

302.935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

4

19. ÉVFOLYAM • BUDAPEST 1967. ÁPRILIS

2

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar, az üvegipar-, a finomkerámia-, a tégla-, cserép- és kő-kavicsipar tudományos szakirodalmi folyóirata

*

Főszerkesztő:
Dr. Talabér József

*

Felelős szerkesztő:
Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztő bizottság:
Dr. Beke Béla
Dr. Déri Márta
Erdély Imre
Dr. Grofcsik János
Dr. Knapp Oszkár
Dr. Kovács Róbert
Kudelka Dénesné
Lenkei György
Magyar István
Dr. Soltész Gáspár
Szabó Elek
Szentmártony Gusztáv
Dr. Tamás Ferenc
Dr. Tóth Kálmán

*

Szerkesztőség:
Budapest, V., Szabadság tér 17
Telefon: 124-438

*

Kiadja:
Lapkiadó Vállalat,
Budapest, VII.,
Lenin körút 9—11
Telefon: 221-285

*

Felelős kiadó:
Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. — Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és minden postahivatalnál. A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 02. Előfizetési díj: 1/4. évre 18. — Ft; félévre 86 — Ft; egyes szám ára: 6. — Ft. — Csekk számlaszám egyéni 61.252; közületi: 61.066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

07.4., 3906 Réval Nyomda,
Budapest V., Vadász utca 16.

Index: 25,250

TARTALOMJEGYZÉK

Opoczky Ludmilla: A cementklinker „túldörlése” 121
Lőcsei Béla: Vitrokerámiai anyagok kristályosodási hőmérsékletének csökkentése 126
P.P. Budnikov, F.Ja Haritonov: Bonyolult alakú termékek készítése alumíniumoxid melegformázása útján 131
Tamás Ferenc: A cement-hidratáció sebességi egyenlete 134
Balázs György—Erdélyi Attila—Horváth Albert: Visegrád környéki andezitek és dacitok tartóssági vizsgálata vízepítési beton-adalékanyag szempontjából 141
 Beszámoló az Amszterdamban 1966. szeptember 20—23-án megtartott II. Európai Aprítási Szimpóziumról 149
Morvaközi László: A perlittermelés és felhasználás alakulása 152
 Egyesületi Élet 155
 Hírek a világ szilikátiparából 157
 Az építésügyi tájékoztató iroda külföldi lapszemléje 151, 154, 157

СОДЕРЖАНИЕ

Опоцки Л.: Нецелесообразность „сверхтонкого“ помола цементного клинкера 121
Лечаи Бёла: Снижение температуры кристаллизации витрокерамов 126
Бубников П. П., Харитонов Ф. Я.: Изготовление изделий сложной формы горячим прессованием окиси алюминия 131
Тамаш Ф.: Уравнение скорости гидратации цемента 134
Балаж Д.—Эрдеи А.—Хорват А.: Испытание андезитов и дацитов вышеградского района с точки зрения возможности применения их в качестве заполнителей для гидротехнического бетона 141

INHALT

Opoczky, Ludmilla: Superfeines Mahlen des Zementklinkers 121
Lőcsei, Béla: Die Verminderung der Kristallisationstemperatur der vitrokeramischen Materialien 126
Budnikov, P. P.—Haritonov, F. Ja.: Herstellung von komplizierten Formstücken aus Aluminiumoxyd durch Warmverformung 131
Tamás, Ferenc: Gleichung der Zement-Hydratationsgeschwindigkeit 134
Balázs, György—Erdélyi, Attila—Horváth, Albert: Untersuchungen der Andesite und Dacite aus der Umgebung von Visegrád (Plintenburg) für die Verwendung bei Wasserbaubetonen 141

CONTENTS

Opoczky, Ludmilla: The „Over-grinding” of Cement Clinker 121
Lőcsei, Béla: How to Decrease Crystallization Temperature of Vitroceramics? 126
Budnikov, P. P.—Haritonov, F. Ja. (Kharitonov, F. Ya.): The Production of Complicated Shapes by Hot Pressing of Alumina 131
Tamás, Ferenc: The rate equation of cement hydration 134
Balázs, György—Erdélyi, Attila—Horváth, Albert: Durability of Andesites and Dacites from the Visegrad Region as Possible Aggregates for Hydrotechnical Concrete 141

ÉPÍTŐANYAG

19. ÉVFOLYAM 4. SZÁM

A cementklinker „túlőrlése”

OPOCZKY LUDMILLA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Ismeretes, hogy a cementklinker őrlésfinomságának növelésével a cementhabarcs kezdőszilárdsága jelentős mértékben nő, bizonyos őrlésfinomság elérése után azonban először a végszilárdság, de egyes esetekben még a kezdőszilárdság is csökken.

A legtöbb kutató a fajlagos felület optimális mértékét kb. 5000 cm²/g-ban (Blaine-szám) adja meg. Ezt a határt azzal indokolják, hogy a további felületnövelés igen nagy energiatöbbletet igényel, a cement minőségének lényeges javulása nélkül. Ha azonban az energetikai problémát figyelmen kívül hagyjuk, és csak a minőség oldaláról próbáljuk tisztázni a cement optimális őrlési finomságát, akkor a következő kérdések merülnek fel:

— mi az oka az igen nagy finomságú (>5000 cm²/g) cementek szilárdságingadozásának?

— milyen változásokon megy át a cementőrlemény hosszú ideig tartó őrlésnél?

— lehet-e a cementklinkert egyáltalán „túlőrlni”?

Ezekre a kérdésekre az irodalomban nem talá-lunk egyértelmű választ.

Vizsgálataink során megpróbáltunk a fent fel-tett kérdésekre legalább megközelítő választ adni.

A kísérletek leírása

A kísérleteket tatabányai üzemi klinkerrel („T”) végeztük. Ennek kémiai és ásványi összeté-tele az 1. táblázatban látható.

A különböző finomságú őrlemények előállítása percnként 68 fordulatszámú, 5 liter űrtartalmú laboratóriumi vasgolyós malomban történt.

Igen nagy finomságú őrlemények előállítását a malomban fellépő tapadási jelenségek gátolják. Ennek megszüntetése céljából az őrleményekhez kis mennyiségben felületaktív anyagot adagoltunk, amely a cement minőségét önmagában gyakorlatilag nem befolyásolja. Az előállított őrleményekhez a megfelelő mennyiségű gipszet utólag kevertük.

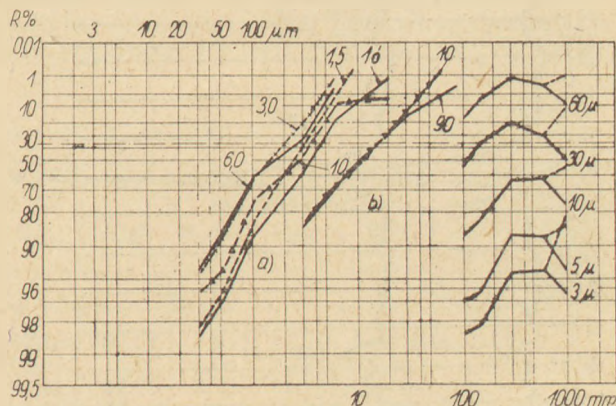
1. táblázat

A kísérletekhez felhasznált klinker kémiai és ásványi összetétele

Alkotó	Súly, %
SiO ₂	21,78
Al ₂ O ₃	5,26
Fe ₂ O ₃	3,04
CaO	64,51
MgO	2,18
SO ₃	0,41
CaO sz.	1,21
old.	0,30
mar.	1,86
izz. veszt	51,97
C ₂ S	23,31
C ₃ S	8,77
C ₃ A	9,24
C ₄ AF	2,60
SM	1,7
AM	0,89
TT	

Az őrlemények szemszerkezetének megállapí-tása Robinson—Köhn készülékben szedimentálás-sal történt.

Az őrlemények szemszerkezetére vonatkozó adatokból (1. ábra) látható, hogy egy bizonyos fi-nomság elérése után az \bar{x} jellemző szemcseméret



1. ábra. „T” klinker szemszerkezete

a — felületaktív anyag nélkül

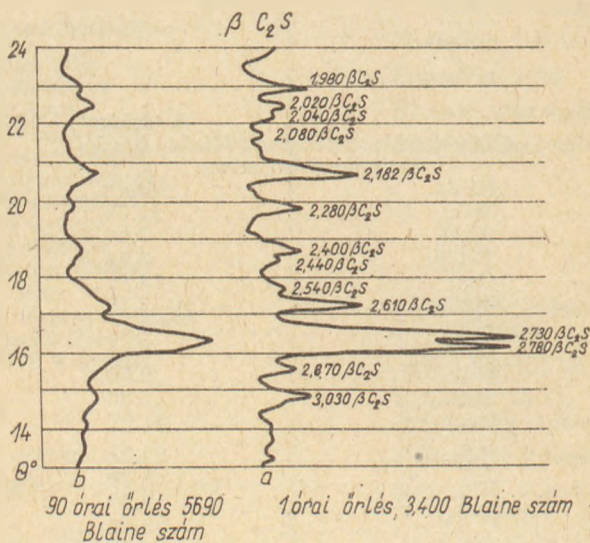
b — felületaktív anyaggal

c — egyes frakciók változása az őrlési idő függvényében

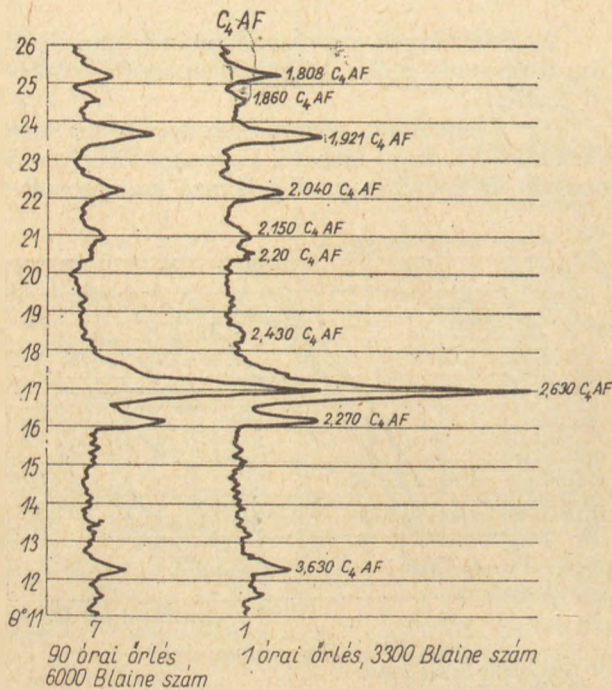
A bekarikázott számok az őrlési időt adják meg, órákban

újra nő, az n egyenletességi tényező, valamint a 3–30 μm közötti frakció mennyisége pedig csökken. A szemszerkezet e változásai az őrlési folyamatot kísérő tapadási és agglomerációs jelenségeket tükrözik. Figyelemre méltó, hogy míg az őrléményeknek a malom falára és az őrlőtestekre való tapadása inkább az őrlés hatásfokát rontja le, az agglomeráció, vagyis a szemcsék egymáshoz való tapadása főleg az előállított cement minőségére van kedvezőtlen hatással.

Ez azzal magyarázható, hogy az agglomeráció fellépésével az őrlémény szemszerkezete az említett módon megváltozik; n csökkenése mellett az \bar{x} növekedése és 3–30 μm -es frakció mennyiségének csökkenése is végbemegy. Ezzel egyidejűleg mindenkor csökken a legfinomabb ($< 3 \mu\text{m}$) frakció mennyisége is.

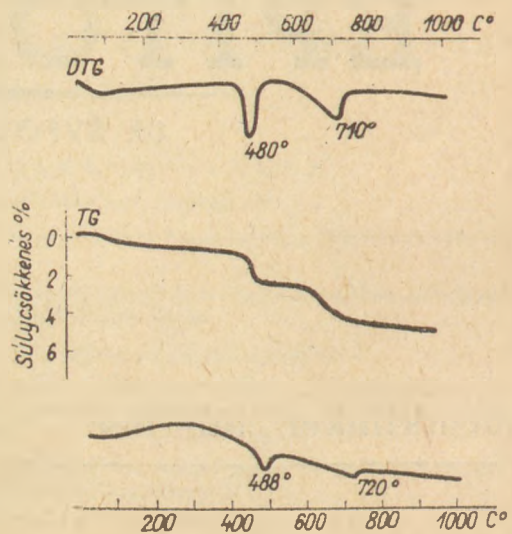


2. ábra. $\beta\text{-C}_2\text{S}$ röntgenképe



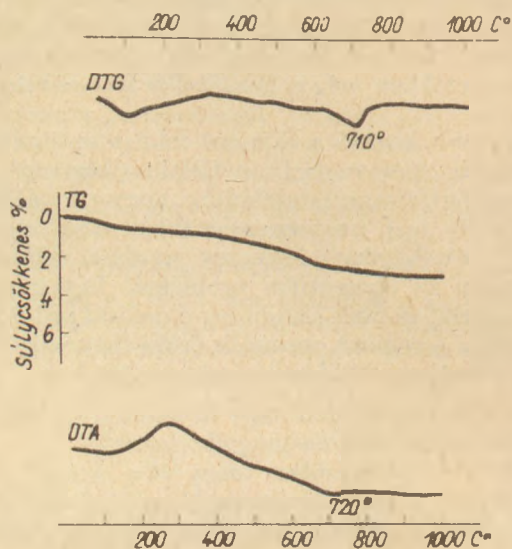
3. ábra. C_4AF röntgenképe

Tatabányai klinker 1,5 órás őrlés, 3400 Blaine sz



4. ábra. „T” klinker derivatogramja 1,5 órás őrlés, 3400 Blaine (felületaktív anyag nélkül)

Tatabányai klinker, 20 órás őrlés 6000 Blaine sz



5. ábra. „T” klinker derivatogramja 6 órás őrlés, 3500 Blaine (felületaktív anyag nélkül)

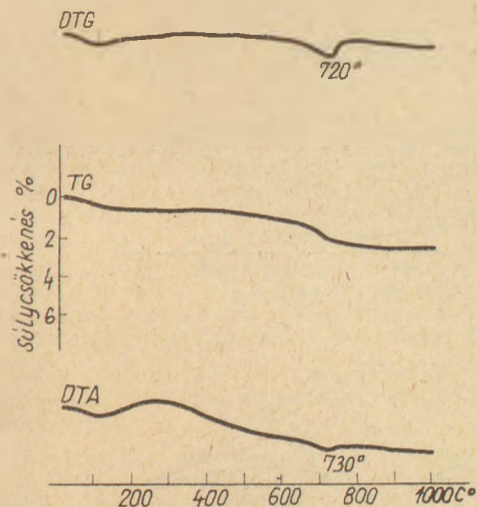
Ezen kívül az agglomerátumok képzésére az őrlés során felszabadított felületi erők, más szóval az aktív helyek használnak fel.

Az 1. ábrából látható, hogy felületaktív anyag adagolása a tapadási jelenségeket teljesen megszünteti, az agglomerációt viszont alig fékezi.

Az agglomerációs jelenségekkel párhuzamosan vizsgáltuk a cementklinker hosszú őrlése következtében, illetve ennek során fellépő anyagszerkezeti és mechanokémiai változásokat.

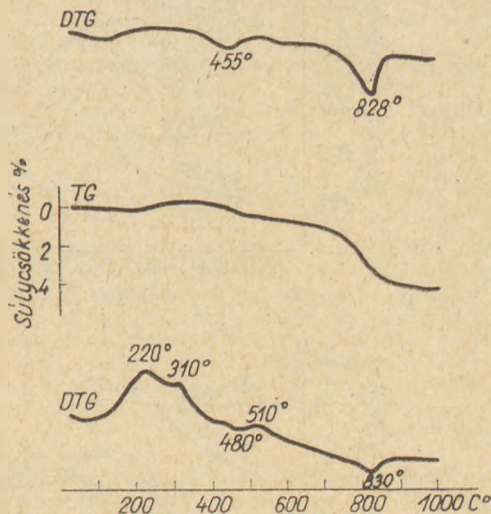
A cementklinker finom őrlése során végbemenő anyagszerkezeti változásokról (rácshibák keletkezése, amorfosodás) már korábban beszámoltunk (Opoczky, 1965; 1966; Beke és Opoczky, 1966). A hosszú ideig őrlött cementminták röntgen-diffraktogramjai egymáshoz viszonyítva nagy eltérést mutattak. Az őrlési idő növekedésével (sok

Tatabányai klinker, 10 órás őrés 5100 Blaine sz.
200 400 600 800 1000 C°



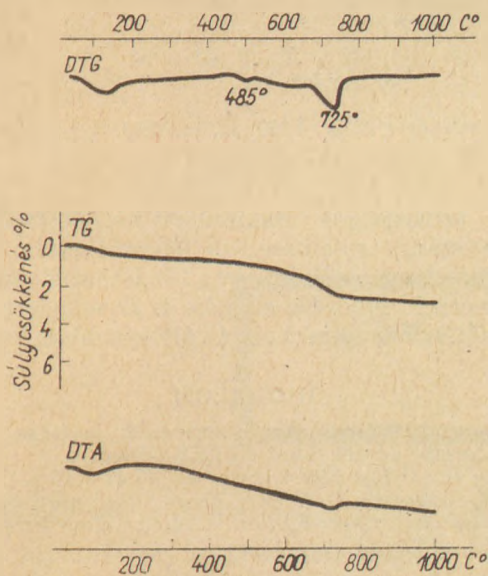
6. ábra. „T” klinker derivatogramja
10 órás őrés, 5100 Blaine (felületaktív anyaggal)

Tatabányai klinker 90 órás őrés, 7000 Blaine sz.
200 400 600 800 1000 C°



8. ábra. „T” klinker derivatogramja
90 órás őrés, 7000 Blaine (felületaktív anyaggal)

Tatabányai klinker, 6 órás őrés, 3500 Blaine sz.



7. ábra. „T” klinker derivatogramja
20 órás őrés, 6000 Blaine (felületaktív anyaggal)

esetben változatlan őrési finomság mellett) az egyes csúcsok (3,04 Å, 2,98 Å és 2,182 Å alit) intenzitása erősen csökkent, sőt a β - C_2S kristályrácsára jellemző 2,87 Å csúcs el is tűnt. A röntgendiagramok változása kb. 30 órai után volt észlelhető. A változás az őrési idő további növelésével (90 óra) növekedett annak ellenére, hogy az őrési finomság már lényegesen nem változott. Újabb vizsgálataink során bebizonyosodott az a feltevés, hogy a legnagyobb változást az őrési folyamán a szilikátásványok (főleg β - C_2S) szenvedik. Ez világosan látszik az azonos ideig őrölt β - C_2S és C_4AF porok röntgenfelvételeiből, (2. és 3. ábra).

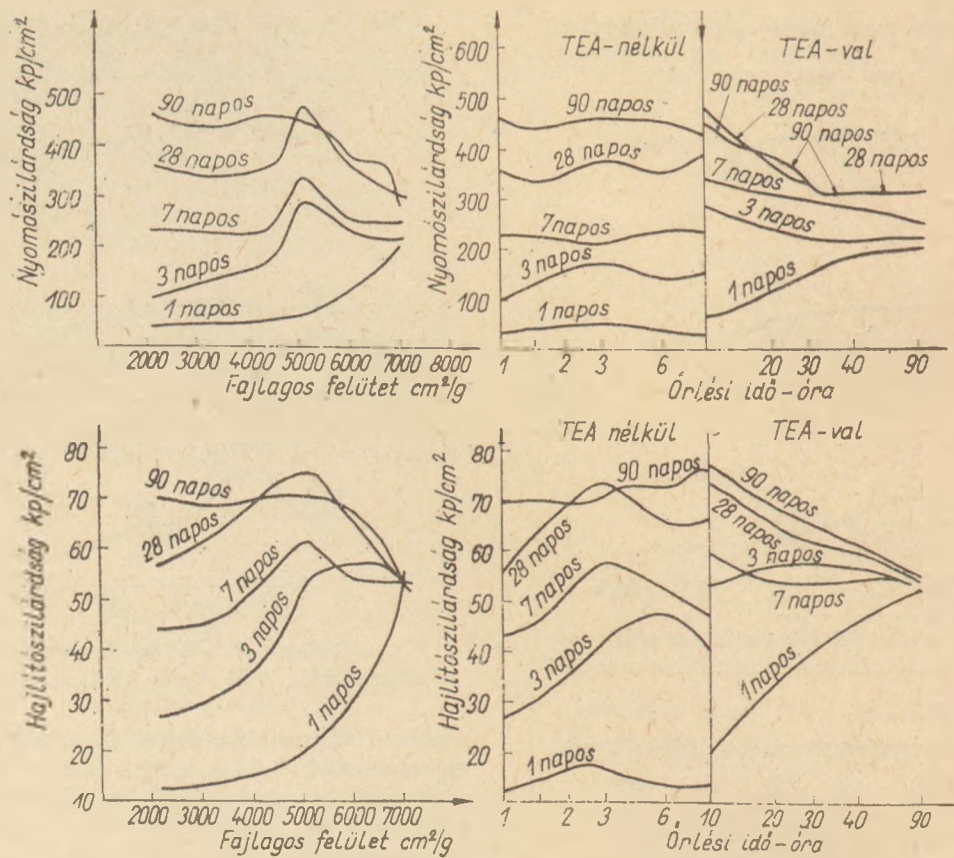
A cementklinker ugyancsak észlelt mechanokémiai átalakulása nem más, mint az őrlemények karbonizálódása.

Az erre vonatkozó vizsgálatok értékelése azonban nehéz. Ez mindenképp azzal van összefüggésben, hogy a hosszú idejű őrléshez feltétlenül szükséges felületaktív anyag bizonyos mértékben óvja az őrleményt a karbonizálódástól. Érdekes azonban, hogy felületaktív anyag nélkül már viszonylag rövid ideig tartó őrlésnél az őrlemények DTG-felvételén jól észlelhető $Ca(OH)_2$ és $CaCO_3$

Az egyes frakciók kémiai és ásványi összetétele

2. táblázat

Őrlési idő	Frakciók mérete	Kémiai összetétel						Ásványi összetétel				CO ₂ ált. lekötött CaO	ebből szám. CaCO ₃ tart.	A C ₂ S tart. %-al csökken a CaCO ₃ által lekötött CaO levonása után
		SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₂	izz. v.	ebből CO ₂	C ₂ S	C ₄ AF	C ₃ A				
		%						%						
1630 p	> 30 μ	21,63	63,95	7,30	3,03	0,70	0,70	42,45	30,05	9,21	14,20	nem számoltuk		
	< 3 μ	20,46	64,59	6,90	2,98	2,80	2,45	56,61	16,02	9,06	13,25	3,11	5,56	22,30
6 óra	> 30 μ	21,82	62,38	6,52	3,20	1,30	1,00	39,60	32,75	9,73	11,85	nem számoltuk		
	< 3 μ	19,82	62,15	5,30	2,83	5,60	5,45	62,55	9,70	8,60	9,25	6,93	12,37	54,90
51 óra	< 3 μ	19,80	61,38	5,56	2,20	8,93	7,93	61,94	8,90	6,69	10,99	10,09	18,02	66,29
62 óra	< 3 μ	19,78	60,41	4,83	2,40	9,76	8,76	59,54	11,82	7,30	8,72	11,49	19,90	76,22
75 óra	< 3 μ	17,88	55,72	4,40	2,40	9,76	8,76	57,75	7,73	7,30	7,57	11,49	19,90	53,79



9. ábra. „T” klinkerből készült őrlmények szilárdsága (DIN 1164. sz. szerint)
TEA — (felületaktív anyag) nélkül, TEA-val (felületaktív anyaggal)

endoterm csúcsok láthatók (4. ábra) és a mézshidrárt később karbonáttá alakul át (5. ábra).

Felületaktív anyaggal történő őrlésnél a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -jellemző csúcsa, a CaCO_3 endoterm csúcsa mellett, csak 90 óráig tartó őrlésnél jelenik meg (6., 7. és 8. ábra).

Figyelemre méltó a szuperfinom őrlményekből alkoholban ülepitéssel kinyert finom frakciók igen nagy izzítási vesztesége; ez főleg CO_2 -ből áll (2. táblázat). Számításokkal kimutatható, hogy a finom frakció alittartalmának csaknem 50% -a elbomlott állapotban van. Nehéz lenne eldönteni, hogy a bomlás mikor (az őrlés vagy a frakcionálás és elemzés során) és minek a hatására (H_2O és CO_2 vagy mechanikai hatások) következett be. A tiszta C_3S -tal még elvégzendő vizsgálatok talán bizonyos fényt fognak deríteni erre a kérdésre.

Egy azonban tagadhatatlan: a túl finomra őrlött klinker bomlásnak van kitéve és ezt esetünkben még a felületaktív anyag sem tudta megakadályozni.

A különböző finomságú cementőrléményekkel szilárdsági vizsgálatokat is végeztünk. Az eredményekből, amelyek a 9. ábrán láthatók, egyértelműen megállapítható, hogy az őrlési idő növelésével, a kezdőszilárdság (1 napos) minden esetben nőtt, még akkor is, ha az őrlési finomság gyakorlatilag alig változott.

Bizonyos finomsági határ túllépése után azonban az utószilárdulás lelassult, sőt egyes esetekben gyakorlatilag meg is szűnt.

A szilárdságok maximuma kb. $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ (Blaine-szám) tartományban jelentkezett.

Figyelemre méltó, hogy a kezdeti szilárdság az agglomeráció fellépése ellenére is növekedett. Ennek okát az anyagszerkezeti változásokban kell keresni.

IRODALOM

- Opczky L. (1965): Malmok üzemének javítása őrlést elősegítő adalékokkal, SZJKKI-jelentés.
Opczky L. (1966): Építőanyag, 18 [2] 41—45
Beke B.—Opczky L. (1966): Second European Symposium on Comminution. Amsterdam Preprints. p. 07—420.

Opczky Ludmilla: A cementklinker „túlőrlése”.

A cementklinker finom és szuperfinom őrlését kísérő egyes jelenségek — agglomeráció és mechanokémiai változások — káros hatást gyakorolnak a késztermék minőségére.

A szerkezeti változások mindenképp a felület reakcióképességének növekedését idézik elő, de a szilárdulás menetét éppen a kezdeti aktivitás túlságos növekedése folytán kedvezőtlenül befolyásolják.

Az általunk vizsgált cementeknél a szilárdság optimuma a klinkerőrlémény $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ fajlagos felülete körül volt. ($< 3 \mu\text{m} = 15\text{—}20\%$).

Megállapítható tehát, hogy a cementklinker túl finom őrlése, az energiafogyasztás kérdését nem is érintve, a késztermék minősége szempontjából hátrányos.

Опозки Л.: Нецелесообразность „сверхтонкого” помола цементного клинкера.

Было установлено, что такие явления как агломерация и механо-химические изменения, сопровождающие т. н. „сверхтонкий” помол цементного клин-

кера, оказывают отрицательное влияние на качество готового продукта.

Структурные изменения отдельных кристаллических составляющих клинкера (главным образом, белита) происходящие при длительном помоле, увеличивая его поверхностную реакционную способность, повышают начальную активность цемента. Чрезмерное повышение начальной активности цемента, однако, отрицательно влияет на процесс его последующего твердения.

Для исследованных автором цементов оптимальной тонкостью помола, обеспечивающей высокую начальную прочность при последующем нормальном ее нарастании, была величина порядка 5000 см²/г по Блейну (тонкость помола клинкера без гипса) количество фракции < 3 μ ≈ 15—20%.

Было сделано заключение о нецелесообразности „сверхтонкого“ помола цементного клинкера не только с точки зрения повышенного расхода энергии, но также с точки зрения качества получаемого продукта.

Opczky, Ludmilla: Supetteines Mahlen des Zementklinkers

Die das feine und superfeine Mahlen des Zementklinkers begleitenden einzelnen Erscheinungen — Agglomeration und mechanochemische Änderungen — beeinflussen schädlich die Qualität des Endproduktes.

Die Änderungen der Struktur rufen vorerst die Erhöhung der Reaktionsfähigkeit der Oberfläche hervor, jedoch beeinflussen sie den Erhärtungsgang, just durch die zu starke Erhöhung der Anfangsaktivität, ungünstig.

Bei den untersuchten Zementen hat man den optimalen Wert der Festigkeit bei einer spezifischen Oberfläche von 5000 cm²/g gefunden.

Es konnte festgestellt werden, daß das allzu feine Mahlen des Zementklinkers — abgesehen von dem Energieaufwand — auf die Qualität des Produktes ungünstig auswirkt.

Opczky, Ludmilla: The „Over-grinding“ of Cement Clinker

The quality of „over-ground“ cement clinker is decreased by some phenomena followed by superfine milling (e.g. agglomeration, mechano-chemical changes). The surface reactivity of cement grains is primarily increased by structural changes; the usual progress of hardening, however, is disadvantageously affected by the too high initial activity. Optimum strength of investigated cements was found at 5000 cm²/g specific surface (Blaine number) of the ground clinker (i.e. 15—20% below 3μ).

The too fine grinding of cement clinker is disadvantageous from the point of quality as well as energy consumption.

Vesztességünk

KÓT CIÁN RAJMUND
1909—1967

Téglagyári munkásszülők gyermekeként született. Tizenkétéves korában már maga is dolgozni kezdett. Rámaszedő, préses, majd 1923-tól égetői munkakörben működött. Közben számos gyárban megfordult. Így Zsombolya, Békésesaba, Budapest, Martfű, Törökszentmiklós, Karcag üzemekben.

1946-ban a Karcagi Téglagyár telepvezetője lett. 1950-ben kinevezték a Baranya-Tolna megyei Téglaiipari Vállalat igazgatójának, ahol haláláig ebben a beosztásban dolgozott.

Kiváló áldozatos munkája elismerésül meg-

kapta a Szocialista Munkáért Érdemérem és a Kiváló Munkásör kitüntetések.

Eredményes gazdasági tevékenysége mellett, lelkesen támogatta egyesületünk munkáját is. Több alkalommal szerveztünk tanulmányutat a vezetése alatt működő vállalat gyáraiba. Személyesen gondoskodott róla, hogy a résztvevők számára sikeresen és tanulságosan záruljanak ezek az utak.

A téglaiipar dolgozói és a Durvakerámiai szakosztály tagjai, mint az iparág lelkes odaadó munkását őrzik meg emlékezetükben.

