	35—37	45—50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19—23	19—21	22—24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11—18	10—17	12—18
CaO	2—5	2—3	2—6
MgO	2—6	2—4	2—4
SO <sub>3</sub>	0,2—0,6	0,2—3	0,2—0,6
S	0,1—0,2	2—5	0,2—0,5

\*A „Silikattechnik” folyóirat szerkesztőségével kötött együttműködési megállapodás keretében közölt cikk. Kérjük olvasóinkat, hogy e cikkhez hozzászólásukat a „Silikattechnik”-ben való közlés végett szerkesztőségünkhöz eljuttatni szíveskedjék.

szívó huzamos zsugorításhoz szükséges tüzelőanyagot is magával hozza. A zsugorító berendezésbe kerül visszaadagolásra a zsugorítási folyamatból kikerülő termék is. Ez a porolválasztóban gyűlik össze, többnyire a zsugorításon át nem esett, finom poralakú termék, amelyben a betonra káros alkatelemek, mint például szulfátok és szén nagymértékben jelen vannak.

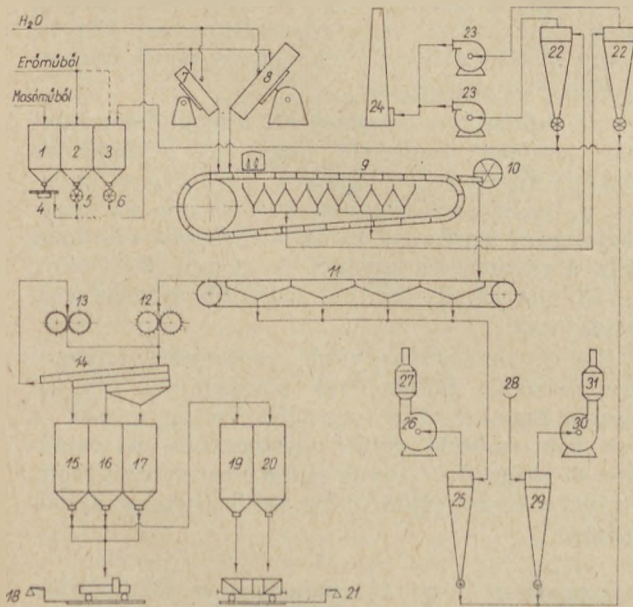
Az 1. vázlat az anyagmozgatást ábrázolja, a 2. ábrán a technológiai folyamat látható.

A szállóhamu és a visszaadott anyag zsugorításához szükséges tüzelőanyagot a kimosott meddő kellő mértékben szolgáltatja. A tárolók alatt az anyag tulajdonságainak megfelelő és a kezelőállásról állítható adagoló berendezés van elhelyezve. Ezzel a berendezéssel lehetővé válik az átmenő teljesítmény és a keverékösszetétel szabályozása. A hamu és a visszavezetett anyag tartálya a leürítést elősegítő berendezéssel van ellátva, hogy ezáltal a tartály kivezetésénél az átboltozódás elkerülhető legyen. Az anyag rédler és elevátor segítségével érkezik a granuláló tányérhoz. Az egész keverék granulálása egyetlen 3600 mm átmérőjű tányéron történik. Célszerűnek látszik azonban még egy 2000 mm átmérőjű tányér felállítása is. Ez a nagyobb tányér elé helyezve a rostélyt befedő 10—15 mm szemcsenagyságú



A szám adatok tonna/óra kihozatalnak felelnek meg

2. ábra. Óránkénti tonna mennyiségnek megfelelő szám adatok

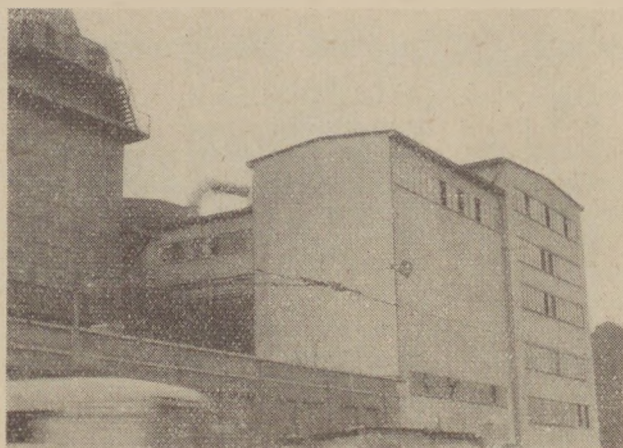


1. ábra

A vázlat magyarázata:

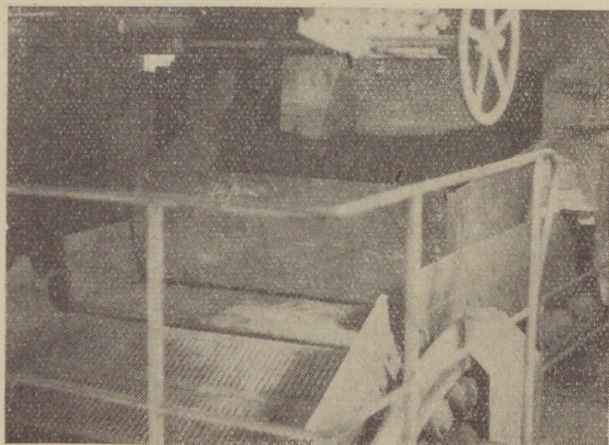
1. Meddő siló — 2. Hamu siló — 3. Visszaadagolandó anyag silója (a hamuval együtt adagolható újra) — 4. Villamos szabályozású tányéros adagoló a meddőhöz. — 5. Villamos szabályozású cellás adagoló a hamu részére — 6. Villamos szabályozású cellás adagoló a visszaadagolandó anyag részére. — 7. Granuláló tányér a rostély lefedés részére 2000 mm átmérővel (tervezve) — 8. Granuláló tányér 3600 mm átmérővel — 9. Zsugorító rostély 18 m<sup>2</sup> szívó felülettel — 10. Zsugorított termék eltörője — 11. Hűtőszalag — 12. Tűskés hengeres törő. — 13. Tűskés hengeres törő a tűlfolyó nagy szemcsék részére — 14. Vihárcélós szita. — 15. 7—35 mm szemcsenagyságú zsugorított hamu bunkerja — 16. 3—7 mm szemcsenagyságú zsugorított hamu bunkerja — 17. 0—3 mm szemcsenagyságú zsugorított hamu bunkerja — 18. Kocsihídmérleg. — 19. Vasúti tároló tartály — 20. Vasúti tároló tartály — 21. Vagon-hídmérleg — 22. Ciklon a zsugorítási gázok tisztítására — 23. Szívóhuzamú exhausztorok. — 24. Az erőmű kéménye. — 25. Multiciklon a hűtőszalag távozó gázainak tisztítására. — 26. Szellőző berendezés a hűtőszalagnál — 27. Nedves leválasztó a hűtőszalagnál. — 28. Légfűtés — 29. Multiciklon a légfűtéshez — 30. Szellőző berendezés a térség portalanítására — 31. Nedves leválasztó

granáliák előállítására szolgálhat. Amennyiben a zsugorító rostélyt mintegy 5 cm magas ilyen granália réteggel fedik be, megakadályozható a mintegy 7 mm-es rostélynyílásokon az anyag átesése. A kis tányéron az adagolás és beállítás megfelelő megválasztásával kifogástalan granáliákat lehet előállítani. Erre a rostélyrétegre önti a lengő surrantó a tulajdonképpeni feldolgozandó anyagot, amely a nagyobb tányéron 5—10 mm szemcsenagyságban került előállítására. A gyújtás egy gáz által hevített kemencében történik, amely a szalag első szívószekrénye felett van elhelyezve. Erre a célra tisztítatlan városi gáz áll rendelkezésre, melynek fűtőértéke kb. 4000 keal/m<sup>3</sup>. Ez a gáz viszonylag olcsó, mert a saját kokszoló műben készül és tisztítatlanul használható fel. A zsugorító rostély 18 m<sup>2</sup> szívófelülettel rendelkezik, és ugyancsak a központi kezelőállásról szabályozható. A rostélysebesség 0,5—1,6 m/perc közötti és a rétegmagasság 280 mm-ig beállítható. A távozó gázt multiciklonon keresztül két exhausztor szívja el, melyeknek egyenként 500 m<sup>3</sup>/perc a szívóteljesítményük és az erőmű meglévő 100 m magas kéményébe nyomják. A ciklonban leválasztott por a visszaadagolt anyag siklójában esik és a beadagolt nyersanyaghoz ismét bekeverik.



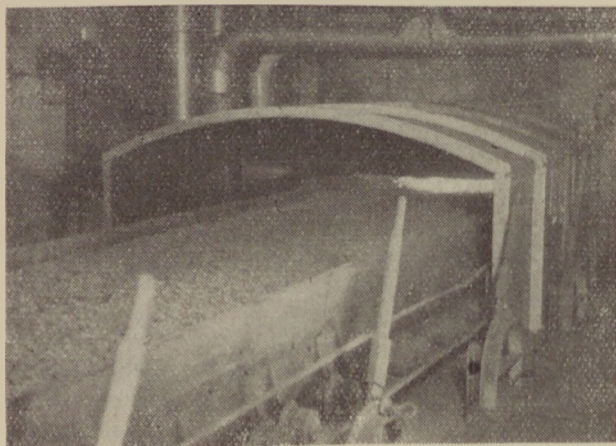
3. ábra. A lan zsugorító berendezés képe

A zsugorítórostély szívészekrényén a depresszió kedvezőtlen gázáteresztőképesség esetén 600 mm vízoszlopig emelkedhetik.

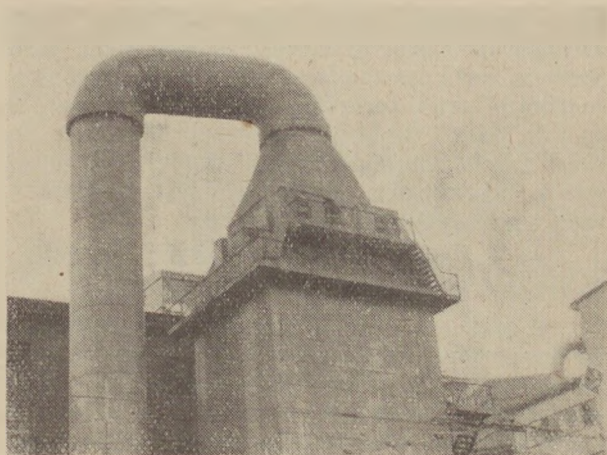


4. ábra. Zsugorító-szalag, adagolás

Ilyenkor természetesen csökken a berendezés teljesítménye is, mert az anyagréteg hiányos porozitása miatt kevés levegő, vagyis kevés oxigén áll rendelkezésre az égési folyamathoz.



5. ábra. Zsugorító-szalag, gyűjtőkemence



6. ábra. Elektromos porszűrő

Ez elsősorban akkor következik be, ha a granulálás nem kielégítő.

A zsugorítórostély végén a zsugorított lepelnyek törőfogakra kerülnek és ott azokat egyhengeres törő segítségével 100—120 mm szemcse-nagyságra aprítják. A még 700 C° hőmérsékletű zsugorított anyag zárt surrantón keresztül a hűtőszalagra kerül. Ez egy krómaccél tagos szalaggal van ellátva és percenkint 300 m<sup>3</sup> friss levegőt szív a zsugorított anyagon át.

Emnél a folyamatnál a zsugorított anyag finom frakcióinak nagy része eltávozik. Ezt az 1 mm alatti szemcsefrakció nagy részének kiegészítése teszi szükségessé.

A hűtőszalag végénél az anyag hőmérséklet már annyira lesüllyedt, hogy egy kéthengeres tüskés törőgép vehető igénybe. Ez a gép az anyagot a beállítástól függően 20—50 mm szemcse-nagyságúra aprítja. Egy kétszekrényes vibrációs szita a zsugorított anyagot 0—3 mm, 3—7 mm, 7—33 mm és 30 mm-nél nagyobb szemcsézetre osztályozza.

A 30 mm-nél nagyobb szemcsézetű anyagot egy második kéthengeres törőben 30 mm-nél kisebb szemcsézetűre aprítják és ugyancsak a fent már említett szítán osztályozzák. Az osztályozott zsugorított anyag szállító berendezés segítségével a készanyagtárolóba kerül és onnan elszállítható.

#### A zsugorított hamu tulajdonságai és alkalmazása

Amint a 2. táblázat mutatja, a Zwickau-i hamuzsugorító berendezés könnyű pórusos adalékanyagot állít elő, amely főleg laza térfogatsúlya, porozitása, és szilárdsága miatt jól besorolható az eddig alkalmazott porózus adalékanyagok közé. A zsugorított hamut mindenhol fel lehet használni, ahol eddig más könnyű adalékanyagokat, mint például kohóhabkővet, poritót vagy téglatormeléket alkalmaztak. A Karl-Marx-Stadt-i és Zwickau-i betonelemgyárban nagy elemeket állítanak elő, amelyekben a téglatormelék egy részét zsugorított hamu helyettesíti, és ezáltal a beton nyers térfogatsúlya lecsökkenthető. 55% téglatormelékkel és 45% zsugorított hamuval B 50-es már-

2. táblázat

## A zsugorított hamu tulajdonságai

Szín .....	barna— feketés— barna
Szemcsealak .....	kerek, részben szögletes
Átlagos pórusnagyság (mm) .....	1—2
Nyers térfogatsúly (g/cm <sup>3</sup> ) .....	1,24
Tiszta térfogatsúly (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,53
Szemese saját porozitása (%) .....	51
Vízfelvétel (súlyszázalékban) .....	52
Berázott térfogatsúly (7—15 mm) (kg/l)	0,50—0,70
Hummel tényező (—) .....	1,1—0,70

kájú könnyűbetont állítanak elő, melynek nyers térfogatsúlya 1,4 kg/dm<sup>3</sup>, egyszemcséjű zsugorított hamuval pedig ugyancsak B 50-es beton készíthető, de 1,1 kg/dm<sup>3</sup> nyers térfogatsúlyal. A téglator-melékkal való keverés esetén a friss beton meg-

felelő állékonyságot kap, amely lehetővé teszi nagy elemek futószalagrendszerű előállítását.

A zsugorított hamu 3 mm-ig terjedő finom szemcséi kiváló adalékanyagot képeznek kémény-blokkok előállításánál.

A viszonylag kisméretű Zwickau-i hamuzsugorító berendezés értékes hozzájárulást nyújt nagyalakú előregyártott építési elemek előállításához, amelyeket majd lakóház-, mezőgazdasági, kommunális és ipari építkezések részére sorozatban fognak gyártani.

W. Knaust, H. Kröner : Hamuzsugorító berendezés a zwickaui „August Bebel” Műveknél.

B. Кнауст, Х. Крeнер : УСТАНОВКА ДЛЯ СПЕКАНИЯ ЗОЛЫ НА ЗАВОДЕ „АУГУСТ БЕВЕЛ” В Г. ЦВИКАУ.

W. Knaust, H. Kröner : Aschensinteranlage des VEB Steinkohlenwerk August Bebel, Zwickau

## Könyvismertetés

Dr. ing. Chr. Hildebrand: „Plaste im Bauwesen”. 167 oldal, 75 ábra, 40 táblázat. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1960.

Ez a zsebkönyv a Német Demokratikus Köztársaság építészársadalma — elsősorban a tervezők — részére kíván egy gondosan összeállított áttekintést adni a műanyagok NDK vonatkozású felhasználásával és alkalmazásával kapcsolatos lehetőségekről.

Az első fejezetek bemutatják a műanyagok általános tulajdonságait, a kereskedelmi elnevezéseket, majd a harmadik fejezet részletesen tárgyalja az egyes anyagokat összetétel, előállítási mód, feldolgozás, felhasználás stb. tekintetében. A csoportosítás természetesen a polikondenzációval, a polimerizációval, illetve a poliaddícióval történt előállítás szerint történt. A fejezet végén egy táblázatos összefoglalás szerepel a különböző anyagok és termékek mechanikai és hőmérsékleti igénybevételek hatásával kapcsolatos tájékoztató értékeiről.

A negyedik és ötödik fejezetből megtudjuk felhasználási területenként, illetve szerkezetenként, hogy milyen célra, mely műanyagot alkalmazhatunk jelenleg, illetve milyenek a lehetőségek a jövőben.

A következő fejezet igen tanulságos, ugyanis fel van sorolva rövid indoklással, hogy milyen szerkezet elkészítéséhez mely műanyagfőleség használata nem javasolható.

Ezután a szerző néhány olyan terméket mutat be adatokkal és ábrákkal, valamint táblázatokkal, amelyek az NDK-ban kereskedelmi forgalomban van-

nak. Ilyenek pl. különböző PVC csövek, PVC szerkezetek (ereszcsatornák, lefolyócsövek, tetőszegélyek stb.), színelt műanyaglemezek, fóliák, habok, gépészeti szerelvények stb. A nyolcadik fejezet a különféle szigetelésekről szól, amelyeket polizobutilénnel, PVC-vel, stb. készíthetünk, míg a kilencedik az ajtó és ablakvereteket ismerteti. A következőkben egy táblázat bemutatja, hogy a legkülönbözőbb felhasználási területeken milyen típusú ragasztót lehet alkalmazni, majd megtudjuk, hogy hogyan lehet függőereszcsatornát az építési helyszínen előállítani.

A tizenkettedik fejezet, jelentőségéhez mérten tág területet szentel a padlóburkolatoknak. Részletes ismertetést kapunk a padlófajtákról, irányelveket a készítendő aljzatokra vonatkozóan, majd egy igen hasznos rész, jól használható, világos táblázatokkal tájékoztatást és tanácsot ad, hogy a különféle padlófajták milyen méretekben és áron, hol szerezhetők be, valamint hogy milyen célra használhatók fel. Külön rész ismerteti az NDK-ban használatos, illetve beszerezhető PVC padlóragasztókat, majd a lépcsőszegély profilok kapnak helyet, végül az előgyártott és szigetelő aljzatokról és a hézagmentes „kent” műanyagpadlókról tájékozódhatunk.

A két utolsó fejezetben a szerzők a padló és felületbevonatokkal (pl. parkettiakk), valamint a műanyag adalékos habarcsokkal foglalkoznak. Az utóbbi témáról több, igen érdekes táblázatot is közölnek.

(Szondy István)

## Habsalak habosítóágyban való előállításának sajátosságai\*

LYDIA WLADIMIROWA

A szocialista államok építőiparában az elmúlt 15 év folyamán bekövetkezett óriási fejlődés számos új feladat elé állította az építőanyagok területén foglalkoztatott dolgozókat.

A Német Demokratikus Köztársaság hétéves tervének előírásai szerint 1965-ig 750 000 lakást kell építeni. Ez nagy szükségletet jelent könnyű építőanyagokban, ami 1965-re 2,7 millió tonnát fog elérni, az 1958-as mennyiség 2,3-szorosát. A Szovjetunióban ez a szükséglet 1965. évig mintegy 25 millió tonnát fog elérni.

Magától értetődő, hogy ez a nagy szükséglet nem fedezhető egyetlen forrásból, hanem minden területen fejleszteni kell a mesterséges porózus adalékanyagoknak ipari hulladékanyagokból való előállítását (habsalak, pernyekavics, agyagkavics, stb.).

A legolcsóbb mesterséges porózus adalékanyagok közé tartozik a habsalak. Ha valamely kohóban kohóhabsalak előállításával kívánnak foglalkozni, először is felmerül a kérdés: milyen módszerrel? — ugyanis ez idő szerint mintegy 30 habosító eljárást alkalmaznak az egész világon.

Most tehát általános áttekintést kívánunk adni a különböző habosító eljárásokról és ebből a végkövetkeztetést levezetni.

A habosító eljárások osztályozása:

A) *Természetes habosítás*

B) *Árkos eljárás*

a) Gravitációs eljárás

b) Sajtoló eljárás

C) *Gépesített eljárások*

a) Gravitációs eljárás

b) Keverő eljárás

c) Vízugaras eljárás

A) *Természetes habosítás*

Forró és nagy gáztartalmú salakolvadékokban fennáll annak a lehetősége, hogy a habosítási folyamat önmagától, vagyis víz hozzáadása nélkül megy végbe. A hányólejtő alépitményével érintkező olvadékban oldott gázok kiválnak, így a lejtőre aránylag vékony rétegben ömlő, salak felduzzad.

A természetes habosítás legnagyobb előnye, hogy az így keletkezett anyag zárt, gömbalakú pórusokat tartalmaz, ami igen fontos a könnyűbeton adalékanyag szempontjából.

Ennek az eljárásnak hátránya, hogy itt a habosítási folyamat teljesen a salakolvadék fizikai-vegyi adottságaitól függ. E mellett a habsalak termelékenységéje igen alacsony és a habosított lepény szerkezete, amely alulról, darabos salak

formájában keletkezik, majd finom póruson keresztül durva pórusú rétegbe megy át, igen inhomogén.

B) *Árkok eljárás*

a) Gravitációs eljárás

Ennek az eljárásnak a lényege, hogy a salakolvadék salaktálcákról árokba kerül, amelynek fenekét nedves homokréteg fedi és a keletkezett vízgőz felduzzasztja.

Ennek az eljárásnak előnyei:

1. Igen alacsony építési költség.

2. Igen könnyű kitermelés.

3. A természetes habosítással szemben, a végtermék porozitása kevésbé függ a kohó működésétől és nagyobb az árok eljárás kapacitása, mivel a víz hozzáadása fokozza a habsalak termelékenységét.

Az árkos eljárás hátrányai megegyeznek a természetes habosításával.

b) Sajtoló eljárás

Ezt az eljárást az USA-ban alkalmazzák. A gravitációs eljárástól abban különbözik, hogy a vizet nyomás alatt sajtolják be a hányó lejtője mentén, egyidőben a salakolvadékkal; ez fokozza a kapacitást.