B_2O_3 hatása Bevezetés

Az olvasztott szilikát szerkezeti anyagok között egyre nagyobb szerepet játszanak a különböző típusú vitrokerámiai anyagok. Ismeretes, hogy a vitrokerámiai anyagok kedvező szerkezetüket és tulajdonságaikat egyrészt kerámiai összetételüknek, másrészt speciális hőkezelésüknek köszönhetik. Az olvasztott szilikátok kialakítása során az alábbi szempontokra kell figyelemmel lenni:

1. olvashatóság, a viszkozitás alakulása 1300°C — 1500°C tartományban,
2. formázhatóság, a viszkozitás alakulása a hőmérséklet függvényében 10^4 — 10^9 poise tartományban,
3. kristályosodási folyamatok szabályozhatósága, a kristályosodási magszám és a kristályosodási sebesség optimális viszonya,
4. mechanikai szilárdság, — az anyag szerkezeti felépítése,
5. kémiai ellenállóképesség, — az alapüveg, illetve a kristályos fázisok összetétele,
6. térfogatsúly, — a kristályos fázis mennyisége, módosító és hálózatképző aránya,
7. hőlékésállóság, — összetétel-alakítás — táglási együttható csökkentése,
8. dielektromos tulajdonságok — összetétel-alakítás,
9. kopásállóság, — az ásványtani összetétel és a kristályos szerkezet minősége.

A kérdés a kutatók érdeklődésének előterében áll és a kutatás sok helyen — helyenként igen nagy apparátussal — folyik. Még mindig számos tisztázatlan kérdés vár azonban megoldásra.

A továbbfejlesztés alapja nagy vonalakban három lehetőség:

1. Tisztázandók különböző rendszerekben azok az összetételviszonyok, amelyek a másodlagos kristályosítás lehetőségét biztosítják.

Elsődlegesnek tekintve valamely olvadéknak azt a képességét, hogy a liquidus hőmérséklet alatt az anyagban hülés közben megindul a kristályosodás.

Másodlagosnak akkor tekintjük a kristályosodást, ha az olvadék túlhűthető kristályosodás nélkül a kristályosodási hőmérséklet-tartomány alá, és a kristályosodás vezetése érdekében ezt a tartományt alulról közelítjük meg.

2. A mineralizációs hatás minőségének és intenzitásának teljes feltárása. Tisztázandók az egyes mineralizációs hatású ionok funkcióját befolyásoló körülmények, pl. inhibitor hatások. Egyes mineralizációs hatású anyagok ui. az alap-

üveg összetételétől függően fejtik csak ki funkciójukat.

A mineralizátorok specifikus hatása abban nyilvánul meg, hogy ugyanez a nukleátor bizonyos összetételű típusok esetében kedvező hatást fejt ki, más esetben hatástalannak mutatkozik. Ez a jelenség az egyes mineralizátorok kombinációjával, azok kombinatív alkalmazásával eliminálható.

3. Az alapüveg kristályosodási képességének, mint szerkezetalakító tényezőnek a módosítása.

Ezen vizsgálatok nemcsak a vitrokerámiai anyagok szerkezetének alakíthatósága szempontjából jelentenek értékes adatokat, hanem az itt kapott eredmények értékesíthetők az ipari üvegek kristályosodási képességének csökkentése érdekében is.

Komoly elméleti és gyakorlati jelentőség van e kérdés komplexumon belül a liquidus-hőmérséklet szabályozhatóságának. A növelése — kézenfekvően — az SiO_2 - és Al_2O_3 -tartalom együttes mennyiségének növelésével már megoldódott.

A jelenleg ismertetésre kerülő kísérlet eredménye a liquidus-hőmérséklet csökkentésének egyik lehetőségét adja.

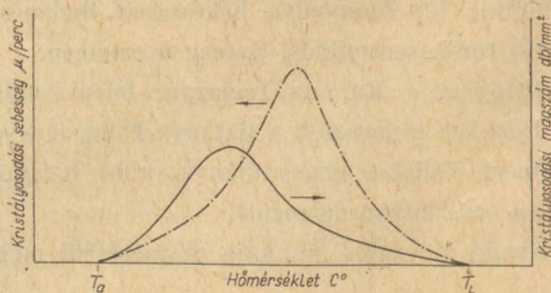
Az irányított kristályosítás

Az olvasztott szilikátok két főcsoportra oszthatók:

1. Az elsődlegesen kristályosodó petrurgiai anyagok, ide tartoznak az olvasztott kőzetek, salakok, szintetikus anyagok.

2. A másodlagosan kristályosodó — Hintz által vitrokerámiáknak nevezett — termékek.

A másodlagosan kristályosodó anyagok kristályosodási mechanizmusára jellemző, hogy meghatározott program szerint kerül az anyag a hőkezelés során ismét az 1. ábrán látható T_L — T_A -val jelölhető hőfoktartományba abba a zónájába, amely a kedvező szerkezeti viszonyok kialakítását optimálisan biztosítja.



1. ábra. Kristályosodási magszám és kristályosodási sebesség alakulása Tamman szerint, a liquidus-hőmérséklet (T_L) és a kristályosodási terület alsó határa (T_A) között

* IV. Glustechnikerkonferenz, Weimar, 1966. alkalomból elhangzott előadás

Ennek a hőkezelési mechanizmusnak a lehetősége mineralizátor jelenlétén múlik. A mineralizátorok négy csoportba oszthatók:

1. fluoridok,
2. szulfidok,
3. fémek,
4. oxidok.

A mineralizációs hatásmechanizmus gyakorlatilag abban nyilvánul meg, hogy a mineralizátor homogén nukleáció útján az alapüveg kristályosodási hőmérséklet-tartománya ($T_L - T_A$) alatt válik ki új fázisként az amorf anyagból. Igen fontos, hogy a mineralizátor-kiválás 10^9 poise-nál nagyobb viszkozitásértéknél következzen be, sőt legtöbbször 10^{11} poisenél is nagyobb viszkozitás jellemzi az új fázis kialakulását. Ez a körülmény a kristályosodás deformációmentes kivitele szempontjából alapvető fontosságú. Ez az a szilikátkémiai többlettartalom, ami Reaumur alapgondolatát új formában jelentkezve megvalósíthatóvá teszi.

A deformációs veszély csökkentésére a mineralizátorok kombinációja, többféle mineralizátornak egymás melletti alkalmazása is további lehetőséget ad, s így például jó eredmény érhető el 0,05–0,1% ezüstvegyület, 2–3% mangánszulfid és 0,5–1,0% vas- és rézszulfid, 0,02–0,1% krómoxid együttes alkalmazásával. A nukleátor „előhívása” során természetesen a különböző típusú mineralizátorok jelenléte figyelembeveendő.

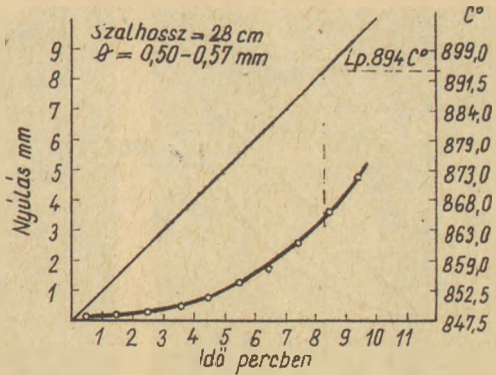
A jelenleg ismertetésre kerülő kutatás során azt vizsgáltuk, milyen hatása van a B_2O_3 -nak és a fluóradaléknak külön-külön és együttesen a liquidus-hőmérséklet alakulására. A liquidus-hőmérséklet csökkentési lehetőségét különböző megfontolások alapján helyeztük előtérbe. A B_2O_3 -at a kemény üvegek analógiája ajánlja. A szilícium-dioxid nagy olvadáspontjának és viszkozitásának csökkentését az üvegipar már régen megvalósította a laboratóriumi üvegek — pyrex, durán, rasotherm, pyrover stb. — összetételének kialakításánál. A fluor hatása is ismeretes az üvegipari gyakorlatból, amit a szilikátolvadékok viszkozitására gyakorol. A fluor hatását a vitrokerámiai anyagok esetében eddig a mineralizációs effektussal kapcsolatban említették. Lungu és Popescu-Has az $Na_2O-MgO-Al_2O_3-SiO_2$ -rendszerben állított elő fluoridos mineralizáció útján vitrokerámiai terméket.

A kísérleti munka ismertetése

A kiindulási modellüveg, összetétele az alábbi:

SiO_2	60%
Al_2O_3	10%
$CaO + MgO$	25%
Na_2O	5%

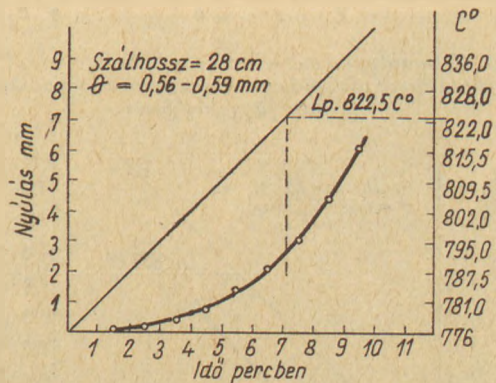
Ennek az üvegnek a lágyulási viszkozitása a 2. ábrán látható. Liquidus-hőmérséklete $1260^\circ C$, a kristályosodási terület alsó határa: $820^\circ C$, a kristályosodási sebesség maximuma $1120^\circ C$, a kristályosodási hajlam maximuma $960^\circ C$ -nál található. A fenti összetételekben az egyik kísérlet során 2–4 és 6%-nyi mennyiségben helyettesítettük az SiO_2 -t B_2O_3 -mal. A lágyulási viszkozításra gyakorolt ha-



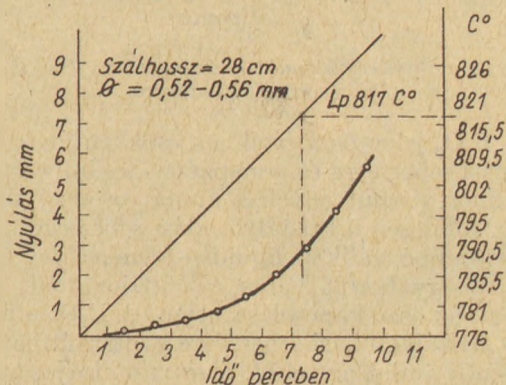
2. ábra. Az alapüveg lágyulási viszkozitása

tást a 3., 4. és 5. ábra mutatja be. A bór-trioxid adalék a liquidus-hőmérsékletet és a kristályosodási terület alsó határértékét a 6. ábrán látható módon csökkentette.

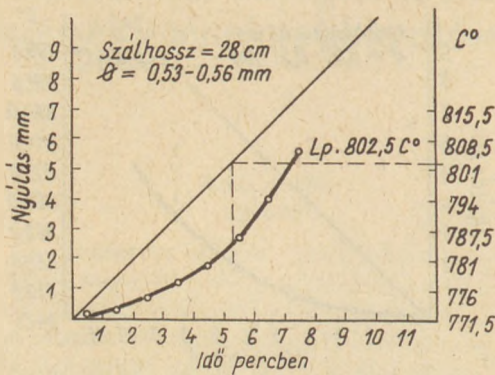
A másik kísérletsorozatnál az alapüveg-összetételbe 1–2, illetve 3%-nyi mennyiségben vittünk be fluort oly módon, hogy az alapüveg-összetétel nem változott meg. A lágyulási viszonyokra gyakorolt hatást a 7., 8. és 9. ábra mutatja. A fluor-tartalomnak a liquidus-hőmérsékletre gyakorolt hatása a 10. ábráról olvasható le. Látható tehát, hogy mind a B_2O_3 , mind pedig a fluortartalom a liquidus-hőmérsékletet csökkenti, az alsó kristályosodási határ a B_2O_3 esetében erősebben csökken mint a fluortartalom hatása következtében. Azon-



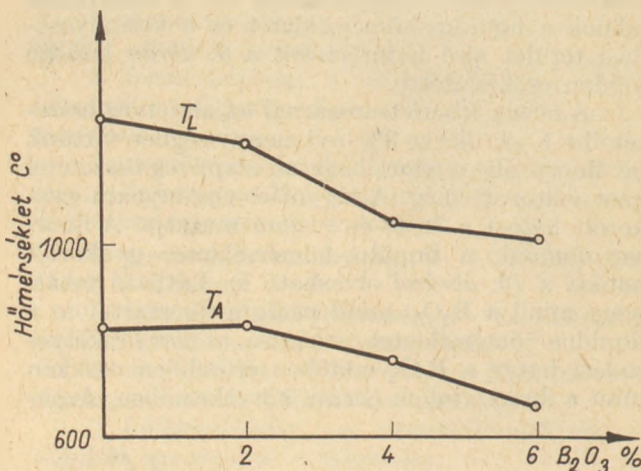
3. ábra. Az alapüveg lágyulási viszkozitásának alakulása 2% SiO_2 -nek 2% bórral történő helyettesítése hatására



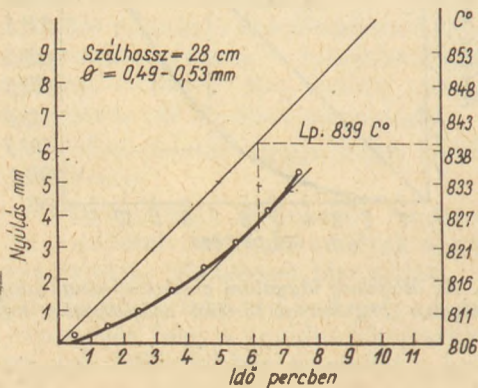
4. ábra. Az alapüveg lágyulási viszkozitásának alakulása 4% SiO_2 -nek 4% B_2O_3 -al történő helyettesítése hatására



5. ábra. Az alapüveg lágyulási viszkozitásának alakulása 6% SiO₂-nak 6% B₂O₃-al történő helyettesítésének hatására

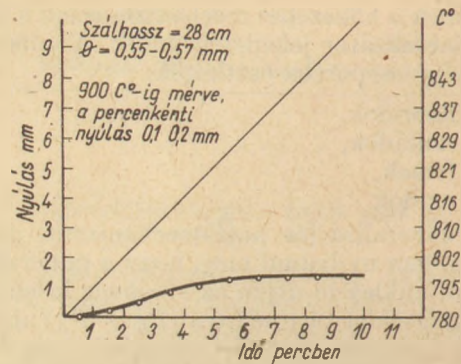


6. ábra. A liquidus-hőmérséklet és a kristályosodási terület alsó határának alakulása bórtroxid-tartalom alakulásának függvényében

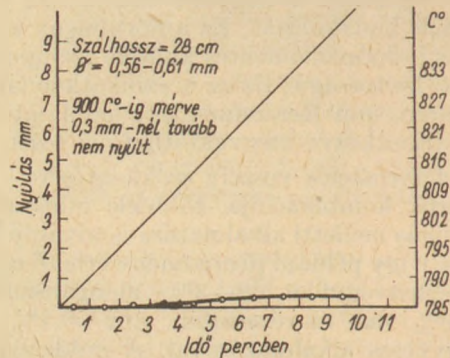


7. ábra. Az alapüveg lágyulási viszkozitásának alakulása 1% fluorbevitel hatására

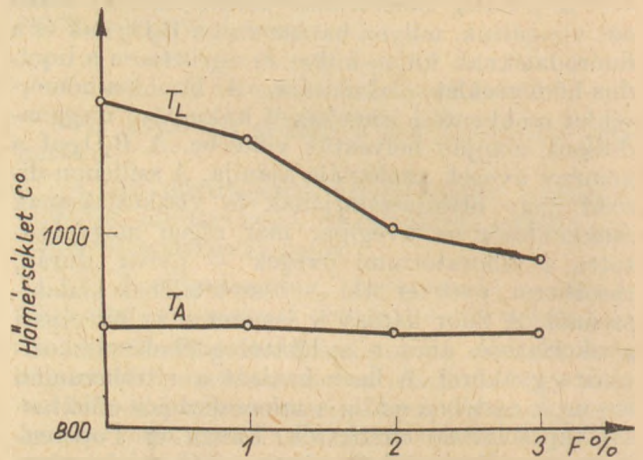
ban a B₂O₃ jelentős mértékben csökkenti a kristályosodási sebességet és a magképződés intenzitását is. A fluor viszont növeli a kristályosodási képességet, különösen a kristályosodási sebességet. Még kifejezettebbé válik a liquidus-hőmérséklet csökkentésre gyakorolt hatás a bórtroxidnak és a fluornek az összekapcsolása útján. A B₂O₃ a fluornek a kristályosodási sebességre gyakorolt hatását csökkenti, amint azt a 11. ábra is mutatja, amely 6% B₂O₃-at és 3% F-t tartalmazó üveg Littleton-pont-felvételét és a szál nyúlását ábrázolja. Esze-



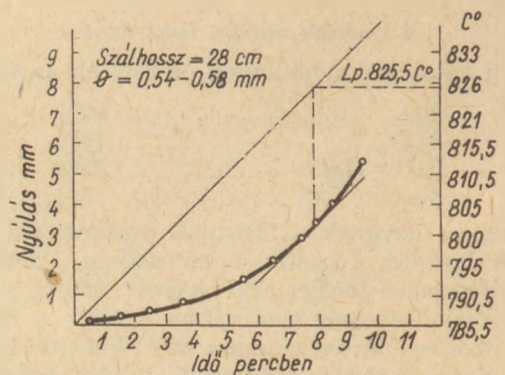
8. ábra. Az alapüveg lágyulási viszkozitásának alakulása 2% fluorbevitel hatására



9. ábra. Az alapüveg lágyulási viszkozitásának alakulása 3% fluorbevitel hatására



10. ábra. A fluortartalom hatása az alapüveg liquidus-hőmérsékletének és a kristályosodási terület alsó határértékének alakulására



11. ábra. 6% bórtroxid és 3% fluor hatása az üveg lágyulási hőmérsékletének alakulására



12. ábra. Vitrokerámiai anyag mikroszkópi felvétele 400, 1000 és 2000-szeres nagyítással

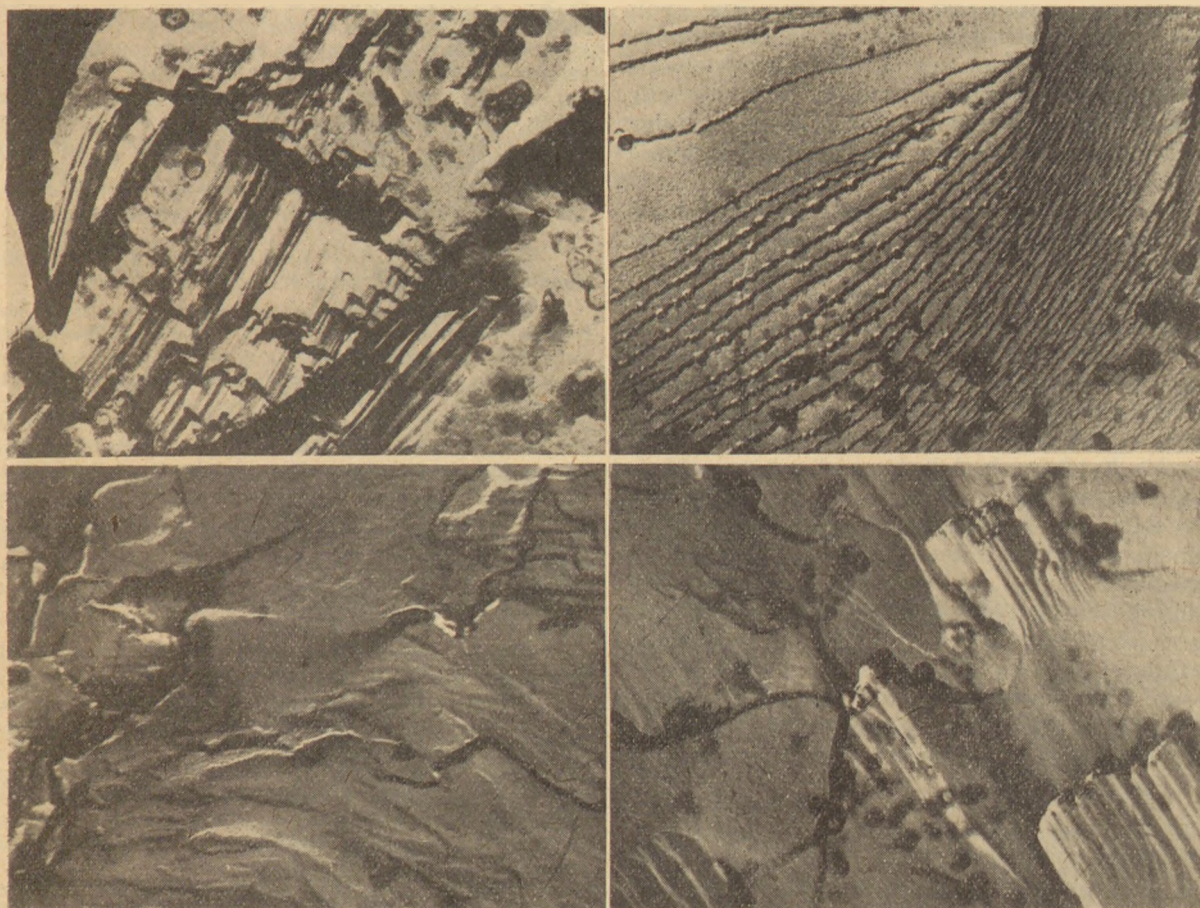
rint B_2O_3 jelenlétében kapunk lágyulási hőmérsékletet, ha előhőkezeléssel a magkiválást az üvegben nem idézzük elő.

A modellüveg alapján az alábbi összetételű vitrokerámiai anyagot fejlesztettük ki:

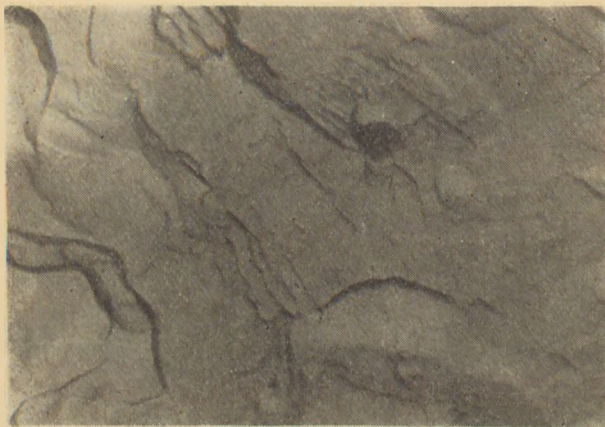
SiO_2	60,0%
Al_2O_3	10,0%
$CaO + MgO$	20,0%
Na_2O	5,0%

MnO	3,0%
FeO	1,1%
Cr_2O_3	0,1%
TiO_2	0,8%
S	2,0%

Az anyag $1400^\circ C$ -on jól olvad. Préselés, öntés, útján kidolgozható. $860^\circ C$ -os maximális hőmérsékleten mikrokristályos szerkezetű anyaggá alakítható. A kristályszerkezetet a 12. ábra fénymik-



13. ábra. Vitrokerámiai anyagszerkezetről készült elektronmikroszkópi felvételek kb. 50 000-es nagyítással



14. ábra. 700—750°C-os hőmérséklet-tartományban készített vitrokerámiai anyag szerkezetének elektronmikroszkópi képe. 7500-es nagyítás



15. ábra. 700—750°C-os hőmérséklet-tartományban készített vitrokerámiai anyag szerkezetének elektronmikroszkópi képe. 15 000-es nagyítás

roszkópos, a 13. ábra pedig elektronmikroszkópos felvétellel mutatja be. A fénymikroszkópos felvételnél a nagyítás 400-, 1000- és 2000-szeres, az elektronmikroszkópos felvételnél pedig kb. 50 000-szeres.

Az anyag liquidus-hőmérséklete 1180°C, a kristályosodás alsó határa 700°C. Ennek a vitrokerámiai anyagnak összetételében SiO_2 -t 6% B_2O_3 -al helyettesítettünk és 3% fluort vittünk be. A kristályosodási viszonyok javítása érdekében 2%-nyi mennyiségben mikro-eutektikus adalékot (ZrO_2 , CeO_2 , Sb_2O_3 , P_2O_5 , ZnO , SnO_2) alkalmaztunk. Erre az adalékra a fluor kristályosodási sebességnövelő hatásának kompenzálására volt szükség. A fluortartalom ugyanis az összetételbe való bevétel esetében két Littletonpont-felvétel által is jellemzett hatást váltotta ki (8. és 9. ábra). A kristályosodási képesség növelését jelenti, hogy amíg a fluórmentes anyag liquidus-hőmérséklete a nukleátoreffektus „előhívása” nélkül meghatározható, a fluor hatására viszont az alapüvegen lágypont-meghatározás már nem végezhető. A kristályosodási vizsgálat durvaszemcsés makrokristályos szerkezet kialakítását mutatja a fluór hatására. Ezt a kristályosodási sebességnövekedést sikerült mikro-eutektikus adalékkal kompenzálni. Az így kialakított vitrokerámiai anyag liquidus-hőmérséklete 800°C-ra csökkent, a maximális kristályosodási hőmérséklet 700—750°C volt. A hőkezelés hatására kialakult szerkezetet a 14. és 15. ábra szemlélteti.

A liquidus-hőmérséklet csökkentése több szempontból tarthat számot érdeklődésre. Ilyenek: a fémre való felvitel, ami a vitrokerámiai anyagok alkalmazási területének növelését jelenti. Hasonlóképpen jelentősége lehet a technológia gazdasági vonatkozása szempontjából is. Kedvező hatást gyakorol a kristályosodási hőmérséklet 100—150°C-ról történő csökkentése, például a hőkezelő kemence szerkezeti anyagainak élettartam alakulására.

Lőcsei Béla: Vitrokerámiai anyagok kristályosodási hőmérsékletének csökkentése

A másodlagosan kristályosodó vitrokerámiai anyagok liquidus- és kristályosodási hőmérséklete szilícium-dioxidnak bór-trioxiddal történő helyettesítésével csök-

kenhető. A bór-trioxid csökkenti az alapüveg kristályosodási képességét, hasonlóképpen liquidus-pont-csökkentő hatása van a fluor-adagolásnak is de ez kristályosodási sebesség növekedéssel jár együtt. Bór-trioxid és fluor együttes alkalmazásával csökkenthető a vitrokerámiai anyagok kristályosodási hőmérséklete, a szerkezet-finomság mikro-eutektikus adalék alkalmazásával szabályozható. A kristályosodási sebesség növekedés szálnyúlási vizsgálat útján követhető.

Лёцаи Бела: Снижение температуры кристаллизации vitroкерамов

Ликвидус и температура кристаллизации вторично кристаллизующихся vitroкерамических материалов могут быть снижены путем замены двуокиси кремния трёхокисью бора. Трёхокись бора снижает также кристаллизационную способность основного стекла. Аналогичным образом снижает точку ликвидуса и добавки фтора, но это снижение сопровождается увеличением скорости кристаллизации.

Путём совместного применения трёхокиси бора и фтора можно снизить температуру кристаллизации vitroкерамов. Тонкость структуры может регулироваться применением микроэвтектических добавок. Увеличение скорости кристаллизации можно проследить путём испытания волокон на растяжение.

Lőcsei, Béla: Die Verminderung der Kristallisationstemperatur der vitrokeramischen Materialien.

Die Liquidus- und Kristallisationstemperatur kann bei der sekundären Kristallisation der vitrokeramischen Materialien durch Ersetzen von Siliciumdioxid mit Bortrioxyd herabgesetzt werden. Bortrioxyd vermindert im Grundglas die Kristallbildung, wie auch den Liquiduspunkt. Die Zugabe von Fluor erwirkt ebenfalls eine Senkung, jedoch wird dadurch die Kristallisationsgeschwindigkeit gesteigert. Die gleichzeitige Zugabe von Bortrioxyd und Fluor setzt die Kristallisationstemperatur der vitrokeramischen Materialien herab, auch die Strukturfeinheit des Mikro-eutektikums kann durch diese Zugaben geregelt werden. Die Steigerung der Kristallisationsgeschwindigkeit kann nach dem Verfahren der Fadenziehprüfmethode ständig beobachtet werden.

Lőcsei, Béla: How to Decrease Crystallization Temperature of Vitroceramics?

Liquidus- and crystallization temperatures of vitroceramics can be decreased by substituting boron trioxide for silica. The crystallization tendency of the base glass is decreased by the addition of B_2O_3 too. Liquidus temperatures can be decreased by adding fluorides; this, however, will cause an increased rate of crystallization. Best result were achieved by adding boric acid and fluorides jointly to the batch of vitroceramics; in order to get a fine structure, micro-eutectic additives were also used. The changes in crystallization rate can be followed by a fiber extension method.

Bonyolult alakú termékek készítése alumíniumoxid melegformázása útján

P. P. B U D N I K O V, F. J a. H A R I T O N O V
Moszkva

A kerámiai technológiától manapság egyenletes- és nagysűrűségű, bonyolult formájú tárgyak készítését is megkövetelik. Mint ismeretes, közönséges préseléssel az ilyen termékek csak nagy nehézségek árán állíthatók elő. Így pl. a bonyolult formájú finomkristályos zsugorított korundból (CM-332 jelű mikrolit) készült termékek technológiája a következő: a por elkeverése a plasztifikáló anyaggal (benzinben oldott kaucsukkal), nyers-tárgyak préselése formában, szárítás, előzetes mechanikai megmunkálás, zsugorítás, végleges mechanikai megmunkálás.

Az egyszerűbb alakú tárgyak préselés és szárítás utáni megmunkálása viszonylag könnyű, ezért azokat a végső megmunkálásra (kösörülésre) számított kis ráhagyással lehet készíteni.

A préselés során azonban nem mindig sikerül az egyenletes sűrűségeloszlást biztosítani a termékekben. Nehezen oldható meg a különböző magasságú „lépcsőkkel” rendelkező tárgyak egyenletes sűrűségűre préselése, mivel ez esetben differenciális préselést kell alkalmazni (úszó présforma). A tárgy egyes részeinek egyenletes préselése csak akkor valósul meg, ha a különböző sebességgel mozgó présdugattyúk egyidejűleg érik el végső helyzetüket.

Ez azonban igen nehezen biztosítható, ha csak nem alkalmazunk egészen bonyolult szerkezetű présformákat, illetve préselési technológiát. Ilyen esetben jóval könnyebb az ismert, melegöntési eljáráshoz folyamodni. Az e módszerrel előállított, a préselt termékekkel mind sűrűség, mind szilárdság szempontjából egyenértékű kerámiai idomok technológiáját már korábban ismertettük (1).

A hidrosztatikus préselési eljárás a technológia bonyolult volta miatt nem tudott széles körben elterjedni. A hőre lágyuló slikkereket alkalmazó melegöntési eljárásnak, bár sok fokozatból áll, komoly előnye a préseléssel szemben a termékek nagyobb méretpontossága, továbbá az, hogy a formák anyagával és megmunkálási pontosságával szemben kisebb követelményeket támaszt.

A kerámiai termék sűrűsége (térfogatsúlya) lényegesen növelhető és a kristálytani sűrűséghez közelíthető a melegpréselés alkalmazásával (2—6). Az irodalmi utalások szerint grafitból vagy más, tűzálló anyagból (titán diboridból (7), alumínium-oxidból (8) stb.) készült formában, 1500°C feletti hőmérsékleten és 50 kp/cm²-t meghaladó nyomással, melegpréseléssel tiszta oxidokból 98—99,5% relatív sűrűségű próbatesteket sikerült előállítani. A próbatestek alakra legtöbbször 10—15 mm átmérőjű és magasságú hengerek voltak.

Nagysűrűségű kerámiaidomokat ezzel a módszerrel a kísérletek műszaki nehézségei miatt ez ideig nem készítettek.

Jelenleg nagyszámú elméleti munka ismeretes, melyek a fém- és oxidkerámiai anyagok melegpréselése során megfigyelt törvényszerűségeket és jelenségeket írják le, bár e munkák nem mindig állnak összhangban a korábban említett (1, 2, 3) kísérleti adatokkal. Ez gátolja a módszer elterjedését.

Jelen dolgozatunkban a magnéziumoxid-adalékos alumíniumoxidból (finomkristályos korundból) készült, egyenletesen nagysűrűségű idomtermékek (golyók, tégelyek, kúpok stb.) melegpréselésének tanulmányozásával kapcsolatos kutatásaink eredményeit ismertetjük.

A korund mikrolit (9, 10) gyártásához kiinduló anyagként G—00 jelű, előzetesen 1450°-on kiégetett technikai alumíniumoxidot és vegytiszta MgCl₂·6H₂O-t használtunk. Ezeket az anyagokat 97:3 arányban nedves golyósmalomban őrlöttük 60 órán keresztül. A malom bélése és az őrlőtestek szintén korund mikrolitból voltak. Az anyag:őrlőtest:víz arányát 1:2,5:0,75-re állítottuk be súly szerint. Őrlés és szárítás után az anyagot 300°C-on kiégettük, miáltal a kristályos magnéziumsó oxid állapotba került.

A melegpréselést grafitformában, csuklós présen végeztük. A grafitformákat elektromos áram átbocsátásával, a korábban (2) leírtak szerint melegítettük. Védőgázt nem alkalmaztunk, mivel a grafitnak a magas hőmérsékleten történő részleges elégeése során amúgyis redukáló atmoszféra keletkezett.

Vizsgáltuk a hőmérséklet, a préselési idő és a fajlagos présnyomás hatását a préselt termékek végsűrűségére és a sűrűség elosztására a próbatest hosszmeteszében. Melegpréseléssel 20±1 mm átmérőjű és 3—5 mm magasságú korongocskákat, 14 mm átmérőjű és magasságú hengereket, 12 mm átmérőjű golyókat készítettünk. Előállítottunk 55—60 mm hosszú rudacskákat is oly módon, hogy 8 mm átmérőjű és 25—30 mm hosszúságú hengereket formáztunk és véglapjaiknál fogva összeragasztottuk azokat a sűrűségeloszlás és a szerkezet vizsgálatához. Az 1. táblázatban tüntetjük fel a

1. táblázat
A melegpréselés körülményei és az így előállított mikrolitok tulajdonságai

Nyomás kp/cm ²	Zsugorodás kezdetének hőmérsék- lete K°	A meleg- préselés végső hőmérsék- lete K°	Tulajdonságok	
			térf. súly, g/cm ³	porozitás %
60	1750	2120	3,93	1,25
100	1750	2070	3,96	0,50
160	1650	2070	3,97	0,25
220	1600	1970	3,98	0,00
300	1600	1970	3,98	0,00

teljesen zsugorított (vízfelvétel = nulla) finomkristályos próbatestek optimális melegpréselési feltételeit, továbbá az 5 perces hőexponáció esetén a zsugorodás kezdetének hőmérsékletét.

Mint ismeretes, a $\lg \frac{\Delta l}{l} - \lg t$ koordináta-

rendszerben ahol a $\frac{\Delta l}{l}$ — a zsugorodás és a t — a zsugorítási idő, a tiszta oxidok szokásos kerámiai zsugorítása esetén a zsugorodást kifejező egyenes hajlásszögének tangense általában 0,1—0,3 értékek között van. Ez melegpréseléskor 0,6—0,9-re is megnövekszik. Fentiekből következik, hogy az előbbi esetben a zsugorodás elsősorban diffúziós folyamatok, míg az utóbbi esetben (melegpréseléskor) a plasztikus folyás eredményeként jelentkezik, bár a folyamat kezdeti szakaszában a tömörödést itt is a diffúzió sebessége limitálja.

Elméleti következtetések alapján feltételezik (4), hogy melegpréseléskor a préselési nyomás növelésével bármilyen alacsony hőmérsékleten kielégítő tömörítés érhető el. A korlátozó tényezők között itt elsősorban az anyagszemcsék önszilárdságát és az alkalmazott présforma anyagának szilárdságát kell megemlíteni. Ezért a hőmérséklet növelésével és ezzel együtt a nyírási határfeszültség csökkentésével erősebb hatást érhetünk el, mint a préselési nyomás növelésével.

Ha a zsugorítandó port hosszabb ideig tesszük ki hő hatásának, úgy a zsugorodás két szakaszát figyelhetjük meg. Az első szakaszra a gyors zsugorodás jellemző, ami a részecskék deformációjának és a pórusokban való elhelyezkedésének, továbbá a felületi atomok erősebb mozgékonyasága által kiváltott zsugorodási csúszásnak a következménye. A második szakaszban a térfogati diffúzió eredményeképpen a zsugorodás fokozatosan lelassul.

A sűrűség-növekedés sebességének logaritmus és az alkalmazott nyomás logaritmus között egyenesvonalú összefüggés áll fenn (1, 4), ami azt mutatja, hogy a deformáció sebessége a feszültség exponenciális függvénye $\frac{ds}{dt} = K\sigma^n$, ahol K — állandó, σ = a feszültség.

A melegpréselés során a porrészecskék plaszticitása megnő s így az utópréselésnél a részecskék



1. ábra

deformálásához jóval kisebb erőkifejtésre van szükség. A melegpréseléses zsugorításhoz az alábbi megfontolások alapján olyan hőmérsékleteket választottunk ki, amelyekben az anyagok megnövekedett plaszticitással rendelkeznek (lásd táblázat). Kisméretű, egyszerű (pl. henger) alakú próbatestek préselése esetén a végleges sűrűség szempontjából gyakorlatilag mindegy, hogy a nyomást a melegítés bekapcsolása előtt, vagy pedig már az optimális zsugorodási hőmérséklet elérése után adjuk rá, mivel a viszonylag kis térfogatú anyag a présforma falaitól és a nyomólapoktól gyorsan felmelegszik. A beszórt por elektromos vezetőképessége kicsiny, ezért az áram elsősorban a grafit nyomólapokon folyik át, miközben azt felmelegíti.

Amint a zsugorítási hőmérséklet emelésével az anyag sűrűsége egyre jobban megnövekszik, mind több és több áram halad rajta keresztül, aminek következtében az anyag belső rétegei erősebben melegsznek fel, mint a külső rétegek, ill. a présforma. Ez leginkább a nyomás ráadása után mutatkozik meg. Ezért az optimális melegpréselési nyomást csak akkor adtuk rá, amikor a préselt oxidok hőmérséklete már felülmúlta a plasztikus állapotba való átmenet hőfokát. A 8 mm átmérőjű és 60 mm-ig terjedő magasságú próbatestek egyenletes sűrűségének biztosítása céljából többfázisú préselést alkalmaztunk, ami a következőképpen ment végbe: Először elvégeztük az egyes darabok préselését oly módon, hogy a présformába a darab súlyának megfelelő port betöltöttük és ráadtuk a $p_2 = F_2 \cdot p$ képlet alapján számított nyomást. Ezután a hengerek véglapjait köszűrűkővön letisztítottuk, s azokat egymás fölé behelyeztük utózsugorításra a présformába. Az így zsugorított próbatestek felületén semmiféle összenövési nyom nem volt található.

Az említett módszer jól használható különböző idomdarabok készítésénél, továbbá olyankor, mikor a présforma magassága nem teszi lehetővé a préselés egy fokozatban történő elvégzését. A hosszú hengeres testeket jobb tengelyirányú préseléssel készíteni, mint oldalirányúval, amit egyes szerzők (11) ajánlanak, ugyanis utóbbi esetben a termék körkeresztmetszete deformálódik. A leírt módszerrel 60 mm hosszú testeket is készítettünk. A jobb összeolvastás érdekében a véglapokat be lehet szórni a kiindulási anyag porával. Ez azért szükséges, hogy meglegyen a megfelelő érintkezés a véglapok és a por között, s így biztosítva legyenek a tökéletes zsugorítás (összenövésztés) feltételei. A vizsgálatok azt mutatták, hogy az így nyert testek nem deformálódnak (görbülnek), s nem változtatják tulajdonságaikat, mivel az olvadási hőfokuk 0,6—0,8 szoros hőmérsékletén „növesztjük össze” azokat. Ugyanakkor szükségtelen bármiféle egyéb forrasztóanyag használata. A meleg préselt mikrolit mikrostruktúráját az 1. ábrán mutatjuk be.

I R O D A L O M

- [1] Szomszonov G. V.—Kovalcsenko M. Sz.: Melegpréselés. Kiev, 1962.
- [2] Pezner R. L.—Haritonov F. Ja.: Ogneuporü, 1966. 3. sz.
- [3] Kukolev G. V.: Trudü 2-go szoveseszanija po ogenpornüm materialam, Moszkva—Leningrád, 1941.

- [4] *Polubojarinov D. N.—Sal'nov E. I.*: Zsurnal VHO im. Mendelejeva, 1963, 2 sz.; Trudü MHTI XLV. Moszkva, 1964.
- [5] *Riszkin V. Ja.—Goncsarov V. V.*: Ogneuporü, 1957, 4. sz.
- [6] *Murray—Layva—Williams*: A kerámiagyártás folyamatai (fordítás angolból). Moszkva, 1960.
- [7] *Vasilos T.—Spriggs R. M.*: Journ. Am. Cer. Soc. 1963, 46 10. sz.
- [8] *Spriggs R. M.—Brisette L. A.—Rossetti M.—Vasilos T.*: Amer. Cer. Soc. Bull. 1963, 42, 9. sz.
- [9] *Pavluskín N. M.*: Szpecsennüj korund. Moszkva, 1960.
- [10] *Kalitin P. P.—Haritonov F. Ja.*: Ogneuporü, 1965. 2. sz.
- [11] *Budworth D. W.—Roberts E. W.—Scott W. D.*: Transactions of Brit. Cer. Soc. 1963, 62 11 sz.

Budnikov, P. P.—Haritonov, F. Ja.: **Bonyolult alakú termékek készítése alumíniumoxid melegformázása útján**

A szerzők 1500°C feletti hőmérsékleten történő préseléssel egyenletes sűrűségeloszlású, bonyolult alakú tárgyakat állítottak elő tiszta oxidokból, elsősorban MgO-t tartalmazó finomkristályos korundból. A préselést elektromosan fűtött grafitformában végezték. Közlik a különböző zsugorítási hőmérsékletekhez tartozó optimális melegpréselési paramétereket. Külön préselt kisebb hengerek melegpréseléssel történő „összenövesztésével” 60 mm magas homogén szerkezetű rudacskákat is sikerült előállítani.

Будников П. П., Харитонов Ф. Я.: **Изготовление изделий сложной формы горячим прессованием окиси алюминия**

Autórami kólučeny izdelyia ravnomernoj plotnosti iz čistyx oksidov, v pervuju očeredü iz melkókristalličeskogo korunda, soderžaščego nebolüšoe

kölıčestvo MgO pressesovanieim pri temperaturę vyšše 1500°C. Pressovanie proizvođilosü v grafitovoj forme, nağvevajeimoj električeski. Soobščajutsja otičmalnye parametry ġorjačego pressesovanja dlya različnyx temperatur spekaniia. Putem „sraščivaniia” pri ġorjačem pressesovanii otđelno izğotovlennyx melkix cilindričkov udalosü polučitü steržni vyšotoi do 60 mm s ravnomernym raspredeleniem plotnosti.

Budnikov, P. P.—Haritonov, F. Ja.: **Herstellung von komplizierten Formstücken aus Aluminiumoxyd durch Warmverformung.**

Mittels Pressen bei einer Temperatur von über 1000° wurden Werkstücke von komplizierter Form mit gleichmäßiger Dichte aus reinen Oxyden, vorwiegend aus MgO enthaltenden, feinkristallinischen Korund hergestellt. Das Pressen erfolgte in elektrisch geheizten Grafitformen. Die optimalen Parameter für Warmpressen werden bei verschiedenen Sintertemperaturen angegeben. Es ist auch gelungen durch „Zusammenwachsenlassen“ mittels Warmpressung von einzeln gepreßten kleineren Zylindern 60 mm hohe, homogene Stifte herzustellen.

Budnikov, P. P.—Haritonov, F. Ja. (Kharitonov, F. Ya.): **The Production of Complicated Shapes by Hot Pressing of Alumina**

Complicated shapes of uniform density distribution can be produced by pressing in electrically heated graphite dies at high temperatures (> 1500°C) from pure oxides, esp. fine crystalline corundum, containing a low amount of magnesia. Optimum pressing characteristics corresponding to different sintering temperatures are given. Completely homogeneous rods of 60 mm heights were produced by a separate pressing of short cylinders and growing them together by hot pressing.

A szerkesztőség közli:

Egyesületünk 1966. évi VI. Közgyűlése foglalkozott az „Építőanyag” és a „Szilikáttechnika” együttműködésének kérdésével. A viták során világossá vált, hogy a két szilikátipari szaklap együttműködése nélkülözhetetlen a szilikátipari tudományos és gyakorlati értékek ismertetése és a szakmai tájékoztatás érdekében.

A III. évfolyamába lépett „Szilikáttechnika” kéthavonként megjelenő számaiban a cement-, mész- és azbesztcementipar, a téglá- és cserépgyártás, a finomkerámia, a kő- és kavicsipar, valamint az üvegipar technikusai és művezetői részére szakmai tudnivalókat közöl és rávilágít a továbbképzés szükséges voltára.

A lap jellege tehát elsősorban technikusai szinten bővíti a szakmai ismeretek körét és tudatossá teszi a műszaki igényességet. Ismereteiben és közleményeiben

igyekszik az aktuális iparági kérdések megválaszolását olvasói részére elősegíteni.

A „Szilikáttechnika” eddig kialakult olvasó és szerző táborában számosan megtalálhatók azok, akik az „Építőanyag” mellett időt szánnak az ipari középírányítás kérdéseire megismerésére és szakmai érdeklődésük növekedését fontosnak tekintik. Joggal bízhatunk abban, hogy a két szilikátipari folyóirat együttműködése újabb lendületet ad a szakmai ismeretek további bővítésére fontos feladatának állandó biztosítása érdekében. Ezért a jövőben a „Szilikáttechnika” tevékenységét lapunkban rendszeresen ismertetjük, biztosan számítva arra, hogy ezen az úton is hasznosan segítjük elő a szilikátipar fejlődését.

A Szerkesztő Bizottság

Bevezetés

A SZIKKTI Tudományos Közlemények 17. kötetében [1], valamint Intézetünkben végzett egyéb kutatások során [2] rámutattunk arra, hogy a kötés-késleltető vegyszerrel vagy vegyszerkeverékkel készült betonok szilárdsága rendszerint már 28 napos korban, esetleg későbbben eléri, sőt meghaladja a késleltetés nélküli betonok egyébként azonos módon készített és vizsgált próbatestjeinek szilárdságát. Ha valamilyen módon megvizsgáljuk e kétfajta próbatest hidratációs fokát (például a hidratáció során keletkezett kalcium-hidroxid mennyiségéből a TG-görbe értékelése alapján [3], esetleg a kötött víztartalom meghatározásával, a toluolos [4] vagy mélyhűtéses [5] módszerrel), azt tapasztaljuk, hogy a késleltetett próbatest — nagyobb szilárdsága ellenére — *kisebb* hidratációs fokkal rendelkezik.

Teljesen analóg, de ellenkező előjelű a helyzet kötésgyorsítás esetén. Ismert tény, hogy a gőzölt, vagy kalcium-kloriddal kezelt, vagy finomabbra őrlött cementből készült próbatestek gyorsabban szilárdulnak, de végső szilárdságuk általában elmarad a kezeletlen, normálisan szilárdított betonokhoz képest. Ezért is szoktak gőzölt cementeknél „gőzölési hatáskörrel” beszélni (mely homogén portlandcementek esetében szinte sohasem éri el a 100%-ot). A gyorsított szilárdulású betonok hidratációs fokát bármelyik fent említett módszerrel megvizsgálva *nagyobb* értéket kapunk.

Ez az ellentmondás munkánk során sok gondot okozott: a lassított szilárdulású minták végső szilárdsága nagyobb, ugyanakkor kevésbé hidratált állapotban vannak mint a normálisan, és még inkább, mint a gyorsított szilárdított minták. Ezt az ellentmondást csak akkor tudjuk feloldani, ha feltételezzük, hogy a szilárdságot nemcsak a hidratált klinker-résznek az összes klinkerrészhez viszonyított aránya (ezt mutatja a hidratációs index) befolyásolja, hanem a klinkerből hidratáció útján keletkező kötőanyag *minősége* is.

Ismeretes, hogy a betont összetartó kötőfázis a tobermorit gél, mely a szokványos cementek legalább 75%-át kitevő kalcium-szilikátok hidratációja útján keletkezik. (A többi klinkerásvány hatásának vizsgálata messze meghaladja a munka kereteit, bár hatásukat teljesen elhanyagolni nem lehet; esetleg későbbi kutatás során ezzel a kérdéssel is foglalkozni kell). A tobermorit gél azonban nem határozott összetételű vegyület, hanem mint közvetlen elektronmikroszkópi felvételek garmadája bizonyítja, rendkívül vékony, kissé gyűrt lemezekből áll. E lemezek óriási felületi energiája adja a tulajdonképpeni kötőerőt. A tobermorit lemezek azonban sohasem fordulnak elő molekuláris vékonyságban: két, három, sőt több elemi lemezből álló képződmények jöhetnek létre. Kiszámítható [6], hogy a két elemi rétegből álló tobermorit által képezett gél fajlagos felülete $380 \text{ m}^2/\text{g}$, a három elemi rétegből álló tobermorit

gél fajlagos felülete $250 \text{ m}^2/\text{g}$. A valóságban BET-módszerrel mért fajlagos felületek $280\text{--}400 \text{ m}^2/\text{g}$ közötti értékeket adtak. Ezek az adatok is bizonyítják, hogy a tobermorit gél nem tekinthető kémiai, illetve fizikai-kémiai szempontból egységes anyagnak, hiszen fajlagos felülete a keletkezés körülményeitől függően erősen változhat. A fajlagos felület és a szilárdság közötti okozati összefüggés közismert. Az előzőekben ismertetett szerkezetű, igen vékony gyűrt lemezekből álló anyag tulajdonképpen sohasem lehet egyensúlyi, azaz olyan állapotban, melyben a rendszer energiája minimális; ez a helyzet azonban a kémiai egyensúly törvényei alapján megközelíthető. Minél lassabban folyik le az a folyamat, annál nagyobb lehetőség van a végleges egyensúlyi helyzet megközelítésére, amikor is a rendszer belső energiája minimális, tehát a kötési erőben megnyilvánuló külső, azaz felületi energia maximális lesz.

A szilárdságot tehát ez a két tényező: a *felület* és a *hidratációs fok* együttesen befolyásolja. Először tehát azt kell tisztázni, hogy a két tényező milyen függvényével számoljunk. Nyilvánvalóan az összes *felülettel*, azaz az egységnyi tömegű vagy térfogatú hidratált klinker által hordozott felület és a hidratált klinker viszonylagos mennyiségét (tömegét vagy térfogatát) kifejező hidratációs fok *szorzatával* lesz arányos a lekötött cement szilárdsága.

A két tényező közül a felület kialakulásának időfüggvénye egyelőre nem ismert és nem is számítható. Egyes közlemények [7] arra mutatnak, hogy a hidratáció kezdeti időszakában kétrétegűnél is vékonyabb, igen nagy felületű tobermorit gél képződik; a későbbiek során azonban a gél fajlagos felületét elsősorban a cement kalcium-szilikátjainak $\text{C}_3\text{S}/\text{C}_2\text{S}$ -aránya befolyásolja. Első közelítésben azonban az egységnyi mennyiségű hidratált klinker által hordozott fajlagos felületet állandónak vehetjük, tekintet nélkül arra, hogy a hidratáció mely időszakában keletkezett; a [7]-ben leírt megfigyelés későbbi következtetéseinket csak még határozottabbá tenné.

A hidratációs fok és az idő közötti összefüggést sok kutató vizsgálta; munkájuk nyomán számos empirikus, illetve levezetett egyenlettel rendelkezünk. Az egyenleteket, illetve görbéket megvizsgálva azt találtuk, hogy közülük egyetlen egy sem felel meg az imént vázolt elméleti követelményeknek; gondos elemzéssel valamennyiben kisebb-nagyobb következetlenséget, illetve a kiindulási alapok megalapozatlanságát lehetett kimutatni. Ezért megkíséreltük új alapokból kiindulva a hidratáció sebességi egyenletének meghatározását.

A régebbi sebességi egyenletek részletes ismertetésétől és elemzésétől e helyütt eltekintünk; az alábbi kis összefoglalásban inkább csak a lényeges vitatható pontokra mutatunk rá. Sadran és Dellyes [8] elsősorban szabványosítási céllal olyan függvényt fejlesztettek ki, mely alkalmas arra,

hogy a szilárdulási folyamat az idő függvényében lineárisan legyen ábrázolható. Az általuk használt egyenlet végeredményben a szilárdság reciprokl értékét adja meg a következő egyenlettel:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{A} + \frac{1}{P(t-t_0)}$$

ahol R = a szilárdság,
 A = a szilárdság határértéke (elméleti),
 P = a szilárdulás folyamatának sebességi együtthatója,
 t , illetve t_0 = időre vonatkozó állandók.

Az egyenlettel kiszámított értékek csak néhány esetben mutattak jó egyezést a tényleges szilárdsággal; de a kitűzött cél nem is sebességi egyenlet megállapítása volt, hanem a szilárdság előrebecslése néhány konstans alapján. A szerzők nem is kíséreltek meg módszerük elméleti indokolását.

Régi törekvés, hogy a szilárdságot valamilyen módon a víz-cement tényezővel hozzák összefüggésbe. Virodov és Mcsedlov-Petroszjan [9] szerint a szilárdság az alábbi képlettel jellemezhető:

$$R = A(1 - \exp - kt) \cdot \left(\frac{z}{w}\right) \cdot \left(\alpha + \frac{z}{w}\right)$$

ahol k = sebességi állandó
 z/w = víz-cement tényező reciprokl értéke
 α = a hidratált cement és a víz molekulái között, valamint a hidratált cement egyes molekulái között kialakuló kötések hányadosa
 t = az idő
 A = állandó, mely a 28-napos szilárdságból számítható.

Hosszú idő után (legalább 20–30 nap) az exponenciális tag elhanyagolhatóan kicsinnyé válik; ebben az esetben a „sztatikus” egyenlet a következő formát ölti:

$$R = \left(A \cdot \frac{z}{w}\right) \cdot \left(\alpha + \frac{z}{w}\right)$$

Minden levezetés nélkül csak empiria alapján hasonló eredményre jutott Beljajev:

$$R_{28} = \frac{R}{\left(\frac{w}{z}\right)^{1,5}}$$

Bolomey szerint a formula az alábbi

$$R_{28} = A \cdot R \cdot \left(\frac{z}{w} - 0,5\right)$$

(Beljajev és Bolomey képletét nem tanulmányoztam, csak a [9] irodalom alapján írtam fel.)

A fenti formulák gyakorlati szempontból igen értékesek; a Virodov és Mcsedlov-Petroszjan féle képlet előnye, hogy levezetett természeti összefüggés lévén helyesen értelmezi az α állandót, mint a O—H, illetve Ca—O közötti átlagos kötési energia hányadosát; az általa adott számérték 0,818, mely jól egyezik az irodalmi értékekből (95, illetve 116 cal/mól) számított hányadossal. A levezetés azonban nem veszi figyelembe a diffúziós folyamatok általános sebességi törvényeit, csak a cementrészecskék és a vízmolekulák közötti felületi reakcióval számol. E felületi folyamat

azonban csak a hidratáció legelején jöhet tekintetbe; ugyanis maga a hidratációs termék gél-jellegű és ezért a folyamat sebességét igen hamar a diffúzió fogja megszabni, mert a kialakult gélrétegen történő diffúzió sebessége viszonylag hamar kicsinnyé, azaz sebesség-meghatározóvá válik.

Az 1964-ben tartott moszkvai RILEM-konferencián több előadás foglalkozott a kérdéssel: Riha [10] szerint a beton szilárdsága és az idő között az alábbi empirikus összefüggés mutatható ki:

$$R = A \left[1 - \left(\exp - r_m \cdot I \cdot t \cdot \frac{r_m}{r_0} \right) \right]$$

ahol R = a szilárdság
 A = a határszilárdság
 r_m = az időhöz tartozó differenciális szilárdságnövekedés
 r_0 = a kezdeti differenciális szilárdságnövekedés
 I = a szilárdságnövekedés intenzitása
 t = az idő

A fenti logaritmikusság hibája mellett, hogy empirikus szabályszerűségekből vezették le, az is, hogy kitevőben tartalmaz differenciális tagokat, mely a gyakorlati alkalmazást rendkívüli módon bonyolítja, és négy, egymagában is eléggé bonyolult paramétert alkalmaz. Ez az egyenlet sincs tekintettel arra, hogy a folyamatok zömmel diffúzióvezérelt jellegűek.

Berkovics és munkatársai [11] már figyelembe veszik a diffúzióvezérelt reakciók általános sebességi törvényét; de ezt az alábbi formában adják meg

$$\frac{dC}{dt} = -kC$$

ahol C = a nem hidratált cement mennyisége
 k = a sebességi állandó (Berkovics két, különböző állandót tételez fel a kezdeti és végső hidratációs szakaszban)
 t = az idő

(Tulajdonképpen ez a képlet is logaritmikusság függvényre utal; integrálása közvetlenül a

$$\ln C = -kt + K \text{ kifejezést adja.)}$$

E képlet valóban kifejezi a diffúziós réteg vastagságának növekedését az idő függvényében, alkalmazása e helyütt mégis helytelen, mert a diffúziós réteg vastagsága nem azonos, nem is arányos a C -vel, hanem annak bonyolult függvénye.

Az 1964. évi moszkvai RILEM-szimpoziumon két további szerző javasolt logaritmikusság lefutási görbét eredményező sebességi egyenletet. Budnikov és munkatársai [12] szerint a hidratációs fok és az idő közötti összefüggés a következő alakú:

$$H = K \cdot \log t - B$$

ahol a K és B a cementfajtától, kísérleti körülményektől függő állandók. Budnikov volt az első, aki bevezette az „indukciós idő” fogalmát, igaz ugyan, hogy mélyebb fizikokémiai értelmezés nélkül; és munkájának fontos eredménye, hogy számos cementre és klinkerásványra megadja a hidratáció indukciós

idejére és főperiódusára vonatkozó állandókat. Kaiszer [13] egyenlete hasonló:

$$R = A \cdot (\log t - \log t_0)$$

ahol R a szilárdság, t_0 az indukciós idő befejező időpontja. Mint látjuk, Kaiszer egyenlete végeredményben ugyanazt jelenti, mint a Budnikov-féle egyenlet; míg azonban Budnikov a hidratáció mindkét periódusára, Kaiszer csak a második periódusára vonatkoztatja az egyenlet érvényességét.

Hasonló eredményre jutott gőzölt cementek vizsgálatára vonatkoztatva Révay [14]; munkájában számos cementre vonatkoztatva megadja az egyenlet konstansait.

Mint látni fogjuk, a cementek szilárdulása nem a logaritmusos egyenleteket követi. A hidratációs idő legnagyobb részében azonban, kb. 0,85 hidratációs fokig a logaritmusos egyenletek alapján számított szilárdulási görbe a (8) egyenletünk-ből számított görbe közvetlen közelében halad, sőt egybeesik. A logaritmusos görbék könnyű kezelhetősége és szilárdságok előre becslésére való alkalmassága teljesen érthetővé teszi a fent említett kutatók által elért jó eredményeket.

Az irodalom fenti áttekintése alapján világos, hogy új, az eddigieknél jobb sebességi egyenletet kell keresnünk.

Az új sebességi egyenlet alapjai és levezetése

Kiindulási feltételek

Az új sebességi egyenlet megszerkesztésénél az alábbi alapelveket vettük figyelembe:

1. A cement hidratációja lényegében véve diffúzióvezérelt folyamat, tehát a diffúzió általános törvényszerűségeiből kell kiindulni.

2. A cementszemcsék gömb alakúak.

3. A cementből keletkező hidratációs termékek kialakulásához elegendő hely áll rendelkezésre és sűrűségük nem tér el jelentős mértékben a kiindulási anyag sűrűségétől.