C) *Gépesített eljárások*

a) Gravitációs eljárás

Ezek közé az eljárások közé tartozik a jólismert Ottmann-féle teknő, a Schol-féle vályú, a kaszkados eljárások, vályúskerekek, forgótányérok, rázó edények stb. A salakolvadékok vékony vízrétegre öntik és ott duzzad fel. Mindezek az eljárások általában az alábbi előnyökkel rendelkeznek.

1. Az eljárások többé vagy kevésbé gépesítettek.

2. A berendezések a kohónál, a salakcsapolási ponton helyezhetők el, minthogy kevés helyet igényelnek. Ez által forró és nagy gáztartalmú salakolvadékok kerülnek felduzzasztásra, ami aránylag alacsony térfogatsúlyú habsalakot eredményez.

3. Az eljárások olcsók és egyszerűek. Ezeknek az eljárásoknak a legnagyobb hátránya a végtermék inhomogenitása, minthogy a salakolvadék nem kerül elég intenzív érintkezésbe a vízzel; valamint az alacsony kapacitása.

b) Keverési eljárások

Ilyen eljárások közé tartoznak:

A végtelen csavaros eljárások, bordás kerekek, különböző dobos eljárások, Coldwell-eljárások, Opterbeck-féle malom, különböző centrifugálgépek; Juschnii-I., Juschnii-II., Magnitosztroj (SZU), Brosius-gép (USA) stb.

\* A „Silikattechnik” folyóirat szerkesztőségével kötött együttműködési megállapodás keretében közölt cikk. Kérjük olvasóinkat, hogy e cikkhez hozzászólásait a „Silikattechnik”-ben való közlés végett szerkesztőségünkhöz eljuttatni sziveskedjenek.



A duzzasztás elve a salakolvadék vízzel való átkeverésén alapszik, ami javítja a habsalak minőségét.

Az eljárások előnyei a következők :

1. Az eljárások teljesen gépesítettek.
2. A habosító eljárás többé vagy kevésbé szabályozható a vízmennyiségnek, vagy a keverőberendezés fordulatszámának a változtatásával.
3. A habsalak minősége sokkal jobb, mint a gravitációs eljárásnál és a kapacitás is magasabb.

Hátrányai viszont a következők :

1. Az eljárások nagyobb tőkeberuházást és fémmennyiséget igényelnek, mint a gravitációs eljárások.

2. Azok a gépek, amelyeknél a habosítás zárt térben történik, gyakran leállnak, minthogy belsejükben igen sok, hamar elkopó forgó fémalkatrészt foglal helyet.

3. Nyílt habosítási folyamatú gépeknél (különböző dobok) az eljárás a munkások egészségét veszélyezteti, mert ebben az esetben a salakáramlat széthasadásakor nagy mennyiségű salakrost keletkezik.

#### c) Vízugaras eljárás

Ide tartozik a szétporlasztó eljárás, Efroglik eljárás (SZU), fúvókalemezes eljárás (NSZK), Kinney-Osborn eljárás (USA), habosítólemez eljárás (NDK).

A salakok habosítása oly módon történik, hogy a víz, vagy a víz—levegő keveréket nyomás alatt közvetlenül az olvadékba juttatják, ami a salak és a víz között tökéletes érintkezést biztosít.

Ezeknek az eljárásoknak a fő előnye az igen nagy kapacitás, amely rentabilissá teszi őket, bár felépítésük igen nagy beruházást igényel.

Legnagyobb hátrányuk a habsalak könnyűbeton adalékanyag szempontjából nem kielégítő minősége, amire később még visszatérünk.

Minden habosító eljárásnak vannak előnyei és hátrányai. A különböző eljárások értékelési kritériumaként a végtermék minőségét és árát vehetjük. Az ár többek között a berendezés felépítéséhez szükséges beruházás és a kapacitás függvénye. Minthogy igen bonyolult lenne több országban alkalmazott habosító eljárások összehasonlítása a beruházás alapján, összehasonlíthatjuk a berendezések óránkénti teljesítményét.

#### A) Természetes habosítás

Ez az eljárás a salakolvadék teljes mennyiségéből kb. 40% habsalakot eredményez.

#### B) Árkos eljárás

Az árkos eljárással csak nagy alapterület mellett érhető el nagy kapacitás.

A habosító eljárás itt, ugyanúgy mint a természetes habosításnál, nem szabályozható.

A termelésben ez a két eljárás aligha használható fel, bár itt a porózus anyag szerkezete gyakran homogén, zártpórusú.

#### C) Gépesített eljárások

##### a) Gravitációs eljárás.

Ezeknek az eljárásoknak a kapacitása mintegy 10 t/h, egyszerűek és olcsók, a végtermék azonban inhomogén és durvapórusú szerkezetű, a habosítás nem szabályozható.

##### b) Keverő eljárások

Ezeknek az eljárásoknak a kapacitása aránylag magas, max. 35 t/h, ez azonban nem használható ki teljesen, mivel a gépeket a salakkal való eltömődés gyakran leállítja. A habsalak szerkezete finom pórusú, homogén, zárt pórusú.

##### c) Vízugaras eljárás

Ennek az eljárásnak igen nagy a kapacitása, több mint 40 t/h, és segítségével bármely salak duzzasztható. Ebből a szempontból kiválóan alkalmas a habosítóágyas eljárás, amelyet a Nyersvastermelési Kutató Intézet dolgozott ki, Prof. dr. Ing. Kurt Säuberlich vezetése alatt (Unterwellenborn. NDK). Az eljárás 6×6 m lemezen 60 t/h kapacitással bír és kifogástalan módot nyújt a habosító eljárás szabályozására.

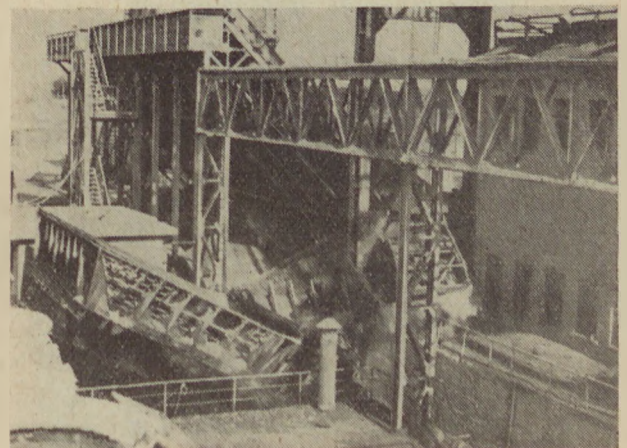
Ezeknek az eljárásoknak közös hátránya a végtermék féregszerű szerkezete.

A könnyű adalékanyagok előállításával szembeni korszerű követelmények szempontjából a habosítóágyas eljárás, 100%-os gépesítetttségénél, nagy kapacitásánál, egyszerűségénél és különösen a habosítás jó szabályozhatóságánál fogva az egyik legjobb eljárás. Ezért a Stalinstadt-i „J. W. Stalin” kohó kombinátban a salakhabosító berendezést habosítóágyas eljárás szerint építették.

A Szovjetunióban (Cseljabinszk) 1960 októberében tartott salakfeldolgozási konferencia azt a határozatot hozta, hogy belátható időn belül több habsalakgyártó berendezést épít habosítóágyas eljárás szerint.

#### Habosítóágyas eljárás

A Stalinstadt-i salakhabosító berendezés 2 habosítóágyból áll, amelyek egy vonalban fekszenek vasúti vágány mentén. A habosítóágy billenthető tálcá. 6×6 m felülettel, 1.5 m magas, (1. ábra).



1. ábra. Salakhabosító berendezés

A habosítólemezek alatt vízkamrák vannak, amelyekbe vizet nyomnak. A habosítólemezen 4 mm átmérőjű lyukak vannak 150 mm távolságban. A habosítást egy munkás vezérlőasztalról irányítja.

Habosítás előtt a vizet rövid idő alatt a tálcaába nyomják, majd azonnal egy tálca salakolvadékokat döntenek a lemezre. Miután a habosítólemez vékony réteg olvadék fedí, a habosító munkás a lemezre teljes víznyomást bocsát. A salak erőteljesen felduzzad és 2–5 perc alatt a habosítás befejeződik.

A késztermék a tálca billentése útján gödörbe kerül és most következik a további feldolgozás. A habosításnál a víz nagy és bonyolult szerepet játszik. A duzzasztási folyamat során a salakolvadék habnak tekinthető. A habokat a kolloid-kémiában nagykoncentrációjú emulzoidoknak tekintik, amelyek részecskéi kolloidális oldatban háló- vagy méhsejtszerűen függnék össze egymással. Diszpergálószerként az olvadat salak szolgál, diszpergált részként a gáz, vagy a vízgőz.

Közismert, hogy a habosítás érdekében a folyadék:

1. meghatározott összetételű, meghatározott felépítésű és meghatározott molekula alakú,
2. gázokkal túltelített és
3. meghatározott viszkozitású legyen.

A salakolvadékok hajlamosak a habosításra, amely a következők mellett érhető el:

1. Számos gázcsíra helyezkedik el az olvadékban.
2. A salakolvadékban oldott gázok gázbuborékok alakjában extrahálódnak.

A salakolvadék már a kohóból való lecsapoláskor elveszíti gázfázisának nagy részét a lökészerű nyomáscsökkenés hatására. A habosítóberendezéshez való szállítás folyamán ez a fázis nem pótlódik. A habosítóágyban az olvadék újabb gáz-, ill. gőzmenyiségeket nyer. A kénvegyületek,



2. ábra. Habosítógépen készült habsalak szerkezete (12× nagyítás)

szulfidok, RS (Fe, Mn és Ca) vízzel való érintkezés-kor kénhidrogént adnak:



Az olvadék magas hőmérséklete következtében  $H_2S$  nem maradhat fenn és elég:



$SO_2$  résztvesz a felduzzadási folyamatban. Először a víz kezd a felduzzadási folyamatban résztvenni, ha az olvadék túltelítődik gázokkal (pl. vízgőzzel), ami (egyébként azonos feltételek mellett) az olvadék hőmérsékletétől függ. Ha a víz nagy elpárolgási hője miatt erős hűtő hatást fejt ki, az olvadék gyorsan lehűl. Az olvadék magas hőmérséklete miatt a benne oldott vízgőz a hőmérsékletcsökkenés folyamán gázbuborékok alakjában kezd kiválni. Ez a retrográd forrás a salakolvadékok duzzadásra bírja. Az így keletkezett és az utólag a lemez lyukain át bejuttatott gázbuborékok számos határfelületet hoznak létre az olvadékban és így megkönnyítik gázbuborékok képződését az olvadékban oldott gázokból. Mindaddig, amíg az olvadék viszkozitása alacsony, a gázbuborékok felfelé törekszenek, egyesülnek és az olvadék felületén habot hoznak létre. Amint azonban a hőmérsékletcsökkenés által a meghatározott összetétel mellett fokozódó viszkozitás bizonyos határértéket túllép, a gázbuborékok útjuk során akadályba ütköznek, veszítenek sebességükből és végül leköttődnek.

Úgy látszik, mintha a víz a duzzasztás egész problémáját megoldaná, amennyiben

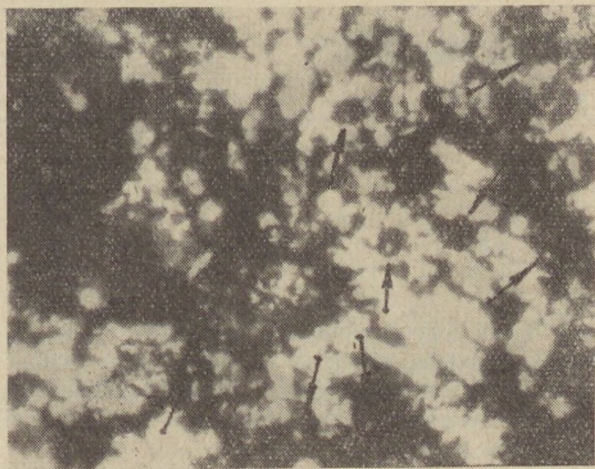
1. előidézi a gépképződést,
2. gáz-, (ill. gőz) csírákat visz be az olvadékba,
3. létrehozza az olvadék viszkozitásának a lehűtéssel elérni kívánt fokozódását.

Eddig csak a víz pozitív szerepéről beszéltünk, azonban a víz a habosítóágyban káros hatást is fejt ki.

A habosítóágyban uralkodó nagy nyomás, nagy sebesség és nagy mennyiség esetén a víz az olvadékban bizonyos mértékig gőz és folyadék keverékeként is behatolhat. Ennek folyamán a habosítólemez lyukai felett aránylag vastag, nem porózus falú csatornák keletkeznek. Minthogy a salakolvadék heterogén és viszkozitása igen egyenetlen, ezek a vízgőzszálak a legkisebb ellenállás útját követik és eredményezik a csatornák főregalakját (2. ábra).

A víz elgőzölgésénél az olvadékban számos gázcsíra keletkezik, amelyhez az olvadékból kivált gázok diffundálnak, mivel egy buborék közelében az olvadék gázokkal való túltelítettsége 0-val egyenlő. A gázbuborékok egyesülnek a gázcsírákkal és nagy, összefüggő pórusokat alkotnak, mint az a 2. ábrán látható. A víznek ez a káros hatása a késztermékben igen inhomogén, aránylag durva porozitást okoz, nyílt, összefüggő és főregalakú pórusokkal. A könnyűbetonban ilyen adalékanyag azonos szilárdság eléréséhez nagyobb cementtartalmat igényel.

Más megoldást kell tehát találnunk a gázoknak az olvadékból való extrahálására és a viszkozitás fokozására. A lehűlő olvadékon belül gázcsíra



3. ábra. Gázbuborékok a habsalak sejtfaainak kristályos határoló felületén (200× nagyítás, keresztmetszet Nikol-prizmával)

keletkezéséhez át kell lépni egy energiaküszöböt, amely az új határoló felület képződési munkájával függ össze.

A salakolvadékban végbemenő kristályosodási folyamatnál a keletkező kristályok képezik a gáz kiválásához szükséges határoló felületeket (3. ábra) és ugyanekkor emelik az olvadék viszkozitását. Ahhoz azonban, hogy az olvadékban egyáltalán kristályok keletkezessenek, bizonyos feltételeket kell megteremteni. Az a hőmérséklet, amelyen a legtöbb kristályosodási központ létrejön, alacsonyabb zónában helyezkedik el, mint amely a kristályok növekedési sebessége szempontjából a legkedvezőbb. Ezért először csak kevés kristálycsíra keletkezik, amelyek bár igen gyorsan növekszenek, azonban nem tudnak az anyag számára egyenletes porozitást biztosítani. Mivel a vízűtés útján az olvadék viszkozitása igen gyorsan fokozódik, nem keletkezhetnek további kristályok és az olvadék üvegesen dermed meg.

A magától végbemenő kristályosodási folyamat tehát nem eredményezhet finom és egyenletes porozitású kész anyagot.

Manegold E. professzor írja „Hab” c. könyvében: „Az igen kis csíráképződési sebességű túlteltett gázoldatok idegen csírákkal való hirtelen összekeveredés, vagy mechanikus megrázkódtatás hatására gyakran robbanásszerű buborék- vagy habképzést váltanak ki.”

Ez okból javasoltuk a habosítóagyban való habosításnak nem vízzel, hanem vizes agyag-szuszenzióval való elvégzését.

Ehhez tűzálló, magas diszpergáltsági fokú agyag alkalmazható. Mit változtat ez a habosítóagyban végbemenő habosítási folyamaton?

Ha a salakolvadékba tűzálló, erősen diszpergált agyagot juttatunk, akkor az olvadékban egyidejűleg nagyszámú fázis-határfelület keletkezik, vagyis létrejönnek az olvadékban oldott gázok kiválásának feltételei. Ennek során a kis gázbuborékok gáz—folyadék nagy koncentrátságú emulzióját alkotják, amelynek igen magas a disz-

pergáltsági foka. Maga a diszperzió még nem ad ellenálló emulziót. A fázisok közötti határfelület ( $\Delta S$ ) hatalmas megnövekedése következtében ennek a rendszernek most szabad felületi energiából nagy tartaléka van

$$\Delta F = \sigma \Delta S$$

és így labilissá válik.

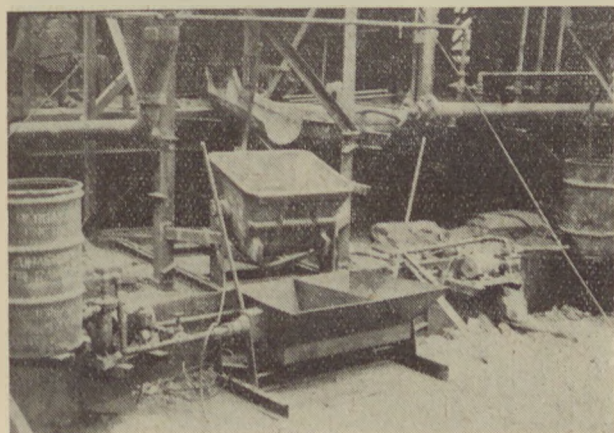
Ez a rendszer igyekszik stabil állapotba jutni. A diszperziós rendszer stabilitásának változatlan  $\Delta S$  melletti megnöveléséhez csökkentenünk kell a  $\sigma$  felületi feszültséget. Ezt a szerepet játsszák erősen diszpergált emulzióknál a felületi aktív agyag típusú emulgátorok, a pozitív adszorpció révén.

P. A. Rebinder szovjet tudós kimutatta, hogy az emulgátorok hatása nemcsak  $\sigma$  csökkentése, hanem a mechanikusan szilárd védőhártyák létrehozása a gázbuborékok körül, amelyek az egyesülést megakadályozzák. Ezért nagy pl. az agyagok emulgáló hatása, bár a felületi feszültséget nem csökkentik. Kísérleteink kimutatták, hogy az erősen diszpergált tűzálló agyagrészecskék az olvadékban nukleátorként vesznek részt a csíráképzésben, végeredményben a kristályosodás foka a habsalak sejtfaiban nem változik; ellenkezőleg, számos finom, üveggel körülvevett kristályt kapunk, ami a nagy porozitással összefüggésben a hőszigetelés szempontjából igen előnyös. Ez azzal magyarázható, hogy az agyag vizes szuszpenziójának bevitelkor a salakolvadék viszkozitása még gyorsabban növekszik, mint a vízzel való habosítás során. Először is az olvadék hőmérséklete rohamosan csökken, mivel a hőenergiát a szuszpenzióból a víz elpárolgása veszi igénybe. Ennek során a kihajtandó víz három alakban szerepel:

1. A részecskék közötti üregeket víz tölti ki.
2. Magukat a részecskéket vízbuborék veszi körül.
3. Ezenkívül valószínűleg a részecskék teljes felülete vizet adszorbeál szilárd alakban.

Ezenkívül hőenergiára van szükség az agyag-ásványból az alkotó víz kihajtásához.

Másodszor az olvadék viszkozitása fokozódik, mivel a  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oxidok, vagyis az agyagok



4. ábra. Kísérleti berendezés

1. táblázat

Salakok összetételei százaléka és csapolási hőmérséklete

	Súlyszázalék						t °C
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	$p' = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$	
Közéérték .....	29,7	9,78	42,8	11,2	3,7	1,45	1460
Minimum .....	27,26	8,12	38,28	9,63	0,5	1,22	1370
Maximum .....	32,98	12,16	48,17	12,23	12,85	1,60	1520

fő alkotórészei fokozzák a salakok viszkozitását. Az is lehetséges, hogy olyan magas hőmérsékleten, mint a salakolvadéké a habosítás kezdetekor (kb. 1300 °C), reakciók mehetnek végbe az olvadékban jelenlévő ionok és az agyagásványok kicserélhető kationjai között. A számos kristályosodási csíra szintén fokozza az olvadék viszkozitását. Megemlítjük még, hogy minden kohóban állandóan alkalmaznak őrölt, tűzálló agyagokat, a kohó csapoló nyílásának eltöméséhez.

#### Kísérletek és vita

A fenti munkahypothézis ellenőrzésére kísérleti berendezést létesítettünk a VEB Maxhütte Kohóművek (Unterwellenborn) kis „Donauwörth” aknakemencéje mellett (4. ábra).

A technológiai folyamat a következőképpen zajlott le :

Egy csapolásnál olvadt folyós salakot öntöttünk a salaküst folyókáján keresztül. Az üstöt csörlő segítségével billentettük és a salakot a habosítótálcán habosítottuk. A habosítótálcá fennéklemeze lyukasztva volt, a tálcát két részre osztó közfallyal. Az egyik rekeszbe alulról vezérlő mechanizmus segítségével vizet nyomtunk, a másikba agyag vizes szuszpenzióját.

Mint hogy mindkét rekesznél azonos feltételek uralkodtak, fennállt annak a lehetősége, hogy megismerjük az agyag javítóanyag hatását a habosítási folyamatra és a habsalak tulajdonságaira. Az 1. táblázatban látható a vizsgált salakok százalékos összetétele és csapolási hőmérséklete. Agyagként az Altenburg melletti Hasel-

bach VEB Agyagművekből származó agyaglisztet alkalmaztuk, amelyet kísérleteink időpontjában a Maxhütte-ben tömítőanyagként használtak.

Az agyagliszt vegyi összetétele a következő volt (nyers kaolin) :

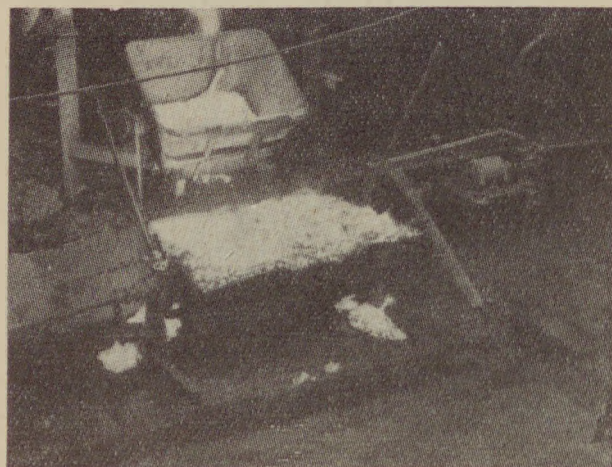
SiO <sub>2</sub> .....	69,14%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	20,34%
CaO .....	0,7%
MgO .....	0,11%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,98%
Izzítási veszteség .....	1,98%

Az agyag sovány és igen durva őrlésű volt, ami a mi céljaink szempontjából hátrányt jelentett.

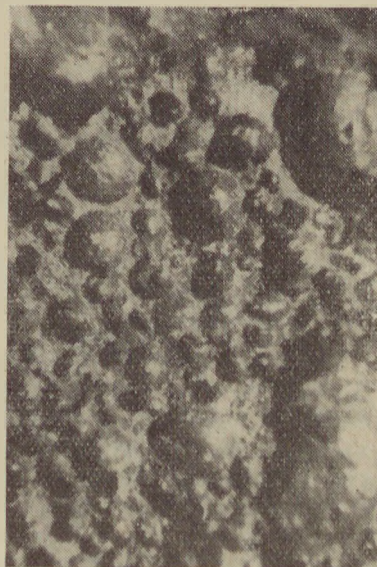
Habosításnál elsőnek feltűnt, hogy a habosítási folyamat agyag hozzáadásával egészen más-ként zajlott le, mint anélkül. A vízzel való habosítás a habosítóágyban igen erős bugyborékolást okoz, az agyaggal végzett habosítás sokkal nyugodtabban megy végbe. Az agyagot tartalmazó olvadék igen gyorsan felemelkedik, megmerevedik és igen hamar sötét felületre tesz szert ; az agyag nélküli olvadék ebben az időpontban még igen erősen bugyborékol és felülete izzik (5. ábra).

Ez azzal magyarázható, hogy az agyag hozzáadása az olvadékban gyors gázfejlődést indít meg, ugyanakkor azonban rohamosan emeli a viszkozitást.

Mint az 1. táblázatból látható, kísérleteink időpontjában erősen ingadozott a salakolvadékok



5. ábra. Habosítás agyag nélkül és agyag adagolással (jobb oldalon)



6. ábra. Az agyaggal készült habsalak szerkezete (12× nagyítás)

2. táblázat

Salakok különböző tulajdonságainak középértékei, a granulátum színe szerinti csoportosításban

Csoport Granulátum színe	I. fehér, szürkés- fehér, sárgásfehér	II. Világosszürke, szürke, sötétszürke	III. Salátazöld, salátabarna, barna
Granulátum ömlesztett súlya, g/l	250	375	520
Olvadék hőmérséklete	1500	1470	1395
Salak lúgossága $P' = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$ agyaggal	1,53 és	1,5	1,46 és
A salak Mn-tartalma súly % agyaggal	0,65	1,44	6,20
agyag nélkül	0,72	1,10	5,41
Ömlesztett habsalak térfogatsúly $\gamma_s = \text{kg/m}^3$ agyaggal	500	650	950
agyag nélkül	475	580	800
Vízigény az olvadék 1/100 kg agyaggal	7	8	10,1
agyag nélkül	4,6	4,0	5,1

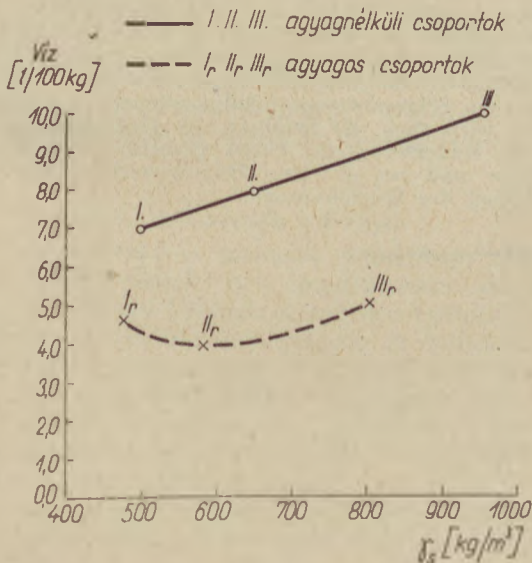
vegyi összetétele és hőmérséklete. Habosításnál állandó kanálpróbákat vettünk és meghatároztuk a granulátum színét. Ezután minden salakot három csoportba osztottunk a granulátum színe alapján és minden csoportnál megállapítottuk a különböző tulajdonságok átlagos értékét (2. táblázat).

A habosításhoz szükséges vízmennyiség erősen függ a salakolvadék fizikai-vegyi tulajdonságaitól. Ha az olvadék igen forró, erősen bázikus és nagy gáztartalmú, akkor a vízmennyiség minimális (határértéke a természetes habosodás). A hőmérséklet csökkenésével, csökkenő bázicitással és gáztartalommal, ami a habsalak ömlesztett térfogatsúlyát emeli, a vízmennyiség a késztermék ömlesztett térfogatsúlyának arányában emelkedik (7. ábra) a hiányzó gázmennyiség pótlására. Agyag hozzáadása esetén még más tényezők is hatnak a habsalak ömlesztett térfogatsúlyának emelkedésére, mint pl. az agyag mennyisége, diszpergáltsági foka, vegyi és mineralógiai összetétele stb., és ezért az agyag hozzáadásával készült

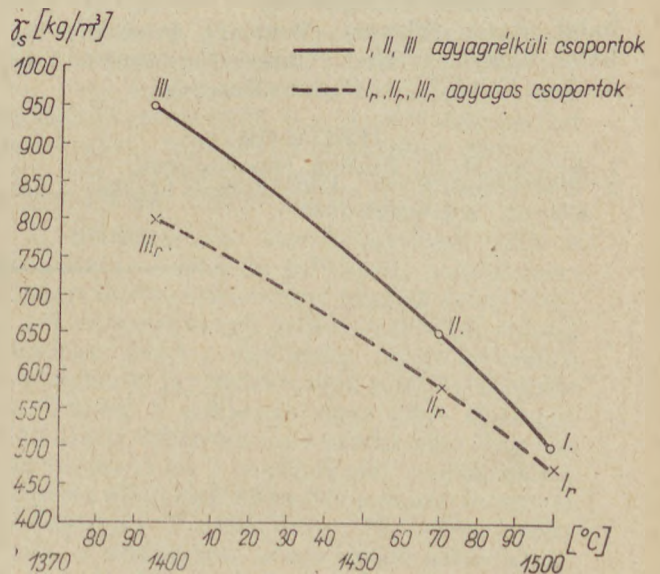
habsalak vízszükséglete és ömlesztett térfogatsúlya közötti összefüggés némiképpen eltérőleg alakul. Az agyagszuszpenzióból származó víz mennyisége azonban mindig jóval alacsonyabb, mint az agyag javítóanyag nélkül végzett habosításánál.

A 2. táblázatból kitűnik, hogy azonos hőmérsékletű olvadék és azonos bázicitás mellett az agyaggal készült habsalak ömlesztett térfogatsúlya mindig alacsonyabb, mint agyag nélkül és ez a különbség a súly emelkedésével fokozódik (8. ábra). Ez azt jelenti, hogy a habsalak tényleges porozitása agyag hozzáadása esetén mindig nagyobb, mint agyag nélkül. Kísérleteinkben az agyagmennyiség különböző volt és a salakolvadék 0,25—6,15%-a között ingadozott.

Mint ahogy az agyaggal történő habosítás vízszükséglete csaknem fele az agyagnélkülinek és emellett az agyagos habsalak porozitása több, mint 10%-kal nagyobb, ez azt jelenti, hogy az agyaggal készült habsalak porozitása főként a salakolvadékból kivált gázok segítségével kelet-



7. ábra. A habsalak ömlesztett térfogatsúlya és vízszükséglete közötti összefüggés, 100 kg salakolvadékonként



8. ábra. A habsalak ömlesztett térfogatsúlya a csapolási hőmérséklet függvényében

kezett. Az agyaggal készült habsalak pórusai finomabbak, eloszlásuk egyenletesebb és főként zártak (6. ábra). Ezért az agyaggal készült habsalak szilárdsága azonos ömlesztett térfogatsúly mellett nagyobb, mint az agyag nélküli habsalaké.

A RTG vizsgálatok és a csiszolatok alig mutattak eltérést az agyaggal és anélkül készült habsalak sejtfalainak mineralógiai összetételében. Főleg Melelith-et, Mervinit-et ( $3 \text{ CaO} - \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ) és Monticellit-et ( $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ) találtunk. Az agyaggal készült habsalakban új képződményként finom szegély látható a pórusok körül, amelyet egyelőre még nem azonosítottunk. Betonkísérleteink kimutatták, hogy az agyaggal készült habsalak adalékanyagú beton tulajdonságai sokkal jobbakként az anélkül készült betonéinál. A szemszerkezet függvényében, egyébként azonos feltételek mellett, az agyagos habsalakból készült beton vagy sokkal könnyebb, vagy a beton azonos térfogatsúlya mellett sokkal szilárdabb lehet, mint az agyagnélküli habsalakból készült beton. Vagyis gazdasági szempontból igen jelentős cement megtakarítás érhető el.

A beton térfogatsúlyának 25%-os csökkenése mellett  $1 \text{ m}^3$  fal súlya kb. 50%-ra csökken, vagyis a szerelődaruk kapacitása megkétszereződik.

### ÖSSZEFOGLALÁS

A teljes gépesítés, a habosítási folyamat vezérlése és igen magas kapacitása szempontjából habsalak előállításának egyik legjobb eljárása a habosítóágyas eljárás. Ennek az eljárásnak a legnagyobb hátránya a habsalaknak könnyűbeton adalékanyagként való felhasználás szempontjából nem kielégítő minősége. A habsalak minősége nagymértékben javítható, ha víz helyett agyag vizes szuszpenzióját nyomjuk be a salakolvadékba. Agyag hozzáadásával nemcsak a habsalak minden tulajdonsága javul, hanem a könnyűbetoné is. Ezért csökken a cementigény és az előregyártott betonelemek súlya.

Ezen a helyen szeretném köszönetemet kifejezni munkám elősegítőinek — Prof. dr. phil. habil. Franz Schwarz (Weimar), Prof. dr. Ing. habil. Kurt Säuberlich (Unterwellenborn) és Prof. dr. Ing. habil. N. A. Popov (Moszkva).

### IRODALOM

1. Elinzon, M. P.: Salakok; Moszkva 1959.
2. Wladimirowa, L.: A salakfeldolgozás kérdései — előadások. Cseljabinzsk 1960.

3. Manegold, E. Hab. Heidelberg 1953.
4. Rebinder, P. A.: Jelenlegi elképzeléseink az emulzió ellenállóképességéről, képződéséről és töréséről. Moszkva 1950.
5. Petrenko, B. G. és Leiba, S. P.: Kohósalak hűlő olvadékaiban végbemenő pórusképződés mechanizmusáról. Charkov 1958.
6. Krasennyikov, C.—Kutass, O.: Pórusképződési tényezők habsalakban. Sztoity. Mat. (Moszkva) 1958. 10. sz.
7. Muchin, E.—Gutkina, N.: Üvegek kristályosodása és megakadályozási módja. Moszkva 1960.

### Lidia Wladimirowa: Kohóhabsalak előállítása habosító ágyban

A cikk ismerteti a különböző kohóhabsalak habosítási eljárásokat. A termelékenységi és beruházási költségek függvényében megállapítja, hogy a vízsugaras habosítás a leggazdaságosabb. Mivel a módszer hibája, hogy a végtermék minősége nem egyenletes, a szerző kísérleteket folytatott a termék minőségének javítására.

Kísérletei során kimutatta, hogy ha a habosító vízbe finoman diszpergált anyagot juttatnak, a kohóhabsalak minősége jelentősen javul. Egyenletesebbek lesznek a pórusok, azonos térfogatsúly mellett növekszik a kohóhabsalak szilárdsága.

### Лидия Владимировна: ПОЛУЧЕНИЕ ДОМЕННОГО ПЕНОШЛАКА ВО ВСПЕНИВАЮЩЕЙ ПОСТЕЛИ.

В статье излагаются способы вспенения доменного шлака. В зависимости от производительности и капиталовложений автором устанавливается, что наиболее эффективным методом является вспенение водяной струей. Недостатком указанного метода является неровность качества готового продукта. Автором были проведены испытания для повышения качества изделий.

В процессе исследований ими было установлено, что введением в воду вспенения тонкодисперсной глины качество пеношлака значительно повышается. Поры будут более равномерными и при одинаковом объемном весе повышается прочность доменного пеношлака.

### Lydia Wladimirowa: Einige Besonderheiten der Herstellung von Hüttenbims im Schäumebett

Der Artikel bespricht die verschiedenen Aufschäumeverfahren vom Hüttenbims. In Funktion der Produktivität und der Investitionskosten wird festgestellt, dass sich das Wasserstrahlverfahren am meisten rentiert. Nachteil dieser Methode ist die Ungleichmäßigkeit des Endproduktes. Verfasser hat Versuche betreffend der Qualitätsverbesserung der Produkte durchgeführt. Die Versuche bewiesen, dass im Falle, wenn dem Schaumwasser feindispersierter Ton beige, mischt wird, sich die Qualität des Hüttenbimses erheblich verbessert: die Poren gestalten sich gleichmäßiger und bei gleichem Raumgewichte steigt die Festigkeit des Hüttenbimses.

# Villamos-ellenállásos szárítási kísérletek

VENCZELLÁK PÉTER\*

A porcelánszigetelő gyártásában nálunk is — mint mindenütt — új technológia van kialakulóban. A gyártmányok kialakítása mindinkább az egy tömbből való előállítás felé tolódik el. Ilyen technológia mellett elmarad a formázás és a részek összeragasztása. Nem kell tehát gipszforma és egyben megszűnik a ragasztás következtében fennálló elektromos szilárdsági bizonytalanság. A tömörtestű szigetelők használata is erősen terjed, amiknek előállítása el sem képzelhető, csak egy tömbből kifaragva. Az egytömbből történő gyártás alapfeltétele a homogén és struktúramentes vákuumbábú.

A mai gyártástechnológiánk megkívánja, hogy a vákuumpréssből kikerülő 24—25%-os víztartalmú tömböket szikkasztjuk, nedvességtartalmukat 24—25%-ról 20—21%-ra csökkentjük. A tömbök ilyen fokú szikkasztás után kerülnek faraghatóság állapotába. Egyébként ezt, szakmai nyelven bőrkemény állapotnak nevezik. A nedvességtartalom-csökkenést úgy kell elérni, hogy a tömbök nedvességtartalma lehető legegyszerűsebb legyen.

A fent említett szikkasztásra jelenleg az alábbi lehetőségek állnak rendelkezésünkre.

## 1. Szabadon, műhelyben történő szikkasztás

Ez esetben a vákuumpréssből kikerülő masszátömböket a műhely szabad térségében természetes úton szikkasztjuk. A végek túlszáradását takarással késleltetjük. Ilyen módszer mellett a szikkasztás időtartama a masszátömb átmérőjétől, ha eső akkor a falvastagságtól, a műhely levegőjének hőfokától és nedvességtartalmától függően 1—2 nap és 2—3 hét között változik. A fent említett szikkasztás egyetlen előnye, hogy a nedvesség elpárologtatásához szükséges kalóriamennyiséget a műhelytől vonja el, lényegében tehát nem regisztrálható hulladékenergiával dolgozik, ami külön költséggel nem jár.

Ennek az eljárásnak azonban az olcsóságával szemben jelentős hátrányai is vannak, amik az ipart arra készítetik, hogy más előnyösebb feltételek mellett működtethető eljárást dolgozzon ki. Különösen érvényes ez, nagyobb tömbök szikkasztásánál.

## A természetes szikkasztás hátrányai:

a) A folyamatos termelés érdekében nagy szabad műhelytérnek kell rendelkezésre állni, hogy nap mint nap biztosítani tudjuk a faragáshoz szükséges masszátömb mennyiségét. A műhelytér megépítése jelentős beruházást igényel, mert például a hosszú rúdszigetelők gyártásánál 250—350 m<sup>2</sup> alapterület szükséges a folyamatos termelés biztosítására abban az esetben, ha egyhetes szikkasztási időt veszünk alapul.

b) Szikkasztásnál kezelni kell a tömböket, mégpedig présvászonnal letakarni a végeit, esetleg

a gyors száradást locsolással meg kell akadályozni. Ilyen körülmények között a szikkadás felületi jellegű és a tömb belsejében jóval kisebb a nedvességcsökkenés, mint a felületen. A szikkadás egyenetlen és ennek következtében a munkadarab a további megmunkálásra alkalmatlan. A selejteződés fő oka a konvekciós hőközlés, minek következtében a felületi réteg megszikkad és a tömb belsejében pedig a nedvességcsökkenése elenyésző. Mármint, ha a faragásnál a felületi réteget eltávolítjuk a megmaradó 85 mm átmérőjű törzs nedvességtartalma 1—1½%-kal magasabb és ezzel szilárdsága is csökken. Faragásnál a forgás következtében kileng és megcsavarodik, saját súlya alatt megroksad. Mivel az ernyő pereme és a törzs között lényeges nedvességtartalom különbség van, szárításnál feszültségkülönbség hatására a munkadarab megrepedezik. A műhelyben történő szikkasztást ellenőrizni és kézbentartani nem tudjuk, mert a szikkadást a műhely klímaviszonyai befolyásolják.

## 2. Gőzzel történő szikkasztás

Fenti hátrányok miatt a MÁV 25 kV-os és a hosszú rúdszigetelők gyártásával kapcsolatban oly utat kellett választani a masszátömbök szikkasztására, mely lényegesen gyorsabb és ellenőrizhetőbb. A Pécsi Porcelángyárban 5 termoventillátoros szárítókamra működik. Ebből a szükségletnek megfelelően 1—2 kamrát nyers tömbök szikkasztására használunk. A vákuumpréssből hosszú-rúd számára kikerülő masszátömböket 200×1800 milliméter méretben egymás fölé két rétegben, egymás mellett pedig 20—30 cm távolságra deszkára rakjuk. Így egy kamrában 75—80 tömböt tudunk szikkasztani.

(Itt meg kell említenünk, hogy kezdetben, míg a termoventillátorok nem voltak felszerelve, addig a szikkasztási technológia a következő volt:

A szikkasztás 45—50 °C-on történt. A hőmérséklet emelését és tartását gőzzel végeztük olyképpen, hogy 10 óra időtartam eltelte után a gőz-adagolást megszüntettük és a további szikkasztást meglevegővel végeztük. A szikkasztás ideje 45—50 óra volt, mialatt a massa nedvességtartalma 24—25%-ról 22,5—23,5%-ra csökkent.)

A szárítókamrák üzembehelyezése után a szikkasztási technológián változtatni kellett, mert a szokásos módon szikkasztott tömbök azon részei, ahol gőz és meglevegő befűvése történt, mindig elszáradtak. Ezért a fűtőtesten átfűjt levegőhöz gőzt adagolunk. Így védekeztünk a helyi elszáradás ellen. Jelenleg a szikkadás egész ideje alatt gőz beadagolással dolgozunk és a szikkasztás ideje, ha a kezelőszemélyzet a technológiai utasításoknak megfelelően állandóan biztosítja a száraz és nedves hőmérőköt, a 3 °C különbséget, 30—33 óra között változik. A szikkasztás hőmérséklete szárazhőmérőn mérve 43 °C nedveshőmérőn 40 °C. Az állandó gőzbefűvésre azért van szükség, hogy ezzel ellensúlyozzuk a bábuk végeinek túlságos elszáradását.

\* Az építőanyagipari fiatal mérnökök és közgazdászok ankétján elhangzott előadás.

Az elszáradást van hivatva megakadályozni a nedves présvászonnal való letakarás is. Néha szikkasztás közben is szükséges még a présvászon nedvesítése, annak ellenére, hogy állandó gőzbe-fűvást alkalmazunk.

A szárítókamrában a rudak szikkasztása nem folytatható egészen a faragási állapotnak megfelelő nedvességtartalomig, mert a tömbök elszáradnának. Így kénytelenek vagyunk egyes szikkasztási móddal megalkudni, ami abból áll, hogy a kamrás szárítás után még további 1–2 napig a műhely levegőjében szikkad a bábu bőrkemény állapotig. Ebben az esetben is a hőközlés konvekció útján történik, tehát a hőmérsékletcsökkenés iránya ellentétes, a szikkasztás ideje nagy.

A kerámiaipar régóra kutatja azt a szikkasztási módot, amely kis térigényű, gyors és amely mellett a szikkasztott masszátömbök nedvességeloszlása egyenletes. Ezek az alapvető feltételei annak, hogy minőségileg megfelelő és a technológiai sorrendbe beilleszkedő masszátömbök álljanak rendelkezésünkre. Ezeket a feltételeket volna hivatva biztosítani az ellenállásos hevítéssel történő szikkasztás.

### 3. Ellenállásos szikkasztás

A Pécsi Porcelángyárban az ellenállásos szikkasztási kísérleteket 1960. I. negyedévében kezdtük meg. A kísérleteket Horváth Józseffel, a nagyfeszültségű laboratórium technikusával együtt végeztük.

Mielőtt a kísérletek ismertetésére rátérnék, meg kell vizsgálnunk a villamos szikkasztás elvét.

A műhelyben természetes úton, valamint a gőzzel való szikkasztásnál megemlítettem, hogy a hőkezelés konvekció útján folyik, tehát a hő és nedvességésés iránya ellentétes, ami a szikkadást lassítja. Az ellenállásos módszer mellett a hő közvetlenül a munkadarab belsejében keletkezik, a hőmérséklet pedig a szokásos eljárással ellentétben az anyag belsejéből kifelé esik, vagyis iránya megegyezik a nedvességésés irányával, tehát a két hatás összegeződik, így a szikkasztás üteme jelentősen meggyorsul.