4. A cementet egységes anyagnak tekintjük.

A felsorolt előfeltételeket bírálat is érheti: az előbbi pontok szerinti felsorolásban:

1. A cement hidratációja a vízzel való összekeverés kezdeti szakaszában, amikor tehát a cementszemcsét még nem borítja összefüggő gélhártya, nem diffúzióvezérelt, hanem felületi reakció. Ilyen esetekben nem a vízhozzájutás sebessége, hanem maga a hidratációs kötések képződésének felületi reakciója a leglassúbb, azaz a sebességet meghatározó folyamat. Meglehetősen rövid idő alatt azonban a cementszemcsét összefüggő gélréteg vonja be; ettől kezdve a folyamatok diffúzióvezéreltekké válnak. A kétféle reakció-jelleget eddig is megkülönböztették: a szovjet szakirodalomban bevezetett „indukciós idő” éppen a felületi reakció szakasza. A felületi reakció szakaszának időtartama a klinkerásvány minőségétől függ; gyorsan hidratálódó klinkerásványok (pl. C_3A , alit) esetében ez az idő nyilvánvalóan rövid, lassan hidratálódó ásványok (pl. β - C_2S) esetében lénye-

gesen hosszabb. Ilyen jellegű méréseket még sehohol nem végeztek; minden okunk megvan azonban annak feltételezésére, hogy a felületi reakció időtartama általában néhány óránál nem több, legfeljebb csak a β - C_2S esetében hosszabb. Az egyenletben „idő” alatt mindig a $t - t_0$ kifejezést értjük, ahol t_0 a felületi reakció befejeződésének időpontja. Tehát csak diffúziós reakciómechanizmussal számolunk.*

2. A cement golyósmalmos őrlésen ment át; a golyósmalom jellegzetessége a legömbölyített szemcsealak.

3. Ez a kiindulási feltétel nem teljesen állja meg a helyét: a hidratációs termékek sűrűsége ugyanis kisebb, mint a kiindulási cementté. Ennek következtében a cementszemcsét körülvevő gélréteg nem feszültség nélkül tapad, hanem jelentős nyomófeszültség lép fel. Ha a feszültség túlságosan megnő, előfordulhat, hogy a réteg leválik, ismét felületi reakció kezdődik. A cementszemcsék szoros közelsége miatt a veszély nem jelentős; előfordulhat azonban, hogy a több forrásban említett hullámos lefutású szilárdsági görbe é jelenség következménye.

4. A cement különböző klinkerásványok keveréke, tehát tulajdonképpen nem volna szabad egységes anyagnak tekinteni. A diffúziós reakciómechanizmus azonban valamennyi klinkerásványra egyaránt vonatkozik, legfeljebb a sebességi állandó más és más. Mivel azonban a sebességi állandót más tényezők is, elsősorban a szemcsenagyság és a környezet hőmérséklete és kémiai állapota (idegen anyagok jelenléte stb.) befolyásolja, nem követünk el nagy hibát, ha a sok hatás szuperpozíciójából eredő átlagos sebességi állandóval számolunk. Természetesen kívánatos volna a jövőben az egyes klinkerásványokra vonatkozó sebességi állandók külön-külön meghatározása is.

Levezetés

A diffúziós reakció során a cement felületén gélréteg képződik; ez a gélréteg a további hidratációhoz szükséges víz-hozzájárulást gátolja: a gátlás mértéke a gélréteg vastagságával fordítva arányos, azaz minél vastagabb a réteg, annál lassabb a reakció sebessége. Az ilyen típusú reakciók sebességét az alábbi differenciálegyenlet írja le:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{k}{y} \quad (1)$$

* A kézirat lezárása után jutottam Tsumura, S.: Der Hydratationmechanismus der Klinkerminerale in Pastenform (*Zement-Kalk-Gips* 19, p. 511, 1966 November) c. cikkéhez. E cikkben a japán szerző az egyes klinkerásványok röntgenreflexiók intenzitásának csökkenését mérte. Meghatározta a felületi reakció időtartamát: ez a legrövidebb a C_3A (11 perc), leghosszabb a β - C_2S esetében (18 nap), azaz jól egyezik következtetéseinkkel. Egyenletében azonban nem vette figyelembe a felületi tényezőt, ezért a nagyobb hidratációhoz tartozó idők túlságosan rövidnek adódnak. A felületi tényező elhanyagolása következtében a hidratáció log—log rendszerben ábrázolva lineáris lefutást mutatna; Tsumura görbéin az elhajlások világosan látszanak, de interpretálásukra nem került sor.

azaz integrált formában

$$y^2 = 2k(t - t_0) + K.$$

illetve

$$y = \sqrt{2k(t - t_0) + K} \quad (2)$$

vagy $(t - t_0)$ -ra kifejezve

$$t - t_0 = \frac{y^2}{2k} \quad (2a)$$

ahol y = a diffúziós réteg vastagsága,

t = az idő,

t_0 = a diffúziós reakció kezdeti időpontja,
 k = a diffúziós állandó (mely a hőmérséklet,
 a környezetben levő oldott idegen anya-
 gok a klinkerásvány-minőség és a szem-
 csenagyság okozta hatások súlyozott át-
 lagértéke)

K = az integrálási konstans (ezt a továbbiak-
 ban nem kell figyelembe venni).

A fenti egyenletből látható, hogy végtelen ki-
 terjedésű sík felületű anyag diffúzióvezérelt hid-
 ratációja során az y időfüggvényét négyzetgyökös
 egyenlet írja le, azaz a már reagált anyag mennyi-
 sége az idő négyzetgyökével arányos mértékben
 növekszik.

Ha a cementszemcséket gömb alakúnak kép-
 zeljük, az előbbi egyenleteket két tényező befolyá-
 solja: egyrészt nem lehet a hidratált réteg vastag-
 ságát a reagált anyag százalékos mennyiségével
 arányosnak venni, hiszen a hidratáció a gömböt
 minden oldalról megtámadja; másrészt a hidrata-
 ció során a rendelkezésre álló felület és a még rea-
 gálatlan anyag térfogata egyaránt csökken ugyan,
 de nem egyforma mértékben. Ez azt jelenti, hogy
 a végtelen nagy sík felületre vonatkozó képletet
 e két tényező hatásának megfelelően helyesíteni
 kell.

Helyesbítés az első tényezőre: a cement hidra-
 tációja során az y , a diffúziós rétegvastagság köz-
 vetlenül nem határozható meg. Mérhető ezzel
 szemben a hidratációs fok, mely megmutatja,
 hogy az eredetileg jelenlevő reakcióképes anyag
 hányad része hidratálódott. A hidratációs fok
 definiáló egyenlete:

$$H = \frac{M_t}{M_s} \quad (3)$$

ahol H = a hidratációs fok,

M_t = a t időpontig hidratálódott cement
 mennyisége

M_s = az eredetileg jelenlevő, hidratációra
 képes cement összes mennyisége.

A fenti módon kifejezett H a definíció szerint
 0,0 és 1,0 közé eső, dimenzió nélküli szám; gyakran
 a H értékének százszorosát használják hidratációs
 százalék néven. A hidratációs százalékot a továb-
 biakban $H\%$ -kal jelöljük. Gömb alakú szemcsék
 esetében kiszámítható a H és az y közötti összefü-
 gés. Az 1. ábra jelöléseit alkalmazva

$H = \frac{\text{az eredeti térfogat} - \text{a még reagálatlan térfogat}}{\text{az eredeti térfogat}}$

$$H = \frac{4/3\pi r^3 - 4/3\pi(r-y)^3}{4/3\pi r^3} \quad (4)$$

$$= \frac{r^3 - (r-y)^3}{r^3} = 1 - \frac{(r-y)^3}{r^3}$$

Vegyük az r sugarat egységnek (ezt megte-
 hetjük, mert a továbbiakban a hidratált réteg vas-
 tagságát nem abszolút egységben, pl. mikronban
 fogjuk megadni, hanem a kiindulási sugár tört-
 részének tekintjük; ebben az esetben a H és az y
 közti összefüggés nem függ a gömb sugarától). Az
 előző egyenlet ebben az esetben a következő for-
 mátt ölti:

$$H = 1 - (1 - y)^3 \quad (5)$$

Ebből kell az y -t kifejezni.

$$1 - H = (1 - y)^3$$

Köbgyököt vonva mindkét oldalból

$$\sqrt[3]{1 - H} = 1 - y$$

és átszorozva

$$y = 1 - \sqrt[3]{1 - H} \quad (6)$$

Az így kapott y -t kell tehát a (2), illetve a
 (2a) egyenletbe helyettesíteni, ha az említett első
 tényező értelmében helyesbítünk. Az I. táblázat-
 ban megadjuk a fenti képlet alapján kiszámított
 y értékeket a H hidratációs fok függvényében.

Helyesbítés második tényezőre: a gömb alakú-
 nak képzelt cementszemcse hidratációja során
 állandóan csökken a még rendelkezésre álló, rea-
 gálatlan anyag mennyisége. Csökken egyúttal a
 reagáló felület is; de az előbbi a sugár köbével, az
 utóbbi a sugár négyzetével arányos mértékben.
 Vezessük be a felületi tényező fogalmát

$$\varphi_y = \frac{F_y}{K_y} = \frac{4\pi(1-y)^2}{4/3\pi(1-y)^3} = \frac{3}{1-y} \quad (7)$$

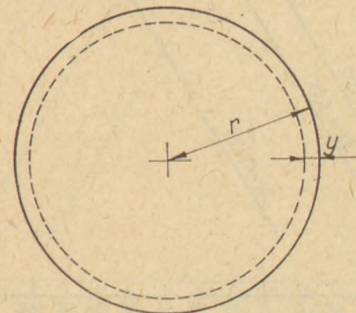
ahol φ_y = a felületi tényező

$F_y K_y$ pedig az egységnyi sugarú gömb fel-
 színe, illetve köbtartalma y mélységű hidra-
 táció után.

Az így kapott φ_y -nal kell tehát a (6) egyenlet
 segítségével meghatározott y -t szorozni, hogy a
 hidratáció során viszonylag egyre nagyobbá váló
 felület hatását is figyelembe vegyünk.

Mindezen meghatározásokat figyelembe véve
 az alábbi formában írhatjuk fel a cement-hidra-
 táció sebességi egyenletét:

$$t - t_0 = \frac{\varphi_y \left(1 - \sqrt[3]{1 - H}\right)^2}{2k}, \quad (8a)$$



1. ábra. A levezetés során alkalmazott jelölések

H	$1-H$	$\sqrt[3]{1-H}$	$y = 1 - \sqrt[3]{1-H}$	$y^2 \cdot 10^4$	φ_y	$\varphi_y \cdot y^2 \cdot 10^4$	$\frac{t-t_0}{(2k=1,35)}$
0,1	0,9	0,965	0,035	12,3	0,0310	0,381	0,282
0,15	0,85	0,947	0,053	28,1	0,0316	0,888	0,657
0,20	0,8	0,928	0,072	51,8	0,0323	1,67	1,24
0,25	0,75	0,908	0,092	84,6	0,0330	2,79	2,06
0,30	0,70	0,887	0,113	128	0,0338	4,33	3,20
0,35	0,65	0,866	0,134	179	0,0346	6,19	4,58
0,40	0,60	0,844	0,156	243	0,0355	8,63	6,38
0,45	0,55	0,819	0,181	328	0,0366	12,00	8,88
0,50	0,50	0,793	0,207	428	0,0378	16,18	11,97
0,55	0,45	0,766	0,234	548	0,0392	21,48	15,90
0,60	0,40	0,736	0,264	697	0,0407	28,37	20,99
0,65	0,35	0,704	0,296	876	0,0426	37,32	27,61
0,70	0,30	0,669	0,331	1095	0,0448	49,06	36,30
0,75	0,25	0,629	0,371	1380	0,0477	65,83	48,71
0,80	0,20	0,584	0,416	1730	0,0514	88,92	65,80
0,83	0,17	0,554	0,446	1990	0,0541	107,66	79,66
0,85	0,15	0,531	0,469	2200	0,0565	124,30	91,98
0,88	0,12	0,493	0,507	2570	0,0608	156,26	115,63
0,90	0,10	0,464	0,536	2870	0,0647	185,69	137,41
0,91	0,09	0,448	0,552	3050	0,0670	204,35	151,22
0,92	0,08	0,431	0,569	3240	0,0696	225,50	166,87
0,93	0,07	0,412	0,588	3460	0,0728	251,89	186,40
0,94	0,06	0,391	0,609	3710	0,0767	284,56	210,57
0,95	0,05	0,368	0,632	3990	0,0815	325,19	240,64
0,96	0,04	0,342	0,658	4330	0,0877	379,74	281,00
0,97	0,03	0,311	0,689	4750	0,0965	458,38	339,20
0,98	0,02	0,271	0,729	5310	0,110	584,10	432,23
0,99	0,01	0,215	0,785	6160	0,139	856,24	633,62

illetve

$$H = 1 - \left(1 - \sqrt[3]{\frac{2kt}{\varphi_y}} \right)^3 \quad (8b)$$

A 8 egyenletekben a ψ_y is szerepel. Ez azonban nem független változó, hanem a H függvénye. A H ismeretében a ψ_y számértéke az I. táblázatból könnyen leolvasható azaz a (8a) egyenlet minden további nélkül alkalmazható. A (8b) egyenletben a H a baloldalon szerepel. Az I. táblázat ebben az esetben is komoly segítséget jelent, nincs azonban akadálya annak, hogy a (8b) egyenletet explicit formában, azaz olyan módon formu-

lázzuk, melynek jobboldalán csak a $t-t_0$ kifejezés az egyetlen változó. Ehhez el kell végezni a (6) ill. (7) egyenlet szerinti helyettesítéseket.

A további levezetés mellőzésével csak a végeredményt adjuk:

$$H = 1 - \left\{ 1 + \frac{k(t-t_0)}{3} + \sqrt{\left[1 + \frac{k(t-t_0)}{3} \right]^2 - 1} \right\} \quad (9)$$

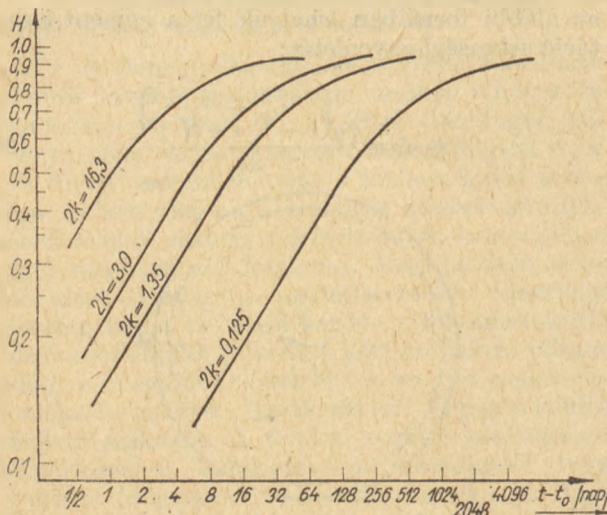
Ennek az egyenletnek a jobboldalán már csak a k állandó és a hidratációs idő szerepel.

Az egyenlet ugyan meglehetősen bonyolultnak látszik; a gyakorlat azonban bebizonyította, hogy a valóságban nem az, mert a $k/3$ állandó és a $t-t_0$ kifejezés egy-egy számérték, a hatványozások és gyökvonások pedig logaritmustábla segítségével könnyen gyorsan elvégezhetők.

A (8) ill. (9) egyenlet teljes általánosságban kifejezi a hidratációs fok változását az idő függvényében. Az egyenlet látszólag egyparaméteres; mint azonban már említettük, a k állandó mértékszámát számos tényező befolyásolja.

Az I. táblázatban feltüntettük a (8) függvény számértékeit. A formula számlálójában az $1 - \sqrt[3]{1-H}$ kifejezés négyzete szerepel; a sok zérus elkerülésére a táblázat a számértékek 10^4 -szeresét tünteti fel. Ennek megfelelően adtuk meg a $2k$ állandót is.

Az I. táblázatban feltüntettük a (8) függvény számértékeit $2k=1,35$ figyelembevételével is. Ez hozzávetőleg megfelel a normális szilárdulásnak. Jellemzősül: a 0,5 (illetve, százalékban kifejezve az 50%) hidratációs fokot kerekén 12 nap alatt éri el.



2. ábra. Az egyenletből számított $H-t$ görbék

A sebességi függvényt célszerű kétszer logaritmikus koordináta-rendszerben ábrázolni (2. ábra). Az ordinátatengelyen tüntettük fel a hidratációs fokot, az abszcisszatengelyen a hidratációs időt napokban. Az időtengely nem a szokásos tízes, hanem kettes alapú logaritmikus osztású; ez lehetővé teszi, hogy kellő pontossággal ábrázolhassuk a 12 órától több mint 20 éves időtartamig történő hidratációs időket. A 2. ábrán nemcsak a $2k=1,35$ -nek megfelelő görbét rajzoltuk fel, de a $2k=0,125$ -nek megfelelő (erősen késleltetett), $2k=3,0$ -nak megfelelő (kissé gyorsított pl. kevés CaCl_2) és a $2k=16,3$ (erősen gyorsított, pl. gőzölés) görbéket is. A 0,5 hidratációs fokot e görbék kereken 130, 5 és fél, illetve 1 nap alatt érik el.

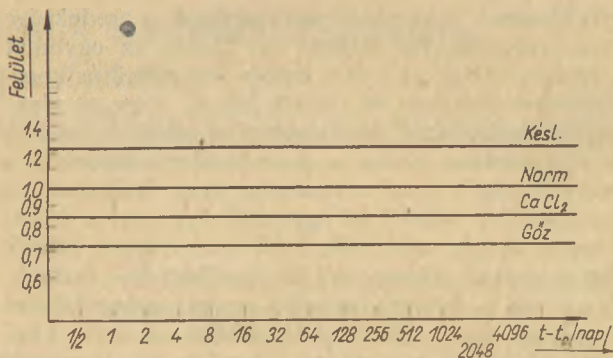
A szilárdság az idő függvényében

Az ismertetett megfontolások lehetővé teszik, hogy a szilárdság és az idő közötti összefüggéseket is az eddigieknél világosabban értelmezhesük. A bevezetésben közölték szerint ugyanis a szilárdság a hidratációs fok és a hidratált cement fajlagos felületének szorzatával arányos. A hidratációs fok és az idő összefüggését az előző pontban levezetett sebességi egyenlet adja meg; a fajlagos felület mértékét jelen fejtegetéseink szempontjából konstansnak vesszük; a konstans értéke függ a hidratáció sebességétől. Fejtegetéseink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a fajlagos felület annál nagyobb, minél lassabban folyt le a hidratáció.

A 3. ábrán az előbbi kétszer logaritmikus koordináta-rendszerben ábrázoltuk a fajlagos felületeket. Tekintettel arra, hogy nem mért, hanem teoretikus adatokat ábrázoltunk, az ordináta-tengelyen nem abszolút értékeket tüntettünk fel, hanem a normális szilárduláshoz tartozó felületértéket vettük egységnek. Abból a célból hogy lehetőleg minél szembeszökőbben mutassuk a törvényszerűségeket, a felületarányokat kissé túloztuk: a késleltetéssel kapott felületet 1,25-nek, a kismértékű gyorsítással (pl. CaCl_2) kapott felületet 0,85-nek, az erőlyes gyorsítással (pl. nagyhőfokú gőzölés) során kialakuló felületet 0,72-nek vettük fel a szokványos módon szilárduló cement 1,0 felületéhez viszonyítva. A valóságban a felületek közti arány nem ilyen nagy mértékű, de az irány azonos.

A 2. ábrán felrajzolt értékeket a 3. ábra megfelelő konstansaival szorozva kapjuk meg a szilárdság változását az idő függvényében a fentiekben vázolt elmélet szerint számítva. Tekintettel arra, hogy mindkét ábra ordinátatengelye logaritmikus beosztású, grafikusán a szorzás logaritmikus összeadásává egyszerűsödik; a szilárdságértékeket a 2. és 3. ábra egyszerű szuperpozíciójából nyerjük. A végleges görbéket a 4. ábrán láthatjuk.

A 4. ábra a cementhidratáció sebességi egyenletével kapcsolatos vizsgálataink szemléletes összefoglalása. Jól látható, hogy a görbék keresztezik egymást. Ezek a görbék azonban nem tapasztalati jellegűek, hanem elméleti dedukcióból erednek. (A jó szemléltetés kedvéért a görbéket extrém esetekre vonatkozó konstansok alapján számoltuk.) Teljesen analóg jellegű, ha nem is ilyen mértékű, a valóságban kialakuló szilárdság/idő-összefüggés. A szil-



3. ábra. A különböző sebességű hidratáció során kialakuló viszonylagos felületek

lárd elméleti bázis alapján jogosultnak tartjuk az alábbi tétel általános érvényű kimondását:

„A cement hidratációsebességének bármilyen megváltoztatása visszahat az elérhető végszilárdságra: (extrém eseteket kivéve) a gyorsított hidratáció kisebb, a késleltetett hidratáció nagyobb végszilárdságot eredményez, tekintet nélkül arra, hogy a hidratáció sebességét milyen módon befolyásoltuk (pl. vegyszerhatás, gőzölés, ill. hűtés, finom, ill. durva őrlés stb.)”

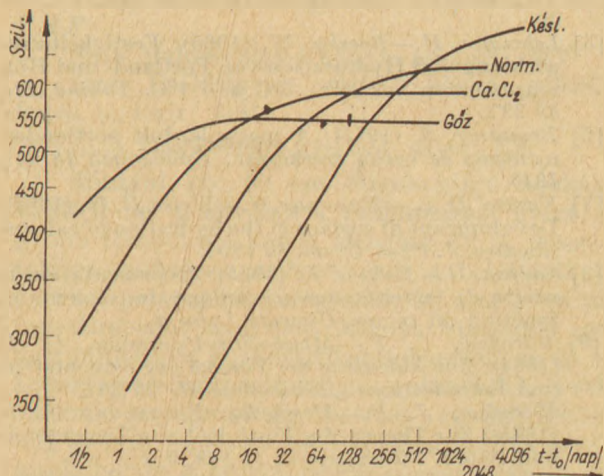
Az előzőekben említett, Kantro és munkatársai által leírt [7] megfigyelést helytállónak elfogadva tételünk még határozottabbá válik; szerintük ugyanis a 3. ábrán látható vonalak nem végig vízszintesek, hanem a hidratáció kezdeti periódusában (körülbelül $H\% = 8-10\%$ alatt) a fajlagos felület nagyobb és csak később csökken, majd válik állandóvá.

Ez a hatás a görbék kezdeti szakaszát meredekebbé teszi, de jellegüket nem változtatja meg.

Továbbfejlesztési lehetőségek

Véleményünk szerint a (8) egyenlet minden eddiginél jobban írja le a cementek hidratációs viselkedését. Ennek ellenére valószínű, hogy a továbbiak során egyes módosításokat végrehajtva az egyenlet pontosabbá és jobban használhatóvá válik. A továbbfejlesztés néhány lehetősége:

1. Mint a 2. és 4. ábrán látjuk, a hidratáció, illetve szilárdságot ábrázoló görbék kezdeti, loga-



4. ábra. A különböző sebességgel hidratálódó cement szilárdsága az idő függvényében

ritmikusnak tekinthető szakaszának meredeksége nem változik. Ez érthető is, hiszen az egyenlet egyetlen változója a k ; a kettős logaritmikus koordináta-rendszerben ez annyit jelent, hogy az alapgörbét önmagával párhuzamosan eltoljuk, azaz a k változtatása ebben a koordináta-rendszerben a meredekséget nem változtatja meg. Valószínűleg pontosabbá tehető az egyenlet, ha nem a H -val hanem annak valamely, 1-től nem nagyon eltérő, hatványával dolgozunk. Elképzelhetőnek tartjuk, hogy ezt a kitevőt minden egyes cementfajta meghatározásukra vonatkozó kitevő meghatározását is meg lehetne jelölni. Ebben az esetben az egyes cementfajták szilárdságának előrebecslése az ásványi elemzési eredmények ismeretében jól megoldható volna: a H kitevőjét a cementfajta, a k állandót a környezet körülményei (pl. hőmérséklet, kötőgyorsító- vagy késleltető szerek jelenléte stb.) határozzák meg*.

2. Szükségesnek és indokoltnak tartjuk a szilárdságot befolyásoló szorzat második tényezőjének, a fajlagos felületnek meghatározását a fontosabb klinkerásványokra és cementekre. A SZIKKTI-ben egyelőre még nem rendelkezünk BET-rendszerű fajlagos felületmérés lehetőségével. Célszerű volna a készülék összeállítása, legalább is az egyszerűbb, de gyakorlati célokat kielégítő vízgőz-adszorpciós változatban.

* Az „Építőanyag” szerkesztőbizottsága, a SZIKKTI és a szerző kívánatosnak tartaná, ha a fontosabb cementfajtákra vonatkozó állandók mielőbb rendelkezésre állnának, mert csak ilyen módon lehet azt eldönteni, hogy a cikkben közölt, önmagukban helytálló gondolatok alkalmazhatók-e a gyakorlatban. Kérjük ezért a cement-szilárdságvizsgáló laboratóriumok dolgozóit: kíséreljék meg adataikat a cikkben közölt levezetésükre értékelni és tapasztalataikról folyóiratunkat is tájékoztatni.

IRODALOM

- [1] Tamás F. (1966): Kutatások a cementszilárdulás kémiájának területén. *SzIKKI Tudományos Közlemények* 17. sz.
- [2] Kalnár I. né—Tamás F. (1965): Kísérletek lassanként betonokkal. *Építőanyag*, 17 361.
- [3] Tamás F. (1963): The hydration of portland cement and clinker minerals investigated by thermal methods. *Proc. Sixth Conf. Silicate Ind.* p. 425.
- [4] Tamás F. (1964): Méthode de mesure du degré d'hydratation des ciments. *RILEM Bull. No. 22.*, 56.
- [5] Lehmann, H.—Roesky, W. (1965): Festigkeitsentwicklung und Hydratation von Portland- und Hüttenzementen bei 20°C, 5°C und 1°C. *Tonind.-Ztg.* 89 337.
- [6] Brunauer, S. (1965): A megszilárdult portlandcementpép és beton szerkezete. *Építőanyag* 18 441; 1910.
- [7] Kantro, D. J.—Brunauer, S.—Weise, C. H. (1962): Development of surface in the hydration of calcium silicates. *J. Phys. Chem.* 66 1804.
- [8] Sadran, G.—Dellyes, R. (1965): Représentation linéaire de la résistance mécanique des ciments en fonction du temps. *Ciments Lafarge*.
- [9] Wirodow, J. P.—Mtschedlow-Petrossian, O. P. (1964): Zur Ableitung der Formel der Zementstein- und Betonfestigkeit. *Silikattechnik*, 15 257.
Wirodow, J. P.—Mtschedlow-Petrossian, O. P. (1965): Zur Theorie der Festigkeit von Zementstein und Beton. *Silikattechnik* 16 109, 312.
- [10] Riha, J. (1964): A betonszilárdítás idejének maximális lerövidítése. *RILEM-szimpózium*, Moszkva, I/5. sz. Előadás.

- [11] Berkovics, T. M. és munkatársai (1964): A beton gyorsított szilárdulása során lezajló folyamatok. *RILEM-szimpózium*, Moszkva, I/6. sz. Előadás.
- [12] Budnikov, P. P. és munkatársai (1964): A portlandcement 100°C-ig terjedő nedves-meleg kezelése során lejátszódó folyamatok. *RILEM-szimpózium*, Moszkva, I/7. sz. Előadás.
- [13] Kaiszer, L. A. (1964): A gőzölt portlandcement szilárdulási kinetikája. *RILEM-szimpózium*, Moszkva, I/8. sz. Előadás.

Tamás Ferenc: A cementhidratáció sebességi egyenlete

A diffúziós folyamatok általános elméletéből kiindulva új egyenletet vezetünk le, mely az eddigi logaritmikus egyenleteknél jobban írja le a cementhidratációs fokának változását az idő függvényében. A hidratációs fokból a képződő tobermorit-gél felületi energiájának megfelelő faktorról való szorzása útján számítható ki a szilárdság.

A cementek végső, azaz 100%-os hidratáció esetén mérhető szilárdságára visszahat a hidratáció sebessége: bármilyen módszerrel gyorsítsuk is a hidratációt (pl. finom őrlés, CaCl_2 , gőzölés stb.), az elérhető végszilárdság kisebb lesz, és fordítva: a késleltetett hidratáció (pl. hűtés, kötőkésleltető vegyszer) nagyobb végső szilárdságot eredményez.

Тамаш Ф.: Уравнение скорости гидратации цемента.

Исходя из общей теории диффузионных процессов, было выведено новое уравнение, которое лучше описывает изменение степени гидратации цемента в зависимости от времени, чем применявшиеся до сего времени логарифмические уравнения. Из степени гидратации путем умножения на фактор, соответствующий поверхностной энергии образующейся тоберморитового геля, рассчитывается прочность. В случае полной, т. е. 100% гидратации, скорость гидратации влияет на достигаемую прочность: независимо от способа ускорения гидратации (например тонкий помол, CaCl_2 , пропаривание) достигаемая конечная прочность всегда будет меньше, и наоборот, замедленная гидратация (например охлаждение, замедлители схватывания) будет всегда приводить к более высокой конечной прочности.

Tamás, Ferenc: Gleichung der Zement-Hydratationsgeschwindigkeiten

Auf Grund der allgemeinen Theorie der Diffusionsvorgänge wurde eine neue Gleichung festgelegt, welche die Änderung des Hydratationsgrades des Zementes als eine Funktion der Zeit genauer angibt als die bisher bekannten logarithmischen Gleichungen. Die Druckfestigkeit kann aus der Oberflächenenergie des entstehenden Tobermorit-Gels, auf Grund des Hydratationsgrades, mit einem entsprechenden Faktor multipliziert, berechnet werden.

Die Hydratationsgeschwindigkeit übt eine Rückwirkung auf die bei 100%-iger Hydratation meßbare Endfestigkeit aus; in welcher Weise man auch die Hydratation beschleunigt, (Feinmahlen, CaCl_2 , Dampfbehandlung, u.s.w.), die Endfestigkeit, vermindert sich und dementsprechend erreicht man bei verminderter Erhärtungsgeschwindigkeit eine höhere Druckfestigkeit.

Tamás, Ferenc: The rate equation of cement hydration

A new equation was derived from the general theory of diffusion-controlled rate processes, which gives a better interpretation on the degree of hydration vs. time function than logarithmic equations used earlier. Strength of hydrated cements can be calculated from the degree of hydration by multiplying it with a factor, depending on the surface energy of the tobermorite gel, formed during hydration. The final strength, i.e. strength at 100% hydration depends on hydration rate: final attainable strength will be lower and higher in case of accelerated and retarded hydration, respectively, no matter which method has been used for the modification of hydration rate (e.g. effect of chemicals, fine or coarse grinding, heating or cooling, etc.)