Az ellenállásos hevítéshez 50 periodus számú váltakozó áramot használtunk. Az áramkörbe kapcsolt nedves anyagnál a Joule-törvény értelmében az anyag belsejében annak konduktív ellenállásának hatására keletkező hőt hasznosítjuk. Az így keletkező hő a feszültségtől az áramerősségtől és az anyag ellenállásától függ. Nagysága az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$Q = E \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{E^2}{R}$$

$$I = \frac{E}{R} \text{ Ohm törvénye.}$$

Az elektromos energiának megfelelő hőmennyiség

$$Q = 1 \text{ kWó} = 860 \text{ kcal.}$$

Az anyagba bevitt hő teljes egészében az anyag felhevítésére, továbbá a nedvesség elpárolgotatására, valamint a környezetbe szétszóródó

hővesztések pótlására szolgál. Ilyen körülmények között jó, 50–80%-os hatások érhetőek el. A hatások még tovább növelhetőek, ha a környezet hőmérsékletét a szikkasztott tömb felületének hőmérsékletével azonos értéken tartjuk.

Az ellenállásos hevítésnél felhasznált változóáramú elektromos teljesítményt a következőképpen határozzuk meg.

$$N = E \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Ebben az esetben az áramkör sem kapacitást, sem induktivitást nem tartalmaz, feltételezhetjük, hogy a  $\cos \varphi = 1$ . Bevezetve az egyenletbe a fajlagos ellenállás értékét:

$$\varrho = \frac{R \cdot F}{I}$$

akkor

$$N = Q = \frac{E^2}{R} = \frac{E^2 \cdot F}{\varrho \cdot I} = \left(\frac{E}{I}\right)^2 \cdot \frac{V}{\varrho}$$

a fajlagos hőterhelés

$$q_s = \frac{Q}{G_s} = \frac{Q}{V \gamma} = 10^6 \left(\frac{E}{I}\right)^2 \frac{1}{\varrho \gamma} \text{ (W/kg)}$$

$$E = 1 \cdot 10^{-3} \sqrt{q_s \varrho \gamma}$$

Tehát adott  $\varrho$  és  $\gamma$  anyagnál bizonyos fajlagos hőterhelés eléréséhez a feszültséget a fajlagos hőterhelés négyzetgyökével arányosan kell megválasztani, függetlenül a test keresztmetszetétől. A cseh kollégák az anyagállandókra

$$\varrho = 2550 \text{ ohm cm}$$

$$\gamma = 1550 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{t mérték, ez alapján a}$$

feszültség

$$E = 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{q_s}$$

a mi adataink pedig

$$\varrho = 1700 \text{ ohm/cm}$$

$$\gamma = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$E = 1,84 \cdot 1 \cdot \sqrt{q_s}$$

E képlet alapján a szikkasztással előkészített masszátömb hosszmetérből és az alkalmazandó kezdeti fajlagos hőterhelésből meghatározhatjuk a fűtőfeszültség értékét.

### Az elektródák

Az ellenállásos hevítésnél a szikkasztandó áruban az anyag felületére csatlakozó elektródákon keresztül vezetjük be az áramot. Vigyázni kell, hogy a szikkasztás, illetve a szárítás egész ideje alatt, a tökéletes érintkezést biztosítsuk. Átívelés, szikrázás és áramkör megszakadás ne forduljon elő, erre a szikkadás előrehaladátával kell különösen figyelni. Elektródának jól vezető nem korrodáló anyagot kell alkalmazni, pl. vörösréz, alumínium, ólom stb. A szoros érintkezést rugókkal, támasztóval, vagy súlyokkal biztosítjuk. Az elektródák tömörségével kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a párolgó gőz elvezetését biztosítani kell. Helyesen tesszük, ha az elektródát felhasznált lemezről, vagy hajlékony kábelszövetből készítjük el.

Az elektródával való jobb érintkezés biztosítása érdekében a formadarab felületét simára kell



levágni. Az érintkező felületet jó vezető péppel kenjük be (pl. vízzel átitatott grafitos pép). Ezt azonban szikkadás után el kell távolítani. Kucera jelentésében beszámol, hogy grafit helyett alkalmazható más módszer is, amely a gyakorlatban jól bevált.

1. Lyukasztott ólomból készült elektróda érintkező felületét víz és glicerín keverékével kenjük be.

2. Sárgarézből készült hálószerűen kiképzett elektródára 5–7 mm-es azbeszt vagy üvegszövetet helyezünk és ezt vízglicerín keverékkel kenjük be.

3. Csehszlovák tanulmányban találtunk utalást olyan elektródára is, amelyből hegyes dudorok állnak ki. Ezek a dudorok súlyterhelés következtében hatolnak az anyagba, de az anyag zsugorodásának hatására elválnak és így megszakad az áramkör. Természetesen ebben az esetben szikrázás, átívelés következik be és a helyi túlfűtés hatására a masszátömb megreped.

### Kísérletek

Kísérleteink megkezdésénél első feladat volt meghatározni, hogy milyen arányú nedvességcsökkenést kell elérni, hogy a tömböknek faragásra alkalmas nedvességtartalma legyen. Ezért a természetes szikkadásra készített masszátömbökből, melyeknek mérete 160 mm átmérőjű és 460 mm hosszú, szeleteket vágunk le és megállapítottuk a tömb keresztmetszetében a nedvességeloszlást.

A vákuumprésből kikerülő masszátömbök átlagos nedvessége 25% volt. Megállapítottuk e típusnál a faragási állapotnak megfelelő nedvességtartalmat is, mely 20–21%-nak adódott, tehát 3–4% csökkentést kellett biztosítani.

### Kísérletek végrehajtásának módja

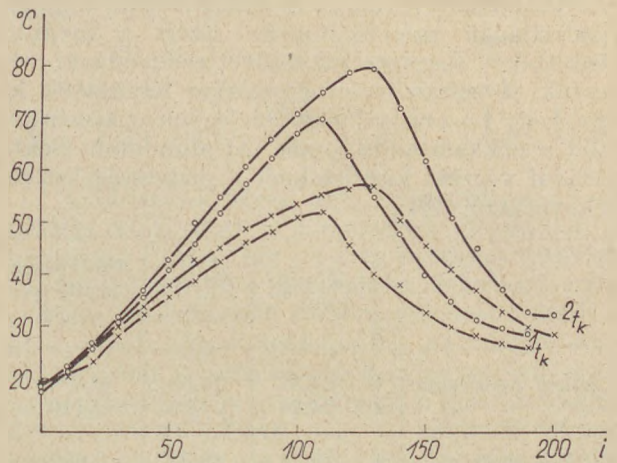
Kísérletre előkészített masszátömbök mindkét végét merőlegesen levágtuk és meghatároztuk a méretét, a súlya és mérete alapján pedig kiszámítottuk a térfogat súlyát, amely 2000 kg/m<sup>3</sup>-nek adódott.

Kísérleteinknél felhasznált masszátömbök adatai:

átmérő	160 mm	160 mm
hossza	172 mm	565 mm
súlya	8,34 kg	21,68 kg

A szikkasztás technikai lebonyolításánál alapvető tételnek fogadtuk el a csehszlovák kísérletek alapján meghatározott 15 W/kg kezdeti fajlagos hőterhelési értéket, melynél a tömbökön hibásodás nem tapasztalható.

Elektródaiként lyuggatott alumíniumlemezt használtunk. A masszátömb végeit víz-glicerín 1:3 arányú keverékével kentük be, ezzel biztosítottuk a jó érintkezést. Az előbb említett hengeres masszátömböket függőleges helyzetben tettük ki az áramhatásnak. Az alsó elektródánál a símafelületre való levágás, a glicerinnel való bekenés és a massa saját súlyának hatása többé-kevésbé jó érintkezést biztosított és hogy a felső elektródánál is hasonló körülményeket teremtsünk súlytal terheljük.



1. ábra

A masszátömbökbe az ábrázolt kapcsolási séma szerint vezettük be az áramot:

A villamos energiát 220 V-os és 50 peródusú hálózatból vettük, és szabályozó transzformátorral alakítottuk át a kísérlethez szükséges feszültségre. Minden mintadarabnál mértük a feszültség és az áramfelvétel értékét, valamint a hőmérsékletet, a masszátömb különböző pontjain. Ezen adatokból meghatároztuk a fajlagos terhelést, ellenállást, fajlagos ellenállást, bevezetett hőmennyiséget, hatásfokot, szikkadási sebességet és az 1 kg víz elpárologtatásához szükséges energiát.

Az 1. sz. mintára, mely 163 mm átmérőjű 172 mm magas és 8,34 kg súlyú volt, 160 V feszültséget kapcsolunk rá. Kezdeti áramfelvétele 0,87 amper volt, ami 16,1 W/kg kezdeti fajlagos hőterhelésnek felel meg. 110 perces szikkadási idő, vagyis közvetlenül a feszültség kikapcsolása előtt az áramfelvétel 1,5 A-re emelkedett, ami 25,2 W/kg fajlagos hőterhelésnek felel meg. E 110 perces szikkadási idő alatt a kezdeti átlagos 24,75% nedvességtartalma és 0,075%/cm nedvességgradiensű masszátömb nedvességcsökkenése 2,66% volt, azaz kihülés után nedvességtartalma 22,09% lett. Szikkadási idő alatt 10 perces időközökben mértük a tömb hőmérsékletviszonyainak alakulását. A kezdeti 19 °C-ról a feszültség kikapcsolásáig a tömb középpontjában 70 °C-ig és felületén 52 °C-ig emelkedett a hőmérséklete. Az 1–2–3 sz. minták szikkasztási körülményei azonosak voltak, csak méretben különböztek egymástól. Az 1-es és 2-es számú minta hőmérsékleti viszonyait az 5. diagramm szemlélteti. Látható, hogy a hőmérséklet a szikkasztási idővel lineárisan emelkedik. A fűtőfeszültség kikapcsolása után a hőmérséklet intenzív párolgás közben fokozatosan csökken és kb. 1½ óra alatt 30 °C-ra hűl le.

A masszátömb kihülése után az elektródával érintkező részen láthatóvá vált, hogy gondos munkával sem értük el a tökéletes érintkezést, mert a tömb zsugorodása következtében helyenként megszakadt az érintkezés és szikrázás, átívelés következett be. Azon részeken, ahol átívelés volt, a helyi túlfűtés következtében a masszátömbök megrepedtek. A tömbök repedését, mivel annak rossz

érintkezési helyén volt a kiindulási pontja, a merev elektródának tulajdonítottuk. Ezért a további kísérleteket sárgaréz szitaszövet-elektrodával végeztük. A szitaszövetet gipszlapra feszítettük ki úgy, hogy 1—2 cm-rel nagyobb legyen az átmérője, mint a szikkasztandó tömbé. Az alumínium elektródával végzett kísérleteknél a nedvességeloszlás a következő volt :

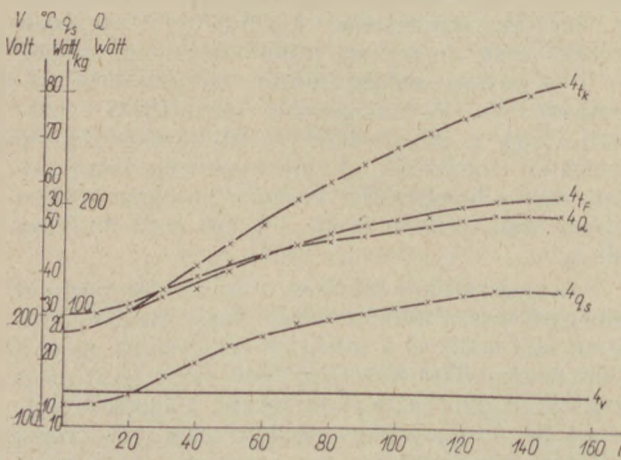
	Minta sz.	Középpont % <sub>0</sub>	Felület % <sub>0</sub>	Nedvesség grádiens %/cm
Kezdeti nedvesség	1	24,82	24,69	0,075
	2	24,26	23,79	0,110
Kihülés után a középpont	1	22,24	22,03	0,052 <sup>F</sup>
	2	20,61	20,32	0,072
Felsőelektrodánál	1	22,48	21,75	0,1575
	2	20,42	19,65	0,18
Alsóelektrodánál	1	22,34	21,74	0,15
	2	20,74	20,17	0,137

Ha a két mintánál megvizsgáljuk a nedvesség-grádiens adatait világosan látható, hogy a vákuumpréssből kikerülő massa, ha az nem is egyenletes, elektromos hevítés és azt követő kihülés következtében egyenletessé válik. Az elektródák közvetlen közelében már nem oly egyenletes, de ennek helyi túlfűtés az oka. A szikkadás sebességére és gazdaságosságára az alumínium elektródánál a következő eredményt kaptuk :

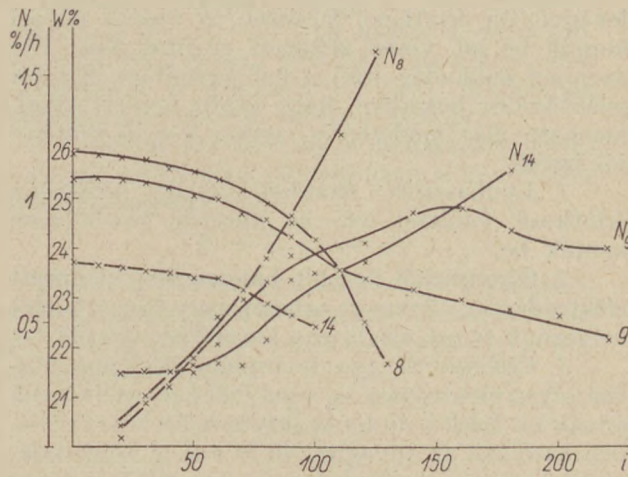
$\eta$	$N$	$qv$
1. 58,5	0,88	1,17
2. 49,95	1,06	1,39

Sárgaréz szitaszövet elektródánál ugyancsak 15 W/kg fajlagos hőterhelést vettünk alapul. A felső elektródát mindig 6—7 kg súllyal terheltük. Szikkadás és kihülés után csak egy mintánál a 8. számúnál tapasztaltunk meghibásodást, de ez a tömb is strukturális hiba következtében vált selejtessé. A többi szikkasztott tömbön felszelelés után sem tapasztaltunk meghibásodást.

A 4., 5., 6. és 7. számú mintánál meggyőződünk, hogy a kikísérletezett szikkasztási mód meg-



2. ábra



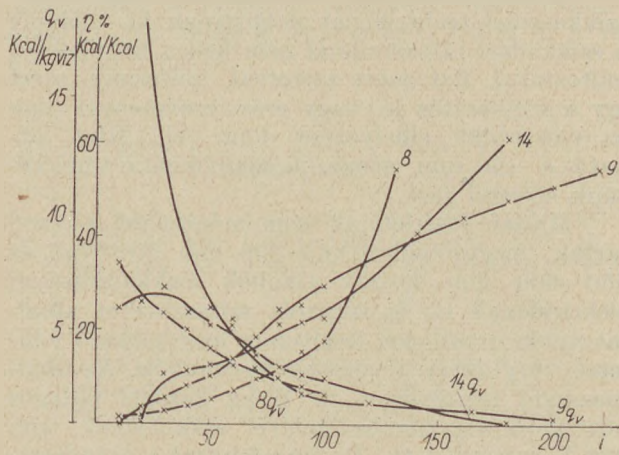
3. ábra

felel. Hibátlan masszátömböt kaptunk az esetben, ha a fűtőfeszültség értékek kezdeti fajlagos hőterhelése 15 W/kg körül volt. Pl. a 4-es számú mintánál, amelynek 160 mm átmérője, 223 mm hossza és 8,55 kg súlya volt, 130 V feszültség hatására 11,8 W/kg kezdeti fajlagos hőterhelésről 150 perces szikkasztási idő elteltével a fajlagos hőterhelés 22,6 W/kg-ra emelkedett. A tömb középpontja és felülete között a hőmérsékletkülönbség 25,5 °C. A 4. diagramm szemlélteti a 4-es számú minta hőfelvételét (Q), fajlagos hőterhelést (qs), középponti hőmérsékletét (tk), felületi hőmérsékletét (tf) és a fűtőfeszültséget (V), melyet állandó értéken tartottunk. A diagrammból látható, hogy a fent közölt adatok az áramkikapcsolás pillanatáig fokozatosan emelkednek. Természetesen kezdetben kb. 10—15 percig emelkedés nem tapasztalható, mert ez időben a felvett hőenergia a tömb felfűtésére fordítódik. Ahogy emelkedik a tömb hőmérséklete, olyan ütemben eszik az ellenállása. Az ellenállás csökkentésével pedig növekszik az áramfelvétel, ez esetben 0,777 A-ról 1,5 amperre, melynek hatására a hőfelvétel is növekszik, mert a hőfelvétel az áramerősség négyzetével arányos ( $Q = I^2 \cdot R$ ).

A 8. 9. és 14-es mintánál kísérleteink vizsgálati tartományát kibővítettük, olyan értelemben, hogy eddig nem vizsgált paraméterek időbeni lefolyását is a megfigyelés tárgyává tettük. E három mintánál meghatároztuk az 1 kg víz elpárolgatásához szükséges kWórát és a szárítási sebességet, valamint a hatásfok növekedését, illetőleg csökkenését az idő függvényében.

A szikkasztandó tömböt a mérleg egyik tálcájára helyeztük, így lehetőség adódott arra, hogy a fűtés ideje és azt követő kihülés alatt figyeljük a nedvességcsökkenést, ami a mindenkor súlycsökkenéssel azonos. A súlycsökkenés mérésével egyidejűleg mértük az áramfelvételt és ennek alapján számításokkal meghatároztuk minden mérési időtartamnak megfelelő előbb említett paraméterét.

A 8. 9 és 14. sz. minta mérési eredményeit a 8-as és 9-es számú diagram szemlélteti. A 8-as számú diagramon feltüntetettük a nedvességcsökkenés és a szikkadási sebesség időben történő



4. ábra

változását, míg a 9-es számú diagram a hatásfokot és az 1 kg víz elpárolgatásához szükséges kalória mennyiségét mutatja az idő függvényében. Ha e két diagramot jobban a vizsgálat tárgyává tesszük, a következő megállapításokra jutunk. A szikkadás kezdeti stádiumában, tehát a bekapcsolási időben a nedvességsökkenés kicsi, mert a betáplált villamosenergia, a tömb felfűtésére használódik. Ekkor a hatásfok és a szikkadási sebesség kicsi. Ha a tömb középpontjának hőmérséklete eléri a 40—45 C°-ot és a felületen a 35—40 C°-ot, akkor megkezdődik a párolgás. A párolgás következtében a nedvességtartalom is elég erős csökkenést mutat, ami maga után vonja a szikkadási sebesség és a hatásfok növekedését. Az 1 kg víz elpárolgatásához szükséges kWóra az áram bekapcsolása pillanatában a legnagyobb, míg később a felfűtési időben gyors esést mutat.

Jobban érthető képet kapunk az előbb felsorolt tulajdonságokra, ha azok számszerű adatait is vizsgálat tárgyává tesszük. Pl. nedvességsökkenés.

Nedvesség

Minta-szám	Kezdeti	Áramkikapcsoláskor	Á. kk. esökk.	Végső	Teljes esökk.
4.	24,29	22,29	1,99	20,47	3,82
9.	25,41	24,27	1,145	22,4	3,01
14.	23,70	22,43	1,27	20,32	3,38

Mivel a szikkadás helyességének alapfeltétele az egyenletes nedvességtartalom, ezért vizsgáljuk meg a nedvességgradiens értékeit is ezen mintadaraboknál.

Mintaszám	Kezdeti	Áramkikapcs.	Végső
4	0,025	0,1552	0,0675
9	0,107	0,285	0,075
14	0,12	0,12	0,00

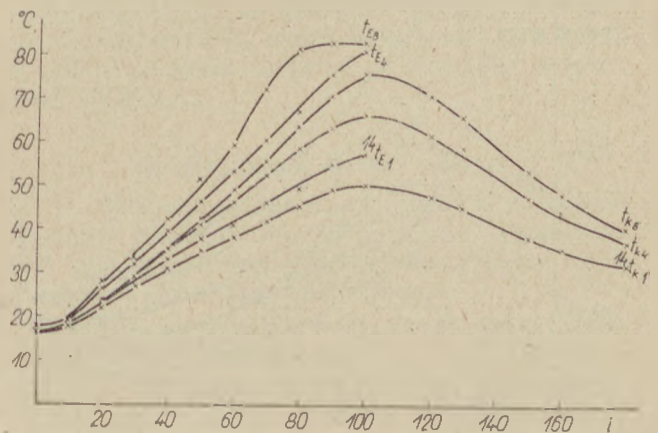
Ugyanakkor a hatásfok és az egy kg víz elpárolgatásához szükséges kWóra értékei a következők :

Minta-sz.	Áramkikapcs. értékek			Kihülés utáni értékek		
	$\eta$	$q_v$	$N$	$\eta$	$q_v$	$N$
4.	33	2,36		75,2	0,865	
9.	16	2,3	0,775	55,5	1,23	0,815
14.	23,24	2,97	0,7	62	1,125	1,125

Kísérleteink során azt tapasztaltuk, hogy felfűtés ideje alatt a hőmérséklet eloszlásban is különbség adódik. Így pl. a 14-es számú mintánál hat helyen mértük a hőmérséklet alakulását, mégpedig a masszátömb hossz tengelyének felénél a középpontban ( $t_{k8}$ ), felületen ( $t_{k1}$ ) és a felület meg a középpont közötti részen ( $t_{k4}$ ) ugyancsak ilyen mélységben mértük az elektródától 2 cm távolságra a hőmérséklet adatait ( $t_{E8}$ ,  $t_{E4}$ ,  $T_{E1}$ ). E hőmérsékleti adatokat az idő függvényében a 6. diagramon ábrázoltuk. A diagramról leolvasható, hogy átlagosan 8—9 C° eltérés mutatkozik mélységben és kb. azonos differenciát találunk az elektródánál és a tömb közepénél. Az elektróda közelében levő hőmérsékleti adatok a felső elektródára vonatkoznak. Hasonló körülmények között mértük a hőfok eloszlást az alsó elektródánál is. A hőmérséklet itt is az elektródánál volt magasabb, de lényegesen kisebb eltérést mutatkozott, mint a felső elektródánál. Mint említettem a felső elektródát súllyal terheltük és a hőmérséklet mindig itt volt a legnagyobb, tehát a hőgradiens lefele irányul. Ennek valószínűleg az az oka, hogy itt kisebb a terhelés, mint az alsó elektródánál és az is előfordul, hogy egyes helyeken a massa elválk az elektróda felületétől, miáltal a betáplált hőmennyiség kisebb felületen oszlik meg. A felső elektródánál magasabb a hőmérséklet, mint az alsónál, ezáltal tapasztalható, hogy az elektródák levétele után a felső elektródával érintkező felületen apró, hajszálvékony repedések jelennek meg, melynek mélysége kicsi. Ilyen típusú repedések az alsó elektródákkal érintkező felületen nem voltak.

Ellenállás, fajlagos ellenállás

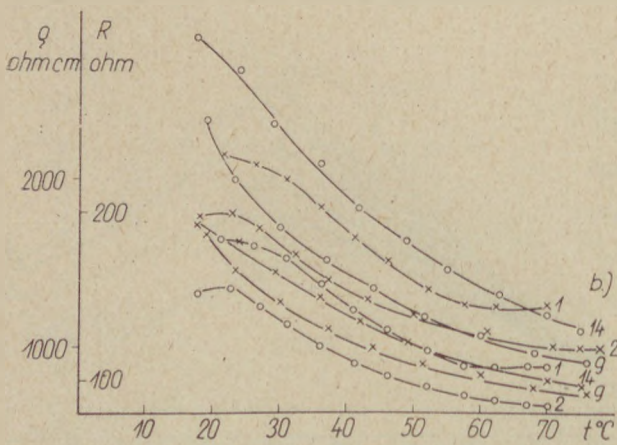
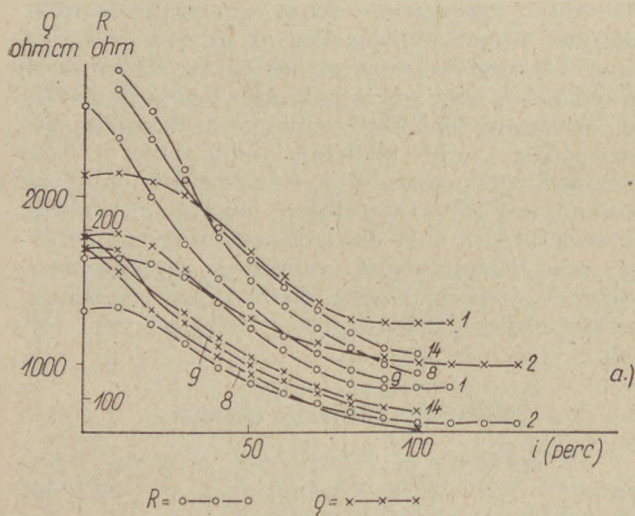
A feszültség és áramerősség értékéből Ohm törvénye segítségével kiszámítottuk az ellenállást ( $R = E/I$ ). Az ellenállás értékéből pedig a fajlagos ellenállást ( $\rho = R \cdot F/L$ ).



5. ábra

Az  $R$  és  $Q$  változását az idő és hőfok függvényében a 7-es diagram szemlélteti. A diagramból látható, hogy az ellenállás és fajlagos ellenállás értéke a hőmérséklet növekedésével fokozatosan csökken.

A diagramon levő mintákat szándékosan úgy választottuk meg, hogy alumínium és sárgaréz elektródával végzett kísérleteket is tartalmazzon. Az egy és 2-es minták alumínium elektródával, míg a 9-es és 14-es minták sárgaréz elektródával lettek szikkasztva. Itt is igazolódik, amit már az előzőekben említettem, hogy az alumínium elektródánál lényegesen nagyobb az átmeneti ellenállás, ami a fajlagos ellenállás nagyságában jut kifejezésre. Az alumínium elektródánál a fajlagos ellenállás görbéje az ellenállás görbéje felett fut, míg a sárgaréz elektródánál az ellenállás görbéje alatt. Kísérleteinknél — mivel a szikkasztást csak a faragási állapotnak megfelelő nedvességtartalomig végeztük — az ellenállás fokozatosan csökken, de van egy olyan nedvességtartalom határ, amelynél — ha a nedvesség ez alá esik — az ellenállás növekszik. A cseh kollegák szerint ez 10—13% nedvességtartalomnál áll elő. Mi ezt nem vizsgáltuk ugyan, de valószínű hogy ez állapot a mi massaösszetételünkönél más értéken jelentkeznék.



6. ábra

Kísérleteink egyik célja az volt, hogy olyan szikkasztási technológiát dolgozzunk ki, melynél a szikkadási időtartamnál nem kell a feszültséget változtatni. Ezt azért tartottuk fontosnak, mert így a szikkasztás jó, vagy rossz eredményét csak az elektródák elhelyezése dönti el. Mint látható a 160 mm átmérőjű tömböknél e törekvésünk sikerrel járt.

Miután kísérleteink ezen méreteknél sikerrel jártak, megpróbálkoztunk 290 mm átmérőjű és 550—600 mm hosszú tömbök szikkasztásával elektródának itt is sárgaréz szitaszövetet alkalmaztunk, gipszlapra feszítve és az érintkező felületet víz-glicerín keverékkel kentünk be. Az alkalmazandó feszültséget 15 W/kg kezdeti fajlagos hőterhelés figyelembevételével számítottuk, ami 400 V-nak adódott. Az áramfelvétel a számítottánál nagyobb lett, így a fajlagos hőterhelés a kezdeti 21 W/kg-tól 78 perc szikkadási idő elteltével 50 W/kg-ra emelkedett és a masszátömb függőleges irányban szétrepedt.

A szétrepedés oka a rohamos hőterhelés növekedése következtében fellépő intenzív gőzfejlődés feszítő ereje volt. A párolgás intenzitását igyekeztünk úgy csökkenteni, hogy a feszültséget 400 V-ról 300 V-ra csökkentettük. 300 V-tal fokozatosan fűtve 135 perc elteltével intenzív párolgást tapasztaltunk, ezért a fűtést megszakítottunk és 3 óráig hűlni hagytuk. Majd 300 V-tal tovább fűtöttük. Ezen a darabon külső vizsgálat alapján meghibásodást nem tapasztaltunk. Hasonló elv szerint fűtöttük a 3. sz. mintát. Ez azonban az elsőhöz hasonlóan vertikális tengelyével párhuzamosan megrepedt. A két mintánál a fűtési intenzitás megegyezett, ezért a 2. mintát feldaraboltuk, mert különösnek tartottuk, hogy azonos eljárás mellett az egyik darab jónak, a másik rossznak mutatkozzék. A szeleteket szétfeszítve apró éles kontúrú testeket kaptunk, hasonlóan a fűtéskor szétrepedt tömbökhöz. Első megállapításunk ezzel kapcsolatban az volt, hogy ilyen fűtési módszer mellett a folyamatos fűtés, vagy megszakítással végzett fűtés 290 mm átmérőjű tömböknél egyformán rossz eredménnyel járt. A mért adatok alapján a számítást elvégeztük és arra a megállapításra jutottunk, hogy a bizonyos időre megszakított fűtés nem gazdaságos, mert az újbóli felfűtés a hatásfokot lényegesen rontja.

Megfelelő fűtési eljárás kidolgozása érdekében több kísérletet végeztünk. Gondoltunk arra is, hogy úgy vezetjük le a szikkasztást, hogy a teljesítményfelvétel a felmelegítés után állandó legyen. Ezt a módot is elvetettük, mert ebben az esetben a feszültséget minden pillanatban változtatni kellett. Ezért egyszerűsítve a szikkasztást úgy folytattuk le, hogy bizonyos meghatározott idő elteltével csökkentettük a feszültséget. Így a hőfelvétel rohamos emelkedését megakadályoztuk, de nem hagytuk kihűlni a tömböket.

A kezdeti 300 V feszültséget 1—1½ óra hosszáig tartottuk, utána lecsökkentettük a feszültséget 200 V-ra, majd újabb másfél óra elteltével 150 V-ra csökkentettük a feszültséget és 150 V-tal 5—5½ óráig szikkasztottuk. Ilyen fűtési

metódusnál a fajlagos hőterhelés maximálisan csak 12—15 W/kg-ig emelkedett. Példa a 7. és 8-as számú minta.

Minta sz.	Idő, perc	V	$q^*$		$T_k$	$T_1$	$T_2$	$T_3$
			kezd.	vég				
7.	0—95	300	7,45	13,1	50	44	42	36
	95—195	200	5,95	6,67	69	48	46,5	39
	195—333	150	3,84	3,92	70,5	46,5	45	38,5
8.	0—105	300	7,34	14,72	$T_k$	$T$	$T_f$	
	105—155	250	9,85	11,65	55	57	47	
	155—195	200	7,52	7,75	71,5	69	53	
	195—380	150	4,38	3,90	78	73	54	
					76,5	67,5	49,5	

A 7. számú mintánál hőmérsékletjelölése a következő:

$T_k$  = a test középpontjában,

$T_1$  = a felső elektróda közelében a test felületén,

$T_2$  = a test hosszának közepén, a felületen,

$T_3$  = az alsó elektróda közelében a test felületén.

A 8. sz. mintánál:

$T_k$  = a test középpontjában,

$T$  = a test hosszának felénél  $r/2$  mély-  
ségben,

$T_f$  = a test hosszának felénél, a felületen.

Egyéb jellemzői:

Minta sz.	Súly	Nedvesség- csökk.	Hatásfok
7.	82,86	2,46	46
8.	83,85	3,31	45,2

A feszültséget így háromszor-négyszer kellett változtatni. A változtatások számát igyekeztünk csökkenteni a jobb kezelhetőséget és a szikkasztási idő lerövidítését is szem előtt tartva.

Mintaszám	Idő	V	$q^*$	
			kezd.	vég
13	0—105	300	5,63	12,7
	105—165	250	10,28	11,30
	165—255	200	7,52	7,68
14	0—135	300	8,82	15,1
	135—225	200	8	7,89

Egyéb jellemzők:

Minta- szám	Súly	Nedvesség- csökk.	Hatásfok
13	82,56	2,72	41,65
14	81,27	2,74	47,7

A 290 mm átmérőjű tömböknél hibátlan darabot nem tudtunk előállítani, mert kihülés után strukturális hiba következtében megreped-

tek. A megrepedt tömböket szétszeleteltük, de túlfűtésre jellemző hibát nem tapasztaltunk. A hiba magyarázata az, hogy ebben az időben gőzzel történő szikkasztásnál is az üzemi gyártásban jelentős selejteződés lépett fel strukturális hibából. Azért, hogy ezt a selejteződést és eredménytelen szikkasztást valóban a strukturális hiba okozza-e, minden mintadarabból szeletet vágunk le és azokat természetes szikkadásnak tettük ki. Az eredmény az volt, hogy a mintadarabokon is strukturális repedések mutatkoztak. A vákuumprés átalakítása után e hiba megszűnt.

Az ellenállásos hevítés üzemszerű bevezetése érdekében a Különleges Villamosgépgyártól egy 40 kVA-es indukciós szabályozót szereztünk be. A további kísérleteinket már az indukciós szabályzóval végeztük, egyszerre 6 db 290 mm átmérőjű és 650 mm hosszú tömbön.

Meg kell még említenem, hogy a gipszlapok a kísérleti darab súlya és az elektródát terhelő súly miatt eltörték. Ezért kénytelenek voltunk a lapokat fémgyűrűbe foglalni. Az elektródák leszorítását később súlyterhelés helyett gumihevederrel oldottuk meg. A tömböket pedig vízszintesen helyeztük el. A masszátömbök végeit ez esetben is glicerinnel kentük be. A szikkasztás technológiája megegyezett az előbbi kísérleteknél meghatározott módszerrel, és pedig 135 percig 300 V és ezután 225 percig 200 V. Egyes tömböknél 5—10 V és 0,1—0,2. A eltérést tapasztaltunk.

## Összefoglalás

Kísérleteinknél tekintettel voltunk az üzemszerű felhasználás követelményeire, ezért a fűtőfeszültség értékét állandónak vettük, vagy csak nagyobb időszakokban változtattuk. A teljesítményfelvétel állandóan változik aszerint, amint az anyag elektromos ellenállása is változik a hőfok, illetve nedvességtartalom változása következtében. A teljesítményfelvétel növekedése mindaddig tart, míg az egész anyag át nem melegedett olyan hőfokra, melynél a betáplált hőmennyiség és a víz elpárologtatásához, valamint konvekció útján veszített hőmennyiség egyensúlyba nem jut. Kísérleteinket eddig nem folytattuk, de irodalmi adatokra hivatkozással megemlítem, hogy ez egyensúlyi helyzet rövid ideig tart, mert a víztartalom csökkenésével nő az ellenállás és csökken a betáplált teljesítmény, ennek következtében a hőfok is csökkenni kezd, ez pedig az ellenállás növekedését gyorsítja.

## Az ellenállásos hevítés előnyei

1. Elektromos hevítéssel érhető el a legjobb termikus hatásfok 50—80%. Ilyen hőhasznosítást más módszerrel végzett szikkasztással vagy szárítással biztosítani nem tudunk.

2. A masszátömbök nedvességeloszlása e módszerrel a legegyszerűsebb.

3. A szikkasztás ideje kicsi, így jól beilleszthető a technológiai sorrendbe és jelentősen lecsökkenti az átfutási időt.

4. Kis beruházással megvalósítható, emellett kis térigényű.

### Hátrányai

1. Az elektromos energia költséges volta.
2. Az árambevezetés megoldásának nehézsége. Érdekes lenne a kerámiaiparban jelenleg alkalmazott szikkasztási eljárásokat gazdasági szempontból összehasonlítani és megállapítani, hogy mennyibe kerül 1 kg víz elpárologtatása a porcelánmasszából a különféle eljárásoknál.

*Venczellák Péter : Villamos-ellenállásos szárítási kísérletek.*

A csigasajtón előhúzott tömbök szárítása, szikkasztása a levegőn való szárításnál több hetet vett igénybe, amíg bőrkemény, feldolgozható állapotba kerültek. Elektromos áram segítségével ezt az időt néhány órára csökkenthetik. A nedves idomok képezik ennél az eljárásnál az ellenállást, a tömb két végéhez kapcsolt pólusok között. Ennek az eljárásnak gyakorlati kiviteli módját és eredményeit ismerteti.

*Венцеллак Петер : ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СУШКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ.*

Для обработки блоков, вытянутых на шнековом прессе, потребовалось их сушка и вылеживание на воздухе в несколько недель. С применением электрического тока этот срок может быть сокращен на несколько часов. При таком способе сопротивлением служат мокрые фасы между полюсами, подключенные к 2 концам блока. Автором излагаются виды и результаты практического применения указанного метода.

*Peter Venczellák : Trocknungsversuche mit elektrischem Widerstand*

Das Trocknen und Versickern der mit Schneckenpresse gestreckten Blöcke beanspruchte beim Trocknen an der Luft mehrere Wochen, bis die Blöcke in lederharten, zur Verarbeitung geeigneten Zustand gelangten. Die Dauer des Trocknens kann mit Hilfe des elektrischen Stromes auf einige Stunden herabgesetzt werden. Die nassen Formlinge bilden bei diesem Verfahren den Widerstand zwischen den Polen, die den beiden Enden des Blockes angeschaltet sind. Verfasser bespricht die praktische Durchführung und die Resultate des Verfahrens.

## Felhívás

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület ez év október 16—21. között rendezi meg a II. Ipari Energiagazdálkodási Konferenciát.

A Konferencia feladata:

A gazdaságosabb energiafelhasználás elősegítése a hazai és külföldi tudományos műszaki együttműködés révén.

A Konferencia törgyköre felöleli az olaj- és gázfelhasználással kapcsolatos műszaki és gazdasági kérdéseket, az energia norma és mérlegkészítés módszereit, az energiafelhasználás racionalizálásának lehetőségeit és az energiafogyasztók műszerezésének és automatizálásának kérdéseit. A tárgykör kiterjed a nehézipar, a kohó- és gépipar, a könnyűipar, az építőipar, az élelmiszeripar és más iparágak energiafogyasztási területeire.

A Konferencia alkalmával beérkezett magyar és külföldi dolgozatokat neves tudományos és kiváló

ipari szakemberek generálreferátumokban ismertetik, majd a témakört széles körben vitatják meg. A Konferencián résztvevők a vita előmozdítása érdekében a részvételi díj ellenében előzetesen megkapják az összes hazai és külföldi dolgozatok, valamint a generál-referátumok teljes anyagát.

A részvételi díj személyenként 600,— Ft, a rendező társaságok tagjainak 500,— Ft.

A Konferencia alkalmával az ETE tanulmányi kirándulásokat is szervez külön térítés ellenében az Almásfüzitői Timföldgyárba (175,— Ft.), az Ajkai Erőműbe (250,— Ft) és a Dunai Vasműbe (130,— Ft).

Felhívjuk a vállalatok, intézmények és közületek vezetőit, hogy a Konferenciára részvételi szándékukat minél előbb közöljék a II. Ipari Energiagazdálkodási Konferencia rendező Bizottságának titkárságával: Budapest V. Szabadság tér 17. II. 233. Telefon: 113—250/134 m.

# A beton szilárdulásának gyorsítása oltókristályokkal

FILČÁKOVÁ ELEN A dr. egyetemi docens (Prága)

A mai gyorsütemű építkezésnél egyaránt fontos a cement és a belőle készített beton szilárdulásának gyorsítása. Tudományos kutatóink és építészeink különböző utakon igyekeznek e probléma megoldásához eljutni.

## I.

Sokan igényelnek nagy kezdőszilárdságú cementet a gyárártól, ilyenek segítségével töreksenek elérni a megkívánt nagyobb kezdőszilárdság-értéket; figyelmen kívül hagyva azt, hogy az ilyenfajta cement előállításai ideje hosszabb, ami az egyébként is deficités cementtermelést lényegesen csökkenti.

Mások a kémiai gyorsítókat (kloridokat, hidroxidokat) és ezeknek keverékeit használják, főleg a téli hónapokban, hogy az építkezés mai ütemének megfelelően gyorsíthassák a cement kötését és szilárdulását. Ez a módszer természetesen kémiai beavatkozást jelent a cement szilárdulási folyamatába és megváltoztatja a cement reológiai tulajdonságait is, zsugorodását, lassú alakváltozását, kötéshőjét stb.

További módja a beton-szilárdulás gyorsításának a különböző mechanikai eljárások alkalmazása a fölös víz eltávolítása végett. Ilyenek: a préselés, evakuálás, vibrálás, revibráció. Nagyteljesítményű vibrátorok nélkül a tömeges előregyártás ma már el sem képzelhető.

A Csehszlovák Köztársaságban a szilárdulás gyorsítására a gőzölés terjedt el leginkább, ami azonban nem feltétlenül helyesíthető. Azért nem, mert nem minden csehszlovákiai cement alkalmas a gőzölésre, de ezt a technológusok közül csak kevesen veszik tudomásul. Ehhez járul az is, hogy ha a gőzölésnél — történjék akár kisebb, akár nagyobb nyomáson — nem tartják be a technológiai előírást, akkor a gyártási selejt növekszik; nem is szólva a nagy energiafogyasztásról, a költséges formákról, amelyekre főleg a nagyobb keresztmetszetű előregyártott elemeknél van szükség. Az elő- vagy utófeszített betonelemeknél pedig a gőzölés nyomán kisebb lesz a beton és acél közötti tapadás: hozzávetőleg felenyire csökken annak, ami a természetes érleléssel gyártott, gőzölés nélküli betonnál fennáll.

Említett költséges módszerek helyett a Csehszlovák Szocialista Köztársaság több helyén új, aránylag gazdaságos eljárást próbálnak meghonosítani a betontechnológiában. Nevezetesen oltókristályokkal igyekeznek meggyorsítani mind a cement, mind a belőle készített beton kötését és szilárdulását, hogy az építkezés körében jelentkező óriási feladatokat megvalósíthassák.

Mint ismeretes, DURIEZ és LÉZY (1) 1956-ban felhívták a kutatók figyelmét az oltókristályok alkalmazására, mert ezekkel a betonnak nemcsak kezdő, hanem végső szilárdsága is növelhető. Mi magunk már 1952 óta elektronmikroszkóp segítségével tanulmányoztuk cementjeink kris-

tályosítási folyamatát és ennek módosítási lehetőségeit idegen anyagokkal (2). Ha ugyanis a cement szilárdulását kristályosodási folyamatként kezeljük, akkor ennek meggyorsításához egészen kevés, a cement súlyára vonatkoztatott 1—2%-nyi oltókristály alkalmazása elegendő (3).

Az oltókristály nem más, mint előre kitermelt kristály, amely — telített oldathoz keverve — megadja az impulzust hasonló kristályok keletkezéséhez, orientálódásukat kezdettől fogva irányítja és döntően befolyásolja. Az oltókristályok alkalmazása homogén telített oldatok kristályosítási folyamatának megindítására ismert: használatos módszer a fizikában és a kémiában. Nem úgy a cementnél, ahol a kristályosodási folyamat során keletkezett sokféle kristály azonosítása mai napig sem befejezett, jóllehet a magyar kutatók közül is többen foglalkoznak a probléma megoldásával, így BERECZKY Endre és TAMÁS Ferenc (4). A cement esetében nem egyszerű feladat olyan oltókristályok előállítása, amelyek segítségével a kristályosítási folyamat kezdettől fogva kézben tartható és sebessége irányítható.