Visegrád környéki andezitek és dácitok tartóssági vizsgálata vízépítési beton-adalékanyag szempontjából

BALÁZS GYÖRGY—ERDÉLYI ATTILA—HORVÁTH ALBERT
Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem, Építőanyagok Tanszék, Budapest

Bevezetés

A szocialista iparfejlesztés építési igényeit kielégítő betoniparunk adalékanyag-szükségleteinek biztosítása egyre nagyobb gondot okoz. A problémát elsősorban az jelenti, hogy az egyébként kitűnő ásványi felépítésű és alaki tényezőjű homokos kavics-anyag nem a megkívánt mennyiségben és szemmegoszlásban áll rendelkezésre. Fő adalékanyag-nyerő helyünk, a Duna is egyre finomabb hordalékot ad a vízgyűjtő-medencéjébe beépített duzzasztógáták hordalékfogó hatása miatt. Így már a szokványos betonokban jelentkező mennyiségi igény is új adalékanyag-lelőhelyek feltárását teszi szükségessé. Különösen áll ez arra az esetre, ha koncentráltan, nagy tömegű betont akarunk építeni, ami például a vízi energiánk jobb kihasználásának tervbevétele során már felmerült. Ez egyben nemcsak azt jelenti, hogy az adalékanyag-közetnek néhány jellemző tulajdonságát meg kell állapítani, hanem olyan adalékanyagra van szükség, amely a szokványos szerkezeti betonok adalékanyagától megkívántnál sokkal szigorúbb feltételeknek is megfelel. A mérnökök jelenlegi felfogásában már nem a betonszilárdság a legfontosabb jellemzője a vízépítési betonoknak, hanem a tartóssága, vagyis, hogy 25 vagy 50 év múlva hogyan viselkedik.

Tehát a nagyobb vízépítési műtárgyakba beépítésre kerülő nagymennyiségű (sok esetben több százezer köbméter) betonnal, ill. annak nagy részével szemben elsősorban nem szilárdsági, hanem tartóssági követelményeket támasztunk. A vízépítési műtárgyak betonjának tartósságát — ha az a hordalékmozgás, illetve jég hatásának van kitéve, fagyponthoz alatti és feletti hőmérsékleten egyaránt — az alábbi tényezők befolyásolják:

- a) szilárdság,
- b) fagyállóság,
- c) kopásállóság,
- d) vízzáróság,
- e) ellenállás a kavitációval és egyéb (úszó tárgyak okozta) ütésekkel szemben,
- f) ellenállása a külső (víz és hordalék agressziója) és a belső (cementpép és az adalék közti reakciók) vegyi hatásokkal szemben,
- g) mozgások vagy megakadályozásuk esetén feszültségek, illetve repedések a betonban amiatt, hogy eltérő hőtágulású, illetve eltérő zsugorodású és duzzadású anyagokat tartalmaz.

(Megjegyezzük, hogy a szabadon alakváltozó betonban is keletkeznek belső feszültségek az alkotóelemek különböző mértékű zsugorodása és duzzadása, ill. hőkitérjedése miatt.)

A vízépítési betonnal szemben tehát sok tekintetben sokkal szigorúbb követelményeket támasztunk, mint más szerkezeti betonokkal szemben. Ezek a követelmények vonatkoznak a beton adalékanyagára is.

A tervbevetett dunai vízierőmű építésével kapcsolatban felmerült az a kérdés, hogy milyen adalékanyagokkal lehet a leggazdaságosabban építeni. Szóba került a helyszínen kotorható dunakavics javítása a környezetben fejtett kőzetek anyagával. Alkalmasságukra azonban az eddigi, vízépítési beton szempontjából nem kielégítő mélységű vizsgálatok eredményei alapján nem lehetett egyértelmű választ adni.

A továbbiakban a Visegrád környéki kőzetekkel kapcsolatos kutató munkának arról a részéről számolunk be, melyet az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Építőanyagok tanszékén (tanszékvezető: dr. Palotás László egyetemi tanár) végeztünk. Úgy véljük, hogy kutatási eredményeink közzététele hasznos, mert ilyen mélységű, és minden részletre kiterjedő kutatást hazánkban még nem végeztek, minthogy ilyen szigorú igények sem merültek fel eddig. Emiatt azután nincs is kimondottan vízépítési betonra vonatkozó szabványunk. Vizsgálataink során ezért elsősorban külföldi tapasztalatokra, előírásokra támaszkodtunk, de a hazai útépítési gyakorlat kőzetvizsgálati módszereiből is merítettünk [1].

A kutatás során megvizsgált kőzetek:

Dunabogdány 1. sz. bánya alsó szint, andezit:

DA

Dunabogdány Keleti bánya felső szint, andezit: DF

Visegrád Mátyáshegy alsó település, andezit: VMA

Visegrád Mátyáshegy felső település, andezit: VMF

Szob Malomvölgy-i bánya, andezit: MV

Szob Csákhegy-i „etage” bánya, jelenlegi fejtés, andezit: SzE

Szob Malomvölgy-i bánya, dácit: EF

Mintául kb. 50 cm élhosszúságú kockákat küldtek be, amelyeket a robbantással nyert nagyobb tömbökből kézzel faragtak ki. A vizsgálatokhoz szükséges próbatesteket a beküldött kő-kocka ama részéről fűrészeltük ki, amelyben már hajszálrepedés sem volt. Minden vizsgálati eredményünk tehát gyakorlatilag *ugyanarra* az ép kőzetanyagra vonatkozik, s így a mintavételi helyekkel változó anyagminőség szórása eredményeinket alig terheli. Az 50 cm élhosszúságú kockák kivételének helyét a bányagazgatósággal közösen tartott bejárásról jelöltük ki, a rétegre jellemző minőségű szakaszokból.

Az itt felsorolt kőzetek ásvány-kőzettani vizsgálatát az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani tanszéke végezte el [7].

A kísérleti eredmények és azok értékelése A kőzetek vízfelvétele

A kőzetek fagyállóságára és térfogatállandóságára utal már a kőzetek vízfelvétele is. Így pl. általában fagyállóknak tekintik a kőzetet, ha vízfelvétele 0,5%-nál kisebb. A lengyel PN-62/B-06256 szabvány (Kopásálló betonok) 1%-os vízfelvételt enged meg.

A kőzetek vízfelvételét az MSZ 1991. szabvány 6. pontja szerinti

- 1 ata nyomáson,
- fokozatos víztelítéssel,
- 15—20 mm higanyoszlop-nyomásnak megfelelő, légritkított térben és végül eltérve a szabványtól
- forralással határoztuk meg.

1. táblázat

A kőzetminták átlagos vízfelvételei

Minta jele	Vízfelvétel (%)				Telítési tényező
	vízben tárolva	fokozatos vízbe merítéssel	főzéssel	10—20 Hgmm nyomáson	
Dunabogdány alsó DA	4,49	4,49	5,15	6,41	0,700
Dunabogdány felső DF	3,59	3,65	3,67	4,58	0,795
Visegrád Mátyás-hegy alsó VMA	1,55	1,55	1,66	1,72	0,90
Visegrád Mátyás-hegy felső VMF	1,90	1,99	2,20	2,25	0,885
Szob Malomvölgy MV	2,29	2,29	2,59	2,65	0,865
Szob etage SZE	1,93	1,93	1,99	2,03	0,95
Szob dácit EF	3,90	3,90	4,60	4,70	0,83

Valamennyi vizsgálatot ugyanazokon a próbakockákon végeztük el.

A kísérleti eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A vízfelvételi eredmények után a telítési tényezőt is feltüntettük, amelyen az 1 att nyomáson vízben tárolással és légritkított térben tárolt próbakockák vízfelvételének a hányadosát

értettük: $t_t = \frac{v_1}{v_0}$. Általában nem tekintik fagyveszélyesnek a kőzetet, ha a telítési tényezője 0,8-nál kisebb. (Ha a kőzet fokozatos vízbe merítéssel nagyobb nedvfelszívást mutatott, mint a v_1 közönséges vízben való tároláskor, akkor ezt a v_f fokozatos vízfelvételt vettük figyelembe.)

A VMA, VMF, MV és SZE-jelű kőzetek e 0,8-as megszabás szerint nem lennének fagyállóak — de megjegyezzük, hogy a légritka térben való telítés nem a legerélyesebb módszer. A kísérleti nehézségek miatt eltekintettünk a 150 att nyomáson való telítésből, amely bizonyos nagyobb v_{150}

vízfelvételt, s így kisebb, a fagyállóságot esetleg bizonyító v_1/v_{150} telítési tényezőt adott volna.

A kőzetek nyomószilárdsága

A kőzetek nyomószilárdságát az MSZ 1991. szabvány 8. pontja szerint 5—5 db kb. 5 cm élhosszúságú kiszáritott, továbbá légszáraz, illetve vízzel telített kockán állapítottuk meg. Az átlagos kockaszilárdságokat a 2. táblázatban adtuk meg.

Sok szabályzat és előírás azt kívánja meg, hogy

$$t_t = \frac{\sigma_e}{\sigma} = 0,8$$

legyen. A képletben a t_t tényezőt lágyulási tényezőnek nevezzük, σ_e a vízzel telített kockák nyomószilárdsága, σ a légszáraz kockák nyomószilárdsága.

A lágyulási tényezőt is feltüntettük a 2. táblázat utolsó sorában.

2. táblázat

A kőzetek szilárdsága

A kőzet jele	A kőzetek szilárdsága (kp/cm ²)			Lágyulási tényező légszárazra vonatk.
	kiszáritott	légszáraz	vízzel telített	
Dunabogdány alsó DA ..	1332	973	779	0,80
Dunabogdány felső DF	1425	1192	1079	0,905
Visegrád Mátyás-hegy alsó VMA	1732	1380	1842	1,32
Visegrád Mátyás-hegy felső VMF	1638	1325	1251	0,945
Szob Malomvölgy MV ..	2657	1941	2072	1,06
Szob etage SZE	1629	1121	1062	0,945
Szob dácit EF	2620	2051	2272	1,11

Szilárdságukat és a lágyulási tényezőt tekintve a vizsgált kőzetek a vízépítési betonhoz megfelelőek, mivel szilárdságuk nagyobb a beton megkívánt kétszeres szilárdságánál. Kopásálló betonhoz azonban (kb. B. 500) szilárdság szempontjából a dunabogdányi andezitek már nem megfelelőek, és a SZE-jelű szobi kőzet is elégtelen szilárdságú.

A kőzetek fagyállósága

A kőzetek fagyállósági vizsgálatát az MSZ 1991. szabvány 7. pontja szerint végeztük el. 5—5 db kb. 5 cm élhosszúságú kockát vetettünk alá váltakozva a szabványban előírt +20 és —20°C közti hőmérséklet-ingadozásnak, illetve fagyhatásnak. Valamennyi kockát minden 25-szöri fagyasztás után gondos vizsgálatnak vetettük alá. A fagyasztást 150-szer ismételtük meg. 150-szeres fagyasztást azért választottunk, mert a csehszlovák vízépítési beton szabvány szerint — ČSN 732020/1954 — amely a GOSZT előírásait vette át, — a vízépítési betonoknak a fagygal szembeni ellenállását 150-szeres ismétléssel lehet elbírálni, figyelembe véve a hazánkban várható fagyos napok számát, tartamát és intenzitását. Szabad szemmel nem tudtunk káros elváltozást megállapítani. Súlyesökkenés is csak elhanyagolható mértékben fordult elő.

Az MSZ 1991. szabvány a fagyállóság mértékét a fagy hatására bekövetkező súlyvesztés függvényében adja meg. E határértékek alapján a közeteket fagyállóknak kell minősíteni.

Megjegyezzük, hogy a magyar szabvány nem tartalmaz előírást a fagyasztott szabályos testben megengedhető hőmérsékleti gradiensre vonatkozóan, holott irodalmi adatok szerint [2] a gyorsfagyasztó vizsgálatok esetén (ilyen az MSZ szerinti is) a romboló hatást nemcsak és nem is elsősorban a megfagyó víz jégnyomása, hanem a próbatesten belüli különböző hőmérsékletek okozta különböző hosszváltozások, illetve az ennek megfelelő feszültségek okozzák. Ilyen értelemben minden gyorsfagyasztó vizsgálat a természetben előforduló lassabb hőmérsékletváltozásokhoz képest igen szigorú, érelyes vizsgálatot jelent.

A fagyasztás-olvasztás szilárdsági hatását ki szokás fejezni pl. az ún. *fagylágyulási tényezővel*

$$t_f = \frac{K_f}{K_0}$$

ahol K_f jelenti a fagyasztás utáni

K_0 jelenti a fagyasztás előtti nyomószilárdságot, vízzel telített állapotban.

Azért, hogy t_f értékét kiszámíthassuk, az 50, 100, ill. 150 fagyasztás után taláalomra kiválasztott 5—5 db próbakockát eltörtünk. A szilárdsági értékeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. Megjegyezzük, hogy míg az 50., ill. 100. fagyasztás után közvetlenül elvégeztük a törést, addig a 150. fagyasztást követő kb. 1 hónapon át tároltuk a próbatesteket.

A fagyasztási vizsgálat után megállapított szilárdság
3. táblázat

A közet jele	A közet szilárdsága (kp/cm ²)				Fagylágyulás 150 fagyasztás után
	0	50	100	150	
	fagyasztás után				
Dunabogdány alsó DA	779	747	804	843	1,08
Dunabogdány felső DE	1079	830	968	1059	0,99
Visegrád Mátyás-hegy alsó VMA	1842	1033	1313	1533	0,83
Visegrád Mátyás-hegy felső VMF	1251	1037	921	1157	0,92
Szob Malomvölgy MV	2072	1659	1851	1890	0,91
Szob etage SZE	1062	747	820	900	0,85
Szob dácit EF	2272	2038	2297	2397	1,05

Érdekes, hogy az 50. fagyasztás után kaptuk a legkisebb szilárdságot, a 100. fagyasztás után nagyobbat és a 150. fagyasztás után a legnagyobbat. Mivel az 50. fagyasztás után a kockák szilárdságának szórása is elég nagy volt, ezért a későbbiek során a kockák nyomott felületét törés előtt még egyszer utána csiszoltuk.

A magyar szabványok nem adnak meg számadatokat a t_f tényező értékelésére, t_f határértékére

a német szabvány 0,85-öt, az osztrák szabvány 0,80-at ír elő, a szovjet építési gyakorlat 0,75-öt kíván meg [8]. Az előbbi előírás szerint az VMA-jelű közet kivételével mind fagyálló, az utóbbi szerint pedig még az is, — 150 fagyasztási ciklusra értelmezve.

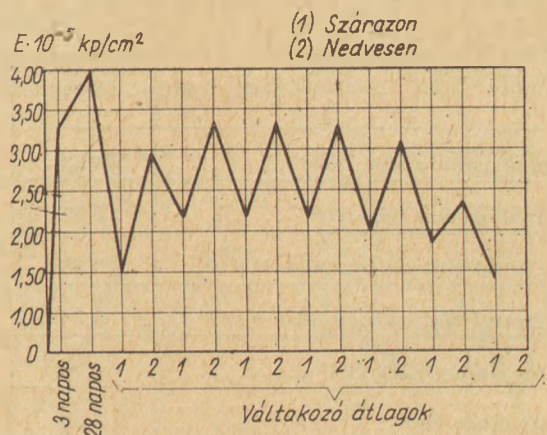
Szokás a fagyállóságot a fagyasztás-olvasztásnak kitett próbatestek dinamikus rugalmassági modulusával, illetve ennek %-os csökkenésével jellemezni. Ezért 500 kHz-es mérőfejjel ellátott B I-8 betonoszkóppal megvizsgáltuk a próbakockák dinamikus Young-modulusát (E_{din}). Az eredményeket a 4. táblázat tartalmazza. A 4. táblázat adatai alapján a fagyveszélyességre vonatkozó egyértelmű következtetést nem tudunk levonni, mivel a Young-modulust sokkal inkább befolyásolja a próbatest nedvességtartalma, mint a fagy hatására esetleg bekövetkezett kismértékű belső repedezettség. (A fagyasztott testeket légszárazon vizsgáltuk.)

A nedvességtartalom hatására nézve figyelemre méltók Sztolnyikov [4] mérési eredményei. A váltakozva kiszáritott és vízzel telített betonok E_{din} rugalmassági modulusa az 1. ábra szerint ala-

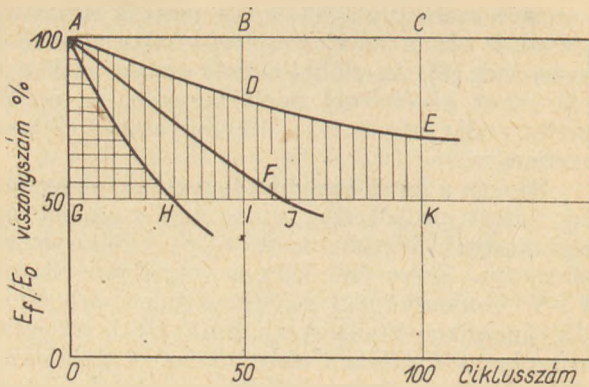
A kockák dinamikus rugalmassági modulusának változása

4. táblázat

A közet jele	E_{din} rugalmassági modulusa (kp/mm ²) × 10 ⁻²		
	kiszáritott	vízzel telített	150 × fagyasztva
Dunabogdány alsó DA	29,8	38,8	40,0
Dunabogdány felső DF	24,2	35,9	42,3
Visegrád Mátyás-hegy alsó VMA	54,4	65,0	71,7
Visegrád Mátyás-hegy felső VMF	56,3	63,8	67,8
Szob Malomvölgy MV	52,8	57,3	71,1
Szob etage SZE	36,1	46,2	54,1
Szob dácit EF	51,5	69,7	60,3



1. ábra. A beton E_{din} dinamikus rugalmassági modulusának változása a víztartalommal [4]



2. ábra. A fagyállóság területi mérőszámai a ciklusszám—
— E_{din} függvényábrából [5]

kult. (A kb. azonos vízfelszívású köveknél hasonló a helyzet.) Megjegyezzük, hogy az E_{din} alapján az egész fagyasztás folyamán végig lehet kísérni a várható szilárdságsökkenést, anélkül, hogy a próbatesteket el kellene törni. Ezután a kiértékelés sem a t_f fagyágyulási tényezővel történik, hanem a 2. ábrán bemutatott grafikonból kivett területekkel [5]. Pl. az ADE-görbe esetén a tartóssági tényező 100 ciklusra az ADEKGA-terület és az ACKG-terület hányadosa. Az AH-görbéjű anyag tartóssága az AHGA és ABIGA-terület hányadosa, 50 ciklusra. — Bár a különböző E_{din} mérések eredménye különbözhet egymástól, azonos összetételű és nedvességtartalmú betonon, azonos készülékkel mért eredmények azonban a viszonylagos tartósság megállapítására bizonylyan alkalmasak.

A kőzetek kopásállósága Böhme-rendszerű koptatógépen

Az MSZ 1991. szabvány 9. pontja szerint előkészített próbatesteket korund-porral szárazon, illetve nedvesen koptattuk.

A kopási vizsgálat átlageredményeit az 5. táblázat tartalmazza.

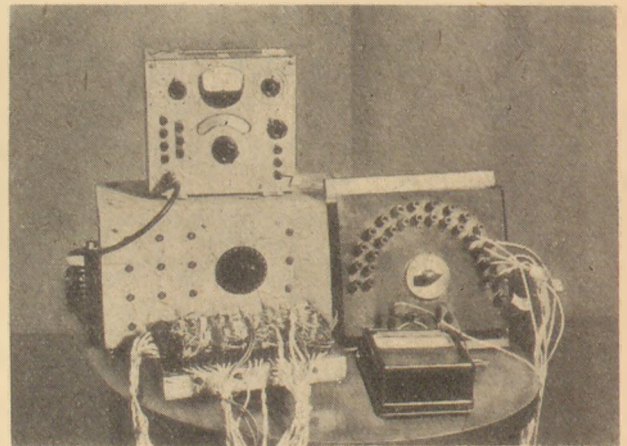
A kopásértékek közül a magasságsökkenést tekintjük mértékadónak, mivel a súlycsökkenésbe a vizsgálat során bekövetkező nedvességsökkenés okozta súlyvesztés is belejátszhatott.

A vizsgálat szerinti *egyenletes kopás* szempontjából az MV jelű malomvölgyi andezit és EF-jelű dácit mutatkozott a legellenállóbbnak. Ezeknek a kőzeteknek a kopási mértéke kb. megegyezik a kopásállónak ismert zalahalápi és uzsai bazaltokéval.

Érdekes összehasonlítás kínálkozik az adalékközet, valamint kísérleti, kész betonjaink kopásállósága közt [3]. Ha az 1 mm alatti homokot korunddal helyettesítettük (26%), akkor az NZ 20(40—12/22—5/12 szobi zúzott andezit frakciókból (26—14—17%) és 17% 1/5 mm dunai homokból összeállított betonunk nedves kopása (Böhme készüléken) mindössze 2,05 mm volt, tehát jobb, mint az 5. táblázatban látható, tiszta szobi dáciton (EF) mért 3,03 mm-es eredmény. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy bizonyos áldozatok árán az alapkőzetnél kopásállóbb beton is készíthető.

A kőzetek lineáris hőtágulása

Andezitek térfogati vagy lineáris hőkiterjedési együtthatójára sem hazai, sem külföldi kézikönyvekben nem találtunk adatot. Emellett az andezitek változatosága amúgy is szükségessé tette volna a kérdéses ásványos összetételű andezitek ilyenirányú alapos vizsgálatát.



3. ábra. MÉRŐBERENDEZÉS A KŐZETEK LINEÁRIS HŐKITERJEDÉSI EGYÜTTÁJTÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA

A kopási vizsgálat eredménye

5. táblázat

A kőzet jele	Magasságsökkenés (mm)			Súlycsökkenés (g)		
	száraz	nedves	eltérés %	száraz	nedves	eltérés %
Dunabogdány alsó DA	5,28	5,36	+ 1,5	59,2	70,0	18,2
Dunabogdány felső DF	5,37	5,57	+ 3,7	63,6	75,6	18,8
Visegrád Mátyáshegy alsó VMA	3,80	4,57	+ 20,2	48,2	61,4	27,4
Visegrád Mátyáshegy felső VMF	3,76	5,47	+ 45,5	46,8	73,2	56,5
Szob Malomvölgy MV	2,79	3,60	+ 29,0	33,2	45,4	36,7
Szob etage SZE	5,35	8,77	+ 64,0	60,2	106,0	76,1
Szob dácit EF	2,66	3,03	+ 13,9	34,4	44,8	30,1

A kőzetminták hosszváltozása ismételt telítés ill. szárítás hatására

Minta jele	Légnedves		1. szárítás ($m = 0,00\%$) $\varepsilon = 0,00$ o/o	1. telítés		2. szárítás ($n = 0,00\%$ o/o) ε o/o	2. telítés		Kőzetfajta
	ε o/o	n %		ε o/o	n %		ε o/o	n %	
DA	0,102	1,47	0,000	0,167	3,87	-0,028	0,240	3,87	andezit
DF	0,064	1,72	0,000	0,519	3,34	-0,128	0,413	3,33	andezit
VMA	0,120	1,66	0,000	0,347	2,62	-0,209	0,374	2,69	andezit
VMF	0,333	2,22	0,000	0,370	2,77	-0,083	0,065(?)	0,95(?)	andezit
MV	0,065	2,47	0,000	0,268	2,58	-0,065	0,092(?)	1,06(?)	andezit
SzE	0,305	2,69	0,000	0,666	3,72	-0,042	0,680	3,00	andezit
EF	0,142	0,63	0,000	0,231	1,59	+0,064	0,267	1,58	dácit

Megjegyzés: zsugorodás: negatív;
duzzadás: pozitív.

Minden adat 3 db próbatést átlaga

A lineáris hőtágulási együttható vizsgálatához a hétféle kőzetmintából a rétegződés irányára való tekintet nélkül 3—3 db $1 \times 1 \times 7$ cm méretű hasábot fűrészelünk ki.

A mérést úgy hajtottuk végre, hogy valamennyi próbatestre két-két szemben levő oldalára 2 cm alaphosszú nyúlásmérő bélyeget ragasztottunk és különböző hőmérsékleten megállapítottuk a próbahasáboknak az általunk választott vörösréz etalon hasábéhoz viszonyított lineáris alakváltozását. A mérőberendezést a 3. ábrán mutatjuk be. A -20 — 30°C hőmérsékletet fagyasztószekrényben, a $+100$ — 140°C hőmérsékletet elektromos szárítószekrényben állítottuk elő. A próbatestek és a környező légtér hőmérsékletét réz-konstantán termoelemekkel mértük.

A nyúlásmérést többször megismételtük. A kövek lineáris hőtágulási együtthatóját úgy határoztuk meg, hogy a vörösréz ismert lineáris hőtágulási együtthatójából (0°C és $+100^\circ\text{C}$ között kb. $1,64 \times 10^{-5}$ ($^\circ\text{C}$)) kivontuk a vörösréz és kő hőtágulásának mért különbségét. A számítás során eltekintettünk attól, hogy mind a vörösréz (0°C -on pl. $1,62 \times 10^{-5}$ ($^\circ\text{C}$)), mind a kő hőtágulási együtthatója kismértékben függ a hőmérséklettől is.

A vizsgált kőzetek lineáris hőtágulási együtthatója

6. táblázat

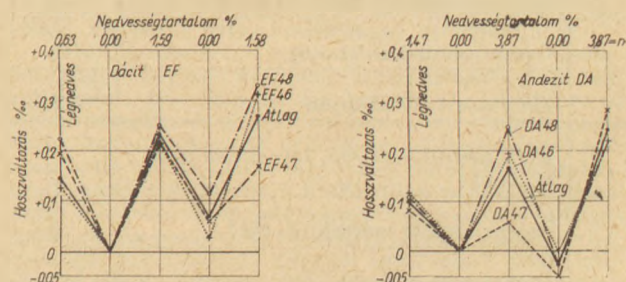
A kőzet jele	A hőtágulási együttható ($110^{-6}/^\circ\text{C}$)			
	egyenként			átlag
Dunabogdány alsó DA	11,58	10,37	9,46	10,47
Dunabogdány felső DF	10,64	10,50	9,93	10,36
Visegrád Mátyáshegy alsó VMA ..	9,03	9,92	9,90	9,62
Visegrád Mátyáshegy felső VMF ..	9,87	9,63	9,00	9,50
Szob Malomvölgy MV	9,77	11,10	9,92	10,26
Szob etage SzE	9,64	10,95	10,53	10,37
Szob dácit EF	9,25	8,92	9,75	9,31

Az eredményeket feltüntető 6. táblázatból is látható, hogy a vizsgált andezitek átlagos lineáris hőtágulási együtthatója $9,50 \times 10^{-6}$, $10,47 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ érték között változik, a dácitét pedig $9,31 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Lényeges eltérés van azonban a kvarc kézikönyvekből ismert hőtágulási együtthatója ($14 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) és a vizsgált kőzetek között. Ha tehát pl. vízepítési betonban 0/30 mm szemnagyságú homokos kavicsot 30/120 mm szemnagyságú andezittel vagy dácittal akarunk egybeépíteni, számolni kell azzal, hogy az adalékok hőtágulási együtthatóinak $4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$, azaz 40% nagyságrendű eltérése miatt még egyenletes hőmérséklet-változás esetében is belső feszültségek lépnek fel a betonban.

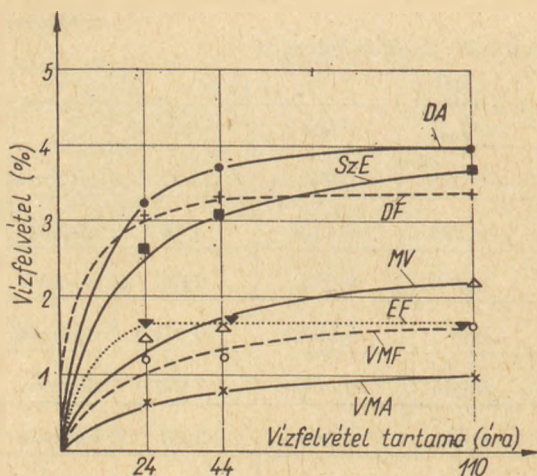
A kőzetek alakváltozása víz hatására

A kvarckavics vízfelvétele általában elhanyagolhatóan kicsi, tehát a vízfelvétel hatására bekövetkező alakváltozása is elhanyagolható. Ha viszont dunai homokos kavicsot andezit zúzottkővel akarunk kiegészíteni, akkor számolni kell a két adalékanyag különböző alakváltozásával.

A vizsgált kőzeteknek kb. 18°C -os hőmérsékletű térben víz hatására bekövetkező, 3—3 db hasábon megállapított hosszváltozásait a 7. táblázatban foglaltuk össze. Az 1. és 2. telítés után egyaránt az SzE, DF és a VMA-kőzet duzzadt legjobban (figyelmen kívül hagytuk a VMF-próbatesteket, minthogy másodsorra nem sikerült



4. ábra. Kőzetek hosszváltozásai az ismételt szárítás és telítés hatására



5. ábra. A próbatestek vízfelvételének alakulása az idő függvényében, vízben való tárolás során

éremlegesen telíteni őket) — ezek a kőzetek a fagyfagyulási, ill. az összesített rangsor szerint (8. táblázat) a leggyengébbek közt vannak. Az 1. és 2. telítés után *legkisebb* alakváltozást (figyelman kívül hagyva ismét a *VMF* és *MV*-testeket) a *DA* és *EF*-jelű kőzet szenvedte, s ezek fagyfagyulás szempontjából is a legjobbak (8. tábl. 4. rovat) szárított állapotban mért (zsugorodási) deformációkból következtetést levonni egyelőre nem tudunk. Érdekes az összes andezit és a dácit eltérő viselkedése: a dácit kiszáritott állapotban is duzzadt maradt (4. ábra). Eltérően viselkedik a dácit a telítés során is: 24 óra alatt telítődik — míg pl. az *SzE*-jelű andezit 44 óra után is rohamosan veszi fel a vizet (5. ábra). Érdekes, hogy a gyorsan telítődő (feltehetően aránylag kevésbé kiterjedt kapilláris pórus szerkezettel rendelkező (*EF*, *DF* és *DA*-jelű kőzetek fagyfagyulás szempontjából ugyancsak a legjobbak (8. táblázat) — viszont

a sokáig telítődő (feltehetően túlnyomórészt kapilláris méretű pórus szerkezetű) *VMF* és *SzE*-kőzetek fagyállóság szempontjából is a legrosszabbak. Feltétlenül érdemes volna a kőzet szövet pórus nagyság-eloszlásának vizsgálata és a fagyállósággal való összehasonlítása.