## II.

Oltókristályok gyártásánál figyelemmel kell lenni

az *alapanyagra* (cementfajtára),

az *összetételre*,

az *örlési finomságra*,

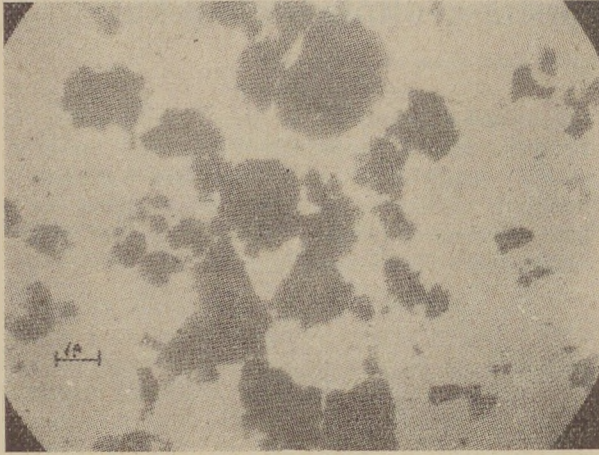
emellett szigorúan be kell tartani az előállítási technológiát.

1. Legjobb hatásúak azok az oltókristályok, amelyek a beton keveréséhez használt cementfajtából készülnek. Ti. a cement kristályosodási folyamatát befolyásolja a cementgyártáshoz felhasznált anyagok összetétele, a klinker gyártási folyamata (égetési hő, lehűtés) és az örlési finomság. Ezek határozzák meg az előállított cement ásványi és kémiai összetételét.

Csehszlovákiában az építkezésekhez használható portlandcement ásványi összetételét szabvány írja elő, következőleg:

$C_3S$ trikálciumszilikát (alit)	55—70%
$C_2S$ dikalciumszilikát (belit)	10—20%
$C_3A$ trikálciumaluminát	8—14%
$C_4AF$ tetrakalciumaluminátferrit	10—16%

E főbb komponenseken kívül a cement ásványai között vannak oxidok és szulfátok, továbbá  $Ca(OH)_2$ . Mind a fő-, mind a mellékkomponensek döntően befolyásolják a cement kristályosodási folyamatát, tehát kötését és szilárdulását. Elektronmikroszkópfelvételek (1., 2. ábra) igazolják, hogy két különböző gyártási helyről származó cementből 28 nap elteltével keletkezett kristályok struktúrája mennyire eltérő.



1. ábra. 350-es portlandcement (Radotin)



3. ábra. Cementfinomságra őrölt oltokristályok, 20 °C-on természetve

A lábatlani portlandcement ásványi összetétele egy gyártási hét folyamán a következő ingadozásokat mutatta :

$C_3S$ .....	21—50 (!) %
$C_2S$ .....	22—52 (!) %
$C_3A$ .....	10—18 %
$C_4AF$ .....	10—11 %

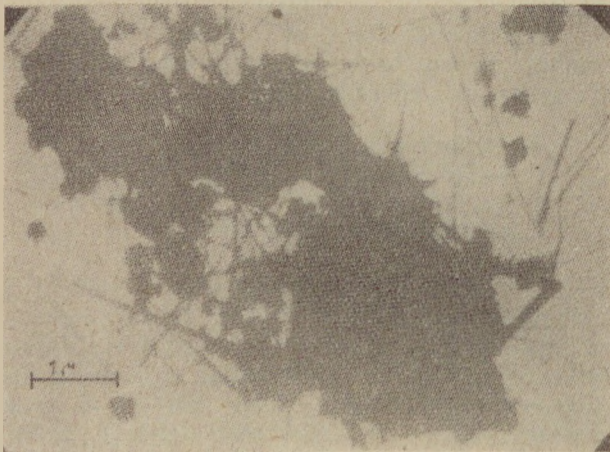
Már pedig az 50%-nál több alitot tartalmazó cement szilárdulása 28 nap alatt megy végbe, míg ha a belit a túltengő hányad, akkor a szilárdulás ideje évekre terjed. Ezért tartják egyesek kívánatosnak a speciális alit-cementek gyártását, ami azonban nem gazdaságos. Ez a komponens egymaga nem is ad gyors szilárdulási értéket. A  $C_3A$  nagyban hozzájárul a cementkötés gyorsulásához ; a kötési idő kezdete a  $C_3S$  és  $C_3A$  hidratációjának kezdete, míg a további szilárdulást e két komponensnek a többivel való együttműködése irányítja.

Az oltokristályok gyártásánál mindezt figyelembe kell venni, mert — amint arról fentebb említés történt — szükséges, hogy a kristályok kezdettől fogva szabályozzák a cement kötési és szilárdulási idejét, más szóval: a cement vagy beton kristályszerkezetének kialakulását. Eyszerint

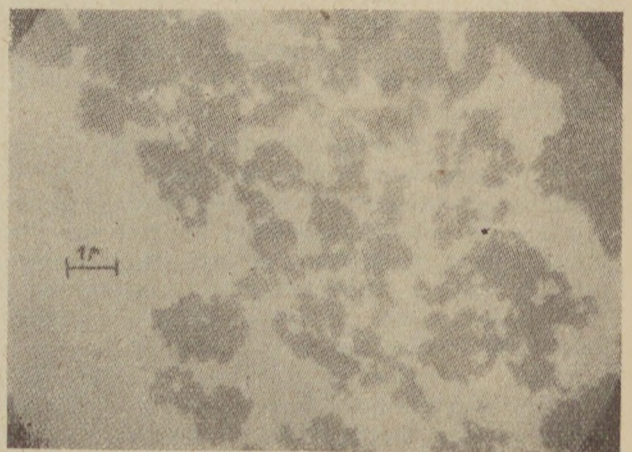
célszerű lenne lábatlani cement használatának esetében az oltokristályokat is lábatlani cementből előállítani.

2. Ami az oltokristályok összetételét illeti : négyféle, egyenlő arányban jelenlévő, különböző korú, egyrészükből hidratált kristályokból állítjuk össze őket. A négyféléből egy-egy rész hosszabb ideje hidratált kristály, pl. 28 és 7 napos korú, míg más-más rész fiatalabb, pl. 12 óras és 5 óras. E fiatalabb és idősebb kristályoknak az a feladatuk, hogy a betonelemek gyártásánál kívánatos gyorsulást biztosítsák s ezáltal a formák hamarabb szabaduljanak fel újabb használat számára. Sikerült a kötési időt is megrövidítenünk oltokristályok alkalmazásával, ha nem is lényeges mértékben, mivel nagyszámú az olyan ipari építkezés, amelynél nagyobb távolságra kell szállítani a kész betont s itt nem kívánatos, hogy idő előtt megkőssön.

3. Ami az oltokristályok őrlési finomságát illeti : lehet őket a nagy kezdőszilárdságú cementek szem-méretére őrölni, de kedvezőbb a kolloid-finomság, amikor is a kristályok száma megnövekszik s ezáltal hatásfokuk lényegesen javul (3. és 4. ábra). Ha viszont nincs lehetősége a kristályok

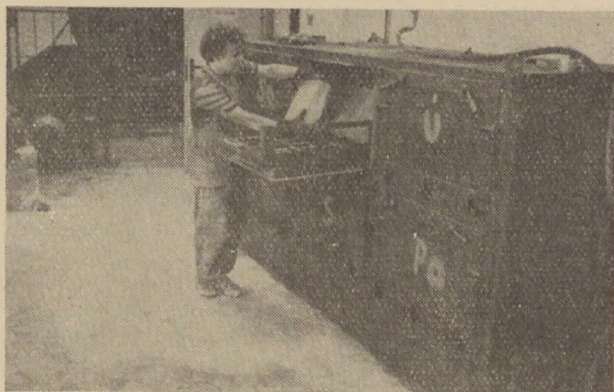


2. ábra. 350-es portlandcement (Matomerice) 28 napos korban



4. ábra. Kolloidőrlésű oltokristályok 20 °C-on növelve





5. ábra. Az oltókristályokat gyártó termosztát

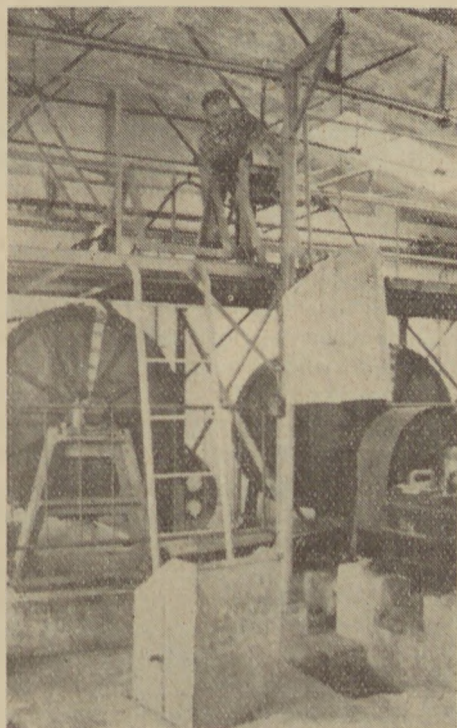
kolloidfinomságra való őrlésének. akkor megfelelő diszpergátorokat használhatunk, mint amilyen a  $CaCl_2$  vagy a  $MgCl_2$ . Ez természetesen kémiai beavatkozást is jelent a kristályok keletkezésébe, amiáltal a szilárdulás gyorsasága még inkább fokozható, mert a két — kémiai és fizikai — hatás addicionálódik.

Az oltókristályok előállítása elengedhetetlenül szakirányítást kíván, bár a gyártóberendezés nem komplikált. Szükség van megfelelő termosztátra és a párás vagy nedves légtér biztosítására (5. és 6. ábra).

Az oltókristályok nagyüzemi előállítása központosan is végrehajtható, ami az előírt technológia ellenőrzését megkönnyíti.

### III.

Ha — amint azt fentebb említettük — az oltókristályok nagybani előállítása szakember irányítására szorul is, nem kell szakember a kristá-



6. ábra. Az oltókristályok őrlésére szolgáló nedves malmok.

lyok felhasználásához. Ez biztosítja a módszer gazdaságosságát. Nagyobb méretű előregyártótelepen az oltókristály adagolását a betonkeverő felett elhelyezett automatikus berendezés végzi.

Alábbi táblázatok és képek mutatják be az oltókristályokkal elért eredményeket :

1. táblázat

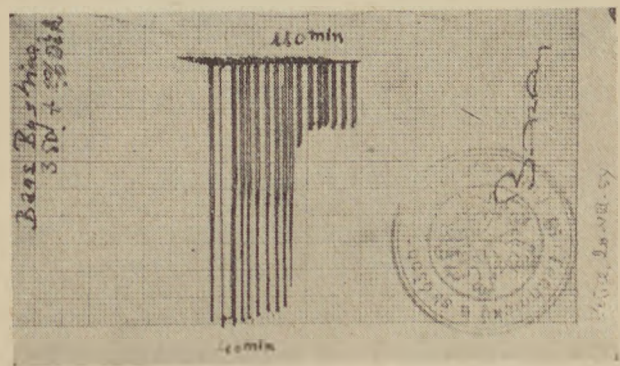
#### Kötési idő gyorsulás

Cementfajta	Adalék	Kötési idő	
		kezdeti	vége
Pc—450 Banska Bystrica	—	110 perc	200 perc
Pc—450	2% oltókristály	40 perc	110 perc
Pc—450	2% oltókristály + 2% $CaCl_2$	30 perc	60 perc

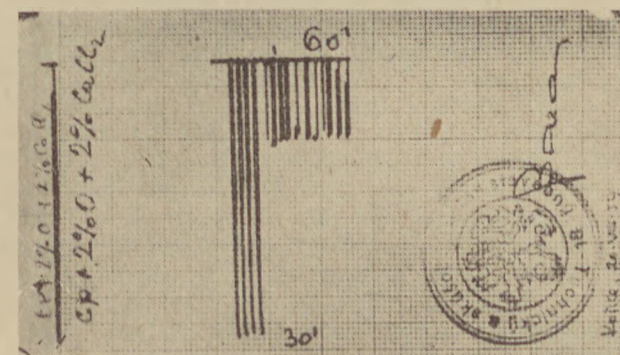
(Lásd a 7. képeket is).



a



b



c

7. ábra. A cement kötési ideje

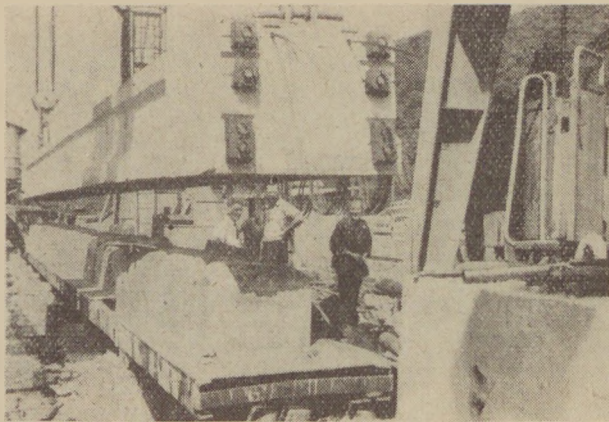
A cementeknél oltókristály alkalmazásával elért szilárdságnövekedést a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat

A vizsgálati anyag: „Pc—350 Prachovice”-fajtából 1:3 keverési arányban előállított cementhabarcs.  $V/c = 0,3$

	Nyomó-szilárdság, kg/cm <sup>2</sup>				
	8 órás	1 napos	3 napos	7 napos	28 napos
	k o r b a n				
Cement	48	115	235	366	464
Cement + 2% krist.	91	210	330	470	535
Cement + 2% krist. + 2% CaCl <sub>2</sub>	120	280	425	525	605

(Lásd a 8. ábrán a szilárdulási görbét is).



8. ábra. A formák eltávolítása

A 3. táblázat a húzószilárdságra vonatkozó értékeket mutatja be. A kísérleti anyag azonos a 2. táblán feltüntetettel.

3. táblázat

	Húzószilárdság kg/cm <sup>2</sup>			
	1 napos	3 napos	7 napos	28 napos
	k o r b a n			
Cement	14,3	21,1	35,5	43,5
Cement + 2% krist.	33,0	42,0	50,1	62,0
Cement + 2% krist. + 2% CaCl <sub>2</sub>	42,3	50,8	61,8	78,3

Felmerült az a kérdés, lehet-e nagyobb szilárdságú (450-es) cementet kisebb szilárdságúval (350-es) helyettesíteni. Az összehasonlító kísérleti eredményeket a 4. és 5. táblázat mutatja be.

4. táblázat

	Nyomószilárdság, kg/cm <sup>2</sup>			
	1 napos	3 napos	7 napos	28 napos
	k o r b a n			
Cement	159	295	413	510
Cement + 2% oltó-kristály	275	401	510	565
Cement + 2% kristály + 2% CaCl <sub>2</sub>	375	509	591	672

A 4. táblázat eredményei Pc—450-es cementből 1:3 arányban készített habarcsra vonatkoznak  $V/c = 0,3$ .

Az 5. táblázat eredményei azt az esetet szemléltetik, amikor alacsonyabb osztályú, 350-es portlandcementből nagyobb szilárdságú betont lehetett kapni, még pedig oltókristályok alkalmazásával: a beton a 450-es portlandcementből, oltókristály nélkül előállított betonnal egyenértékű lett.

5. táblázat

10×10×10 cm méretű betonkockák nyomószilárdsága kg/cm<sup>2</sup>

	8 órás	1 napos	3 napos	7 napos	28 napos
Beton	56	190	315	454	532
Beton + 2% krist.	110	277	371	542	575
Beton + 1% o. krist. + 1% CaCl <sub>2</sub>	136	285	468	526	600
Beton + 2% o. krist. + 2% CaCl <sub>2</sub>	172	337	470	527	610

A beton összetétele a következő volt :

- Homok ..... 82 lit.
- Kavics ..... 190 lit.
- Cement „350” ..... 100 kg

$$V/c = 0,31$$

A próbatesteket a Közlekedési Minisztérium Mladá-Boleslav-i laboratóriumában készítettük és törtük el, Valter és Grünvald mérnökök segítségével (5).

#### IV.

A laboratóriumban elért biztató siker után azon voltunk, hogy a gyorsításnak ezt az új módszerét a gyakorlatba is bevezessük, ami — mint minden új bevezetés — nem ment nehézség nélkül, de végül is eredménnyel járt. A következőkben felsorolt példákat jó minőségű beton- és könnyűbetonelemek, előfeszített hídlemek és gőzölt elemek gyártásánál szerzett tapasztalataink köréből válogattuk ki.

1. *Vasbetonaljak* gyártására oltókristályok segítségével a Horné Ranice-i üzemben került sor, Grünvald mérnök vezetésével. 1000 darab gyártása során bebizonyosodott, hogy 350-es cementet lehet használni 450-es nagyszilárdságú fajta helyett. A nyomószilárdság — a 6. táblázat tanúsága szerint — három nap elteltével eléri a 28 napos betonszilárdságérték 80—90%-át, hét napos korban pedig 100%-át (6).

Ha az oltókristályok segítségével elért eredményeket a gőzöléses eljárás eredményeivel hasonlítjuk össze (lásd a 6. táblázatot), akkor megmutatkozik, hogy a gőzöléses betonnál 28 napos korban kapott eredmények még a szokásos körülmények között tárolt beton szilárdságát sem érik el. S itt nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a pénzügyi kihatású tényezőt sem, hogy a gőzölés pontos és szakavatott munkát, mindenek felett pedig energiatöbbletet igényel.

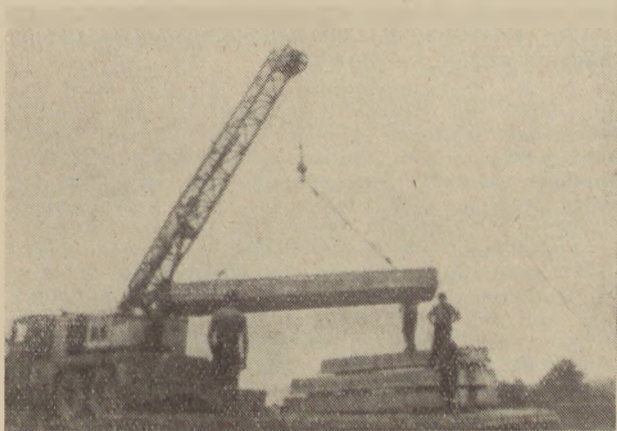
6. táblázat

Vasbetonalj nyomószilárdsága, kg/cm<sup>2</sup>

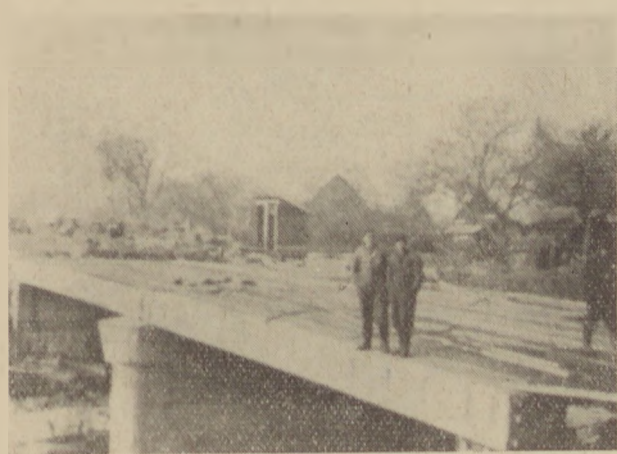
	1	3	7	28
	napos	napos	napos	napos
	k o r b a n			
Beton .....	95	296	352	450
Beton + 2% oltókristály	249	365	460	522
Beton gőzölve .....	344	—	—	431

A beton összetétele egyezett a laboratóriumi kísérletek során készített betonéval, csupán a vízcement-tényező volt nagyobb, előírás szerint 0,32 (amire azonban — s ez üzemekben előfordul — nem voltak kellő figyelemmel). A táblázatból következtetni lehet arra, hogy a manipulációhoz szükséges 100 kg/cm<sup>2</sup> szilárdságot oltókristályok jelenlétékor már 8—10 óra alatt elérhették a vasbetonaljak, míg a normális gyártásnál csak 24 óra elteltével jelentkezik ez a szilárdság. Ez pedig a termelés növekedésére vezet.

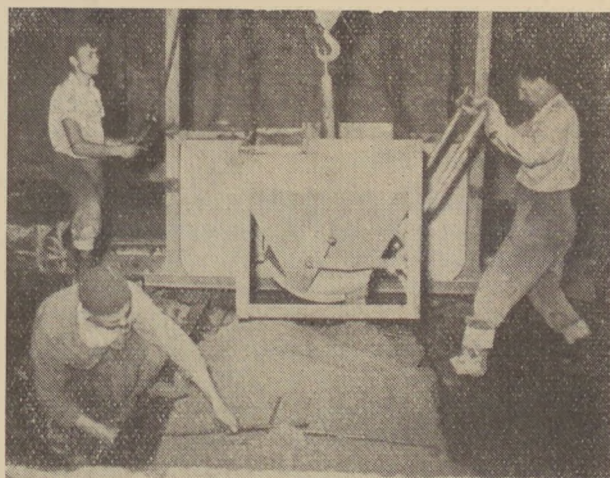
2. *Hídelemek* esetében azonos jellegű volt az eredmény. A betonozás kezdetétől számított 6½ óra elteltével olyan szilárdságot mutattak a többtonnás hídelemek, hogy — a formák eltávolítása után — raktározási helyükre lehetett őket szállítani (8. és 9. kép).



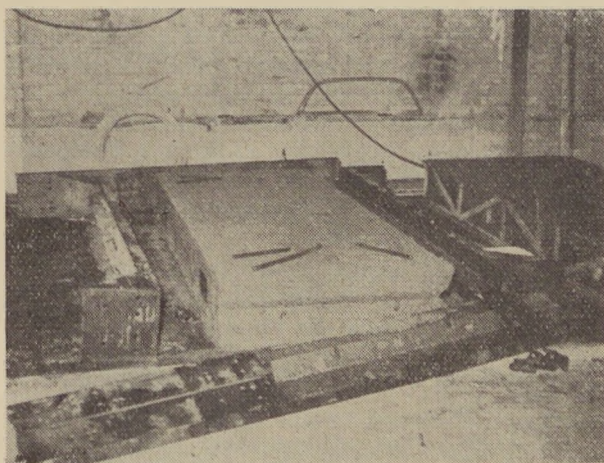
9. ábra. A hídelemek szállítása



10. ábra. A zselnavai híd építése



11. ábra. Panelgyártás oltókristályok felhasználásával



12. ábra. A gyártás után 30 perccel eltávolított zsuzuzat

A téli betonozás alkalmával elért kedvező eredmények közül említést érdemel a zselnavai híd építése, amelyhez lábatlani 600-as cementet használtak és 10 nap elteltével a nyomószilárdság még csak 227 kg/cm<sup>2</sup> volt. Oltókristályok jelenlétében 7 nap alatt 530 kg/cm<sup>2</sup> szilárdságot értek el és a megkezdett munkát — a beállott rossz idő ellenére — folytatni lehetett (10. kép).

A hamarabb elérhető szabvány-szilárdságnak köszönhető előrefeszített hídelemek készítésénél a korábban sorakerülő előfeszítés lehetősége, ami jelentős időmegtakarításra vezet.

3. *Könnnyűbetonoknál* elért eredményeinket az osztravai Bytostav hasznosította. A habsalak-beton szilárdsága lényegesen emelkedett oltókristályok használata révén, így a 150-es beton esetében a panelek a kívánt szilárdságot már 3 nap alatt érték, ami lényeges, köbméterenként 100 kg cement-megtakarítást tett lehetővé. Helyesen kiválasztott oltóanyag alkalmazásával 8 óra elteltével érték a panelek azt a szilárdságot, amely mellett szállíthatók lettek, s azon a gyártáshelyen, ahol 1957-ben csupán *egy* lakásegységet tudtak gyártani egy nap alatt, ma már *négy*

egység készül naponként. A gyártás színhelyét a 11. és 12. felvétel mutatja be.

4. Kísérleteztünk oltókristályok és gőzölés együttes alkalmazásával is. A gőzölés szokásos idejét 4 órától 2 órára csökkentettük. Az eredményeket a 7. táblázat szemlélteti.

7. táblázat

	Nyomószilárdság, kg/cm <sup>2</sup>	
	21 napos	28 napos
	k o r b a n	
4 órán át gőzölt beton . . . . .	210	237
2 órán át gőzölt beton + 2% oltókristály + 2% CaCl <sub>2</sub>	332	371

A táblázatról leolvasható, hogy — függetlenül az energiamegtakarítástól — a beton nyomószilárdsága 28 nap elteltével 56%-kal nagyobb volt oltókristályok alkalmazása esetében.

A felsorolt példák csupán töredékét teszik annak, ami említésre érdemes lenne. A további felsorolást mégis mellőzzük, mert az elért eredmények korántsem tekinthetők lezártaknak. Annak ellenére sem, hogy már eddig is sok esetben sikerült a gyártási időt megrövidíteni, az előregyártott elemek minőségét megjavítani és jelentős cementmegtakarítást elérni.

## IRODALOM

- (1) Duriez-Lézy: Annales de l'Institut du bâtiment et des Travaux Publics. 1956.
- (2) Filčáková: A prágai műszaki tud. egyetem, Sborníkja. 1955.
- (3) Bechyně—Filčáková—Patzel: Zpráva o urychleném tuhnutí a tvrdnutí cementů, malt a betonů, 1958.
- (4) Bereczky Endre—Tamás Ferenc Szilikát-konferencián megtartott előadásai, 1959.
- (5) Ústav pro zprůmyslnění stavebnictví—Mladá Boleslav. 1958. O urychleném tuhnutí a tvrdnutí betonu
- (6) Grünvald: PVŽS—MD Ekonomické vyhodnotení očkovaní železobetonových prázcu. 1959.

Filčáková Elena: A beton szilárdulásának gyorsítása oltókristályokkal

A Csehszlovák Köztársaságban a betonszilárdulás gyorsításának leginkább elterjedt módja a gőzölés, ami

azért sem helyes, mert nem minden cement alkalmas erre. Olcsóbb és kevesebb hátrányos körülmény kíséri a francia kutatók által is javasolt oltókristályos szilárdulási módszert, amelyet a közlemény részletesen ismertet és felhívja a figyelmet a négyféle alkatelemből összetevődő kristályok előállításánál irányadó nézőpontokra.

Táblázatosan közli a kísérleti eredményeket, amelyek betonnak oltókristályokkal és oltókristály-klórcalcium-kombinációkkal való szilárdulására vonatkoznak, és ismerteti a kedvező laboratóriumi próbák alapján következtetett gyakorlati átültetés jó eredményeit.

Филчакова, Елена: УСКОРЕНИЕ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ БЕТОНА С ПОМОЩЬЮ ЗАТРАВОЧНЫХ КРИСТАЛЛОВ.

В Чехословацкой Народной Республике наиболее распространенным методом для затвердевания бетона является пропаривание, которое, однако, считается непригодным потому, что его не можно применять при всех сортах цемента. Предлагаемый и французскими исследователями метод затвердевания с затравочными кристаллами значительно дешевле и сопровождается более благоприятными условиями. Статья посвящена подробному изложению данного метода, и особое внимание уделено важнейшим точкам зрения по получению кристаллов, содержащих четыре составных элемента.

Приводятся в таблицах результаты ряда опытов по затвердеванию бетона при применении затравочных кристаллов и также различных комбинаций затравочного кристалла и хлористого кальция. Обобщаются хорошие опыты применений метода на практике, осуществленных на основании успешных лабораторных прод.

Dr. Filčáková, E.: Die Beschleunigung der Beton-erhärtung mittels Keimkristalle

In der Tschechoslowakischen Republik wird die Abbindezeit des Betons vorwiegend mittels Dampfbehandlung verkürzt. Dieses erscheint nicht allgemein richtig zu sein, indem sich nicht alle Zementgattungen zu dieser Behandlungsweise eignen. Es ist wirtschaftlicher, sich der auch von französischen Forschern propagierten Methode zu bedienen, welcher die Anwendung von Keimkristallen zu Grunde liegt. Die Abhandlung beschreibt die Herstellung der aus vier Komponenten zusammengestellten Kristalle und weist auf die einzuhaltenen Maasregeln hin. Die Resultate der Laboratoriumsversuche, welche unter Anwendung von Kristallen, resp. von Kombinationen der Kristalle und CaCl<sub>2</sub>, durchgeführt worden waren, sind tabellarisch zusammengestellt. Es wird auch über die erfolgreiche Umsetzung der guten Laborversuchsergebnisse in die Praxis ausführlich berichtet.

# Óbudai tégl- és cseréptörmelék felhasználása könnyűbeton adalékanyagként

NEMESKÉRI GÉZÁNÉ

Téglazúzalék felhasználásával könnyűadalekos betont Magyarországon nagy mennyiségben még nem készítettek. Más országokban, így elsősorban Németországban, már évtizedek óta kiterjedten használják a téglazúzalékos könnyűbetonokat, főként lakóházépítésekhez. A könnyűbetonnak e szóbanlévő fajtáját főként azokban az országokban alkalmazzák elsősorban, ahol a háborús pusztítás következtében igen nagy mennyiségű téglatörmelék keletkezett.

A téglazúzalék felhasználásával készített beton kedvező fizikai jellemzőkkel rendelkezik, ezért indokolt, hogy e kérdéssel hazai vonatkozásban is részletesen foglalkozzunk. A téglazúzalékos könnyűbeton legfontosabb anyagjellemzői a következők: aránylag kis térfogatsúly, rossz hővezetés, kis mértékű zsugorodás és a viszonylag nagy nyomószilárdság.

Hazánkban tégl- és cseréptörmelék nagy mennyiségben az egyes téglagyárak közelében található csak, itt a selejtes és törött anyagok évtizedek óta jelentős mennyiségben halmozódnak fel, s általában feltöltések céljára hasznosítják. A jövőben a korszerűtlen városrészek szanálása során az elbontásra kerülő régi lakóházak anyaga szintén nagy mennyiségű téglatörmelék fog eredményezni, melynek helyszíni felhasználása könnyűbeton adalékként ugyancsak célszerű és gazdaságos. Ezen túlmenően megvizsgálandó a jelenleg selejtes, gyenge minőségű téglaféleségeket előállító, elavult téglagyárak átállítása — külföldi példák alapján — mesterséges téglatörmelék gyártására.

Az építőanyagokkal való fokozott takarékoság és a rendelkezésre álló építőanyagok kihasználása érdekében került sor az ÉaKKI laboratóriumban az óbudai téglazúzalékokkal folytatott laboratóriumi kísérletekre.

A jelenleg tervezés és építés alatt álló óbudai lakótelep építkezésének közelében ugyanis több ezer lakásra elegendő, más célra fel nem használható téglatörmelék áll rendelkezésre.

Kísérleteinket az óbudai új lakótelepről 1959 május és július hó folyamán beszállított kb. 6 m<sup>3</sup> üreges téglatörmelék és 1 m<sup>3</sup> cseréptörmelék felhasználásával végeztük. Az üreges téglatörmelék válogatott tiszta áru, míg a cseréptörmelék földdel és salakkal erősen szennyezett volt.

Kísérleteinket az adalékanyag fizikai jellemzőire vonatkozó vizsgálatokkal kezdtük meg.

Megállapítottuk a pofás-törőgépen megtört tégl- és cseréptörmelék különböző szemcsoportjainak halmaztér-fogatsúlyát, majd a 7—15 mm-es rész litersúlyának ismeretében megállapítottuk a tégl-, illetve cseréptörmelék önszilárdságát a Hummel-féle szétmorzsolódási tényezővel jellemezve.

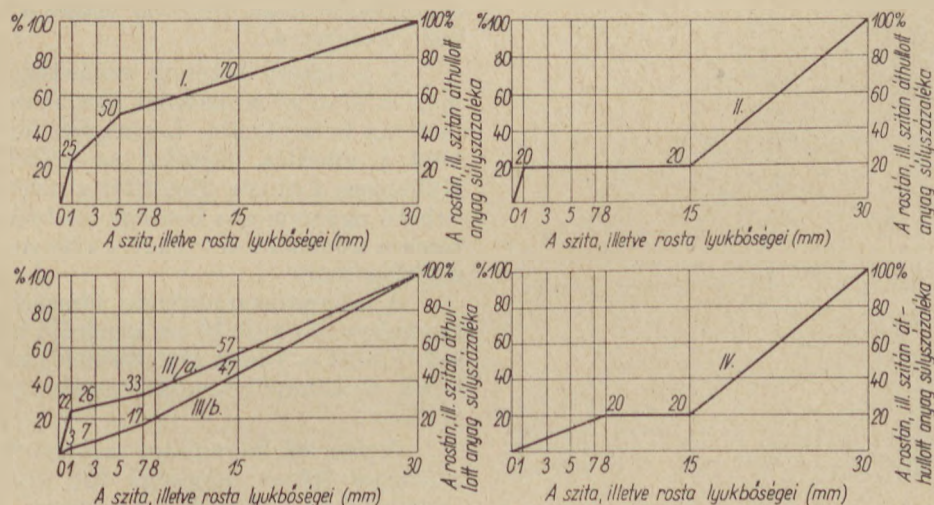
A téglatörmelék szétmorzsolódási tényezője: 0,385, a cseréptörmelék szétmorzsolódási tényezője: 0,404.

Tájékoztatásul közöljük néhány könnyűbeton adalékanyag Hummel-tényezőjét:

Sztálinvárosi kohóhabsalak:	0,366—1,548
Pernyekavics	0,203—0,366
Agyagkavics	1,290—1,842

A vizsgálatokhoz alkalmazott tégl- és cseréptörmelék felhasználás előtt aprítani kellett.

Először II. sz. pofás-törőgépen, majd a 15 mm-nél kisebb szemnagyságúra aprítandó részt kalapácsos törőgépen törtük meg. Négy különböző szemszerkezetű tégl-, illetve cseréptörmelék összeállított adalékot alkalmaztunk. A különböző szemszerkezeteknek megfelelően folytonos szemszerkezetű és egyszemcsés betonokat készítettünk.



1. ábra. A tégl-, illetve cseréptörmelék felhasználásával készített könnyűbeton adalékanyagainak szemszerkezetű görbéi

Folytonos szemszerkezetű adalékanyagok szemszerkezete.

Jelzés : I.

0—1 mm-es rész	25 súlysázalék téglapor
1—5 mm-es rész	25 súlysázalék téglatormelék
5—15 mm-es rész	20 súlysázalék téglatormelék
15—30 mm-es rész	30 súlysázalék téglatormelék

Jelzés : III.

a) 0—1 mm-es rész	22 súlysázalék dunahomok
1—30 mm-es rész	78 súlysázalék téglatormelék
b) 0—30 mm-ig	100 súlysázalék rostálatlan téglatormelék

Egyszemcsés szemszerkezetű adalékanyagok szemszerkezete.

Jelzés : II.

a) 0—1 mm-es rész	20 súlysázalék dunahomok
15—30 mm-es rész	80 súlysázalék téglatormelék
b) 0—1 mm-es rész	20 súlysázalék téglapor
15—30 mm-es rész	80 súlysázalék téglatormelék

Jelzés IV.

0—8 mm-es rész	20 súlysázalék cseréptormelék
15—30 mm-es rész	80 súlysázalék cseréptormelék

A szennyezett cseréptormelékelt aprítás előtt 10 mm-es rostán átrostáltuk. Próbakocka sorozattal megvizsgáltuk a szennyezettség hatását is, s azt tapasztaltuk, hogy az adalékanyag szennye-

zettsége a beton szilárdságát kb. 40%-kal csökkenti.

A beton készítéséhez az adalékanyagot, valamint a cementet súly szerint adagoltuk. Kísérleteinkhez tatabányai 500-as portlandcementet használtunk. Egy-egy keveréket betonösszetételként 600-as portlandcementtel is készítettünk. A cement adagolását 200—300 kg/m<sup>3</sup>-ig változtattuk. A vízcementtényezőt úgy állapítottuk meg, hogy az elkészített friss beton konzisztenciája földnedves legyen. A vízcementtényező értéke általában 1,0—1,5 között változott.

Ez azonban csak látszólagos érték, minthogy a víz legnagyobb részét a téglatormelék szívta fel. A vízcementtényező pontos megállapítására külön kísérleteket nem végeztünk; a víznek a cement mennyiségére eső része, a megadott értékeken belül csak becsülhető.

A tégl-, illetve cserépzúzalékos adalékanyagot először a cementtel szárazon, majd a víz hozzáadása után nedvesen kevertük meg kézi úton. Az adalékanyagot előzetesen külön nem nedvesítettük.

A beton tömörítését a folyamatos szemszerkezetű betonok esetén 2800 percenkénti rezgés-számú túvibrátorral végeztük, míg a II. és IV. jelű egyszemcsés betonokat kézi döngöléssel tömörítettük.

Az elkészített különböző összetételű betonpróbatesteket az ellenőrző próbakockákra vonatkozó előírások szerint tároltuk és utókezeltük. A tégl-, illetve cseréptormelékes könnyűbeton nyomószilárdságát 20 cm élhosszúságú kockában és 25 × 25 × 80 cm-es pilléreken állapítottuk meg.

A készített könnyűbetonok húzószilárdságát 15 × 15 × 70 cm-es vasalatlan gerendákon, míg a beton tapadószilárdságát 20 cm élhosszúságú kockákba hebetonozott 18—20 mm átmérőjű köracélok kihúzása révén határoztuk meg.

A különféle összetételű tégl-, illetve cserépzúzalékos könnyűbetonok térfogatsúlyát készítési, törési és szárított állapotban is megállapítottuk.

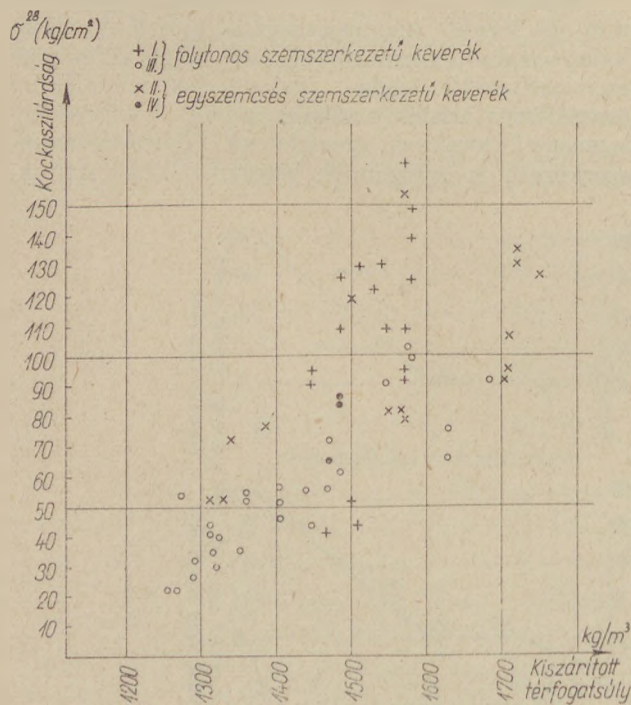
A nyomószilárdság és a szárított térfogatsúly közötti összefüggést a diagramm szemlélteti.

A téglatormelékes beton húzószilárdsága és tapadószilárdsága aránylag magas a kavicsbetonéhoz viszonyítva.

A készített betonok szilárdságát legjobban, mint a könnyűbetonoknál általában, a tömörítés mértéke befolyásolta. Legmegfelelőbb bedolgozási mód a vibrálás, illetőleg az erőteljes döngölés. Különösen fontos a tömörítés a nehezebben tömöríthető egyszemcsés betonok esetében. Természetesen a tömörítés mértékével arányosan növekszik a térfogatsúly.

A laboratóriumunkban vizsgált 440 × 58 × 17 cm méretű — 4 db 10 cm átmérőjű hosszanti üreggel ellátott — vasalt téglatormelékbeton fűdémpanelek a könnyűbetonok vasalhatóságát jól igazolták.

A panelek folyamatos szemszerkezetű adalékanyaggal 500-as minőségű 250 kg/m<sup>3</sup> adagolású cementtel készültek gépi keveréssel. Előírt betonminőség B 100 volt. Vasalásuk : 3 Ø 10 + 2 Ø 8.



2. ábra. A téglatormelékes beton térfogatsúlya és szilárdsága közötti összefüggés

húzott vasbetét és 2 Ø 6 felső vasbetét volt, kb. méterenként Ø 6 kengyellel.

A vizsgált 10 db födémpanelen 1 évvel a készítés után korrózió jelei nem mutatkoztak, noha azok ez idő alatt a szabadban tároltak.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy az óbudai lakótelepen található üreges tégl- és cseréptörmelék aprításából nyert folyamatos szemszerkezetű adalékanyaggal; 500-as minőségű 250 kg/m<sup>3</sup> cementadagolású, jól tömörített földnedves betonkeverékkel, elérhető B 100-as betonminőség. Egyszemcsés téglatörmelék adalékanyaggal az előzővel azonos összetételű betonkeverék esetén általában B 50-es betonminőség érhető el.

A kísérleti eredmények szerint tehát az óbudai üreges tégl- és cseréptörmelék középblokk, illetve öntött fal készítéséhez alkalmas könnyűbeton adalékanyag.

*Nemeskéri Gézané: Óbudai tégl- és cserépzúzalék felhasználása könnyűbeton adalékanyagként*

*Немешкери Гезане: ПРИМЕНЕНИЕ ОБУДАЙСКОГО КИРПИЧНОГО И ЧЕРПИЧНОГО БОЯ В КАЧЕСТВЕ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ЛЕГКОГО БЕТОНА.*

*Frau Nora Nemeskéri: Die Verwendung der Ziegel- und Dachziegelschotter von Altöfen als Leichtbetonzuschlag*

## VI. Szilikátipari Konferencia

Két esztendő elteltével rendezí Egyesületünk — immár hatodízben — az idők folyamán hagyományossá vált Szilikátipari Konferenciát. Az október 5-én kezdődő és három napon át tartó tudományos ülésszak, hasonlóan a megelőzőkhöz, nemcsak a hazai kutatók és a magyarországi iparágak dolgozóinak találkozója lesz: az eddigieknél jóval nagyobb mértékben nemzetközi jellegűnek ígérkezik. Az előkészületek során kétségen felül megmutatkozott ez a részvételre jelentkezők váratlanul nagy számából, ami egymagában is örvendetes. Még inkább örvendetes az a körülmény, hogy sok az olyan jelentkező, aki — hazai és külföldi egyaránt — korábbi alkalmakkor is hozzájárult a konferenciák sikeréhez; de nem kicsi azoknak a száma sem — s köztük nem egy jelentős nemzetközi nevet visel. — akik most első alkalommal jelentkeztek előadóként. Bizonyítéka ez egyebek között a megelőző konferenciák méltán nagy és megérdemelten tartós visszhangjának és ígéret a most következő VI. SZILIKÁTIPARI KONFERENCIA várható sikerére

A konferencia, híven a hagyományokhoz, négy szekcióban ülésezik, s a hirdetett előadások a cementipar, a finom- és durvakerámia, az üvegipar, a kőbányászat és geológia körébe tartozó problémákat tárgyalnak. A bejelentett előadások száma 73. a külföldi előadóké mintegy 40, s összesen 100—120 külföldi vendég érkezésére lehet számítani. Vendégeink nemcsak a baráti államokból — Szovjetunió, Csehszlovákia, Lengyelország, Románia, Német Demokratikus Köztársaság stb —, hanem Franciaországból, Angliából, Ausztriából, Olaszországból, Norvégiából, Német Szövetségi Köztársaságból idelátogató kutatók és ipari szakemberek.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület a VI. Szilikátipari Konferencia programját elküldi valamennyi tagjának, de szívesen lát vendégeket is, akik az Egyesület titkárságán szerezhetnek részletes tájékoztatást és igényelhetnek meghívót.