A mért alakváltozások mindenestre jelentősek, kőzetfajtánként változók és nem is arányosak a vízfelvétellel. Viz hatására különbözőképpen alakváltozó adalékanyagok betonba való egyidejű felhasználása során ezt a jelenséget nem hagyhatjuk figyelmen kívül: az ismételt kiszáradás és telítődés okozta belső mozgások és időállóság összefüggésének kérdését azonban csak betontechnológiai kísérletekkel lehet eldönteni.

Az adalék-alkáli reakció lehetősége

A cement 0,6%-nál nagyobb alkálitartalma esetén (Na_2O egyenértékben számolva) felmerülhet az alkáli-adalék reakció veszélye, ha az adalékanyag amorf szilikátokat, opált, tridimitet, kriptokristályos andezitet, dácitot, riolitot stb. tartalmaz. A vizsgált kőzetek legtöbbje mikroholog-kristályos profiros, tehát durvább szövetű a kriptokristályosnál. E kőzetek átlagban 50%-ban tartalmaznak nagy porfiros elegyrészeket, ezek mintegy ellensúlyozzák az alapanyag esetleges bomlását. Kedvezőtlen ásványok a mi anyagaink között nem szerepeltek és geológiaiailag gyakorlatilag egyaránt számításon kívül hagyhatók. Az alkáli-adalék reakció *várhatóan* nem veszélyeztet. Az adalék kőzettani vizsgálatán túlmenően azonban el kell végezni az adalék-alkáli próbareakciót, pl. az *ASTM C 289* szabvány szerint, minthogy a váci klinkerre és a környékbeli hidraulitokra épülő *cementjeinek* az alkáli reakció szempontjából veszélyesnek minősülnek, és így biztonságot *csak* az adalék negatív viselkedése nyújthat.

8. táblázat

Rangsorolás a vizsgálatok alapján

		DA	DF	VMA	VMF	MV	SzE	EF
1	Telítési tényező (1. tábl.)	1	2	6	5	4	7	3
2	Abszolút szilárdság (2. tábl.)	7	5	3	4	2	6	1
3	Lágyulási tényező (2. tábl.)	6	5	1	4	3	4	2
4	Fagyfagyulási tényező (3. tábl.)	1	3	7	4	5	6	2
5	Nedves kopási mérték (5. tábl.)	4	6	3	5	2	7	1
	Összes pontszám (1—5)	19	21	20	22	16	30	9
	Helyezés 1—5 alapján	III.	V.	IV.	VI.	II.	VII.	I.
6	E_{din} abszolút értéke 150 ciklus után (4. tábl.)	7	6	1	3	2	5	4
7	Száraz kopási mérték (5. tábl.)	5	7	4	3	2	6	1
	Összes pontszám (1—7)	31	34	25	28	20	41	14
	Helyezés 1—7. alapján	V.	VI.	III.	IV.	II.	VII.	I.

Az eredmények összefoglalása

A mechanikai és tartóssági (időállósági) vizsgálatok itt közölt, és [2], ill. [3]-ban részleteiben is olvasható eredményei alapján a megvizsgált kőzeteket pontozással rangsorba állíthatjuk.

A 8. táblázatban először a telítési tényező, az abszolút szilárdság (a légszárás, kiszáritott és telített közül a legkedvezőtlenebbet vettük figyelembe), a lágyulási tényező, a 150 ciklus után mért fagy-lágyulási tényező, valamint a nedves kopási mérték alapján rangsoroltuk a kőzeteket; — ezután az eredményeket kiegészítettük a 150 fagyasztási ciklus után szonikus úton mért E_{dm} rugalmassági modulus abszolút értékével és a száraz kopási mértékkel, s újra elvégeztük a rangsorolást. Az I. és II, valamint a VII. helyezést mindkét esetben ugyanaz a kőzet kapta, tehát a vizsgálataink szerint legjobb és legrosszabb kőzetek kétség nélkül meghatározhatók. Az első (8. táblázat 1—5 alapján végzett) rangsorolást fogadva el mértékadónak, a kőzetek átlagos jóságai sorrendje az általunk végzett vizsgálatok alapján:

I. Szobi dácit (EF)	9 pont
II. Szob Malomvölgy-i andezit (MV)	16 pont
III. Dunabogdányi alsó bányaszint and. (DA)	19 pont
IV. Visegrád Mátyáshegy alsó szint (VMA)	20 pont
V. Dunabogdányi felső szint (DF) ..	21 pont
VI. Visegrád Mátyáshegy felső (VMF) ..	22 pont
VII. Szob etázs (SzÉ)	30 pont

Az eredményekből kitűnik, hogy a III—VI. helyre rangsorolt kőzetek átlagos minősége közt kevés a különbség, viszont nyilvánvalóan legjobb a szobi dácit, és utána a Szob—Malomvölgyben fejtett andezit, viszont semmiképpen nem használható fel a szobi bánya etázs-szintjéről fejtett andezit.

A 8. táblázat eredményei alapján a szobi dácit és a malomvölgyi andezit elsődleges alkalmazását lehet javasolni: az utána következő Visegrád—Mátyáshegyi és dunabogdányi andezitek nagyjából azonos, az előbbieknél gyengébb minőségűek. (Az alsóbb szintek jobbak.)

Kopásálló betonokhoz használt adalékanyaggal szemben különösen élesen vetődik fel az időállóság és a kopással szembeni ellenállás kérdése, de nő a szilárdsági igény is. Véleményünk szerint az első négy közül három (EF, MV, VMA) kőzetfeleség a fenti jóságai sorrendben a kopásálló beton adalékanyagául is felhasználható.

Az irodalomban nem talákoztunk olyan esettel, hogy nagytömegű vízépítési létesítménybe homokos kavicsot kőzuzalékkal (zúzott követ) együtt betonadalékként alkalmaztak volna, de andezitet sem alkalmaztak még nagy vízépítési betonszerkezethez. Ezért megvizsgáltuk a fenti kőzetek lineáris hőtágulási együtthatóját és alakváltozását a víz hatására. Ha 0/30 homokos kavicsot 30/120 (vagy más méretű) kőzuzalékkal kiegészítve használunk, akkor számolni kell azzal,

hogy a kvarc $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ hőtágulási együtthatójával szemben a vizsgált kőzeteké mindössze $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Emiatt belső feszültségek lépnek fel a betonban.

További belső feszültségeket eredményezhet az a körülmény, hogy e kőzetek (szemben a dunai kvarckavicsal) a vízfelvétel hatására alakváltoznak.

Az adalék-alkáli reakció szempontjából a vizsgált kőzetek nem látszanak veszélyesnek, de felhasználásuk előtt még ellenőrző (betontechnológiai) kísérletet kell végezni, minthogy a számításba jöhető kőanyagok alkálitartalma a 0,6%-os határt (Na_2O -ban) túllépi.

Fenti megállapításaink és eredményeink az általunk vizsgált kőzetmintákra vonatkoznak. Tényleges felhasználás előtt az éppen művelés alatt álló bánya anyagát a fenti kőzetmintákkal azonosítani kell.

Befejezésül e helyen mondunk köszönetet dr. Palotás László és dr. Papp Ferenc egyetemi tanároknak, továbbá az ÉM Kő- és Kavicsipari Trösztnek, s ezen belül többek közt Sáros Bálint igazgatónak (Nógrádkövesd), Lipták László osztályvezetőnek és Andor László irányítótervezőnek a kutatás során nyújtott igen értékes támogatásért, valamint Schifferer Lőrinc és Mezőfi Jakab laboráns gondos laboránsi munkájáért.

IRODALOM

- [1] Ács Péter—Reznák László: Kő- és kohósalakkő-vizsgálatok. 35. sz. UKI jelentés, Bp. 1965.
- [2] Palotás László—Balázs György—Erdélyi Attila—Weiss György: Vízépítési beton I., II. és III. Az ÉKME Építőanyagok Tanszékén készült tanulmány, Bp. 1965.
- [3] Palotás László—Balázs György—Erdélyi Attila: Kopásálló (vízépítési) beton. Az ÉKME Építőanyagok Tanszékén készült tanulmány. Bp. 1965.
- [4] Sztolnyikov, V. V.: Felületaktív anyagok és finomszemű homokok alkalmazása. (6. Nagy Gátak kongresszus — I. C. O. L. D.—R. 109. 3. kötet 981. old. Párizs, 1959.
- [5] Mills—Hayward—Rader: Materials of Construction, 6. kiad. 1963. John Wiley & Son, London.
- [6] Snowdon, L. C.—Edwards, A. G.: A természetes adalékanyagok vízfelvétele és ennek hatása a betonra. Magazine of Concrete Research, 14 (41) 109. (1962)
- [7] Bidló, Gábor—Kleb, Béla—Török, Endre: Dunakanyari andezitek és felsődunai homokos kavics kőzet-tani vizsgálata vízépítési beton adalékanyag céljára. Építőanyag, sajtó alatt.
- [8] Gorcsakov, G. I.—Kapkin, M. M.—Szkramtajev, B. G.: A beton fagyállóságának növelése. Moszkva, Sztrojizdat, 1965.

Balázs György—Erdélyi Attila—Horváth Albert: Visegrád környéki andezitek és dácitok tartóssági vizsgálata vízépítési beton-adalékanyag szempontjából

Hétféle kőzetet vizsgáltak meg abból a szempontból, hogy vízépítési betonban alkalmazhatók-e adalékanyagként, homokos kavics helyett. A kőzeteket az alábbi vizsgálatok alapján rangsorolták: vízfelvételi telítési tényező, abszolút szilárdság, szilárdságcsökkenés vízzel való telítés, illetve fagyasztás hatására, koptathatóság szárazon és nedvesen, a dinamikus rugalmassági modulus változása vízzel való telítés és fagyasztási ciklusok hatására. Az eredmények lehetővé tették a legjobb és legrosszabb tulajdonságú kőzetek egyértelmű kiválasztását. Az alkáli—adalékanyag reakcióira a megvizsgált kőzetek nem hajlamosak, de a számításba jövő cement alkálitartalma miatt további kísérletekre van szükség

Balázs D.—Erdői A.—Horvát A.: **Испытание андезитов и дацитов вышеградского района с точки зрения возможности применения их в качестве заполнителей для гидротехнического бетона.**

Было испытано семь различных пород с точки зрения возможности применения их в качестве заполнителей для гидротехнического бетона вместо песчаного гравия. Породы классифицировались на основе следующих испытаний: коэффициент насыщения водопоглощения, абсолютная прочность, снижение прочности под влиянием водонасыщения и замораживания, сухая и влажная изнашиваемость, изменение модуля динамической упругости под влиянием циклов водонасыщения и замораживания. Результаты испытаний дали возможность отобрать наилучшие и наихудшие по свойствам породы. Исследованные породы не обладают склонностью к реакции щелочи-заполнитель, однако, принимая во внимание щелочи, содержащиеся в цементе, необходимо проведение дальнейших экспериментов.

Balázs, György — Erdélyi, Attila—Horváth, Albert: **Untersuchungen der Andesite und Dacite aus der Umgebung von Visegrád (Plintenburg) für die Verwendung bei Wasserbaubetonen.**

Es wurden sieben verschiedene Gesteine untersucht, ob diese anstatt Sand und Kies, als Zusatzstoff im Beton für den Wasserbau verwendbar wären. Die Gesteine hat man auf Grund folgender Untersuchungen

klassifiziert: Wasseraufnahme, Festigkeit, Festigkeitsverminderung in mit Wasser gesättigtem Zustand, bzw. nach Frosteinwirkung, die Änderung des Elastizitätsmoduls mit Wasser gesättigt und nach Frosteinwirkungen. Die Ergebnisse ermöglichen das eindeutige Auswählen der Gesteine von bester, bzw. schlechtester Qualität.

Die untersuchten Gesteine neigen sich zur Alkali-Zuschlagstoffreaktion nicht, jedoch sind weitere Untersuchungen wegen des Alkaligehaltes der Zements notwendig.

Balázs, György—Erdélyi, Attila—Horváth, Albert: **Durability of Andesites and Dacites from the Visegrad Region as Possible Aggregates for Hydrotechnical Concrete**

Seven sorts of rocks were investigated whether they could be used as aggregates in hydrotechnical concrete instead of gravel. The following tests have been made: saturation factor with water, absolute strength and its decrease after water saturation and after freezing-and-thawing cycles, abrasion resistance in wet and dry conditions, and the change of the dynamic modulus of elasticity after water saturation and after freezing-and-thawing cycling. The unambiguous choice of the best and worst rocks was made possible by the tests. None of the rocks investigated is inclined to alkali-aggregate reaction, but — due to the alkali content of the possible cements — further tests are recommended.

Knapp Oszkár 75 éves

Knapp Oszkár, Egyesületünk vezetőségi, az Építőanyag szerkesztőbizottsági tagja f. év január 9-én töltötte be 75. évét. Ebből az alkalomból az Egyesület és a Szerkesztőség nevében szeretettel köszöntjük.

Knapp Oszkár 1892-ben Budapesten született, ahol középiskolai tanulmányai után a Műegyetemen vegyész-mérnöki oklevelet szerzett. Mérnöki tevékenységének első éveiben az olaj- és gázszakmában dolgozott, majd az Egyesült Izzóban, és annak tokodi és utkáci üvegyárában sajtótította el az üvegyártás elméletét és gyakorlatát. 1927-ben a Szegedi Tudományegyetemen bölcsészdoktori oklevelet szerzett, 1951-ben a budapesti Műszaki Egyetemen magántanárrá habilitálták. Egy évvel később a Tudományos Minősítő Bizottság a kémiai tudományok kandidátusává, 1958-ban a műszaki tudományok doktorává nyilvánította.

1958-ban nyugdíjaztatását kérte, és ezek után nagyobb lehetősége nyílt arra, hogy több évtizedes elméleti és gyakorlati ismereteit a szakirodalomban értékesítse. A hazai, német, angol és amerikai szakirodalomban számos közleménye jelent meg, amelyek az üveg szerkezetére, oxidösszetételének és tulajdonságainak összefüggésére, a

kémiai rezisztenciára, a kristályosodásra, a viszkozitásra és a feszültségre vonatkoznak. A vacuumtechnikai, az opál — a foszfát — az optikai, a forrasztó üvegeket első ízben rendszerezte. Több mint 300 tudományos és gyakorlati közlemény fűződik nevéhez a hazai és külföldi lapokban.

Német nyelven jelentek meg az „Architektur und Bauglas”, amely két kiadást ért meg és magyar fordításban is megjelent. Az Akadémiai Kiadó adta ki „Die Beleuchtungs-gläser” és „Glasfasern”, majd a „Devitrification of Silate Glasses” monográfiáit. Lipcsében az „Aus der Welt des Glases”, Coburgban az „Aktuelle Glasfragen” című monográfiái láttak napvilágot. Az 1966-ban megjelent „Üvegipari Kézikönyv” társszerkesztője. A berlini Silikattechnik levelező

szerkesztőbizottsági tagja.

Knapp Oszkár az Egyesületi életben annak megalakulása óta tevékeny szerepet játszott, mint az Üvegszakosztály vezetője, mint a Szerkesztőbizottság és mint az Elnökség tagja.

Knapp Oszkár e jubileumával kapcsolatban az Elnökség, a Titkárság, a Szerkesztőbizottság és tagság azt kívánja, hogy még sok évig gyümölcsöztesse tudását, tapasztalatait az Egyesület és a hazai üvegipar javára.



Beszámoló

az Amszterdamban 1966. szeptember 20—23-án megtartott II. Európai Aprítási Szimpoziумról

A) Szervezés

A szimpóziум a „European Federation of Chemical Engineering” szövetség megbízásából a „Het Koninklijk Institut von Ingenieurs” és „De Koninklike Nederlandse Chemische Vereniging” látta el. A rendezőbizottság vezetője C. Boelhouwer, az amszterdami egyetem tanára volt. A szimpoziум állandó tudományos bizottsága a tagegyesületek 14 országbeli nagynevű szakembereiből tevődik össze, elnöke H. Rumpf, a karlsruhei egyetem tanára. A konferencia színhelye az amszterdami Trópusi Intézet nagy előadóterme, amely igen jó felszereléssel (jó akusztika és hangerősítés, szinkron-tolmácsolás, több vetítógép) van ellátva.

A szimpoziумon kb. 350 személy vett részt a világ minden részéből. Legnagyobb számban az NSZK szakemberei voltak jelen, több mint 100-an, a vendéglátó hollandok kb. 60-an, angolok több mint 50-en. Távoli országok közül USA 8, Japán 5, Ausztrália 2 névvel szerepelt a résztvevők listáján.

A szocialista országok közül az NDK 6, Jugoszlávia 2, Csehszlovákia, Lengyelország és Magyarország 1—1 fővel volt képviselve.

A szimpoziум mindenki által elismert szellemi vezetője H. Rumpf professzor volt. Ő a karlsruhei egyetem „Mechanische Verfahrenstechnik” tanszékén a fiatalabb nemzedékből tehetséges gárdát gyűjtött maga köré és főként az egyedi szemcse törésének folyamatát tanulmányozzák.

Sok nagytekintélyű, világszerte elismert tudós volt jelen a szimpoziумon. Teljesség igénye nélkül említem meg a következőket:

H. E. Rose, University of London, King's College, *C. J. Stairmand*, Imperial Chemical Industries, Billingham Co. Durham, Anglia, *P. M. Heertjes*, Technische Hogeschool, Delft, Hollandia, *D. W. Fuerstenau*, University of California, Berkeley, Calif. USA, *L. G. Austin*, College of Mineral Industries, University Park, Pa. USA, *R. T. Hukki*, Institute of Technology, Otaniemi, Finnország, *N. Rey*, École Nationale Supérieure de Mines, Párizs, *Y. Mori*, University of Tokyo, *T. Tanaka*, Hokkaido University, Sapporo, Japán, *D. F. Kelsall*, C.S.I.R.O. Melbourne, Ausztrália, *H. Schubert*, Bergakademie Freiberg, NDK; *A. Bellwinkel*, Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf, *A. Joisel*, CERILH, Párizs, *D. Ocepek*, Ljubljana, *J. Slegten*, Bruxelles stb.

A konferencia nyelvei angol, német, francia voltak. Az angol nyelv részesedése 50%-os, a német és francia kb. 25—25%-os. A szinkron-tolmácsolás kifogástalanul működött.

A konferencia anyagát a nemzetközi tudományos bizottság válogatta ki a nagyszámú jelentkezés közül, illetve az előző év novemberében beküldött összefoglalók alapján. A teljes szöveget még egyszer felülbírálták, és ez év májusában közzétették a végleges elfogadást, egyben az engedélyezett időtartamot: 10—15, vagy 20 percet. A vitára megfelelő időt és a délelőtti-délutáni ülésen egyaránt félórás szünetet irányoztak elő. Ilyen módon időzavar egyáltalán nem adódott. Néhány jelentősebb hozzászólás érdemi megválaszolására azonban csak később, az összefoglaló kiadványban nyomtatásban kerül sor.

Összesen 34 előadás hangzott el. Az előadók nemzetisége: 9 angol, 6 NSZK, 4 USA, 4 francia, 3 olasz, 2 japán, 1—1 belga, finn, holland, jugoszláv, magyar és NDK. Az előadók között egy — angol — nő volt.

A szimpoziум rendezőbizottsága előre megküldött kétkötetes, 738 oldal terjedelmű mag nyomású preprint formájában bocsátotta rendelkezésre a részvételi díj ellenében az előadások anyagát, és pedig az előadás nyelvén, tehát vegyesen angol, francia, német nyelven, háromnyelvű összefoglalással.

A vitával és hozzászólásokkal kiegészített teljes anyag, mint a Dechema Monográfiák 57. kötete fog hamarosan megjelenni.

A konferencia résztvevői részére az első este a Rijks múzeumban a művelődésügyi miniszter és Amszterdam polgármestere adott fogadást (és alkalom volt a csodálatos képgyűjteményt, többek között Rembrandt számos remekét megtekinteni), a harmadik este a Concertgebouw kamaratermében vonósnégyes hangversenyt adtak a szimpoziум résztvevői tiszteletére.

A második délután szabad volt és ekkor két irányban társaskirándulást rendeztek (külön felszámítás ellenében). E rendezvények nagyban hozzájárultak az általános baráti légkör kialakulásához.

B) Tudományos program

A szimpoziум tudományos programja 34 előadást foglalt magába, amelyeket 6 témacsoportba soroltak.

Ezek közül az első kettő: „Aprítási folyamatok és egyedi aprítás” és „Aprításkinetika”, összesen 14 előadás tárgyalta az aprítás alapvető, elvi kérdéseit. Az aprítás ipari művelete igen sok külső körülmény által befolyásolva megy végbe. Ennek leírására az elmúlt évtizedekben statisztikai módszereket alkalmaztak és empirikus képleteket állítottak fel.

Ezt a statisztikai, valószínűség számítási módszer alkalmazták eddig el nem ért szintű előadásukban H. E. Rose (London), J. J. Gilvarry (Moffet Field, Calif, USA) és R. T. Hukki (Otaniemi, Finnország).

A statisztikai — valószínűségi módszereknek a jelenségekbe mélyebb betekintést lehetővé tevő alkalmazása Griffith klasszikus elméleti vizsgálataiból indul ki (1921). Griffith szerint a rugalmas feszítés energiája akkor alakul felületi energiává, ha a test belsejében jelenlevő mikrorepedések hossza egy — mikronos nagyságrendű — kritikus értéket meghalad.

Rose tanulmányában a Griffith-repedések valószínűségeloszlását vizsgálva vezet le a korábban ismert aprítási törvények (Rittinger, Bond stb.) általánosítását képező képletet. Figyelemreméltó megállapítása, hogy a felületi energia az energiasűrűség függvénye, és csak nagy energiasűrűségnél tekinthető állandónak.

Gilvarry a Griffith-repedések Poisson-féle eloszlását tételezi fel és ebből geometriailag hasonló törekszemesek feltételezésével és kis szemcseméret tartományában a Rosin—Rammler vagy Schuhmann-féle eloszlás közelítő érvényességét vezeti le.

A jelenségek megközelítésének más módját keresi Rumpf professzor és iskolája, akik az egyedi aprítás (egyetlen szemcse egyetlen behatása) jelenségeit vizsgálják az elméleti mechanika módszereivel. Segédeszközök között 1 milliomod másodperc felbontású mozgófényképek szerepelnek.

Kísérleteiket szellemesen kialakított elektrodinamikus erőhatással működtetett, mikroszkópon megfigyelhető 2—100 mikron méretű kvarcsempék, majd pedig 20—40 mm átmérőjű tárcsák törésével végezték. Megállapításaik szerint a törés gyűrű alakú repedésekből indul ki, az kúpos felületek mentén hatol a test belsejébe, végül belső és radiális repedések adják az aprózódást. A törés továbbterjedésére 1600—1700 m/s sebességet figyeltek meg.

Az összetett kollektív folyamatok analizésére kb. 10 éve amerikai, angol és ausztrál kutatók vették fel a folyamat felbontását törési és kiválasztási függvény felállítására, illetve vizsgálatára. Ez a gondolat a mátrix algebra és a számítógéptechnika bevezetését jelenti. Eredményeiben igen hasznosnak bizonyult, egyre többen művelik. 6—7 előadás is foglalkozott e kérdéssel, legmagasabb szinten L. G. Austin (University Park, Pa. USA).

Az aprítás kinetikáját a kémiai reakciókinetika analógiájára tárgyalta F. Patat (München) és D. W. Fuerstenau (Berkeley, Calif. USA).

E gondolat még a 30-as évekből származik, amikor első közelítésben feltételezték, hogy az aprítás sebessége arányos az őrlőtérben levő, még megőrletlen anyagmennyiséggel:

$$\frac{\Delta R}{\Delta t} = -cR$$

Kísérletek azonban ennek korrigálását kívánták:

$$\frac{\Delta R}{\Delta t} = -cR^n$$

vagy

$$\log \left(-\frac{\Delta R}{\Delta t} \right) = \log c + n \log R$$

ahol n a reakció rendszáma.

A kérdéscsoport 14 előadója közül egyébként 4 angol, 3 amerikai, 3 NSZK, 1—1 francia, belga, holland és finn volt.

A 3. és 4. témacsoport ugyancsak egybefoglalható. 7 előadás az aprítás felületi jelenségeivel, anyagszerkezeti és mechanokémiai hatásaival foglalkozott. Az aprításelméletnek rövid ideje művelt fejezetei és a különféle anyagok őrlésénél észlelt lényegében hasonló jelenségek leírásakor az előadók más-más megfontolásokat helyeztek előtérbe.

Egy-egy amerikai, olasz, NSZK, japán, jugoszláv és NDK-előadás mellett ide volt besorolva munkatársammal Opoczky Ludmillával közösen írt dolgozatunk előadása is. Az előadások ötödik csoportjába mindössze két tanulmány volt sorolva; a nem mechanikai energiával végrehajtott művelet. Két angol kutatókollektíva ismertette az elektrohidraulikus, illetve termikus aprítás lehetőségeit.

Az utolsó, hatodik csoport 11 rövid előadást foglalt magába és az aprítógépek működésének elméletét taglalta. Az előadások közül színvonalával kiemelkedett Y. Mori (Tokió) analízise a golyósmalmok anyagmozgási viszonyairól. Külön figyelmet érdemel e sorozaton belül az a négy hasonlótárgyú előadás, amely a szelektív őrlést, azaz az őrlés útján való dúsitást taglalta. Ez a kérdés nálunk az utóbbi időben fordított értelemben nyert aktualitást, hogy t. i. különböző anyagok keverékének együttőrlése mennyiben ad homogén őrléményt.

Egy előadás (Bombled, CERILH, Párizs) a golyósmalmok őrlőtestméreteinek megállapításával foglalkozott és többek által (általam is) vitatott, szokatlanul kis méretek alkalmazását javasolta.

Egy-egy előadás a sugármalmokkal, dezintegrátorok folyamataival, plasztikus anyagok aprítására szolgáló vágógépekkel, végül az újabban elterjedő „ROTEX” törővel foglalkozott.

E csoport előadói közül 3—3 angol és francia, 2—2 német és olasz és 1 japán volt.

A 4. témacsoportban elhangzott előadásom ismertette a cementklinker nagyfinomságú őrlésekor kimutatható anyagszerkezeti változásokat (1. Opoczky Ludmilla közleményét az Építőanyag 1966. évi 2. számában), majd a fellépő agglomeráció valószínű magyarázataként a rideg anyagokon „mikroplasztikus” állapotban külső mechanikai behatásra végbemenő, a fémek kalapácshegészítéséhez hasonló folyamatot jelöltem meg. Ésszerint tehát a ridegség és plaszticitás az anya-

goknak nem jellegzetes ismérve, hanem a szemese-mérettől függő, mennyiségi kategória.

Érdekesnek tartom a szimpoziium anyagában az aprítási folyamat energiamelegének több előadásban (Rose, Hiorns, Hukki) való felmerülését. E kérdéshez hosszabban hozzászóltam.

Felvettem, hogy tekinthető-e az aprítás energiaátalakító folyamatnak, azaz van-e egyáltalán értelme a hatásfok fogalmának. Ugyanakkor nagy a bizonytalanság a szilárd testek felületi energiájának meghatározása körül. A kimutathatóan hővé alakult energia és a felületi energia összege és a bevezetett energia között különböző kísérletezők szerint 4—20% különbség mutatkozik, ami egyelőre részletesen még nem vizsgált struktúraváltozási és más jelenségek fellépésére utal.

Összefoglalóan megállapítható, hogy e szimpoziium az aprítás nagy ipari jelentőségű műveleté-

vel kapcsolatos tudományos kérdéseknek ma már általánosan elismert legmagasabb fóruma.

A négy év előtti szimpoziium és annak nagyszerű gyűjteményes kiadványa kijelölte a kutatás útját, a most elhangzott előadások a gyors fejlődésről adtak számot.

A II. szimpoziium az elsővel összehasonlítva az elméleti, alapkutatói témák előtérbe nyomulásáról tanuskodik. Ez pedig azt jelzi, hogy az aprítási folyamatok analízise kinötte a Rittinger munkájának 100 év előtt való megjelenése óta úgyszólván mindmáig alkalmazott durva közelítések módszereit. Véleményem szerint a most folyó, elmélyültebb vizsgálatok lehetőséget adnak majd az aprítás elméleti megállapításai és a gyakorlati tapasztalatok között még meglévő rés fokozatos betöltésére, ami a nagyipari műveletek ugrásszerű, minőségi fejlődését eredményezi.

Beke Béla

AZ ÉPÍTÉSÜGYI TÁJÉKOZTATÓ IRODA KÜLFÖLDI LAPSZEMLÉJE

SZTEKLO I KERAMIKA

1966. 6. sz.

Bulavin, Ju. I.: A zománcok olvaszthatóságának meghatározása (p. 19—20, á: 2, b: 1.)

A lejtős sikon levegő cseppszétfolyási módszer mellett színárnyék-módszert alkalmaznak. A deformálódó zománcgúla magasságát az olvasztás egyenlő intervallumaiban meghatározták. Grafikon szerkeztése az olvasztás folyamán a nyert adatok felhasználásával. Az olvaszthatóság meghatározási módszere alkalmazható minden laboratóriumban, ahol a zománc (üveg) olvaszthatóságát melegítővel ellátott mikroszkóp elve szerint működő hőmérő-berendezés segítségével határozzák meg.

SZTEKLO I KERAMIKA

1966. 7. sz.

Matvejev, M. A.—Kondratjeva, Ju. V.: SiO₂—Al₂O₃—MgO—CaO—BaO rendszerű üvegek szintézise és tulajdonságainak tanulmányozása (p. 14—16, á: 1, t: 1, b: 2.)

A lúgmentes üvegek hőtágulásának kis tényezője és a vízzel és lúgos oldatokkal szembeni jó kémiai ellenállóképessége. Újfajtajú kémiaileg ellenálló üvegek kidolgozása üvegszálás műanyag előállítására. A báriumoxid hatásának tanulmányozása a SiO₂—Al₂O₃—MgO—CaO—BaO rendszerben beigazolta, hogy 2,5 mol% báriumoxid bevezetése előmozdítja a kristályosodási-képesség csökkentését. A kidolgozott új összetételű üveg egyenlően jól ellenállóképes a savas és lúgos környezetben és a kristályodással szemben. Az új összetételt javasolni lehet az üvegműanyagszál gyártására.

SZTEKLO I KERAMIKA

1966. 8. sz.

Buzko, A. V.—Kukolev, G. V.: A fajanszlapok égetésénél előforduló rombolófeszültségek keletkezése és kiküszöbölése (p. 22—24, á: 1, t: 4, b: 6.)