## AZ ÉPÍTÉSÜGYI DOKUMENTÁCIÓS IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLEJE

## SILIKATTECHNIK

1961. 6. szám

*Paulitsch, P.*: Az alkalmazott szem-szerkezetanról. (p: 258—263, á: 9, t: 4, b: 54)

A mozgás koordinátáinak meghatározása a kristálytengelyek maximumából közvetlenül és közvetve, a szemcsealak kialakulásából, a valóságos és látszólagos tengelydivergenciából mérések útján. A kristályszerkezetek dinamikus értelmezése. A szerkezet anizotrópiája.

*Bochmann, W., Kästner, F.*: A csatornázási kőagyagesövek] öregedéséről. (p: 263—265, t: 2, b: 6)

Amerikai munka alapján felülvizsgálták az NDK adatait a kőagyagesövek öregedésére vonatkozólag. A vizsgálat szerint nem beszélhetünk a csövek öregedési folyamataról. A nyomószilárdság vizsgálati értékeinek az ingadozása a cserépben az égetés alatt ébredő és megmaradó feszültségeknek tulajdonítható.

*Engel, A.*: A portlandcementklinker mineroenzése és szerkezeti kiképzése. (p: 268—274, á: 10, t: 3, b: 15)

A portlandcementklinker ásványközettani vizsgálata ráeső fényben közvetlen felvilágosítást nyújt a reakciótermékek megfigyelése útján az előkészítési, égetési és hűtési folyamatokra. A termelési technológia minősítése szempontjából különösen az ásványtartalomra és szerkezetre vonatkozó mennyiségi elemzések jelentősek, amelyeknek segítségével az egész előállítási folyamat ellenőrizhető és javítható.

*Argusztinnik, A. I.*: A mineralizátorokról. (p: 275—278, á: 4, b: 33)

Különböző felfogások vitája. A mineralizátorok vagy a zsugorodási hőmérsékletet csökkentik, vagy pedig javítják az anyag tulajdonságait (sűrűség, tűzállóság, szilárdság, hőkésállóság). Szerző a mineralizátorhatást, mint a rendszer szabad energiájának csökkentését fogja fel. Ezt a felfogást példákkal támasztja alá.

*Kolin, I. L., Malinin, J. S.*: BaO hatása a klinkerképződésre. I. Az égetési folyamat kinetikája. (p: 278—280, á: 3, t: 4, b: 8)

0,5 mol-% tartalomig a BaO kedvezően befolyásolja az alitképződést, az eutektikus hőmérséklet csökkentése által. Nagyobb mennyiségben növeli a szabad mésztartalmat, mert (10% BaO-nál) C<sub>2</sub>S és CBS szilárd oldata képződik, amely szabad mészfelesleg jelenlétében stabil.

*Butt, J. M., Raskovics, L. M.*: Kalciumhidroszilikátok képződési feltételei és tulajdonságai. (p: 281—287, á: 3, t: 2, b: 10)

Vizsgálták a különféle kalciumhidroszilikátok keletkezését a betonban. A szerkezet vizsgálatára a dehidratációs módszert alkalmazták, a közbelső és végtermékeket röntgenografikusan és infravörös színképpel vizsgálták. A vizsgálati eredményekből a szerzők jelentős betonminőségi következtetéseket vonnak le.

## BETON I ZSELEZOBETON

1961. 6. szám

*Jakobszon, E. E.*: Nagypaneles lakóházépítő kombinát Vladivosztokban. (p: 244—246, á: 2)

Az épülő kombinát épületelemeket fog előregyártani, évi 210 000 m<sup>2</sup> lakóterülethez, továbbá 100 000 m<sup>3</sup> elemet a szociális-kulturális építés számára. A cikk a kombinát elrendezését és annak üzemait ismerteti.

*Dikovszkij, I. A.*: Porózus adalékanyaggal készült nagypórusú beton. (p: 249—254, á: 11, b: 4)

A Szovjetunió Építészeti Akadémiájának sejt- és könnyűbeton laboratóriuma 1959—60-ban vizsgálatokat folytatott a különböző könnyű, nehéz, valamint helyi adalékanyaggal készült nagypórusú betonok tulajdonságainak meghatározására. Megállapították, hogy porózus adalékanyaggal nemesak hőszigetelőbeton, hanem paneles és blokkos építéshez is alkalmas könnyűbeton készíthető.

*Kikava, L. T.*: A cementtartalom csökkentése a vibrohengerléssel készülő gyártmányokban. (p: 270—271, á: 1, t: 5)

A vibrohengerléshez szükséges finomszemésű adalékok növelik a beton homogenitását és bedolgozhatóvá teszik sűrűn vasalt, előfeszített elemekbe. Kizárólag finom homok alkalmazásakor növekszik a fajlagos felület és ezért több cementre van szükség, a felhasználás 600—650 kg/m<sup>3</sup> beton. Ilyen cementfelhasználás mellett a beton 2 óra alatt eléri a végszilárdság 70—75%-át, kiszaludhat. A Prokát-detal laboratóriumban kísérletek folynak annak érdekében, hogy a tulajdonságok megtartása mellett a cementszükségletet csökkentik.

*Nikolajev, I. I.*: Előfeszített vasbetonlemezlek fűrészelése a laskenti elemgyárban. (p: 274—275, á: 4)

A betonozókomóambánál készült lemezeket 3 mm szemnagyságú homokkal és 3—10 mm-es kavicsal készítik, szótvígásukhoz korundkoronggal ellátott acéltársa szük-

séges. A lemezt a végszilárdság 70%-ának eléérésekor vágják szét. A gépet 15 kW teljesítményű, 1440 fordulatú motor hajtja. A vágás kerületi sebessége 40—47 m/perc. A cikk megadja a korundanyag receptúráját.

## SZKLO I CERAMIKA

1961. 6. szám

*Biezborodov, M. A.*: LiBaSiO üvegek tulajdonságai. (p: 161—164, á: 7, b: 10)

A Li<sub>2</sub>O—BaO—SiO<sub>2</sub> üvegekkel folytatott kutatások során megállapították azok legfontosabb tulajdonságait: az üvegkeverék könnyen olvasható, meghatározták az üveg kristályosodási hajlamát, hőtágulását, a lágyulás kezdeti hőmérsékletét, törési indexét, ellenállását víz, 2 n Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-mal és sósavval szemben.

*Wlochowicz, A.*: Üveg és üvegszál röntgenográfiai vizsgálata hőkezelés alatt. (p: 165—169, á: 6, t: 3, b: 17)

Szerző vizsgálja az üveg és az üvegszál változását a hőkezelés hatására. A vizsgálat az üveg szubmikroszkópikus szerkezetére vonatkozik. Mind a masszából, mind pedig a masszából húzott szálakból készült próbatesteket különböző hőmérsékleteknek tették ki és megállapították a hevítésnek és a hevítés időtartamának a hatását.

*Karch, Z.*: Pontos és hatékony módszer a szeléntartalom meghatározására jelzőüvegekben és nyersanyagokban (p: 169—177, á: 4, t: 12, b: 7)

Elméleti fejtegetések és kísérleti munka a szelén mennyiségi meghatározására a szeléntartalmú üvegekben. Az új módszer kolorimetrikus és azon alapul, hogy megállapítják a szelén vörösré színező hatását az Na<sub>2</sub>S oldatban, amely arányos a szelénkoncentrációval.

## STAVIVO

1961. 6. szám.

*Tomek, J., Hartman J.*: Szállóhany-főanyag előállítása betonhoz hidrogén úton. (p: 190—193, á: 5, t: 4)

Beszámoló a Hodonin-i szállóhanyu pelletizálásáról és beton készítéséről ennek az anyagnak a felhasználásával. Ismertetik az így készült könnyűbeton tulajdonságait. Az eddigi tapasztalatok szerint az eljárás kedvező.

*Jambor, J.*: Új szovjet eredmények a kőanyagok hidratációjáról és habaresok és betonok szilárdulásáról. (p: 194—198, á: 4, b: 14)

A legismertebb hidratációs és szilárdulási elméletek rövid említése



után szerző részletesen ismerteti Rebinder szovjet akadémikus elméletét, foglalkozik a finomszemésés beton technológiájának alapelveivel Mihajlov N. V. szerint.

**Gabriel, O.: Klinker vibrációs szállítása.** (p : 201—203, á : 4)

Beszámoló a vibrációs transzportörök számításáról és azokról a tapasztalatokról, amelyeket forró klinker szállítására szolgáló ilyen típusú szállítószalag tervezéskor, készítésekor és alkalmazásakor szerztek.

**Ajbaz, M.: Kő vibrációs vágása.** (p : 208—211, á : 9, t : 7)

Beszámoló azokról a szovjet kutatásokról, amelyeket elsősorban Mindzsoján K. A. a kő vibrációs vágásával kapcsolatban végzett. A módszer alapelvei, vizsgálóberendezés és a kutatás metodikája. Szerző javasolja a vibrációs vágás bevezetését a CSSZSZK-ban is.

## SKLÁR A KERAMIK

1961. 6. szám

**Pacovskij, V.: Földgáztüzelésű rekuperatív üvegkád-kemencék.** (p : 157—159, á : 1)

Az első folyamatos kád üzembelyezés, amely kettősboltozatú, kerámiai rekuperátorral működik és generátorgázzról földgáztüzelésre építették át. A közölt tapasztalatokat, amelyeket hőmérleg igazol, hosszú kísérletezés után szerezték meg. Az eredmények bizonyítják, hogy a földgáz nemcsak műszaki, hanem gazdaságossági szempontból is fontos, ideális tüzelőanyag az üvegiparban.

**Schill, F.: Rövid útmutatás az üveghűtés számítására.** (p : 159—160, t : 1)

Adams és Williamson alapképleteiből kiindulva magyarázza szerző az üveg időszakos és permanens feszültségeit. Tárgyalja az üveghűtés technológiáját általában, majd számításokat közöl a maximális hűtési sebesség meghatározására. Az adatokat 5 üvegfajtára vonatkozóan táblázatban foglalja össze.

**Mikula, Z.: A mészke CaCO<sub>3</sub>-tartalmának kalcimetricus meghatározása.** (p : 164—165, á : 1, t : 1)

Ehhez a módszerhez a mészkarbonát és a sósav reakcióját használják fel, a keletkező CO<sub>2</sub> mennyiségéből állapítják meg a kalciumkarbonáttartalmat. Mután a CO<sub>2</sub> mennyisége (térfogata) a hőmérséklet függvénye, a kalcimétert vízköpennyel veszik körül, amelynek víz hőmérsékletét termostátt szabályozza. A berendezés egyszerű, minden laboratórium maga elkészítheti.

## SZTYEKLÓ I KERAMIKA

1961. 6. szám

**Kacsalov, Sz. Sz., Kovs, G. I.: Üvegolvastó kemencék lűtése földgázzal.** (p : 3—6, á : 5)

A Djatkov-i üvegyár új földgáztüzelési technológiájának ismertetése, amellyel az 1 t késztermékre eső tüzelőanyagot (szabványegység) 2325 kg-ról 1894 kg-ra csökkentették. A cikk ismerteti a földgáz bevezetésének legcélszerűbb módját.

**Sesztak, N. A.: Üvegolvastó kemence elkülönített zónákkal.** (p : 6—7)

Az üveg olvasztása és tisztulása különböző hőmérsékletet igényel. Ezeknek a folyamatoknak az optimális hőmérsékletét a jelenlegi kemencékben biztosítani gyakorlatilag lehetetlen. Ezért olyan kemencét szerkesztettek, amelyben az olvasztás, tisztulás, lehűlés (kizugozás) folyamatát térben és időben elkülönítették.

**Lundina, M. G., Rosztovceva, K. I.: Kerámiai burkolólapok tömeggyártása.** (p : 23—25, á : 4)

Kikísérletezték a burkolólapok „csoportos” gyártási módját téglaiipari és más vákuumpréseken. A kutatóintézet által kidolgozott szájnívilon 16—20. sőt több lapból álló tömb gyártható. A tömbön belül a lapok színdalukkal érintkeznek egymással, ami kiküszöböli a sérüléseket és a kivirágzást. A tömbök a közönséges téglagyártmányokkal együtt száríthatók és égethetők.

**Szoboljev, G. P., Micev, Ju. C.: Agyag őrlése rotációs malmokon.** (p : 37—40, á : 3, t : 6)

A rotációs malom előállítás, karbantartása olesó, kezelése egyszerű, légmentesen zár, tehát a munkahely pormentességét biztosítja. Pontos szemeszerkezetre állítható be az őrlés. Mindezek az előnyök indokolják, hogy a rotációs malmokat a kerámiaiipar is alkalmazza a görgőjűratok helyett. A rotációs malom folyamatos működésű gép. Részzei: az állódob, ütőszárnnyakkal felszerelt rotor, keret és az elektromotorral működtetett hajtómű.

## CEMENT

1961. 3. szám

**Krühtin, G. Sz., Pirockij, C. Z.: A malomba adagolt víz befolyása a klinker őrlési finomságára.** (p : 4—8, á : 3, t : 4)

A cementmalomban a klinker legfinomabb részecskéi rátapadnak az őrlőtestekre és a palást belső felületére, továbbá rögzülnek állnak össze és mindez csökkenti az őrlési teljesítményt. Leghatékonyabban az 1% nedvességtartalmú klinker őrlhető. A cikk a cementmalom

utolsó kamrájába e célból bevitt víz—levegő keveréknek, valamint a klinkerrel bevitt hőnek a malom teljesítményére gyakorolt hatását ismerteti.

**Karevskij, Sz. N.: Komplex hőkieserelő-porfelfogó berendezéssel ellátott kemence.** (p : 14—16, á : 3)

A voszkreszenszki cementgyár egyik 3,6×118 m méretű forgókemencéjét 1959-ben komplex hőkieserelő-porfelfogó berendezéssel szerelték fel, amely szűrőből, fűzőszerű láncfüggönyökből és lamellás hőkieserelőkből áll. A cikk ismerteti a kemence szerkezetét és a berendezéssel szerzett tapasztalatokat.

**Antoscsenko, Sz. J.: Szovjetgyártmányú, nagy teljesítményű új cementmalom.** (p : 16—19, á : 3, t : 1)

A „Bolshevik” cementgyárban 1960-ban üzembelyeztek két 3,2×15 m méretű, nagy teljesítményű, új cementmalmot. A cikk a malmok műszaki leírását, műszaki adatait és az üzemeltetés során szerzett tapasztalatokat ismerteti.

## SZTROITELNŰE MATERIALŰ

1961. 6. szám

**Kuzmenko, D. E., Rozenfeld, L. M.: Salakgázbeton elemek a szerelő építéshez.** (p : 2—7, á : 8, t : 4)

A Szovjetunióban kidolgozták a cementmentes salakgázbeton gyártástechnológiáját. Ezek a betonok fizikai-mechanikai tulajdonságaik tekintetében nem maradnak el a cementbázisú, autoklávkezelésű gázbeton mögött és harmad annyit meszet igényelnek, mint a gázszilikát és pernyegázszilikát anyagok.

**Batalin, J. A., Novikov, B. A.: Mészhomok-sejthetongyártás bevezetése a sztupinai épületelemgyárban.** (p : 7—11, á : 7, t : 2)

Az üzem csak helyi kötőanyagot (pernyét) használ fel, cementet nem, ezért a sokezer tonna cement takarítható meg. A gyár egyelőre csak hőszigetelőlemezeket gyárt, de már előkészített a fal- és tetőpanelek készítését is az ipari építés számára.

**Epifanovskij, Sz. G.: Mésztermelés autoklávkezelésű gyártmányok számára.** (p : 11—15)

A szovjet cementipar nem képes lépést tartani az építőipar rohamos fejlődésével, ezért fokozni kell a helyi kötőanyagok, elsősorban a mész termelését. A kutatóintézetek közreműködésével sikerült autoklávkezelésű, cementmentes betont előállítani. Az új szerkezetek építéstechnikai szempontból nem maradnak el a vasbetonszerkezetek mögött. A cikk ismerteti a mészgyártás fejlesztésére hozott intézkedéseket.

*Szuhockij, Sz. F., Magidsz, V. E.: Betonadalékok minősége és vizsgálata.* (p: 19—22, á: 2, t: 3)

A tiszta, szennyeződésmentes adalékra irányuló igény megköveteli a vizsgálati módszerek tökéletesítését. Mivel a GOSZT 8269—56. sz. szabvány szerinti anyagvizsgálat igen munka- és időigényes, megbízták az illetékes kutatóintézeteket megfelelő és megbízható vizsgálati módszerek és az ezekhez szükséges készülékek kidolgozásával. A cikk ismerteti az új módszereket.

*Nudelman, B. I., Plascsenko, I. P.: Vibrálás és sajtolás együttes alkalmazása képlékeny masszák formálására.* (p: 22—24, á: 1, t: 1)

A szalagpréselt anyag nem elég

homogén, mechanikai szilárdsága kicsi, struktúrás. A vákuumpréselt anyag szilárdabb, de nem struktúramentes, szárítással szemben érzékeny. Fenti hiányosságokat azal küszöbölik ki, hogy a présfejen az anyagot egyidejűleg vibrálják is. Ezáltal fokozódik a folyósság, csökken a belső sűrűdés és megszűnik a struktúráképződés.

## CEMENT WAPNO GIPS

1961. 5. szám

*Bolkowski, J.: A lengyel cementipar 5 éves terve.* (p: 121—125, t: 4)

Termelési és beruházási adatok, amelyek 1961—65 között a lengyel cementipart jellemzik. Első-

sorban a normál portlandcement termelését kell növelni, tervbe vették ezenkívül új, az LNK-ban eddig nem gyártott cementfajták termelését is.

*Bastian, S., Grüner, M.: Tanulmány a beton cementtartalmának részbeni helyettesítésére szállóhamuval.* (p: 125—131, á: 8, t: 4)

Hosszú vizsgálatok eredményének kiértékelése, amelyeknek célja a cement helyettesítése szállóhamuval, 20, 30 és 40%-ban. Diagramon látható a szállóhamu hatása a betonszilárdságra, a vízhatlanságra és a térfogatváltozásra. A próbatesteket 810 nap után vizsgálták. Az eredmények szerint a szállóhamu jól alkalmazható a cement pótlására, kedvező esetben egészen 40% mennyiségig.

## É P Í T Ó A N Y A G

Főszerkesztő: Korach Mór. Szerkesztő: Hinsenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450  
 Felelős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 760 példányban  
 61-7243-089/2 - Révai-nyomda Budapest V., Vadász utca 10.  
 Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hirlapirodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál.  
 Előfizetési díj: 1/4 évre 18.—Ft., félévre 36.—Ft., egyes szám ára: 6.—Ft. — Csekkszámiaszám: egyéni: 01.252. közületi: 01.006 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

**A Műszaki Könyvkiadó hirdetések felvételét az alábbi díjszabás szerint:**

Egészoldalas hirdetés ára ..... 1440,— Ft

Féloldalas hirdetés ára ..... 720,— „

3. vagy 4. borítékoldalon az egész oldal 1872,— „

3. „ 4. „ a fél oldal... 938,— „

HIRDESSEN AZ

**É P Í T Ő A N Y A G B A N**

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

**MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 22**

**Telefon: 113-450**

Befizetéseket az MNB 46 egyszámlára kérjük

# *Felhívjuk szíves figyelmét a Műszaki Könyvkiadó kiadványaira !*

Székely—Barkóczai—Cristofoli: <b>Padlóburkolás</b>	fűzve 13,— Ft
Rudnai Gyula: <b>Könnnyübeton</b>	kötve 54,— Ft
Zakar Pál: <b>Bitumen zsebkönyv</b>	kötve 49,— Ft
Sikota Győző: <b>Hollóházi kerámia</b>	fűzve 20,— Ft
ETÉGI—ÉÁKKI: <b>Építés helyi anyaggal</b>	fűzve 17,50 Ft
Sárosi—Soha—Kelemen: <b>Bentonit az építőiparban</b>	fűzve 14,50 Ft
Knapp Oszkár: <b>Építészet és üveg</b>	kötve 53,— Ft
Endrényi—Márkus—Toókos: <b>Szállítás az építőiparban</b>	kötve 39,80 Ft
Preisich—Reischl—Vadász: <b>A városi családi ház</b>	kötve 41,— Ft
Berendi György: <b>Festés — mázolás</b>	fűzve 17,— Ft
Sebestyén Gyula: <b>Nagyelemes lakóházak</b>	kötve 60,— Ft
Volf: <b>Üvegipari táblázatok és számítások</b>	kötve 62,— Ft
Tóbiás László—Tóbiás Lóránd: <b>Acsszerkezetek</b>	fűzve 32,50 Ft
Cziráki—dr. Filló—Lázár: <b>Fa és fahelyettesítő anyagok</b>	fűzve 25,50 Ft
Sághelyi—Szilasi: <b>Üvegezés</b>	fűzve 16,50 Ft
Rácz István: <b>Méret és nagyságrend</b>	kötve 20,40 Ft
Szász László: <b>Építőipari biztonságtechnikai kézikönyv</b>	kötve 50,— Ft
Gyengő—Menyhárd: <b>Vasbetonszerkezetek</b>	kötve 93,— Ft
Róth Gyula: <b>A felvonó</b>	fűzve 31,20 Ft
Kismarty Lechner Ödön—dr. Hajas József: <b>Házunk tája</b>	fűzve 15,— Ft
Tóth János: <b>Népi építészetünk hagyományai</b>	kötve 65,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

**ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN**

SZAKBOLT:

**TECHNIKUS KÖNYVESBOLT**

**Budapest, XI., Bartók Béla út 25.**