Vizsgálatok a veszélyes hőmérsékleti intervallumok pontos megállapítása céljából a fajansz-félgyártmányok égetésekor. A fajanszlapok repedésének és deformálódásának okai. A feszültségek meghatározása az előégetett fajanszlapokban. A lapok repedésének csökkentése céljából ajánlatos a présprók keverékébe samott-törmeléklet és bentonitot adagolni (3% bentonitot és 18—20% tok-törmeléklet a költséges égetett kaolin helyett). Talmatit adalék alkalmazása esetén az égetési hőmérséklet csökkenthető. A javasolt receptek alkalmazása a selejtet 15%-kal csökkentette.

Vinogradov, B. N.—Szidorov, E. P.: Az autoklávolt termékek készítéséhez felhasznált mészhőlevő túlétetett rész mennyiségének normalizálása (p. 31—32, á: 2, b: 2.)

A különböző tömörségű termékek gyártásához használt, a kiinduló keverékekben különböző mennyiségű aktív CaO-t tartalmazó mészhőlevő megengedhető túlétetett rész mennyiségének meghatározása. A vizsgálatokat 700 kg/m³ térfogatsúlyú 10×10×10 cm méretű gázszilikát próbatesteken és 7×7×7 cm méretű tömör szilikátbeton (öntött és vibrált) próbatesteken végezték. A mészhőlevő kötőanyagot 1:1 súlyarányban készítették. A homok fajlagos felülete 3200 cm²/g. A vibrált-autoklávolt beton készítéséhez használt mészhőlevő 5%-ig terjedő mennyiségű túlétetett ré-

szeket tartalmazhat anélkül, hogy a termék szerkezete észrevehetően változna és a fagyállósága csökkenne. A termék szilárdsága azonban 20—25%-kal csökken.

Gik, A. L.: Az üveg edzésére szolgáló, automatikus mozgású targoncával ellátott berendezés (p. 34—35, á: 2.)

Az üveg edzésére szolgáló új berendezés az edzésre szolgáló kamrából, kitérős útpályából, targoncából, láncos konvejerből, befogóból, a konvejert tartó és irányító berendezésből, meghajtó és feszítőszerkezetből áll. A berendezések működése és a technológiai eljárás. A berendezés az összes műveleteket egységes szinkronrendszerbe kapcsolja össze. A berendezések alkalmazása csökkenti a munkaerőszükségletet, növeli a termelékenységet és javítja a minőséget.

SZTROITEL NÜE MATERIALŰ

1966. 5. sz.

Csenüsev, A. K.: A nedves építőanyagok hővezetési tényezőjének meghatározása

A hőcserezámítások folyamán ismerni kell a különböző építőanyagok hővezetési tényezőjét és számításba kell venni az anyagok nedvességtartalmának a hővezetési tényezőre gyakorolt hatását. Erre vonatkozóan nomogramot szerkesztettek, amelynek segítségével gyorsan és elég pontosan meg lehet határozni néhány nedves építőanyag hővezetési tényezőjének értékét (a nomogram által felöllet nedvességtartalom-tartomány 0—60%).

(Folytatása a 154. oldalon)

Néhány évvel ezelőtt rendszeresen jelentek meg — különösen az Építőanyag c. lapban — olyan tájékoztatások, amelyek a perlit műszaki tulajdonságait és ezzel összefüggésben a felhasználás lehetőségeire irányuló kutatások eredményeit ismertették. A kutatók, valamint a kitermeléssel és felhasználással foglalkozók munkája azóta sem állt meg, sőt lényegesen terebélyesedett. Szakmai körökben ma is gyakran kerülnek szóba a perlitrel kapcsolatos kérdések, s ezt az érdeklődést több tényező idézi elő.

Ezek között döntő helyet foglal el a perlit széles körű felhasználási lehetősége iránti érdeklődés, de nem mellékesek azok a problémák (sokszor egymásnak ellentmondó vélemények) sem, amelyek a termelés és hasznosítás terén az utóbbi időben merültek fel. Kellő tájékozottság hiányában túlzások is napvilágot látnak, s egyesek „mindent” perlitrel akarnak megoldani, mások viszont „kidobott pénznek” tartják a ráfordításokat. Az ilyen szélsőséges vélemények kialakulásában szerepe van annak is, hogy az eddigi elemzések és vizsgálódások döntően műszaki kérdésekre korlátozódtak. Nem kerültek azonban kellő mélységig kimunkálásra a perlit előállításával és alkalmazásával kapcsolatos gazdasági vonatkozású kérdések, így pl. a termelés (a berendezések teljesítőképességének, azok kihasználtságának és a teljes kihasználás lehetőségének, az alkalmazott technológiának és üzemszervezésnek stb.) tapasztalatai, a nyersperlit exportálásának és a hazai ellátás (nyersperlit biztosítása, expandálás, forgalmazás) feltételeivel, gazdaságosságával és szervezetségével összefüggő kérdések, mindezek egymásra gyakorolt hatása és következményei.

A múlt évben az érintett vállalatokra és főhatóságokra kiterjedő ellenőrzést tartott a KNEB, amelynek során tanulságos tapasztalatok halmozódtak fel.

Mint ismeretes, 1958-ban — részben külföldön történő értékesítés, részben hazai hasznosítás céljából — megindult a magyarországi perlitbányászat. 1960-ban üzembe helyezték a 24 millió Ft-os beruházást, amely évenként mintegy 40—60 ezer tonna örölt perlit előállítását tudja biztosítani. A berendezések legyártása, ill. a megfelelő technológia kialakítása nem volt egyszerű feladat, hiszen az említett termék (mint ásványi anyag) viselkedése és formálhatósága területén nem voltak hazai tapasztalatok.

Az üzembehelyezést követően kormány szinten határozták meg a perlit belföldi és külföldi hasznosításával kapcsolatos főbb feladatokat, ezen túlmenően az OMF tanulóanyagát dolgozott ki a perlit ipari előállítása és a felhasználás műszaki megalapozása céljából. A különböző szinten hozott intézkedések eredményeként a termelés 1965-ig-

évről évre emelkedett. Ezt szemléltetik az alábbi adatok:

	T o n n á b a n	
	nyersperlit-termelés	értékesítés
1960	15 275	5 253
1961	20 866	11 715
1962	37 744	18 930
1963	41 940	29 046
1964	53 224	37 668
1965	29 896	26 667
1966	27 625	22 771

A számokat tüzetesebben vizsgálva két dolog tűnik szembe.

Az egyik a nyersperlit termelésének és értékesítésének nagyarányú, úgy is mondhatjuk rohamos növekedése egészen 1965-ig. Öt év alatt (1960-tól 1964 végéig) a termelés 3,5-szeres lett, az értékesített mennyiség pedig több mint 7-szeresre emelkedett. Ezt a fejlődést — a körülmények mérlegelése alapján — feltétlenül pozitívan kell megítélni. 1965-ben és 1966-ban a termelés visszaesett, amelynek okaira később visszatérünk.

A másik szembevetendő jelenség a kitermelt és értékesített mennyiségek egymáshoz viszonyított arányainak megváltozása. Míg 1960-ban a kitermelt perlitnek csak 36%-át értékesítették, 1964-ben a 70%-át, sőt 1965-ben a 90%-át. Egy új üzem termékeinek értékesítése kétségtelenül nehezebben indul, mint maga a termelés, tehát a bázisadatok általában alacsonyok, de az itt tapasztalt emelkedés, ill. az arányok ilyen változása feltétlenül említésre méltó. Az értékesítésre nem került (tehát készleten levő) termékek volumene ennek ellenére is évenként emelkedett.

Hasznos következtetésekre ad lehetőséget az értékesített mennyiségek további megbontása aszerint, hogy a perlit itthon került feldolgozásra vagy nyers állapotban exportáltuk. Az idevonatkozó számok a következők:

	Értékesített mennyiségből	
	hazai feldolgozás, ill. felhasználás	export
1960	3 787	1 466
1961	6 361	5 354
1962	9 057	9 873
1963	18 489	10 557
1964	22 517	15 151
1965	18 442	8 225
1966	16 486	6 285

A számok mögötti helyzet részletesebb elemzését kezdjük a *hazai felhasználással*. Először is azt kell megállapítani, hogy a hazai feldolgozás és felhasználás mennyiségével nemzetközi viszonylatban sem kell szégyenkezniük — különösen hangsúlyozva azt a körülményt, hogy új termékkel állunk szemben. A duzzasztott perlit felhasználásának 1000 lakosra vetített mennyisége 1965-ben az alábbi volt:

az Egyesült Államokban	10 m ³
a Szovjetunióban	5 m ³
a Német Szövetségi Köztársaságban	4 m ³
Magyarországon	8 m ³

Ha a fentiekhez figyelembe vesszük, hogy az USA 1941 óta foglalkozik a perlit hasznosításának kérdéscível, akkor a hazai felhasználás eddigi eredményeit pozitívan kell értékelni.

A perlit hazai felhasználását döntően két nagy területre lehet felosztani aszerint, hogy az anyagot duzzasztott (expandált) állapotban használják-e vagy nyers állapotban. Expandálás az ÉM Könynyübeton és Szigetelőipari Vállalat egyik termelőüzemében történik, s innen szállítják a különböző felhasználókhoz. A duzzasztott perlit értékesítésének ágazatonkénti megoszlása az elmúlt években a következő volt:

	1964-ben	1965-ben
Építőipar	75,0 %	80,1 %
Mezőgazdaság	4,9 %	3,3 %
Ipar	15,6 %	10,3 %
Külkereskedelem	4,5 %	6,3 %
	100 %	100 %

Az építőipari felhasználás alapján szigetelési célokat szolgál, ennek területei: a már hagyományosnak tekinthető perlitbeton és perlithabaras, vízüveg és kerámia kötésű hőálló perlit idomtermék (rioporit). Ez utóbbi termékkel kapcsolatban hangsúlyozni kell a külföldi érdeklődést. Az illetékes külkereskedelmi vállalat 1962-ben és 1963-ban bemutatta e terméket a hannoveri vásáron, amelyre igen széles körű érdeklődés volt a válasz. Sajnos az előnyösen exportálható termék előállítására érdekében előirányzott fejlesztés nem valósult meg, a régi — kis kapacitású — üzemben termelt cikkek műszaki paraméterei viszont nem mindenben felelnek meg a vásárlók kívánságainak.

A duzzasztott perlit építőipari felhasználásának lehetőségét jelentősen bővítette az ún. bitumoperlit, amelynek kísérletei 1966-ban fejeződtek be. Ez a helyszínen előállítható, nedvességre kevésbé érzékeny hőszigetelő anyag épületszigetelési célokra jól alkalmazható. Összetétele — az eddigi tapasztalatok szerint — gazdaságos, készítése különleges berendezéseket nem igényel, gyorsan merevedik stb. Szintén új terméként gyártják az évtől az önhordó üregelt gipszperlit válaszfalpallokat is. A perlit építőipari területeken történő hasznosítá-

sának lehetősége e felsorolással természetesen nem tekinthető befejezettnek és lezártnak. A kutatómunka tovább folyik.

A duzzasztott perlit hazai felhasználásának egy másik nagy területe a mezőgazdaság. A Kertészeti és Szőlészeti Főiskola, valamint az Állattenyésztési Kutató Intézet számos kísérletet végzett a perlithasznosítás lehetőségének megállapítása céljából. A tapasztalatok szerint a perlit főleg a palántanevelésnél, dugványgyökereztetésnél és dísznövények termesztésénél mutatott kedvező eredményt. Az állattartásban a hagyományos alomanyag helyettesítését kívánták megoldani a kísérletezésekkel. A sikeres munkát azonban néhány tényező akadályozza, amely az építőipari felhasználások körét is nagymértékben determinálja.

Évek óta visszatérő probléma a perlit változó minősége. Ez összefüggésben van bányaművelési és beruházási kérdésekkel is, de nem kis szerepe van a munka minőségének és a technológiai fegyelemnek sem.

Magas a perlit ára, ami főleg a mezőgazdasági területeken korlátozza a hasznosítást. Ez a kérdés persze nem rendezhető olyan könnyen, ahogy első látásra gondolnánk, mert a bánya ilyen árak mellett is veszteséges, pedig az önköltséget hasznosításra kevésbé alkalmas termékek kiszállításával is csökkenteni igyekeznek s ez a minőségi problémák egyik forrása.

Nincs megoldva a duzzasztott perlit kereskedelmi forgalmazása. Beszerzésre lényegében csak Nyíregyházán van lehetőség, s akinek kisebb mennyiségre volna szüksége, érthető ha ilyen messzire nem utazik miatta. A kereskedelem viszont fél a perlit nedvszívó tulajdonságától s a nagy térfogat miatti tárolási nehézségektől.

A duzzasztott perlit felhasználásának harmadik területe (pontosabban egyelőre ígérete) az ún. szűrőperlit hazai előállítására. Arról van szó ugyanis, hogy az élelmiszeripar különböző iparágáiban évenként jelentős mennyiségű, importból származó szűrőanyagot használnak. A Magyar Országos Söripari Váll. Kutató Laboratóriumában elvégezték hazai perlitrel a szűrési kísérleteket laboratóriumi méretekben. A biztató eredmények alapján most már a kisüzemi kísérleteknél tartanak. Ha a kísérletek minőségi és gazdasági szempontból kedvező megoldásra vezetnek, akkor megfelelő kapacitású finomórló és osztályozó berendezést állítanak üzembe. Ennek alapján a jelenleg külföldről beszerzett szűrőkovaföld helyett hazai perlit alkalmazása válik lehetővé.

A nyers (tehát nem duzzasztott) perlitet hazánkban az üvegyártás területén is felhasználják. Az üvegyártás részére szállított ún. porperlit mennyisége az elmúlt években nagymértékben hullámzott. Ezt szemléltetik a következő adatok:

1963	9 467 tonna
1964	15 047 tonna
1965	10 516 tonna
1966	4 614 tonna

A hullámnázás, amely hatással volt a hazai felhasználás egészének alakulására is, nem a termelő üzem hibájából következett be, hiszen az ún. porperlit értékesítéséhez — döntően a termelési költségekre eső árbevétel fokozása miatt — az üzem szempontjából fontos érdekek fűződnek. A perlitet felhasználó Salgótarjáni Üveggyár termékei ellen érkezett panaszok kivizsgálása során viszont az Országos Üvegipari Vállalat arra a következtetésre jutott, hogy a panaszok a perlit nagymértékű adagolásával vannak összefüggésben. Emiatt a perlitmegrendeléseket az üvegipar átmenetileg leállította, az utóbbi időben mégis olyan döntés született, hogy alacsonyabb adagolás mellett a felhasználást más üveggyárakra is kiterjesztik, s ezzel részben ellensúlyozni tudják a fajlagos felhasználás miatti csökkenéseket.

Az exportált nyersperlit éveken keresztül csaknem a hazai felhasználáshoz hasonló nagyságrendben szerepelt az értékesítésen belül. Ebben nincs semmi meglepő, hiszen a beruházást annak idején legalább fele részben külföldi értékesítéssel indokolták. 1964 után azonban döntően az export visszaesése miatt csökkent a termelés. Ennek okait lényegében három tényezőre lehet visszavezetni.

a) A nemzetközi piacokon — az elmúlt évek fejlődésének eredményeként — megnövekedett az említett termékek kínálata, s egyre nagyobb konkurenciával kell a versenyt sikeresen megnyerni.

b) Alapvető problémát a minőségi követelmények nagyarányú változása okozott (ez viszont összefüggésben van az előző pontban említett tényezőkkel). A minőség alakulásának egyik mutatója a litersúly nagysága. A nyugati megrendelők egyre finomabb anyagot kértek, amit az alábbi számok is érzékeltetnek:

	Szerződésben előírt súly	Ténylegesen szállított
1962	125 g/l	80—110 g/l
1963	110 g/l	80—125 g/l
1964	100 g/l	80—105 g/l
1965	100 g/l	70—100 g/l

(Folytatás a 151. oldalról)

SZTROITELNŪE MATERIALŪ

1966. 6. sz.

Oszipova, L. V.—Eremenko, V. V.:

A homokban levő agyagos szennyeződések befolyása a sejtbetonok tulajdonságaira (p. 34—35, t: 3.)

A gázbeton és gázszilikát termékeknél megállapították, hogy a homokban levő nagyobb mennyiségű agyagos szennyeződések csökkentik a szilárdságot és fagyállóságot és az autokláv kezelésénél repedéseket idéznek elő. Az agyagos szennyeződések ásványi összetétele és az autoklávolt sejtbetonok tulajdonságai közötti összefüggés. A vizsgálatok ismertetése. A ho-

mok vízzel történő duzzadásának mértéke és az agyagos szennyeződések befolyása közötti összefüggés vizsgálatok megállapították, hogy az agyagos szennyeződések abban az esetben rontják lényegesen a termék fizikai-mechanikai tulajdonságait, ha a homok térfogatnövekedése a telítéskor meghaladja a 20%-ot a mészalapú sejtbetonnál, míg a kevert kötőanyag-nál akkor, ha a térfogatnövekedés a 40%-ot, a cementnél pedig az 50%-ot haladja meg.

Moudrűj, R.: Új irányzat a lágyan égetett mész technológiájában (p. 38—39, á: 2, b: 1.)

A lágyan égetett mész gyártásának tökéletesítése. A mészégető forgó-

Látható, hogy a tényleges szállítások nem minden esetben elégítették ki a vevők kívánságait. A perlit duzzaszthatóságának és a felhasználás lehetőségének másik minőségi mutatója a szerkezet egyenletessége, állandósága és a portartalom alacsony részaránya. E követelmények biztosítása érdekében komoly technológiai fejlesztésre (külföldi gépek és egyéb beruházások üzembeállítására) volt szükség, amit az utóbbi időben végre is hajtottak. Ezt megelőzően a külkereskedelmi szervekkel közös kísérleteket végeztek külföldön és Magyarországon.

Meg kellett oldani ugyanis, hogy az eddigi granulometria skáláját (0,3—2,5 mm) csökkentsek vagy megfelelő osztályozással az anyagot két részre bontsák, mert a korábbi osztályozás a duzzasztás kihozatali eredményét befolyásolta károsan. A feladatot megoldották, s jelenleg már két szemcsefrakciót (0,4—1,0 mm és 1,0—2,5 mm) állítanak elő, ill. szállítanak a vevő kívánsága szerint. Továbbra is faladat marad azonban a 0,15 mm alatti szemcsék leválasztásának biztosítása.

c) Az export visszaesésében — a fentiekén túlmenően — bizonyos külkereskedelm-politikai tényezők is szerepet játszottak. Az utóbbi időben azonban megelégnékül az akvizíciós munka és több külföldi céggel folytatott tárgyalás kecségetet komoly eredményekkel.

Az utóbbi időben egyre örvedetesebb jelei mutatkoznak az exportált termékek piacbővülésének. Arról van szó ugyanis, hogy több külföldi cég Magyarországon gyártott perlitduzzasztó kemencét vásárol. Miután ezek a kemencék a legalkalmassabbak a magyarországi perlit gazdaságos duzzasztására, így várható, hogy ezeken a helyeken magyarországi perlitet fognak felhasználni.

Befejezésül hangsúlyozni szeretnénk, hogy a perlit megfelelő hasznosítása az eredmények ellenére sem zökkenőmentes. A kutatás és a felhasználás lehetőségeinek jobb kihasználása, valamint a külföldi értékesítés fokozása érdekében a gazdaságirányítási rendszer reformja kapcsán olyan döntéseket szükséges kialakítani, amelyek elhárítják a fejlődés útjából a jelenleg meglévő akadályokat.

kemencék. A kalcinálási folyamat és befejezése a különleges berendezésben, a „befejező-kalcinátorban”. A befejező-kalcinátor kamrájában a CO₂-tartalom nem haladhatja meg a 20%-ot, a kalcinálási hőmérséklet csak 840°-ot érhet el, azaz a kalcinálási hőmérséklet a kalcinátor határterületén alacsonyabb mint a forgókemencében. Az új rendszer lehetőséget nyújt a rossz minőségű mészkövek kalcinálására azáltal, hogy a CO₂ felszabadul és nem nyújt más lehetőséget a teljes kalcinálásra. Előkalcinátorral és befejező-kalcinátorral ellátott, jól bélelt forgókemencék nagy termelékenységét biztosítanak.

(Folytatás a 157. oldalon)

Egyesületi élet

A *Finomkerámiai Szakosztály* 1967. január 19-i klubdelületánán Habuda Adám és Richter Vladimír „Beszámoló a hollandiai és NSZK-beli tanulmányútról” címmel tartott előadást. A tanulmányút keretében lehetőség volt egy szanitergyár és néhány porcelánedénygyár, valamint a Netzsch gépgyártó és Riedhammer kemenceépítő cég néhány újdonságának megtekintésére.

A Netzsch-cég bemutatta új tányérszárító berendezését. A szárítási folyamat gyorsítása érdekében a szárítást két szakaszra bontották. Az elsőben a tányért csak annyira szikkasztják, hogy a gipszformától elválasztható legyen. A második szakaszban a már megszikkadt tányért 90°-os levegővel intenzív szárításnak vetik alá. A szikkasztás és szárítás együttes ideje 20 perc. A szárítóberendezés két himba-rendszerből áll. A megszikkadt tányért a gipszformától pneumatikus berendezés helyezi át a második himba-rendszerbe. Ennek mozgása ellentétben a jelenlegi szárító berendezésekkel nem folyamatos, hanem szakaszos. Az intenzív és egyenletes szárítást a cég fűvókák beépítésével oldotta meg, amelyeket úgy helyezett el, hogy az egyes szárítási szakaszokban a tányér minden részét érje a szárító levegő. Egy berendezésben 16 000 db ilyen fűvóka van. A berendezés előnye a rövid szárítási időn kívül még az, hogy a gipszformák számát lényegesen csökkenteni lehet (mindössze 400 formát igényel). A cég a már ismert vákuum-gipszkeverő-berendezését is továbbfejlesztette. Az új berendezés karusszel-rendszerű. Egy keverőfej négy tartályt kever egymásután, így a művelet gyakorlatilag folyamatos. A cég új bögregyártó automatája négy fővel műszakonként 20 ezer db bögrét gyárt, a berendezés korongol, fűlez, és tisztít. A fűleket azonban külön kell önteni és adagolni kell. A gép 4 rollerfejjel dolgozik, érdekessége, hogy korongoláskor a gipszforma emelkedik fel a rollerfejre. Filmről láthatunk még egy levestál-korongoló gépet, egy nedves sajtoló automatát, valamint egy 2—4 m hosszú, 500 mm átmérőjű bábok faragására alkalmas szigetelő-faragó gépet.

A levesestál-korongoló gép roller-rendszerű. Érdekessége, hogy a roller-fej oldalra is mozoghat, továbbá, hogy a külső perem kialakítását egy külön kis rollerfej végzi. A gép 400 mm átmérőig gyárt levesestálakat, teljesítménye 200—250 db/óra. A nedves sajtológéphez térfogatok adagoló berendezést szerkesztettek, ezáltal a termékek tömörsége egyenletesebb, méretszórása kisebb lett, a gyártásközi masszahulladék megszűnt. A Riedhammer-cég két kísérleti falburkoló csempegyártó kemencéjét mutatott be. Az egyiknél az áru továbbítása egy végtelenített tűzálló acélszalaggal történik. A másikban az árut lépegető rendszer továbbítja. A lépegető rendszer tűzálló anyagból készül, ezáltal a hőátadás az alsó-felső gáztüzelés következtében intenzívebb, mint a hagyományos körkemencénél. Megtekintették ezenkívül Maastrichtban a Sfinx szaniteráru gyárat, amelyben egy korszerűsített Netzsch-féle öntőszalag működik. Az előadást érdekes vita követte.

(M. Gy.)

*

A *Kő-kavics Szakosztály* január 27-i ülésén dr. Kovács Sándor tartott előadást „A minőségjavítás helyzete és útja a kőbányászatban és az új szabványtervezet” címen. A problémakört nagy körültekintéssel és a célnak megfelelő részletességgel összefoglaló előadás rámutatott arra, hogy a bevezetés alatt álló gazdasági reform a szükségletre való termelést írja elő. Ennek a kőbányászat az adott jelenlegi helyzetben és a műszaki fejlesztés engedélyezett keretei között — minőségi szempontból — csak akkor tud eleget tenni, ha a termék minőségét előíró új szabványok ésszerű kompromisszumot hoznak létre a felhasználók — főleg útépitők — maximális kívánalmai és a termelők mindenkori lehetőségei között. Az évek óta folyó minőségi viták főleg az alábbi négy témakörbe sorolhatók:

1. a kőtermékek finomszemű tartalma; 2. a szemcsefrakciók osztályozásának élessége; 3. a szemcsealak; 4. a kisebb szilárdságú anyag részaránya. Az elmúlt években mindnégy irányban történt előrehaladás a ma-

ximális igények kielégítése felé, de teljes megoldás csak olyan nagyarányú beruházásokkal volna elérhető, amelyek gazdaságossága kétséges, vagy amelyek hiteligénye túllépi a lehetőségeket.

Az új szabványtervezet ismertetésével kapcsolatban az előadó kitért a minőségvizsgálati módszerek kérdésére, hangsúlyozva, hogy ezeknek egyszerűeknek és gyorsan végrehajthatóknak kell lenniük. A tervezet elejti a kockaszilárdsági, fagyasztási stb. vizsgálatokat, amelyek részben nem adtak gyakorlati minősítést, részben hosszadalmasak, és helyettük a Deval-, Los Angeles- és kristályosítási vizsgálatokat hozza javaslatba. Az eddigi zúzottkő- és nemeszúzalék-kategóriák helyett négy minőségi osztály bevezetését ajánlja. Ezzel megszűnik az egyszerű-, kétszer- és többször tört kőminősítés is, ami téves értékítéletekre adott alkalmat.

Simon Jenő (Tröszt) hozzászólásában kifejtette, hogy az új gazdasági rend a jobb terméket előállító vállalatot hozza előnyösebb helyzetbe, ami ösztönzően fog hatni a termelőkre. A termelő vállalatok olyan választékokat fognak felkínálni az építőiparnak, amely különböző minőségi igényeket elégíthet ki. Az új szabványok rögzíteni fogják a jelenlegi minőségi helyzetet, és előírják a minőségi haladás irányát. Véleménye szerint a bányákban a lefedés elérte a megfelelő szintet, az egyéb szennyeződési lehetőségek eliminálására, ha más út nem adódik, folyamatban van a mosás előkészítése, — ahol a szükséges víz rendelkezésre áll. A meddőleválasztás, osztályozási élesség, a szemcsealak stb. kérdéseiben pályázatot ír ki a szakosztály.

Erdély Imre a szemcsealakkal kapcsolatos kívánalmak túlzott voltáról, Szűcs János (Dél-dunántúli Kőbánya Vállalat) a komló kőbányájában adódott minőségi tapasztalatokról beszélt. Dr. Jugovics Lajos (Földtani Intézet) a lemezesség köztszöveti okait tárta fel és javasolta az előadásnak, mint vitaindító tanulmánynak közlését az Építőanyagban. Simon Miklós (Ütűgyi Kutató Intézet) hozzászólásában részletezte a szabványtörékvéseket, amelyeknek az útépités és fenntartás fokozódó igényeit kielégítő irányban kell befolyásolni a adalékanyagtermelést. Lengyel Zoltán (Dél-dunántúli Kőbánya Vállalat) rámutatott arra, hogy a szabvány-előírás, amely szerint a zúzott kőtermékeket szinkből kell előállítani, megszünteti a Z- és NZ- minőségek közötti különbséget. Hajnal Lajos (SZIKKTI) kifejtette, hogy a felhasználó minőségi igényét maximálisnak, a termelt minőséget minimálisnak fogva fel, a szabványnak a kettő közé kell beállnia, hogy feszítő hatása érvényesüljön, de ne kívánjon lehetlent. A termékárak új megállapítása már most esedékes, hogy ösztönző hatása kellő időben érvényesüljön. Csáktornyai Béla (Tröszt) figyelmeztet arra, hogy az utak minőségét nemcsak a bedolgozott anyag, hanem a kivitelezési munka minősége is befolyásolja. Rácz Márton (Magy. Szabványügyi Hivatal) rámutatott arra, hogy a kőbányai géppark nem egységes és a kőtermékek jónéhány minősítési szempontja nem egyszerű, ezért a mindkét felet és a szabványügyi előírásokat is kielégítő szabvány elkészítése nehéz feladat. Szabó Elek (Tröszt) és Herendi György (Tröszt) a nemeszúzalék minőségi meghatározását nem a törésszámmal, hanem a termék valamely minőségi állapotával kívánják meghatározni. Mivel az itt vitatott témák fontosak és az ülés keretében nem hozhatók döntések, az előadás közlése az Építőanyagban fokozottan fontosnak mutatkozik.

Simon Jenő szakosztályvezető zárószavában elismerte az előadás és a hozzászólások értékét a tárgyalt igen fontos témakör egyes kérdéseinek tisztázásában. Nézete szerint a két érdekelt fél közeledését az új gazdasági rend fogja létrehozni azzal, hogy a kőtermékek minősítését a piac értékítélete dönti el. A kőbányáipar minden igyekezetével azon lesz, hogy az útépités kívánosságait kielégítse, de ennek költségeit a felhasználónak viselni kell. Végül bejelentette, hogy a szakosztály két következő ülésén a különböző vibrátoroknak és törőgépeknek a zúzottkő minőségére gyakorolt hatásáról hallunk előadásokat.

A felmerült problémák tisztázása és az optimális megoldás elősegítése érdekében megegyezés történt, hogy a Közlekedéstudományi Egyesület és a Szilikátipari Tudományos Egyesület Kő-kavics Szakosztálya közös munkabizottságot hoz létre a szabványtervezet előkészítésére.

A munkabizottság még februárban megkezdte működését.

A Kő-kavics Szakosztály 1967. február 20-án tartott klubdelutánján Szabó Elek ismertette a kavicsosztályozó rendszereket, a hazai kő-kavicsiparban használatos osztályozógép-típusokat, valamint a korszerű vibrációs osztályozók funkcionális jellemzőit. Arra a kérdésre, hogy egy-egy konkrét osztályozási feladathoz hogyan kell kiválasztani a megfelelő rostátípust és szítanagyságot, négy típusra vonatkozólag megadta a szükséges információkat. A legkorszerűbb ötödik típus, a rezonancia-szita ismertetését Kálnási Gusztáv (Buda-pesti Vegyipari Gépgyár Fejlesztő és Tervező Iroda) adta, felvázolva a korszerű osztályozás dinamikáját és részletesen ismertette az Aprítógépgyár által licencia alapján előállított Binder-féle rezonanciaszita típust. A gép konstrukciójának és működésének leírása után kitért a gép alapozási kérdéseire és teljesítményének számításmódjaira is.

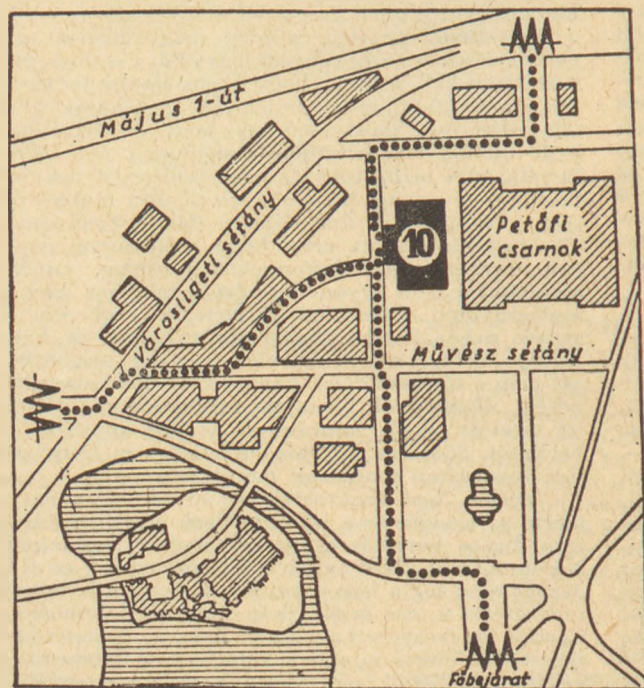
Az előadásokat követően Szabó Elek (Tröszt) az ultrarezonancia-szítákról érdeklődött, Dzsida László (Szénbányászati Tröszt, Dorog) az agyagszennyeződésű kavics osztályozás előtti előkészítéséről beszélt, majd a sűrítettlevegő- meghajtású, golyós gerjesztésű vibrátorokról és a rázott rostákkal történő zagyvztelenítés

módjáról érdeklődött. Vajda László (Tröszt) felvetette a kérdést, hogy a Binder-szítának, a csökkent energia igényen kívül milyen előnyei vannak, majd a szitaszövetnek üzemi körbeni eltömődésével kapcsolatban tett fel kérdéseket. Hajnal Lajos (SZIKKTI) megjegyezte, hogy a Binder-szita alkalmas nedves kavics vztelenítésére, de az egészen kis szítanyílások átteresztőképességére nézve kételyeket támasztott. Bálint Tibor (SZIKKTI) megemlítette, hogy egy osztályozóüzem műszaki tervezésének időpontjában még nem lehet olyan pontos adatokat szolgáltatni, amilyeneket a gépgyár kíván az osztályozó géptípus kiválasztásához; mi ilyenkor a teendő? A gépállandók kikísérletezéséhez felajánlotta a gépgyárnak a SZIKKTI-laboratórium együttműködését. Ferenczy Pál (Tröszt) a gépgyárnak osztályozókra vonatkozó gyártási terve iránt érdeklődött, majd megjegyezte, hogy a Binder-szita két osztályozó-felülettel készül, ami számos esetben nehézséget okoz a tervezésnél. Szokolai Sándor (Kavicsbánya V.), Gerő László (SZIKKTI), Ledeszký Jenő (Aprítógépgyár) és Császár János (Kavicsbánya V. Nyékládháza) tettek még megjegyzéseket az előadások anyagához.

Kálnási Gusztáv részletes, kielégítő válaszai után Simon Jenő szakosztályvezető zárta le a vitát. Kiemelte, hogy az osztályozás technológiájának fejlesztése elkerülhetetlen és sürgős, hogy a kő-kavicsipar a felhasználók növekedő mennyiségi és minőségi igényeit ki tudja elégíteni. Az elhangzottak, ha nem is adnak teljes megoldást, a szakma képviselői előtt mindenesetre tisztázták a technológiai lehetőségeket. Ezért köszönet illeti mind az előadókat, mind a hozzászólókat.

E. I.

VIII. NEMZETKÖZI MŰSZAKI KÖNYVKIÁLLÍTÁS



⑩ NEMZETKÖZI MŰSZAKI KÖNYVKIÁLLÍTÁS

1967. május 19—29. között

a

Budapesti Nemzetközi Vásár
10. számú pavilonjában

•
Anglia, Ausztria, Bulgária,
Csehszlovákia, Egyesült Államok,
Hollandia, Japán, Jugoszlávia,
Lengyelország, Magyarország,
Német Demokratikus Köztársaság,
Német Szövetségi Köztársaság,
Olaszország, Románia, Spanyolország,
Svájc és a Szovjetunió kiadóinak

legújabb műszaki könyveit
állítjuk ki.

•
MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

Hírek a világ szilikátiparából

Az ömlesztettcement-szállítás térhódítása

Ismeretes, hogy a cement csomagolása viszonylag jelentős költség-tényező a cement előállítási árához képest. Így például: Magyarországon jelenleg a cementszákolás költsége a cement önköltségének mintegy 70 százaléka. Ezért mindjobban terjed a szákbán való szállítás helyett a cementnek ömlesztett módon történő szállítása.

Az építés iparosításában élenjáró országok közül például az USA-ban a belföldi felhasználásra kerülő összes cementmennyiségnek — 1963-1964 évben — 86%-át ömlesztve szállították. Európában Svédország és Hollandia, illetve Nagy-Britannia és Svájc járnak az élen az ömlesztettcement-szállításban, ahol a szállítás részaránya 1964. évben meghaladta a 70, illetve 60%-ot. Egyébként valamennyi európai és Európán kívüli, gazdaságilag fejlett országban megfigyelhető az ömlesztve szállított cement mennyiségének és arányának növekedése.

Az alábbi szám adatok azt mutatják be, miként emelkedett az ömlesztett módon szállított cement részaránya a gazdaságilag fejlettebb OECD-tagországokban.

	1963	1964
	évi százalékos arány	
USA	86	86
Svédország	71	75
Hollandia	69	72
Svájc	55	61
Egyesült Királyság ..	56	61

NSZK	52	55
Belgium	46	51
Japán	43	49
Norvégia	38	42
Franciaország	35	40
Dánia	34	39
Ausztria	30	33
Olaszország	29	30

Megállapítható, hogy az USA kivételével az ömlesztettcement szállítás 1964 évi aránya meghaladja az 1963 évi mutatókat.

Magyarországon az elmúlt évek során szintén gyorsütemű fejlődés tapasztalható az ömlesztve kiadott cement aránya tekintetében az alábbiak szerint:

	1960	1961	1962	1963	1964	1965
%	9,3	11,7	16,8	25,3	25,7	29,4

Az ömlesztettcement-szállítás volumene 1961-65 év között 4,8-szeresére emelkedett.

Forrás: The Cement Industry 1964.

A Szovjetunió cementtermelése

Az 1966. évről eddig közzétett statisztikai adatok a Szovjetunió cementiparának további töretlen fejlődéséről tanúskodnak: nyolc hónap alatt a cementtermelés (52,5 millió tonna) 10,5%-kal haladta meg az előző év azonos időszakának termelését. Ennek megfelelően a Szovjetunió 1966. évi várható termelése mintegy 80 millió tonnára becsülhető. Ezzel a Szovjetunió megközelíti a világ cementtermelésének 18%-át, az

egy lakosra jutó kvóta pedig meghaladja a 340 kg-ot.

Ismeretes, hogy a cementgyártás a Szovjetunió iparának egyik leggyorsabban fejlődő ága s a növekedés üteme világviszonylatban is a legelsőek közé tartozik.

A cementtermelés fél évszázad alatti fejlődését az alábbi számok jellemzik:

	millió tonna	kg/lakos
1913	1,8	11
1929	2,4	15
1938	5,7	30
1950	10,2	57
1960	45,5	212
1965	72,6	314

A fejlődés átlagos üteme az elmúlt másfél évtizedben a következőképpen alakult:

	Össztermelés	Egy lakosra jutó termelés
1950—55 ...	17,0%	15,1%
1955—60 ...	15,1%	13,0%
1960—65 ...	9,9%	8,2%

A Szovjetunió cementtermelésének üteme jelentősen meghaladja a világtermelés növekedési ütemét és ennek megfelelően részesedése a világ összes cementtermeléséből egyre emelkedik:

1938	6,4%
1950	7,6%
1955	10,3%
1960	14,5%
1965	16,8%

Forrás: *Ekonomiczeszkaja Gazeta*, 1966 40 Sz.Sz.Sz.R. 1965.

(Folytatás a 154. oldalról)

SZTROITELNŪE MATERŪALŪ

1966. 7. sz.

Goldenko, G. M.: A szilikát-keverék részére szolgáló őrlött mész folyamatos adagolása (p. 5.)

A keverék képlékenységét a normális aktivitású mész megfelelő őrlési finomságával, továbbá a mész és homok jó összekeverésével lehet biztosítani. Az oltódob mindkét feltételnek akkor felel meg, ha az őrlött meszet folyamatosan tudja adagolni. Az őrlött mész tartályát henger alakú csigás adagoló berendezéssel látják el, amelynek a csiga forgási sebességének változtatásával szabályozzák a mész adagolását. A keverék aktivitási százalékát elemzés útján még az oltódobba való beöntés előtt állapítják meg és az lehetővé teszi menet közben szabályozni a meszadagolást. A folyamatos adagolás a cik-

lus idejét 25%-kal rövidíti. A berendezés és a technológiai folyamat.

Bezverhij, A. A.: Az agloporit-gyártás intenzifikálása (p. 12—14, á: 5, t: 2, b: 7.)

Az agloporit könnyű adalékanyag előállítása agglomerációs eljárással. Az égetési technológia alapelvei. A zsugorítás sebessége és a huzat sebessége közötti összefüggés. Az agloporit égetésére felhasznált nyersanyagok és tűzállóanyag. Az agglomeráció függőleges sebessége és 1 m² zsugorító felületre vonatkoztatott légáramlás-sebessége közötti összefüggés. Az agglomeráció sebessége és a keverék mészkő-tartalma közötti összefüggés. Az agglomeráció sebessége és a keverékben levő vízgőz-tartalom, továbbá a tűzállóanyagban levő illóanyag-tartalom közötti összefüggés.

gés. Megállapították, hogy az agglomeráció folyamatát intenzifikálhatják a kémiai kötött vizet tartalmazó ásványok mennyiségének növelésével, továbbá nagyobb mennyiségű illóanyagot tartalmazó tűzállóanyag felhasználásával.

ZAVODSZKAJA LABORATORIJA

1966. 6. sz.

Dubrov, V. A.—Petruhin, V. P.: Berendezés az ausztenit izotermikus átalakulása kibernetikájának indukciós módszerrel történő tanulmányozására változó mágneses térben (p. 764—765, á: 2, b: 1.)

A kutatók által kidolgozott módszer alkalmas az ausztenit izotermikus átalakulásának tanulmányozására oly módon, hogy az átalakulás során az anyagot mágneses térbe helyezik, a mellékfolyamatok

kiküszöbölésére argon-védőgáz alkalmaznak. A cikk részletes leírást és elvi rajzot tartalmaz az alkalmazott berendezésről.

Urasencev, Ja. I.—Rubcov, Ju. I.—Timonova, R. I.: Műszer az anyagok gázúrában végzett differenciális—termikus—analíziséhez (p. 765—766, á: 1, b: 2.)

Kismennyiségű anyagok differenciális-termikus analízisének elvégzését teszi lehetővé a kidolgozott és ismertett berendezés. A berendezés lényege egy U-eső, amely a mintatartó szorépet látja el. A esőben tetszés szerinti gázatomosféra áramoltatható széles sebességhatárok között. A felfűtési sebesség 10—10°/perc.

ZSURNAL PRIKLADNOJ HIMII

1966. 3. sz.

Jubin, B.: A tűzálló oxidok párolgásának termodinamikája nagy hőmérsékleten (p. 537—455, t: 2, b: 10.)

Tág hőmérsékleti határok között részletesen kiszámították és táblázatosan összefoglalták a legfontosabb tűzálló oxidok (SiO_2 , ZrO_2 , MgO , CaO , Al_2O_3) párolgási termékeire a Van t'-Hoff egyenlet állandóit, a forráspontot és a párolgási termékek parciális nyomására vonatkozó adatokat.

ZSURNAL PRIKLADNOJ HIMII

1966. 4. sz.

Budnyikov, P.: Elektromos kemencében olvasztott kordierit-öntvény kristályosodási feltételei és néhány tulajdonsága (p. 736—743, á: 6, t: 2, b: 31.)

Kalcinált magnezit, kvarchomok és timföld, megfelelő arányú keverékből sikerült megoldani igen kis hőtágulási együtthatójú kordierit-kerámia megfelelően tömör minőségben való előállítását. Mineralizátorként Na_2SiF_6 -ot és ZrSiO_4 -ot alkalmaztak. A megfelelő kristályosodás biztosítása érdekében az olvasztott anyagot előzetesen 900—1100°-ra hevített grafit formákba, majd 1,5 óráig 100—1100°-os kristályosító kemencébe helyezték, a kemence 40°-ra való hűtése után vették ki a készterméket. Közli az anyag mikroszkópikus és röntgen-vizsgálatának eredményeit, részletesen ismerteti legfontosabb fizikai tulajdonságait (hőtágulási együttható = $2,25—2,8 \cdot 10^{-6}$), tűzállósági adatait (tűzállóság: 1380—1400°, terhelés alatti lágyulás kezdete: 1330°, vége: 1360—1390°).

Dmitriev, I.—Szemin, E.: A beryllium-üveg kristályosodásának vizsgálata (p. 743—748, á: 3, t: 1, b: 32.)

Az eddig kevésbé tanulmányozott $3\text{Be} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_3$ vegyület össze-

tételének megfelelő keverékből 1800°-os olvasztás és vízben hűtés után nyert üveg változó hőmérsékleten és ideig tartó hőkezelése hatására végbemenő kristályosodási folyamatokat tanulmányozták. Megállapították, hogy az első hőkezelés után főleg amorf fázis (95/98%), magasabb hőmérsékleten stabil és kristálytanilag nagy-szimmetriájú oxid-modifikációk (α -krisztobalit és α -tridimit) képződnek. Másodszeri hőkezelés hatására a hőfoktól és időtől függően mind stabilisabb, kevésbé szimmetrikus, majd a több-összetevős termékek (α -kvare, β -krisztobalit, γ - Al_2O_3 , krizoberill, mullit) jelennek meg. Három-összetevős vegyület az alkalmazott hőkezelés hatására nem jelentkezett.

Avgusztinik, A.: A réztartalmú vörösvég színeződésének okai (p. 934—935, á: 1, b: 9.)

A réztartalmú rubinüveg színét általános vélemény szerint kolloidális eloszlású fémréz jelenléte okozza, tehát rézoxid és redukálóanyag adagolásával állítható elő. Az utóbbi időben redukálóanyag nélkül is sikerült rubinüveget előállítani. Bebizonyítja, hogy ebben az esetben a színeződést kolloidméretű rézoxid-szemcsék okozzák.

ZSURNAL PRIKLADNOJ HIMII

1966. 5. sz.

Szkoblinszkaja, N.: Az autoklavolt szilikát-sejtbeton nedvesség hatására végbemenő deformációjának mechanizmusa (p. 1012—1018, á: 4, t: 2, b: 11)

A szilikát-sejtbeton nedvesség hatására végbemenő deformációit és a nedvességtartalom-változását a vízgőz parciális nyomásának függvényében együttesen vizsgálta. Megállapította, hogy a parciális nyomás, nedvességtartalom szorbiós és deszorbiós, valamint a nedvességtartalom — térfogatváltozás zsugorodási és duzzadási görbéjén hiszterézis jelentkezik. Tanulmányozta a szorbió és deszorbió különböző szakaszait, és az ezekhez tartozó duzzadási értékeket. Megállapította, hogy a duzzadás 49, a zsugorodás 32%-a a monomolekuláris vízréteg kialakulásának szakaszára esik, mely alatt a nedvességtartalom mindössze 0—1,6% között változik.

Budnyikov, P.: Fizikai-kémiai folyamatok a $\text{CaO—SiO}_2—\text{H}_2\text{O}$ elektrolit-rendszerben (p. 1088—1090, á: 2, b: 5.)

A vizsgálatok bebizonyították, hogy az alkálifém-sók általában hatást gyakorolnak a szilárd fá-

zisú kalcium-szilikát-hidrátok mennyiségére, mésztelenítésére, képződési sebességére és kristályosságára. Az alkáli-sók közül a kloridok hatása pozitív, a karbonátoké negatív, a szulfátoké pedig közbelső helyet foglal el.

ZSURNAL PRIKLADNOJ HIMII

1966. 6. sz.

Ljahovics, I.—Szerkova, Z.: A sejtbetonok vasszerelésének korrózióvédelméhez alkalmazott anyagok védőképességének elektrokémiai vizsgálata (p. 1432—1434, á: 2, t: 1 b: 1.)

A különböző korroziógátló-anyagok védőképességét polarizációs módszerrel vizsgálták. Megállapították, hogy 3%-os NaCl - és Na_2CO_3 -oldatban egyaránt a cement-bitumen és a cement-kuszbaszi-lakkbevonat biztosítja a legjobb korrózióvédelmet, ennél valószínűleg gyengébb a cement-polisztirol-, és jóval gyengébb a cement-kazein-bevonat védőképessége.

ZSURNAL PRIKLADNOJ HIMII

1966. 7. sz.

Bersabszkij, F.—Mcsedlov-Petroszjan, O.: A gipszkristályok hevítésének szerkezeti sajátosságai (p. 1449—1454, á: 3, b: 18.)

Hevítés hatására a dihidrát-kristályrács a hasadási sík irányában átrendeződik, miközben a Ca- és S-ionok közötti távolság megváltozik. A keletkező félhidrát elemi cellájának koordinációs-száma a dihidráttal azonos, alakja viszont eltér. A változatlan koordinációs-szám a megmaradó víznek tulajdonítható. Az átrendeződéssel együtt a transzlációs típusú szerkezeti anomáliák erősebben megmutatkoznak. A hevítési folyamatra megadott grafikus összefüggés lehetőséget biztosít adott hőfokon az optimális gipszszűzési idő meghatározására.

Matvrev, M.—Rabuhin, A.: A víz-üveg dielektromos relaxációja (p. 1454—1458, á: 2, t: 1, b: 9.)

Polietilén-fóliában két hónapig tárolt káliumvíz-üveg dielektromos relaxációjának vizsgálata során igazolták, hogy a kovasav-anionok polimerizációjának foka a tárolási idővel nő, a víz-üveg szerkezetének e változása függ a koncentrációtól és a szilikátmodulustól is. A szerkezetváltozás végbemehet az egyes diszkrét kovasav-anionok lokális tömörülése útján, minek következtében a víz struktúrája fellazul, vagy oly módon, hogy a víz kvázirács-szerkezetében szétágazódva felépíti, stabilizálja a víz szerkezetét.

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

ÚJDONSÁGOK

Bajza—Henter—Holbok

RÖNTGENTECHNIKA

304 oldal, 271 ábra, kötve 35,— Ft

Horváth Sándor—Pónya Vilmos

AGREGÁT SZERSZÁMGÉPEK

282 oldal, 214 ábra, kötve 43,— Ft

Juran, J. M.

MINŐSÉG (Tervezés, szabályozás, ellenőrzés)

1342 oldal, 401 ábra, kötve
180,—Ft

Dessewffy Olivér—Kappel László

GUMIK ÉS MŰANYAGOK VIZSGÁLATA

402 oldal, 353 ábra, kötve 53,— Ft

Csordás Zoltán

PNEUMATIKUS IRÁNYÍTÁSTECHNIKA

411 oldal, 460 ábra, kötve 63,— Ft

AUTOMATIKA ÉS ELEKTRONIKA

Tanulmánygyűjtemény

211 oldal, 263 ábra, fűzve 39,— Ft

Pettit J. M.—McWhorter, M. M.

ERŐSÍTŐ ÁRAMKÖRÖK

294 oldal, 268 ábra, kötve 55,— Ft

Gál Levente szerk.

SZIGETELŐANYAGOK AZ ERŐSÁRAMÚ IPARBAN

584 oldal, 243 ábra, kötve 98,— Ft

Csányi—Lukács—Szendrei

GYAKORLATI PROGRAMOZÁS ÉS MUNKAADAGOLÁS A GÉPÉSZETBEN

214 oldal, 40 ábra, kötve: 38,— Ft

Kittel, Ch.

BEVEZETÉS A SZILÁRDTEST-FIZIKÁBA

699 oldal, 426 ábra, kötve
123,—Ft

Dr. Mázor László szerk.

ANALITIKAI ZSEBKÖNYV

3. kiadás

459 oldal, kötve 53,— Ft

Nozdroviczky László

A TELEVÍZIÓ OTTHONUNKBAN

3. átd. és bőv. kiadás

140 oldal, 91 ábra, fűzve 13,50 Ft

Urbányi István

NYOMDAIPARI TÁBLÁZATOK

Szakmunkás Zsebkönyvek

160 oldal, 35 ábra, kötve 13,— Ft

International Labour Office

MUNKATANULMÁNYOK

287 oldal, 51 ábra, kötve 45,— Ft

Orear, Jay

MODERN FIZIKA

376 oldal, 253 ábra, kötve 47,— Ft

McKelvey, J. M.

POLIMEREK FELDOLGOZÁSA

344 oldal, 162 ábra, kötve 53,— Ft

Dr. Fitz J.—Császár L.—Papp I.

SZÉKESFEHÉRVÁR

159 oldal, 188 ábra, kötve 46,— Ft

Goncsarevics, I. F.—Szergejev,
P. A.

VIBRÁCIÓS GÉPEK AZ ÉPÍTŐIPARBAN

251 oldal, 182 ábra, kötve 48,— Ft

Henn, W.

IPARI ÉPÜLETEK (Nemzetközi példák)

368 oldal, 962 ábra, kötve 98.— Ft.

Dr. Kiss R.—Dr. Nyerges T.

FELÜLETBEVONATOLÁS ÉS LÉGTECHNIKÁJA

Új Technika

347 oldal, 113 ábra, fűzve 27,— Ft

A ma tudománya—

A HOLNAP TECHNIKÁJA

Olvassa rendszeresen műszaki tudományos szaklapjainkat!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

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

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,

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

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK:

V., Váci utca 10.

VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban,

ugyanitt az 1966-ban eddig megjelent példányok is beszerezhetők.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA,

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

Pályázati felhívás

a Szilikátipari Tudományos Egyesület által alapított

„Petrik Lajos” pályadíjra

A Szilikátipari Tudományos Egyesület pályázatot hirdet a szilikátipar III. ötéves tervének műszaki fejlesztési célkitűzéseit elősegítő, számítással alátámasztott, gazdasági eredményt hozó, új műszaki javaslatok kidolgozására, az alábbi témakörökben:

- a) önköltségsökkentés,
- b) termelékenység növelése,
- c) minőségjavítás,
- d) energiamegtakarítás,
- e) selejt-veszteségsökkentés,
- f) meglévő üzemek technológiai rendszerének javítása és korszerűsítése,
- g) új beruházások technológiai berendezéseinek korszerűsítése,
- h) korszerű belső anyagmozgatás kialakítása,
- i) gazdaságos egyedi és célcsoportos állóeszközfejlesztés,
- j) műszaki—gazdasági együtthatók rendszerének fejlesztése,
- k) a gazdaságirányítási reform új értékesítési feladatai és módszerei,
- l) a szilikátipari vállalati terv megváltozott szerepe és módszerei a gazdasági mechanizmus reformjának keretei között.

A pályamunkák értékelése során főként azon tanulmányok jönnek számításba, melyeknek ipari bevezetése mielőbb lehetséges és kihatása gyorsan, kedvezően jelentkezik.

Az Egyesület választmánya által kiküldött bírálóbizottság a beérkezett pályaművek közül a legjobbkat „Petrik Lajos”-díjjal jutalmazza, melynek

I. fokozata	5000,— Ft
II. fokozata	3500,— Ft
III. fokozata	2500,— Ft.

Fenti három díjban nem részesülő pályaművek közül a bírálóbizottság a legjobbakat 2000,— Ft-ig terjedő pénzjutalomban részesítheti.

A bírálóbizottság fenntartja magának a jogot, hogy megfelelő színvonalú pályamű hiányában a díj valamelyik fokozatát nem adja ki.

A pályázat benyújtásának határideje: 1967. július 31.

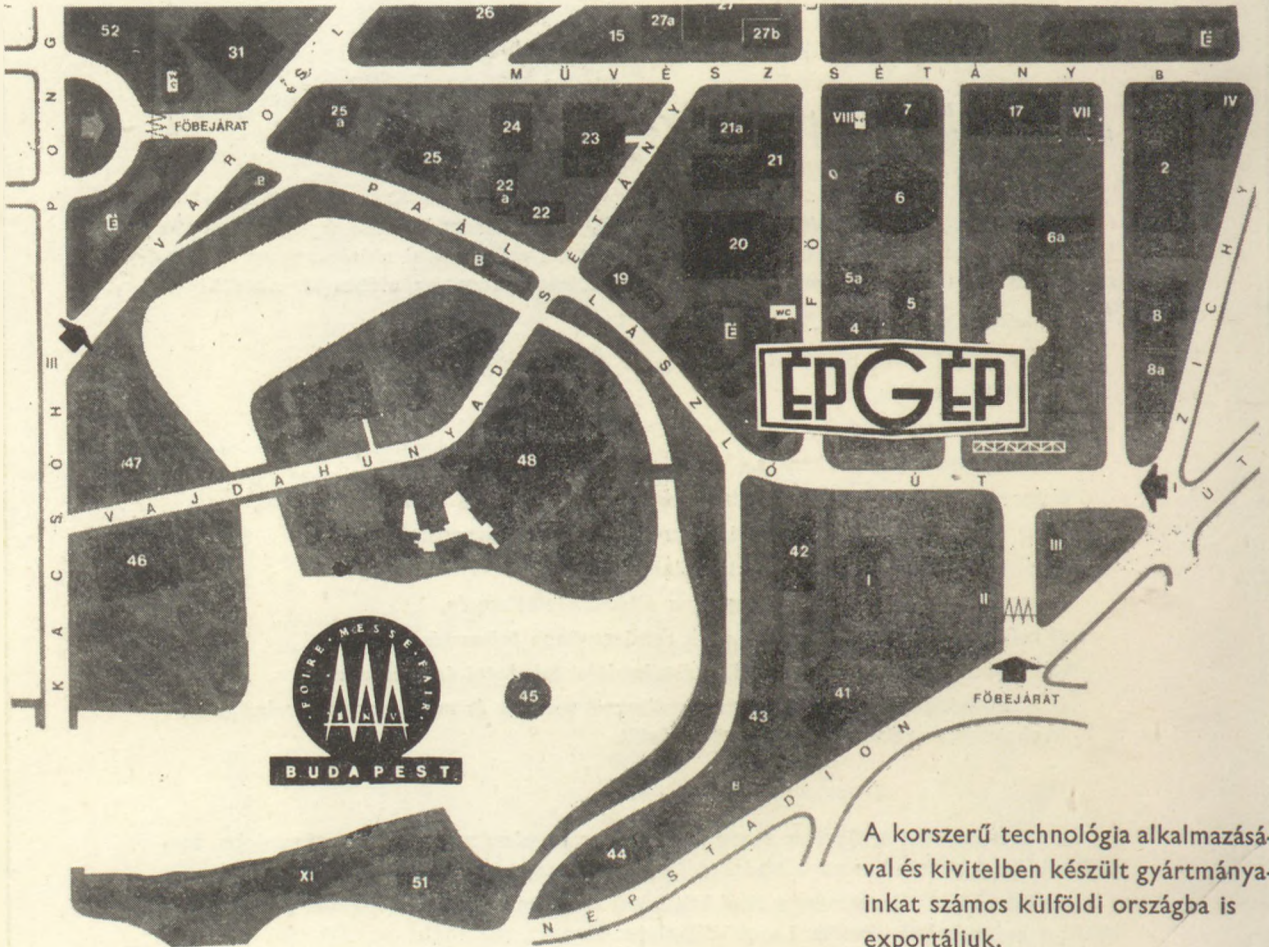
A bírálóbizottság a beérkezett pályaműveket 1967. szeptember 31-ig felülvizsgálja.

A pályázat jeligés. A jeligét a pályamunkán fel kell tüntetni, valamint egy zárt borítékon is, amelyben a pályázó a nevét, címét, munkahelyét feltünteti.

A pályázaton a Szilikátipari Tudományos Egyesület tagjai vehetnek részt. Az Egyesület fenntartja magának a jogot, hogy a megfelelőnek ítélt pályaműveket az „Építőanyag” c. folyóiratában leközölje.

Látogassa meg pavilonunkat a Budapesti Nemzetközi Vásáron!

Gyártmányainkkal, valamint azokhoz kapcsolódó építésgépesítési kérdések megoldásában megrendelőink részére tájékoztató szolgálatunk és szakembereink minden időben rendelkezésre állnak.



A korszerű technológia alkalmazásával és kivitelben készült gyártmányainkat számos külföldi országba is exportáljuk.

ÉPÍTŐIPARI GÉPEK ÉPÍTŐIPARI GYÁRBERENDEZÉSEK

Vállalatunk gyártmányokkal az építő és építőanyagipar gépesítését szolgálják. Gépeinket és szolgáltatásainkat széles körben igénybeveszik az építőipar területén.

Export szállításaink:

- | | |
|------------------|------------------|
| ● Bulgária, | ● Kuba, |
| ● Csehszlovákia, | ● Lengyelország, |
| ● India, | ● Románia, |
| ● Irak, | ● Szíria, |
| ● Jugoszlávia, | ● Szovjetunió, |
| ● Kína, | ● Vietnam, stb. |

Főbb gyártmányaink:

- Különböző vibrátorok,
- beton-, habarcskeverők,
- betonvasvágók és hajlítók,
- különböző úrtartalmú silók,
- cementmérő és adagoló berendezések,
- sinkuli,
- panelszállító berendezések,
- betonkonténerek,
- építőipari daruk,
- építőipari gyorsfelvonók,
- géplapátok,
- mobil gőzfejlesztők,
- vasbetonaljgyári berendezések,
- betongyarak, stb.

ÉM Építőgépjavitó és Gépgyártó Vállalat

Budapest XI., Galváni út 44 • Telefon: 258-802 268-654, • Telex: 966